

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

QARSHI MUXANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI

«MUQOBIL ENERGIYA MANBALARI» KAFEDRASI

**«Issiqlik texnikasi»
fanidan**

*60730300 –Mehnat muhofazasi va texnika
xavfsizligi(tarmoqlar bo'yicha) ta'lim yo'nalishi uchun*

**ELEKTRON O'QUV-USLUBIY
MAJMUA**

Qarshi – 2022 y

Ushbu o'quv-uslubiy majmua "Issiqlik texnikasi" fanidan yozilgan bo'lib, shu fanning Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti Ilmiy Kengashining 23.06. 2022 yil № 11 – sonli qarori bilan tasdiqlangan namunaviy fan dasturi asosida ishlab chiqildi.

Tuzuvchi: Qodirov Ismoil Norqobilovich
Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti
«Muqobil energiya manbalari» kafedrası
professori, fizika-matematika fanlari nomzodi

Taqrizchilar: QarshiDU « Muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manbalari»
kafedrasining mudiri, dots.Af.B.Vardiyashvili.
QarMII “Muqobil energiya manbalari” kafedrası mudiri,
dots.X.A.Davlonov.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua QMII uslubiy Kengashining № __ “__” __
20__ yilgi qarori bilan ma'qullangan va o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya
etilgan.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua 60730300 –Mehnat muhofazasi va texnika
xavfsizligi(tarmoqlar bo'yicha) ta'lim yo'nalishi uchun mo'ljallangan bo'lib,
undan (60711000 – Muqobil energiya manbalari (Quyosh va shamol energetikasi),
5310100 – Energetika (“Issiqlik energetikasi”) ta'lim yo'nalishi bo'yicha bilim
olayotgan talabalari, hamda 70711001– Muqobil energiya manbalari (turlari
bo'yicha) mutaxassisli, 5A310104 – “Sanoat issiqlik energetikasi” mutaxassisligi
magistrantlari ham foydalanishlari mumkin.

@ Qarshi Muhandislik-Iqtisodiyot Instituti

MUNDARIJA.

1.O'quv materiallari.....	4
1.1.Ma'ruza matni.....	4
1.2. Laboratoriya mashg'ulotlar uchun uslubiy ko'rsatma.....	97
1.3.Xorijiy va asosisy adabiyotlar ro'yxati.....	135
2.Mustaqil ta'lim mashg'ulotlari.....	136
2.1.Mustaqil ta'lim mashg'ulotlari mavzulari va mashg'ulotlarni bajarish uchun uslubiy ko'rsatmalar(kur ishi va loyihasi).....	136
3.Glossariy.....	151
4. Ilovalar.....	252
4.1.Namunaviy dastur.....	261
4.2.Ishchi dastur.....	267
4.3.Tarqatma materiallar.....	273
4.4.Testlar.....	286
4.5.Baholash mezonlari.....	303
4.6.Fanga oid boshqa materiallar.....	
4.7.O'UM ning elektron varianti.....	

1.O'QUV MATERIALLARI

1.1.MA'RUZA MATNI

1-ma'ruza. «ISSIQLIK TEXNIKASI» FANIGA KIRISH. FANNING MAQSADI, VAZIFALARI VA ASOSIY TUSHUNCHALAR

Reja:

- 1.Fanning maqsad va vazifalari.
- 2.Termodinamik sistema. ishchi jism. issiqlik
- 3.Asosiy termodinamik holat parametrlari
- 4.Asosiy gaz qonunlari

Tayanch so'z va iboralar: Issiqlik energetika, issiqlik mashinalari, texnik termodinamika, issiqlik almashinish nazariyasi, qozonlar, bug' qizdirgich, turbina, ishchi jism. issiqlik.

Adabiyotlar /1,2,6,7,8/

1.Fanning maqsad va vazifalari.

Termodinamika - «issiqlik– kuch» degan ma'noni bildiradi. Termodinamika metodlari tabiatning universal qonuni – energiyaning saqlanish qonuniga asoslangan. Termodinamikaning mohiyati termodinamika qonunlarida ochib beriladi.

Fanni o'qitishdan maqsad talabalarda issiqlik mashinalari, qurilmalari va agregatlari yordamida issiqlik energiyasi hosil qilish, uni boshqa turdagi energiyaga aylantirib berish, taqsimlash uzatish usullarini nazariyasi va amaliy tomonlari, yoqilg'ilar yonish nazariyasi haqida fundamental bilimlarni, ularni muayyan sharoitlarga mos holda tanlash usullari bo'yicha yo'nalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malakalar shakllantirish.

Fanning vazifasi talabalarga termodinamikaning asoslari – termodinamikaning I va II qonunlari, issiqlik almashinish jarayonlari, yoqilg'i yonish asoslari, bug' va gaz turbinolari va jarayonni amalga oshiruvchi mashina va agregatlar tuzilishi, ishlash printsiplarini o'rganishdan iborat.

Ma'lumki, termodinamika issiqlik effektlari bilan sodir bo'ladigan turli xil jarayonlarda energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishini o'rganuvchi, hamda u keng ma'noda energiya va uning xossalari haqidagi fandir.

Termodinamika moddalarning ichki tuzilishini emas, balki ularning turli xossalari orasidagi nisbatlarni o'rganish bilan shug'ullanadi. Umuman olganda termodinamika quyidagi turlarga bo'linadi:

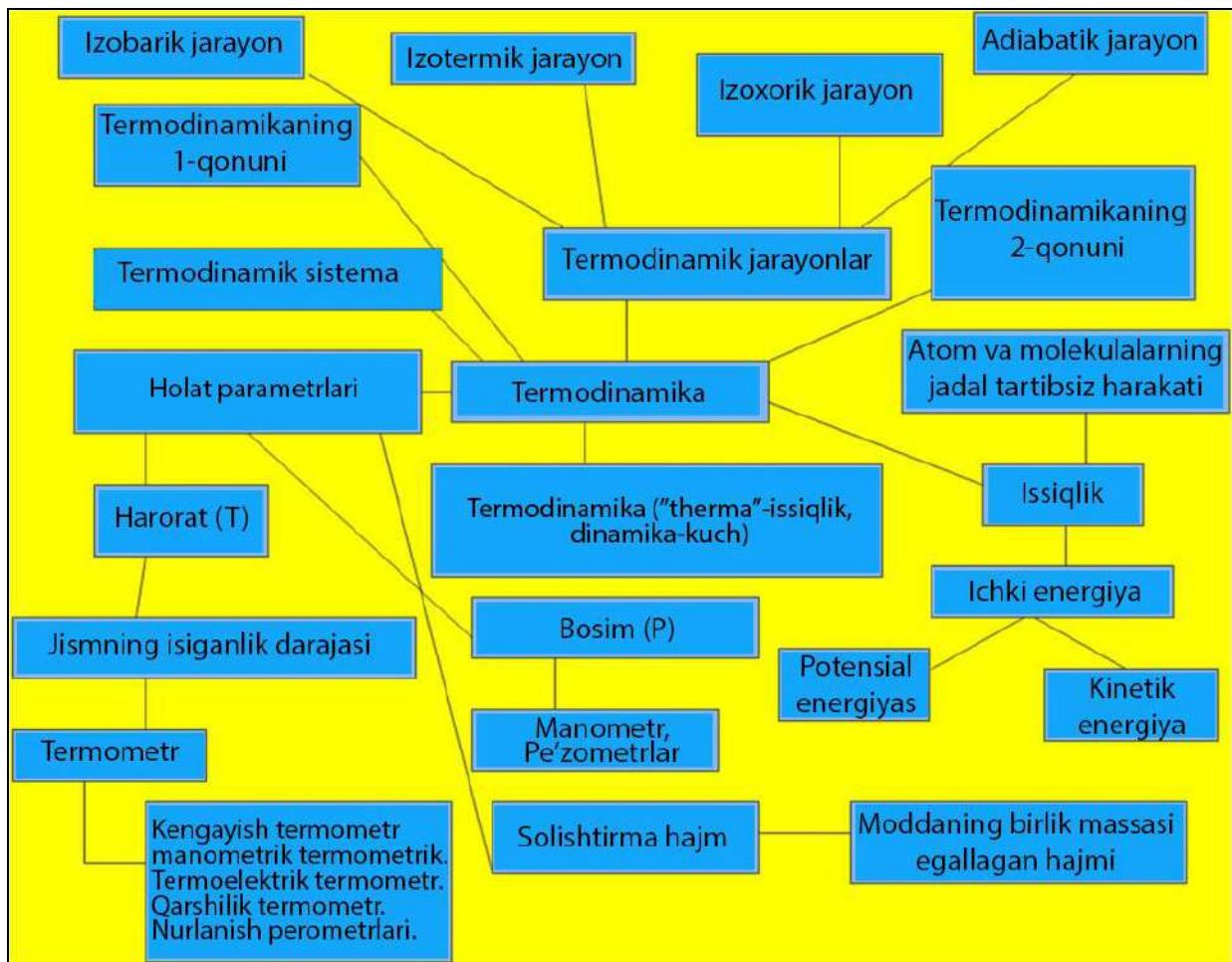
- 1) Fizikaviy termodinamika;
- 2) Kimyoviy termodinamika;
- 3) Texnik termodinamika.

Texnik termodinamika issiqlik va ishni o'zaro bir – biriga aylanishini o'rganuvchi fan bo'lib, uning asosiy vazifasi issiqlik dvigatellari nazariyasini, ya'ni issiqlik energetikasi qurilmalari nazariyasini asoslab berishdan iborat.

Ma'lumki, issiqlikdan foydalanishning ikki turi bor:

- 1) Energetikaviy foydalanish;
- 2) Texnologik foydalanish.

1-rasmda "Termodinamika" fanining sodda ko'rinishdagi klaster sxemasi keltirilgan.



1-rasm. “Termodinamika” fanining sodda ko‘rinishdagi klaster sxemasi.

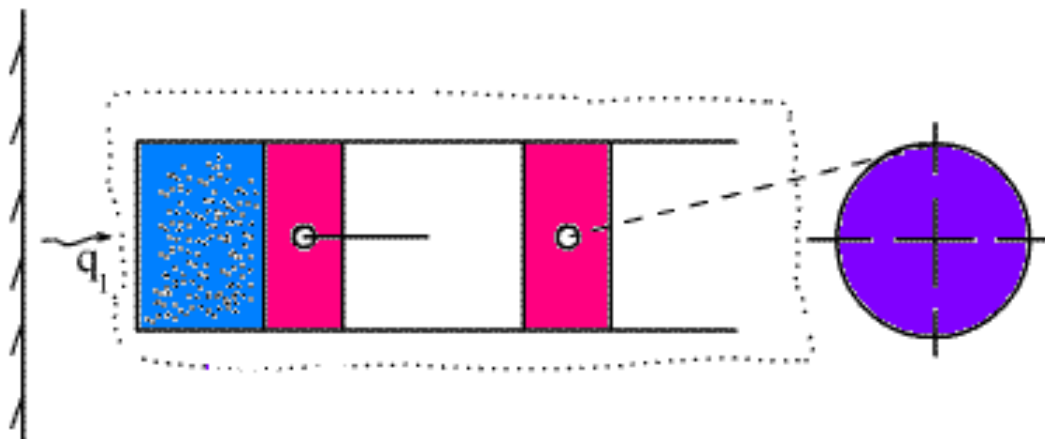
Issiqlikdan energetikaviy foydalanish issiqlikni mexanikaviy ishga aylantirish jarayonlariga asoslangan. Bu jarayonlar texnikaviy termodinamikada o‘rganiladi. Issiqlikni ishga aylantirishda foydalaniladigan issiqlik texnikasining qurilmalari issiqlik dvigatellari deyiladi. Ularga ichki yonuv dvigatellari, bug‘ va gaz turbinalari kiradi.

Issiqlikdan texnologik foydalanish turli xil texnologik jarayonlarni amalga oshirishda bevosita qizdirish yoki sovitish jarayonlari uchun issiqlikdan foydalanishga asoslangan. Turli xil metallurgiya pechlari, isitish pechlari, termik ishlov berish, quritish va kuydirish (pishirish) pechlari, ximiyaviy va neftni haydash korxonalarida belgilangan issiqlik rejimini saqlab turadigan pechlar, issiqlik almashinuv apparatlari, issiqlikning bevosita keltirilishi va olib ketilishidan texnologik maqsadlarda foydalaniladigan qurilmalar jumlasiga kiradi.

Bizga ma’lumki, har bir fanni o‘rganishda asosiy tushunchalardan (terminlardan) foydalaniladi. “Termodinamika” fanini o‘rganishda ham quyidagi **Asosiy tushunchalar** ishlatiladi: termodinamik sistema, ishchi jism, issiqlik, termodinamik jarayon, sistemaning holati, bosim, temperatura, solishtirma hajm, issiqlik sig‘imi, ichki energiya, entropiya, entalpiya, aylanma sikl, va h.k.z.

2. Termodinamik sistema. Ishchi jism. Issiqlik

Termodinamik sistema deb o‘zaro va boshqa jismlar bilan energiya va modda almasha oladigan jismlar majmuiga aytiladi.



2-rasm. Termodinamik sistema.

Silindrda joylashgan va tashqi muhitdan porshen orqali chegaralangan ishchi jism eng oddiy termodinamikaviy sistemaga misol bo‘ladi (2-rasm).

Tashqi muhit bilan energiya almashinish natijasida termodinamikaviy sistema holatining o‘zgarishi **termodinamik jarayon** deyiladi.

Termodinamik sistema bir qancha fizik kattaliklar bilan ifodalanadi. Bu kattaliklar tizimning atrof - muhit bilan o‘zaro ta’siri oqibatidagi holatini aniqlash imkonini beradi. Termodinamik tizm muvozanatda bo‘lishi uchun jismning barcha nuqtalaridagi bosim va harorat bir xil bo‘lishi kerak. Termodinamika uslublari faqat muvozanatdagi tizimlar uchun qo‘llaniladi.

Termodinamik sistemaning quyidagi turlari mavjud:

a) sistemaning holat parametrlari vaqt davomida o‘zgarmasa, bunday sistema **muvozanatli sistema** deyiladi;

b) atrof – muhit bilan ham modda, ham energiya almasha olishi mumkin bo‘lgan sistema **ochiq termodinamik sistema** deyiladi;

v) atrof - muhit bilan faqat energiya almashadigan sistemaga **yopiq termo- dinamik sistema** deyiladi;

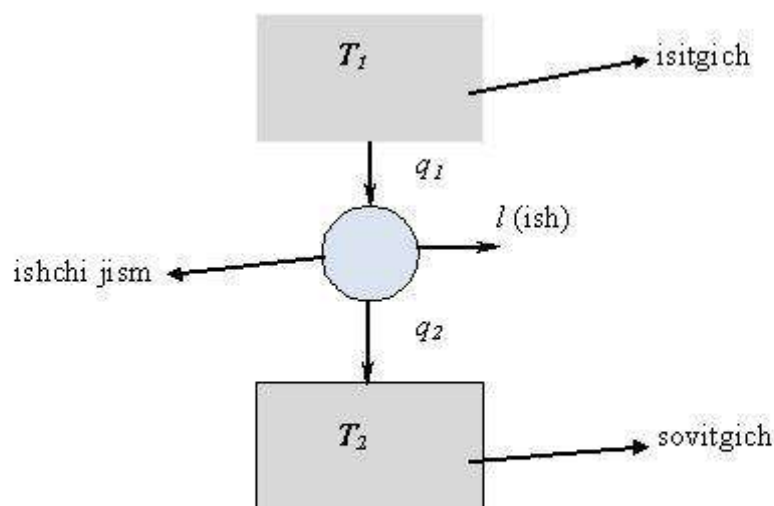
g) atrof - muhit bilan issiqlik almashmaydigan sistema **adiabatik termodinamik sistema** deyiladi;

d) atrof - muhit bilan na issiqlik, na modda almashmaydigan sistema **izolyasiya- langan termodinamik sistema** deyiladi.

Texnikaviy termodinamika issiqlik dvigatellarida (bug‘ mashinalari, turbinalari, ichki yonuv dvigatellari, ...) ish bilan issiqlikning bir-biriga aylanishini o‘rganish asosida fan sifatida tarkib topgan. Istalgan turdagi issiqlik dvigatelining ish jarayoni isitgich deyiladigan harorati T_1 bo‘lgan issiqlik manbai va sovitgich deyiladigan harorati $T_2 < T_1$, sovituvchi muhit bo‘lganda amalga oshirilishi mumkin.

Ma’lumki, isitgich sovitgichga bevosita tegib turganida issiqlik sovitgichga o‘tadi. Lekin bunda hech qanday ish bajarilmaydi. Mexanikaviy ish olish uchun, ya’ni issiqlikni ishga aylantirish uchun ishchi jism deb ataladigan yana bir qo‘shimcha jism zarur bo‘ladi.

Demak, – **ishchi jism** deb issiqlikni ishga yoki ishni issiklikga aylanishida xizmat qiladigan moddalarga aytiladi (3-rasm). Ishchi jism bo‘lishi mumkin: ichki yonuv dvigatelida (IYoD), gaz turbinalarida - yoqilg‘ning yonish maxsulotlari - gazlar(tutun gazlar); bug‘ turbinasida - suv bug‘i, sovitish mashinalarida ammiak yoki freon ishchi jism hisoblanadi. Isitgich vazifasini yonish maxsulotlari, sovitgich vazifasini – atmosfera yoki ishlatilgan suv bug‘ini qabul qilib oladigan kondensator o‘taydi.



3 – rasm. Issiqlik dvigatelingning prinsipial sxemasi.

Ma'lumki, moddalar uchta holatning (qattiq, suyuqlik va gaz) birortasi ko'rinishi- da ishchi jism sifatida ishlatiladi.

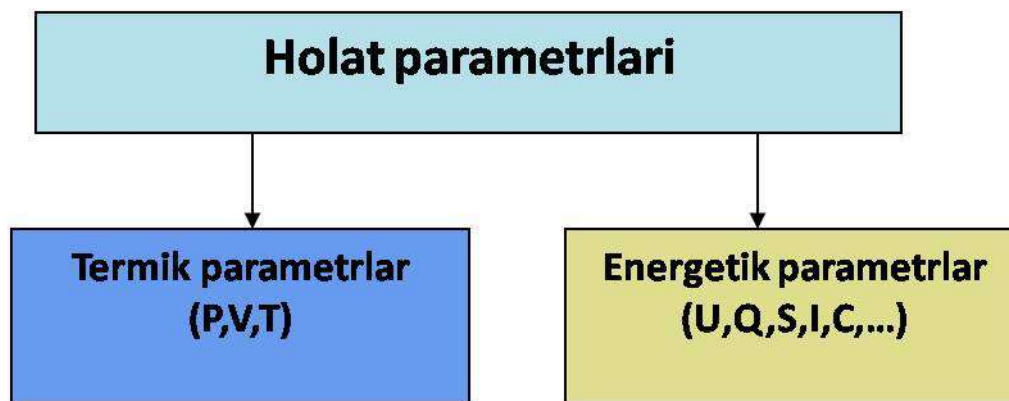
Issiqlik - materiya harakatining bir shaklidir. Moddani tashkil etgan zarrachalar va maydonlar majmuasi materiya deyiladi. Moddaning tarkibiy qismiga kirgan elektron, atom, molekula, zarracha, kristall panjara tugunlarida joylashgan atomlarning murakkab harakati natijasida paydo bo'ladigan energiya-issiqlikdir.

Molekulyar-kinetik nazariya nuqtai nazaridan tushuntirilgan bu g'oyani XVIII asrda D.Bernulli va Volter rivojlantirdi. XIX asrga kelib issiqlik haqidagi g'oyani R.Mayer, J.Joul, R.Klauzius, D.Maksvell yana ham rivojlantirdilar.

Issiqlik energiyasi jismlarning o'zaro ta'sirlashuvi (kontakti) natijasidir. Konvek- siya va radiatsiya (nur) chiqarish usullarida jismlar orasida temperatura farqi mavjud bo'lgandagina issiqlik o'tadi. Chunki, issiqlik termodinamik sistemada kechadigan jarayonlarda qatnashadigan zarrachalarning muhit bilan mexanik va issiqlik ta'sir- lashuvining energetik tavsifi hisoblanadi. Sistemalararo temperaturalar farqi bo'lsagina issiqlik energiya sifatida birinchi sistemadan ikkinchisiga o'tadi.

3. Asosiy termodinamik holat parametrlari

Termodinamik sistemaning fizikaviy holatini aniqlab beruvchi fizik kattaliklar **holat parametrlari** deb ataladi. Termodinamik sistema ishchi jismi va issiqlik manбайдan iborat bo'ladi. Istalgan turdagi issiqlik dvigateling ish jarayoni isitgich deyiladigan temperaturasi T_1 bo'lgan issiqlik manbai va sovitgich deyiladigan T_2 temperaturali sovituvchi bo'lgandagina amalga oshirish mumkin. Ish olish uchun issiqlik dvigateliga ish jismi deyiladigan yana bir jismni kiritish zarur. Ichki yonuv dvigatellarida gaz, bug' turbinalarida esa suv bug'i ish jismi hisoblanadi. Isitgich vazifasini yonilg'ining yonish mahsulotlari, sovitgich vazifasini esa ishlab bo'lgan gaz chiqarib tashlanadigan atmosfera yoki ishlatilgan suv bug'ini qabul qiluvchi kondensator o'taydi. Holat parametrlariga bir qator kattaliklar kiradi: solishtirma hajm, bosim, harorat, ichki energiya, entalpiya, entropiya, konsentratsiya, zichlik va boshqalar.



4-rasm. Asosiy holat parametrlari.

Lekin kuch maydonlari (gravitatsion, elektromagnit va boshqa) bo'lmagan hollarda bir jinsli jismning holatini 3 ta parametr bilan, ya'ni **bosim (P)**, **solishtirma hajm (v)** va **temperatura (T)** bilan aniqlanadi (4-rasm). Bu uchta parametr o'zaro matematik bog'lanishda bo'lib, **asosiy holat parametrlari** deb ataladi.

Agar sistemaning termodinamikaviy holati o'zgartirilsa, ya'ni issiqlik keltirilsa yoki olib ketilsa, gazni siqilsa yoki unga kengayish uchun imkon berilsa, u holda ko'rib chiqilayotgan sistemaning ba'zi yoki barcha parametrlari o'z kattaligini o'zgartiradi. Holat parametrlari ishchi jismning holatini istalgan vaqtda butun jism bo'ylab bir xil qiymatda ega bo'lgan holdagina belgilaydi. Bunda ishchi jismning holati **muvozanat holda** deyiladi.

Biz yuqorida aytilgan **asosiy holat parametrlarini** ko'rib chiqamiz:

1) **Bosim-** Sirtning yuza birligiga normal bo'yicha ta'sir etuvchi kuchga bosim deyiladi, ya'ni

$$P = \frac{F}{S} \quad (1)$$

bunda p – bosim; F – kuch; S – yuza. Bosim SI sistemasida da o'lchanadi.

1 bosim «Paskal» deb yuritiladi. 1 Paskal kichik kattalik bo'lganligi sababli texnikada bosimlarni o'lchashda kPa ($10^3 Pa$), MPa ($10^6 Pa$) lardan foydalaniladi. Bosimni o'lchashda yana bar, texnikaviy atmosfera ($1 kg \cdot k/sm^2$), millimetr suv yoki simob ustuni ham ishlatiladi. Ular orasidagi tafovutlar quydagicha:

$$1 atm (fiz.) = 1013225 Pa = 101,325 kPa;$$

$$1 atm (tex.) = 98066,5 Pa = 98,0665 kPa \approx 0,1 MPa;$$

$$1 mm. suv. ust. = 133,322 Pa;$$

$$1 bar = 100 kPa = 0,1 MPa = 10^5 Pa;$$

$$1 kg \cdot f/sm^2 \cdot (kg \cdot kuch/sm^2) = 98066,5 Pa$$

Ko'p jarayonlar atmosfera bosimi (barometrik) dan katta bosimlarda sodir bo'ladi (bug' qozonida bug'ning bosimi). Atmosfera bosimidan yuqori bo'lgan (idishdagi) bosimga **ortiqcha bosim** yoki **manometrik bosim** deb ataladi. Bosimni o'lchash printsiplari 5-rasmda tasvirlangan.

Manometrik va atmosfera bosimlarining yig'indisiga yani idish devoriga tasir etuvchi to'liq bosimga **absolyut (mutloq)** bosim deyiladi:

$$P_{abs} = P_{ort} + P_{atm} \quad (2)$$

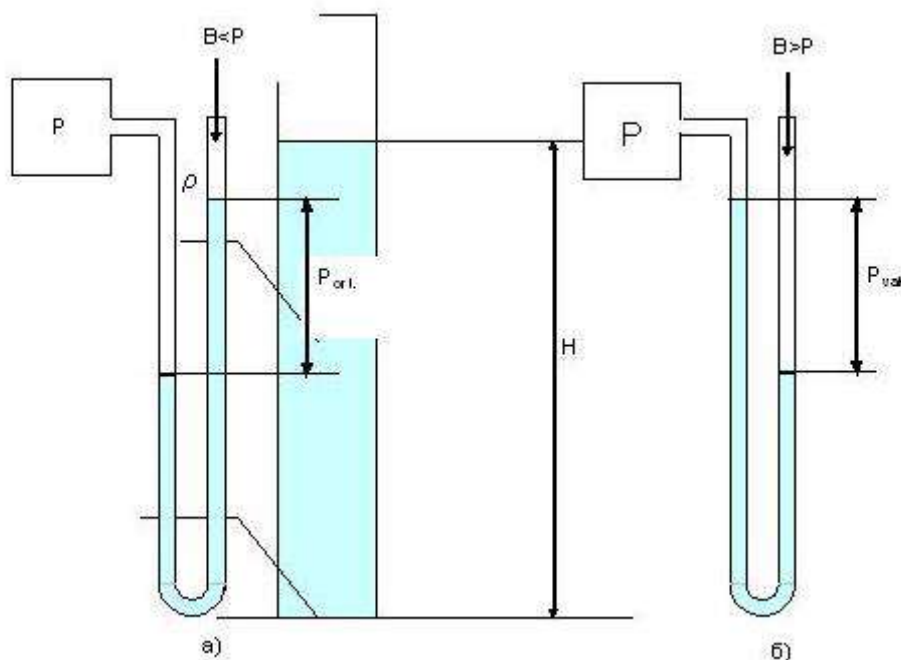
Manometrik yoki ortiqcha bosim quyidagiga teng bo'ladi:

$$P_{ort} = P_{abs} - P_{atm} = \rho gh \quad (3)$$

Agar biror idishdagi gazning bosimi atmosfera bosimidan kichik bo'lsa ($P_{abs} < P_{atm}$),

$$P_{abs} = P_{atm} - P_{vak} \quad (4)$$

bu yerda: P_{vak} – siyraklashish, vakuum bosim, yani atmosfera bosimidan kichik bosim.



5-rasm. Bosimni o'lchash printsiplari: a) manometrik bosim; b) vakuum

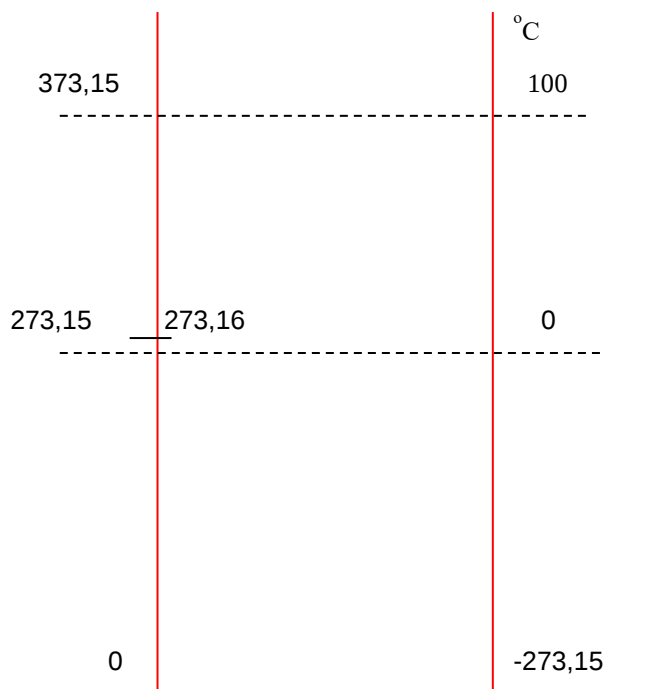
Ortiqcha bosim va vakuum bosim holat parametri hisoblanmaydi, chunki ular bir xil absolyut bosimda atmosfera bosimiga bog'liq ravishda turli xil qiymatlarga ega bo'lishi mumkin. Shuning uchun faqat absolyut bosim moddaning asosiy holat parametri hisoblanadi.

2) **Harorat.** Harorat deb jismni isiganlik darajasini aniqlovchi kattalikka aytiladi. Molekulyar – kinetik nazariyaga asosan jismning isiganlik darajasi (harorati) shu jism molekulalari xotik harakatining tezligiga bog'liq. Jismga issiqlik berilsa, molekulalar- ning harakat tezligi ortadi. Bunda jism qiziydi, ya'ni uning harorati ko'tariladi. Issiqlik olib ketilsa, molekulalarning harakat tezligi kamaya boshlaydi, ya'ni jism soviydi. Uning harorati pasayadi.

Shunday qilib, shu jismning (gazning) harorati gaz molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasining o'lchovi hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan qaraganda harorat energiya birligida o'lchanishi kerak. Lekin texnikada bu usul noqulay.

Termodinamikaviy tadqiqotlarda 1848 yilda buyuk ingliz fizik olimi Kelvin taklif etgan shkaladan foydalaniladi. Kelvin shkalasining noli sifatida ideal gaz molekulalari- ning harakati to'xtaydigan harorat qabul qilingan. Bu harorat – **absolyut nol deyiladi**. Selsiy shkalasi bo'yicha absolyut nol – 273,15 °C ga teng bo'ladi. Kelvin shkalasi bo'yicha hisoblangan harorat hamisha musbat bo'ladi. U **absolyut harorat deyiladi** va «T» bilan belgilanadi. Harorat shkalalari **6-rasm**da keltirilgan.

Amalda ko'proq Selsiy shkalasidan ham foydalaniladi. Bu shkalaning sanoq boshi qilib suvning uchlamchi nuqtasi qabul qilingan (aniqrog'i 0,01 °C yoki 273,15 °K).



6-rasm. Harorat shkalalari.

Absolyut shkala bo'yicha olingan harorat bilan quyidagicha bog'langan:

$$T = t + 273,15 \quad (5)$$

Hozirgi vaqtda texnikaviy hisoblarda Farengeyt, Reomyur va Renkin shkalalari- dan ham foydalanish mumkin.

Turli harorat shkalalari orasidagi nisbat.

1- jadval.

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

3) Solishtirma hajm. Solishtirma hajm deb, jism egallagan hajmining massasiga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

$$\nu = \frac{V}{m} \quad (6)$$

bu yerda: V – moddaning hajmi, $[m^3]$; m – moddaning massasi $[kg]$.

Moddaning solishtirma hajmi $[m^3/kg]$ yoki $[sm^3/kg]$ hisobida o'lanadi.

Agar moddaning zichligi $\rho = \frac{m}{V}$ tenglama orqali aniqlanishini e'tiborga olsak, u holda solishtirma hajm:

$$v = \frac{1}{\rho} \quad (7)$$

Demak, solishtirma hajm zichlikka teskari kattalikdir, ya'ni

$$\rho = \frac{1}{v}; \quad \rho \cdot v = 1. \quad (8)$$

4. Gazlarning asosiy qonunlari.

XVII – XIX asrlarda atmosfera bosimiga yaqin bosimlarda gazlar o'zini qanday tutishini tekshirgan tadqiqotchilar empirik yo'l bilan bir qancha muhim qonuniyatlarni ochdilar. Molekulalari orasida itarish va tortishish kuchlari bo'lmagan va molekulalari hech qanday hajmga ega bo'lmagan gazlarga **ideal gazlar** deyiladi.

Ideal gazlar Boyle–Mariot, Gey – Lyussak va Avogadro qonunlarga bo'ysunadi.

1. **Boyl – Mariot** qonuni tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Gazning doimiy miqdori (massasi o'zgarmas bo'lganda) bir xil haroratda ($T_1 = T_2$) $P_1 V_1$ ko'rsatkichli $P_1 V_1$ holatdan, $P_2 V_2$ holatga o'tganda uning bosimi hajmiga teskari proporsional o'zgaradi:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad yoki \quad P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (9)$$

2. **Gey – Lyussak** qonuni. Agar o'zgarmas bosim ostidagi ($P_1 = P_2$) bir xil miqdordagi (1 kg) gaz isitilsa yoki sovutilsa, gazning hajmi uning absolyut haroratiga to'g'ri proporsional o'zgaradi.

$$V_1 / V_2 = T_1 / T_2 \quad (10)$$

3. **Avogadro** qonuni. Bir xil bosim, harorati va hajmidagi har hil molekulalar soni teng bo'ladi. Bir xil harorati va bosimda, gazning zichligi ρ , molekulyar massasi μ ga proporsional bo'ladi.

$$\rho_1 / \rho_2 = \mu_1 / \mu_2 \quad (11)$$

Va bir birlik massa uchun

$$\mu_1 V_1 = \mu_2 V_2 \quad (12)$$

Normal sharoitda ($p = 760 \text{ mm. sim. ust.}, t = 0^\circ \text{C}$)

1 kmol uchun:

$$V\mu = 22,4 \text{ m}^3/\text{kmol},$$

ya'ni

$$V = 22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}. \quad (13)$$

Nazorat savollari

1. Texnikaviy termodinamika nimani o'rganadi?
2. Holat parametrlarini sanab bering?
3. Termodinamik sistema deb nimaga aytiladi?
4. Ishchi jism deb nimaga aytiladi?.
5. Asosiy gaz qonunlarini sanab bering.

2-ma'ruza. IDEAL VA REAL GAZLAR HOLAT TENGLAMALARI. GAZ DOIMIYSI.

Reja:

1. Ideal gazning holat tenglamasi.

2. Gaz doimiysi.

3. Real gazning holat tenglamasi.

Tayanch so'z va iboralar: o'zgarmas kattalik, Gaz doimiysi, Klayperon tenglamasi, ideal gazning holat tenglamasi.

Adabiyotlar /2,3,6,12,13/

1. Ideal gazning holat tenglamasi.

Ideal gazning absolyut bosimi bilan solishtirma hajmi ko'paytmasini absolyut haroratga nisbatan o'zgarmas kattalik.

Molekulalari o'zaro to'qnashmaydigan va tortishmaydigan gazlarga **ideal gazlar** deyiladi.

2. Gaz doimiysi.

1 kg gaz uchun bu o'zgarmas kattalik R harfi bilan belgilanadi va u **GAZ DOIMIYSI** deyiladi:

$$\frac{Pv}{T} = R \quad \text{yoki} \quad Pv = RT \quad (1)$$

(14) tenglama 1 kg **ideal gazning holat tenglamasi** yoki **Klayperon tenglamasi** deyiladi.

(14) tenglamaning ikkala qismini m kg ga ko'paytirib gazning ixtiyoriy miqdori uchun holat tenglamasini olamiz

$$PV = mRT \quad (2)$$

Gaz doimiysi R ning fizikaviy ma'nosini aniqlaymiz.

$$R = \frac{Pv}{T} = \frac{n}{m^2} \cdot \frac{m^3}{kg} : k = \frac{n \cdot m}{kg \cdot k} = \frac{J}{kg \cdot k}$$

Demak, gaz doimiysi R 1 kg gazning 1°C isitilganda bajargan kengayish solish- tirma ishi bo'lib, har qanday gaz uchun o'zgarmas kattalikdir.

(1) tenglamaning ikkala qismini molekulyar massaga ko'paytirib, bir *mol* ideal gaz uchun holat tenglamasini olamiz.

$$PV_\mu = \mu RT \quad (3)$$

tenglamadagi (R ko'paytma R_0 orqali belgilanadi va universal gaz doimiysi deyiladi. R_0 ning qiymati 1 *mol* gazning istalgan holati uchun o'zgarmas kattalikdir. (1) va (2) tenglamalar Klayperon - Mendeleev **tenglamasi deb ataladi**. Qulaylik maqsadida R_0 ning qiymatini normal fizik sharoitlarda hisoblaymiz. Normal sharoitda, ya'ni $T_0 = 273,15 \text{ K}$ harorat va $P_0 = 101325 \text{ Pa}$ atmosfera bosimiga teng bosimda har qanday gazning 1 *kmol* 22,414 m^3 ga teng hajmni egallaydi.

$$V_\mu = 22,414 \cdot 10^{-3} \quad \text{m}^3/\text{mol} \text{ bo'ladi.}$$

Bu miqdorlarni (1) ga qo'yib universal gaz doimiysining son qiymatini topamiz.

$$R_0 = \frac{P_0 V_\mu}{T_0} = \frac{101325 \cdot 22,414 \cdot 10^{-3}}{273,15} = 8,314 \frac{\text{kJ}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 8314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$\mu R = R_0$ bo'lgani uchun, gaz doimiysi R ning qiymati quyidagiga teng bo'ladi:

$$R = \frac{R_0}{\mu} = \frac{8314}{\mu} \quad (4)$$

Masalan, kislorod uchun ($\mu_{O_2}=32$) gaz doimiysi:

$$R_{O_2} = \frac{8314}{32} = 259,8 \frac{J}{kg \cdot K};$$

azot uchun ($\mu_{N_2}=28,02$):

$$R_{N_2} = \frac{8314}{28,02} = 296,8 \frac{J}{kg \cdot K}$$

Ideal gazlarning muvozanat holatlari uchun uning asosiy parametrlari P, V va T ga ta'luqli asosiy tenglama mavjud. Bu bog'liqlik Klayperon tenglamasi bilan ifodalanadi:

1 kg gaz uchun

$$PV=RT \quad (5)$$

Ixtiyoriy M gaz massasi uchun

$$PV=MRT \quad (6)$$

bunda, R – gaz doimiysi, $\frac{J}{kg \cdot K}$

Agarda M o'rniga μ (molekulyar massasi) qo'yilsa va $V_\mu=\mu V$ ekanligi e'tiborga olininsa, Klayperon – Mendeleev tenglamasi kelib chiqadi:

$$PV_\mu=R_\mu T \quad (7)$$

bu yerda: V_μ – ishchi jismning molekulyar hajmi, $m^3/kmol$; normal sharoitda $V_\mu=22,4 m^3/kmol$;
 $R_\mu=\mu R$ – universal gaz doimiysi.

3.Real gaz holat tenglamasi

Real moddalarning gazsimon va suyuq fazalardagi holat diagrammalari ideal gazning holat diagrammalaridan keskin farq qiladi.

Molekulalari o'zaro to'qnashadigan va tortishadigan gazlarga **real gazlar** deyiladi.

Bunga sabab shuki, real va ideal gazlarning fizikaviy tabiati turlicha bo'ladi. Ideal gazlarda molekulalar o'zaro ta'sirlashmaydi va o'z hajmiga ega bo'lmaydi deb hisoblansa, **real moddalarda** esa, molekulalar o'z hajmiga ega bo'lib o'zaro ta'sirlashadi va buning natijasida real gazning holat tenglamasi Klayperon tenglamasi- dan farq qiladi.

Bu sohada ma'lum bo'lgan birinchi harakatlardan biri Gollandiya fizigi Ya. Van-der-Vaals tomonidan 1873 yilda real gazning holat tenglamasini ishlab chiqish bo'lgan. Asosan mulohaza yuritib hosil qilingan xulosalar asosida chiqarilgan Vander - Vaals tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT \quad (8)$$

bu yerda: a, b -Klayperon tenglamasi uchun tuzatish koeffitsiyentlari bo'lib,
 a/v^2 - real gaz molekulalarining o'zaro tortishish kuchini ifodalaydi,
 b - real gaz siqilishi mumkin bo'lgan minimal hajmni harakterlaydi.

Nazorat savollari

- 1.Ideal gaz deb nimaga aytiladi?
- 2.Klayperon tenglamasi tenglamasini yozing.
- 3.Ideal gazning holat tenglamasini yozing.
- 4.Gaz doimiysini tushuntiring.
- 5.Real gaz deb nimaga aytiladi?
- 6.Real gazning holat tenglamasini yozing.

3-ma'ruza. ISSIQLIK SIG'IMI.GAZLAR ISSIQLIK SIG'IMINING MOLEKULAR – KINETIK NAZARIYASI

Reja:

- 1.Issiqlik sig'imi.
- 2.Haqiqiy va o'rtacha issiqlik sig'imi.
- 3.Gazlar issiqlik sig'imining molekulyar – kinetik nazariyasi. Mayer tenglamasi.
4. Issiqlik sig'imini jarayonga va haroratga bog'liqligi

Tayanch so'z va iboralar: Issiqlik sig'imi.Haqiqiy va o'rtacha issiqlik sig'imi.Gazlar issiqlik sig'imining molekulyar – kinetik nazariyasi. mayer tenglamasi.Issiqlik sig'imini jarayonga va haroratga bog'liqligi.

Adabiyotlar /2,3,6,12,13/

1.Issiqlik sig'imi.

Jismni bir gradusga isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori jismning **issiqlik sig'imi** deb aytiladi. Turli xil moddalarni bir xil temperaturagacha isitish uchun ularning har biriga turlicha miqdordagi issiqlik energiyasini uzatish zarur bo'ladi. Bu hol moddaning agregat holatiga va tuzilishiga bog'liq.

Bu ta'rifdan moddaning issiqlik sig'imi jismning ekstensiv xossasi ekanligi kelib chiqadi. Haqiqatan ham, ayni jism tarkibidagi moddalar qanchalik ko'p bo'lsa, shu jism issiqlik sig'imining kattaligi ham shunchalik katta bo'ladi.

Modda miqdori birligining issiqlik sig'imi **solishtirma issiqlik sig'imi deb aytiladi**. Solishtirma issiqlik sig'imi moddaning intensiv xossasidir, ya'ni uning kattaligi moddaning tizimdagi miqdoriga bog'liq bo'lmaydi. Biz bundan buyon faqat solishtirma issiqlik sig'imi bilan ish olib borishimiz tufayli solishtirma issiqlik sig'imini soddagina qilib issiqlik sig'imi deb ataymiz.

2.Haqiqiy va o'rtacha issiqlik sig'imi

Issiqlik sig'imini c harfi bilan belgilaymiz. Issiqlik sig'imining keltirilgan ta'rifi- dan

$$c = \frac{q_{1-2}}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

ekanligi kelib chiqadi.

Bu yerda: t_1 – boshlang'ich temperatura; t_2 – oxirgi temperatura;

q_{1-2} – t_1 temperaturadan t_2 temperaturagacha isitish jarayonida modda miqdori birligiga keltirilgan issiqlik.

Issiqlik sig'imi o'zgarmas kattalik emas. Temperatura o'zgarishi bilan u o'zgaradi, shuning uchun ham (22) nisbat yordamida aniqlanadigan issiqlik sig'imi **haqiqiy issiqlik sig'imi** deb aytiladigan issiqlik sig'imidan farqli o'laroq t_1 – t_2 temperaturalar intervalidagi **o'rtacha issiqlik sig'imi** deb aytiladi.

Haqiqiy issiqlik sig'imi, jismga uni isitish jarayonida keltiriladigan issiqlik miq- doridan shu jismning temperaturasi bo'yicha hosila olib aniqlanadi:

$$c = \frac{dq}{dt} \quad (2)$$

bundan

$$q_{1-2} = \int_{t_1}^{t_2} c dt \quad (3)$$

Termodinamikada issiqlik sig'imi massaviy, molyar va hajmiy issiqlik sig'implari- ga ajratiladi. Moddaning massasi birligining temperaturasi 1 °C ga o'zgartirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori **massaviy issiqlik sig'imi** deb aytiladi:

$$c = \frac{1}{m} \cdot \frac{\Delta q}{\Delta T} \cdot \left[\frac{J}{kg \cdot grad} \right] \quad (4)$$

Moddaning hajm birligiga keltirilgan issiqlik miqdoriga **hajmiy issiqlik sig'imi** deb aytiladi:

$$c^1 = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta q}{\Delta T} \cdot \left[\frac{J}{nm^3 \cdot grad} \right] \quad (5)$$

Moddaning bir *moli* (yoki kilomoli) ga keltirilgan issiqlik miqdoriga **molyar issiqlik sig'imi** deb aytiladi:

$$\mu c = \frac{\mu}{m} \cdot \frac{\Delta q}{\Delta T} \cdot \left[\frac{J}{kmol \cdot grad} \right] \quad (6)$$

Yuqoridagi kattaliklar o'rtasida quyidagicha bog'liqlik mavjud:

$$c = \mu c / \mu; \quad (7)$$

$$c^1 = \mu c / 22,4 \quad (8)$$

va

$$c^1 = c p \quad (9)$$

3. Gazlar issiqlik sig'imining molekulyar – kinetik nazariyasi. mayer tenglamasi

Termodinamik hisoblarda o'zgaras hajmda gazning issiqlik sig'imi muhim ahamiyatga ega.

$$C_v = \frac{dq_v}{dT} \quad (10)$$

Ya'ni o'zgaras hajmda berilgan dq_v issiqlikni jismning dT harorat o'zgarishiga nisbati izoxorik sig'imiga teng bo'ladi.

$P = const$ da issiqlik sig'imi esa quyidagiga teng:

$$C_p = \frac{dq_p}{dT} \quad (11)$$

1 kg gaz uchun termodinamikaning birinchi qonunini yozamiz:

$$dq = du + dl = du + Pdv \quad (12)$$

$$dq = CdT \quad (13)$$

bu ifodani (12) ga qo'ysak,

$$CdT = du + Pdv \quad (14)$$

dT ga har ikkala tomonini bo'lamiz:

$$C = \frac{du}{dT} + P \frac{dv}{dT} \quad (15)$$

hosil bo'ladi.

Bunda quyidagi hollarni ko'rib chiqamiz.

1) Agar $v = \text{const}$ bo'lsa,

$$dv = 0, \quad P \frac{dv}{dT} = 0 \quad (16)$$

U holda,

$$C = C_v = \left(\frac{du}{dT} \right)_v \quad (17)$$

(17) dan

$$du = C_v dT \quad (18)$$

Hosil bo'lgan tenglamani (32) ga qo'ysak termodinamika 1 – qonunini issiqlik sig'imi orqali ifodasi hosil bo'ladi:

$$dq = C_v dT + P dv \quad (19)$$

2) Agar $P = \text{const}$ bo'lsa, $dP = 0$ bo'ladi.

$Pv = RT$ tenglamasini integrallaymiz:

$$P dv + v dP = R dT \quad (20)$$

(11) dan

$$dq_p = C_p dT \quad (21)$$

ni hosil qilish mumkin. (20) va (21) larni (19) ga qo'yamiz va har ikkala tomonini dT ga bo'lamiz:

$$C_p dT = C_v dT + R dT$$

yoki

$$\boxed{C_p = C_v + R} \quad \text{va} \quad \boxed{C_p - C_v = R} \quad (22)$$

Hosil bo'lgan (42) tenglama **MAYER tenglamasi deb yuritiladi.**

Haqiqiy gazlar uchun $C_p - C_v > R$, chunki haqiqiy (real) gazlarda ($P = \text{const}$) kengayishda faqat tashqi emas, balki ichki ish ham bajariladi.

Klassik molekulalar – kinetik nazariyaga asosan ideal gaz oralaridagi o'zaro ta'sir kuchlari e'tiborga olinmaydigan absolyut qattiq molekulalardan tashkil topgan deb qaraladi. Bu molekulalar faqat ilgarilanma va aylanma harakat energiyasiga ega. Molekulaning ilgarilanma harakatini uchta koordinata o'qlari bo'yicha yoyish mumkin, shuning uchun molekula ilgarilanma harakati bo'yicha uchta erkinlik darajasiga egadir. Aylanma erkinlik darajasi gazning atomlar soniga bog'liq.

Bir atomli gaz faqat ilgarilanma harakatning uchta erkinlik darajasiga ega ($i=3$). Ikki atomli gazning molekulasida ham ilgarilanma ham umumiy og'irlik markazi atrofida aylanma harakatda bo'ladi. Shuning uchun ikki atomli gaz 5 ta ($i=5$) erkinlik darajasiga ega, shundan 3 tasi ilgarilanma harakatga, 2 tasi esa aylanma harakatga tegishli.

Uch atomli va ko'p atomli gazlar 6 ta ($i=6$) erkinlik darajasiga ega. Kinetik nazariyadan ma'lumki, ideal gazning idish devoriga bosimi atomlar ilgarilanma harakat kinetik energiyasining $2/3$ qismiga teng, ya'ni

$$P = \frac{2}{3} \frac{nm\overline{w}^2}{2} \quad (23)$$

bu yerda: P – gazning bosimi, N/m^2 ; n – 1 m^3 dagi atomlar soni; m – bitta atomning massasi; $\overline{w}^2$ – atomlarning o'rtacha kvadrat tezligi

$$\overline{w}^2 = \frac{(w_1^2 + w_2^2 + \dots + w_n^2)}{n} \quad (24)$$

bunda $w_1, w_2, \dots, w_n$ – alohida atomlar tezligi.

(23) tenglamani har ikkala tomonini kilomol hajm V_μ ga ko'paytirib 1 kmol gaz uchun tegishli tenglamani hosil qilamiz:

$$PV_\mu = \frac{2}{3} \frac{nV_\mu m \bar{w}^2}{2} \quad (25)$$

Bu tenglamada $nV_\mu = N - 1$ kmol gazdagi atomlar sonini ifodalaydi (N –Avogadro soni):

$$PV_\mu = \frac{2}{3} \frac{Nm \bar{w}^2}{2} \quad (26)$$

$\frac{m \bar{w}^2}{2}$ - bitta atomning ilgarilanma harakati o'rtacha kinetik energiyasini ifodalaydi, u holda 1 kmol bir atomli gazning ichki energiyasi barcha atomlarning kinetik energiyasiga teng bo'ladi:

$$\mu u = \frac{Nm \bar{w}^2}{2} \quad (27)$$

(26) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$PV_\mu = \frac{2}{3} \mu u \quad (28)$$

bundan

$$\mu u = \frac{2}{3} PV_\mu \quad (29)$$

Bunda $PV_\mu = \mu RT$ ekanligini e'tiborga olsak:

$$\mu u = \frac{3}{2} \mu RT \quad (30)$$

bo'ladi.

$R = 8,3142$ kJ/kmol K, u holda bir atomli gaz uchun:

$$\mu u = \left(\frac{3}{2}\right) 8,3142 T = 12,5 T \quad (51)$$

(30) tenglamadan ichki energiyadan harorat bo'yicha hosila olamiz:

$$\frac{d\mu u}{dT} = \mu C_v = \frac{3}{2} \mu R \quad (32)$$

Bu tenglamadan ko'rinadiki, C_v haroratga bog'liq emas. Demak, (30) tenglama bir atomli ideal gazning ichki energiyasini ifodalaydi, ya'ni bu gaz $PV_\mu = \mu RT$ tenglamaga bo'ysunadi, $C_v - const$.

Bir atomli gazning molyar issiqlik sig'imi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\frac{d\mu u}{dT} = \mu C_v = \frac{3}{2} \mu R$$

Bundan ko'rinadiki, bir atomli gazda harakatning har bir erkinlik darajasiga $12,5:3 = 4,16$ kJ/kmol C issiqlik energiyasi sarf bo'ladi. Agar (32) dan C_v ning qiymatini Mayer tenglamasiga qo'ysak,

$$\mu C_p = \left[\frac{i+2}{2} \right] \mu R \quad (33)$$

yoki bir atomli gaz uchun

$$\mu C_p = \left[\frac{3+2}{2} \right] \cdot 8,3142 \approx 20,8 \text{ kJ/kmol } ^\circ\text{C}$$

4. Issiqlik sig'imini jarayonga va haroratga bog'liqligi

Turli moddalarning issiqlik sig'irlarini xarakterlash ularni o'zaro taqqoslab olish uchun va texnikaviy hisoblashlarda solishtirma issiqlik tushunchasi kiritilgan.

Moddaning miqdor birligi haroratini 1 °C ga o'zgartirish uchun zarur bo'ladigan issiqlik miqdori **solishtirma issiqlik sig'imi** deyiladi.

Tanlangan birliklarga qarab turlicha solishtirma issiqlik sig'irlari bo'ladi:

- 1) 1 kg moddani haroratini 1 °C o'zgartirish uchun sarf bo'lgan issiqlik miqdori solishtirma massaviy issiqlik sig'imi deyiladi, ya'ni

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \cdot \frac{1}{m} \quad \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

- 2) 1 m³ moddaga nisbatan olingan, solishtirma hajmiy issiqlik sig'imi:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \cdot \frac{1}{v} \quad \frac{J}{m^3 \cdot ^\circ C}$$

- 3) 1 molga nisbatan olingan solishtirma molyar issiqlik sig'imi:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \cdot \frac{1}{\mu} \quad \frac{J}{mol \cdot ^\circ C}$$

O'zgarmas hajmda va o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imi.

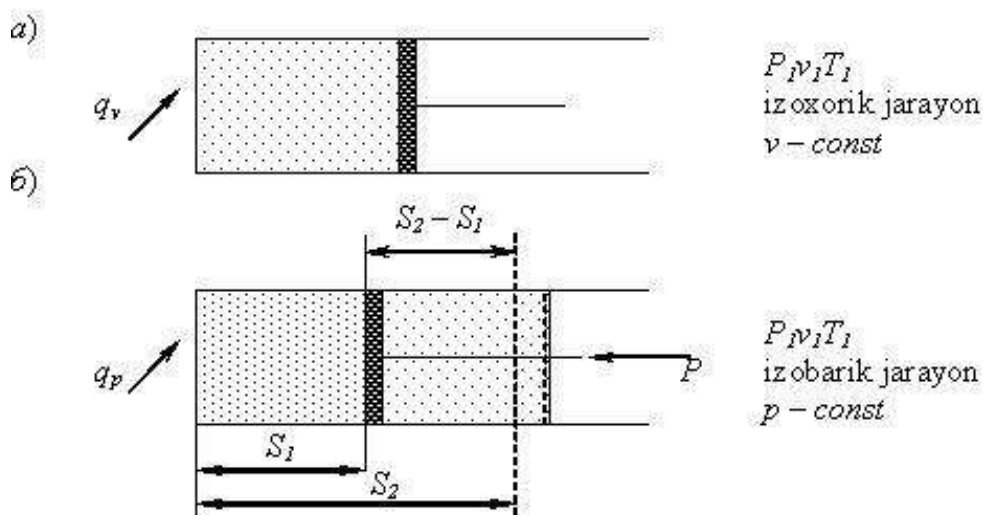
Gazsimon jismlarda issiqlik sig'imi suyuq va qattiq jismlardagidan farq qilib, jismga issiqlik keltirilayotgandagi yoki undan olib ketilayotgandagi tashqi sharoitlarga ko'p jixatdan bog'liq bo'ladi.

Issiqlik texnikasida o'zgarmas hajmda ($v = \text{const}$) va o'zgarmas bosimda ($P = \text{const}$) boradigan jarayonlar katta ahamiyatga ega. Jarayonlar o'zgarmas hajmda borgandagi issiqlik sig'imi – izoxorik issiqlik sig'imi C_v va o'zgarmas bosimda borganda esa izobarik issiqlik sig'imi C_p deb ataladi. Gaz izoxoraviy isitilganda uning hajmi kengaymaydi. Binobarin, u tashqi kuchlarga qarshi ish bajarmaydi. Gaz izobarik isitilganda kengayib porshenga ta'sir etuvchi P kuchni yongib, porshenni unga siljitadi, ya'ni ish bajaradi. O'zgarmas hajmda va o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'irlarini tasviri 7-rasmda keltirilgan.

7-rasm. O'zgarmas hajmda va o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imi.

Demak, bir gazning o'zini bir xil sharoitda bir xil haroratgacha qizdirilganda izobarik jarayonda izoxorik jarayonga nisbatan ko'p issiqlik sarflash kerak bo'ladi.

Ikkala silindrda ham gaz bir xil haroratga qadar qizigani uchun ikkinchi holda ($P = \text{const}$) issiqlik bajarilgan ish miqdori qadar (l) ko'p sarflanadi:



$$q_p = q_v + l \quad (34)$$

$$l = P (v_2 - v_1) = p \Delta v \quad (35)$$

Gazlarning issiqlik sig'imi uning fizikaviy tabiatiga, jarayon bajarayotgan sharoitga, shuningdek, haroratga bog'liq bo'ladi.

Nazorat savollari

1. Issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi?
2. Haqiqiy va o'rtacha issiqlik sig'imini aytib bering?
3. Mayer tenglamasini yozib, aytib bering.
4. Solishtirma issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi?
5. Issiqlik sig'imini jarayonga va haroratga bog'liqligini tushuntiring.

4-ma'ruza. IDEAL GAZ ARALASHMALARI. DALTON QONUNI.

Reja:

1. Aralashma tarkibining berilish usullari.
2. Dalton qonuni.
3. Aralashma tarkibining berilish usullari.
4. Aralashma tarkibi, hamda uni komponentlar ko'rsatkichlari orqali ifodalash.

Tayanch so'z va iboralar: Aralashma tarkibining berilish usullari. Dalton qonuni. Aralashma tarkibining berilish usullari. Aralashma tarkibi, hamda uni komponentlar ko'rsatkichlari orqali ifodalash.

Adabiyotlar /2,3,6,12,13/

1. Aralashma tarkibining berilish usullari

Ishchi jism ko'pincha bir necha gazlarning aralashmasidan iborat bo'ladi. Masalan, ichki yonuv dvigatellarida tarkibiga vodorod, kislorod, uglerod II oksid, azot, karbonat angidrid va suv bug'lari kiradigan yonish maxsulotlari ishchi jismni tashkil qiladi.

Gazlar aralashmasining barcha tarkibiy qismlari bir xil harorat va bir xil to'la hajmga ega deb faraz qilinsa, har qaysi komponent, barcha aralashma kabi, ideal gazning holat tenglamasiga bo'ysunadi. Bu holda aralashmani hosil qiluvchi bir – biri bilan kimyoviy reaksiyaga kirishmaydigan komponentlarining bosimi Dalton qonuniga bo'ysunadi.

2. Dalton qonuni

Dalton qonunining ta'rif: **Gazlar aralashmasining bosimi aralashma tarkibiga kiruvchi komponentlarning parsial bosimlarining yig'indisiga teng:**

$$P = p_1 + p_2 + \dots + p_n \quad (1)$$

bunda $p_1 + p_2 + \dots + p_n$ - aralashma komponentlarining parsial bosimlari.

Gazlar aralashmasidagi biror komponent aralashma haroratida bo'lib, bir o'zi shu aralashma egallagan hajmni to'ldirganda ko'rsatadigan bosimi, ayni shu komponentning (gazning) **parsial bosimi** deyiladi.

Dalton qonuni ideal gazlar uchungina o'rinlidir.

3. Aralashma tarkibining berilish usullari

Gazlarni aralashmasining tarkibi shu aralashma tarkibiga kiruvchi har qaysi komponentning miqdori bilan aniqlanadi. Aralashmaning tarkibi, odatda, massaviy yoki hajmiy ulushlar bilan beriladi.

Agar massasi m bo'lgan aralashma n ta komponentdan tashkil topgan bo'lsa, u holda aralashmadan ayrim komponentlarning massaviy ulushlari quyidagiga teng:

$$g_1 = \frac{m_1}{M_{ar}}; g_2 = \frac{m_2}{M_{ar}}; \dots; g_n = \frac{m_n}{M_{ar}}; \quad (2)$$

bu yerda $m_1, m_2, \dots, m_n$ – aralashmani hosil qiluvchi komponentlarning massalari.

Ma'lumki, aralashmadagi komponentlar massalarining yig'indisi barcha aralash- maning massasiga teng bo'ladi:

$$m_1 + m_2 + \dots + m_n = M_{ar} \quad (3)$$

Bu tenglik gazlar aralashmasi **massaviy tarkibining tenglamasi deyiladi**.

Agar massaviy ulushlarni qo'shsak:

$$g_1 + g_2 + \dots + g_n = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{M_{ar}} = \frac{M_{ar}}{M_{ar}} = 1 \quad \text{hosil bo'ladi.}$$

Demak, aralashma komponentlarining massaviy ulushlarining yig'indisiga birga teng:

$$g_1 + g_2 + \dots + g_n = 1 \quad (4)$$

(4) tenglikka gazlar aralashmasi **nisbiy massaviy tarkibining tenglamasi deyiladi**.

Agar n ta komponentdan tarkib topgan aralashmaning umumiy hajmi v bo'lsa, u holda aralashmadagi komponentlarning hajmiy ulushlari quyidagiga teng bo'ladi:

$$r_1 = \frac{v_1}{V_{ar}}; r_2 = \frac{v_2}{V_{ar}}; \dots; r_n = \frac{v_n}{V_{ar}}; \quad (5)$$

bu yerda $v_1, v_2, \dots, v_n$ – aralashma tarkibiga kiruvchi komponentlarning parsial hajmlari.

Aralashma tarkibiga kiruvchi komponentning shu aralashma haroratidagi va bosimidagi hajmi uning parsial hajmi deyiladi.

Gazlar aralashmasidagi komponentlar parsial hajmlarining yig'indisi aralashma- ning umumiy hajmiga teng:

$$v_1 + v_2 + \dots + v_n = V_{ar} \quad (6)$$

U holda, hajmiy ulushlarning yig'indisi birga teng bo'ladi:

$$r_1 + r_2 + \dots + r_n = 1 \quad (7)$$

Massaviy va hajmiy ulushlar orasida quyidagi bog'lanish bor:

$$r_i = \frac{g_i R_i}{R} \quad (8)$$

bu yerda: v_i – komponentning hajmiy ulushi; R_i – komponentning gaz doimiysi; R – aralashmaning gaz doimiysi; g_i – komponentning massaviy ulushi.

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

Agar aralashmaning tarkibi berilgan va komponentlarining termodinamik xossalari ma'lum bo'lsa, hamda aralashmaning umumiy bosimi berilgan bo'lsa, u holda aralash- maning termodinamik xossalarini topish mumkin.

Masalan, aralashma 3 ta komponentdan iborat bo'lsin. Har qaysi komponent uchun Klapayron tenglamasini yozamiz:

$$\begin{aligned} p_1 v &= m_1 R_1 T \\ p_2 v &= m_2 R_2 T \\ p_3 v &= m_3 R_3 T \end{aligned}$$

bu yerda p_1, p_2, p_3 – komponentlarning parsial bosimlari; v – aralashmaning hajmi; m_1, m_2, m_3 – komponentlarning massalari; T – barcha komponentlar uchun bir xil bo'lgan absolyut harorat.

Yuqoridagi ifodalarni qo'shamiz:

$(p_1 + p_2 + p_3)v = (m_1R_1 + m_2R_2 + m_3R_3)T$
bunda Dalton qonuniga ko'ra $p_1 + p_2 + p_3 = P$ bo'ladi, u holda:

$$Pv = (m_1R_1 + m_2R_2 + m_3R_3)T \quad (9)$$

$$Pv = mRT \quad (10)$$

(9) ni (10) ga bo'lamiz va aralashmaning gaz doimiysini aniqlaymiz:

$$R = \frac{m_1R_1 + m_2R_2 + m_3R_3}{m} \quad (11)$$

yoki

$$R = g_1R_1 + g_2R_2 + g_3R_3 \quad (12)$$

$$R = \frac{R_0}{\mu} \quad \text{ni etiborga olsak,}$$

$$R = g_1R_1 + g_2R_2 + g_3R_3 = R_0 \left(\frac{g_1}{\mu_1} + \frac{g_2}{\mu_2} + \frac{g_3}{\mu_3} \right) \quad (13)$$

Aralashmaning solishtirma hajmi:

$$PV = mRT$$

dan

$$\frac{PV}{m} = RT$$

bunda

$$\frac{V}{m} = v$$

$$Pv = RT$$

yoki

$$v = \frac{RT}{P}$$

Gazning parsial bosimi massaviy ulush orqali Klapayron tenglamasidan aniqlash mumkin:

$$P_i = \frac{m_i R_i T}{V} = P \frac{m_i R_i}{mR} = Pg_i \frac{R_i}{R} = Pg_i \frac{\mu}{\mu_i} \quad (14)$$

Agar gazning tarkibi hajmiy ulushlarda berilsa, Boyl – Mariott qonunidan foydalanib, parsial bosimni $T = \text{const}$ da quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$P_i V = PV_i \text{ ba } P_i = P \frac{V_i}{V} = r_i P \quad (15)$$

(15) tenglamaga asosan, xar bir gazning parsial bosimi gazlar aralashmasi umumiy bosimining hajmiy ulushiga ko'paytmasiga teng. Gazlarning hajmiy ulushlari maxsus qurilmalar – gazoanalizatorlar yordamida aniqlanadi.

Nazorat savollari:

1. Aralashma tarkibining berilish usullarini aytib bering.
2. Dalton qonunini ta'riflang
3. Aralashma tarkibining berilish usullari nimalardan iborat?.
4. Aralashma tarkibi, hamda uni komponentlar ko'rsatkichlari orqali ifodalash qanday amalga oshiriladi?.
5. Nisbiy massaviy tarkibining tenglamasi qanday yoziladi?.

5-ma'ruza. ENERGIYANING SAQLANISH VA AYLANISH QONUNI. TERMODINAMIKANING I-QONUNI.

Reja:

1. Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni to'g'risida ma'lumot.
2. Termodinamik jarayonda ish va issiqlik miqdori.
3. Ichki energiya, gazning kengayishda bajargan ishi, termodinamikaning birinchi qonunining ta'rif.
4. Gazlar entropiyasi va entalpiyasi.

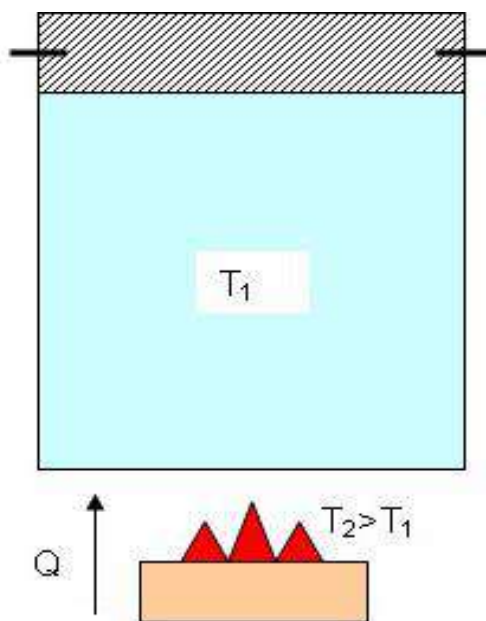
Tayanch so'z va iboralar: Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni. Termodinamik jarayonda ish va issiqlik miqdori. Ichki energiya, gazning kengayishda bajargan ishi, termodinamikaning birinchi qonunining ta'rif. Gazlar entropiyasi va entalpiyasi.

Adabiyotlar /4,5,6,10,11/

1. Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni to'g'risida ma'lumot.

Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni tabiatning umumiy tavsifga ega bo'lgan fundamental qonunidir. Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi: **energiya bordan yo'q bo'lmaydi va qaytadan paydo bo'lmaydi, u faqat turli fizikaviy hamda kimyoviy jarayonlarda bir turdan boshqa turga o'tadi.** Boshqacha qilib aytganda, izolyatsiyalangan har qanday tizimda shu tizim ichida energiya o'zgarishidan saqlanib turadi.

Energiyaning saqlanish qonuni mexanikada ko'pdan beri mexanikaviy (kinetik va potentsial) energiyaga tatbiqan ma'lum bo'lgan. M.V. Lomonosov (1745-1748, Rossiya), D. Joul (1842-1850, Angliya), R. Mayer (1842-1845, Germaniya), G. Gess (1840, Rossiya), E. Lents (1844, Rossiya), G. Gelmgolts (1847, Germaniya) va boshqa olimlarning ishlari bilan issiqlik va ishning ekvivalentlik printsiipi aniqlangandan keyin saqlanish qonuni energianing boshqa turlariga ham tatbiq qilina boshlandi va uning mazmuniga muvofiq **energiyaning saqlanish va aylanish qonuni** deb atala boshlandi.



1-rasm. Energetik o'zaro ta'sir o'lchovi sifatida issiqlikni aniqlash sxemasi.

Hozirgi vaqtda energianing turli xillari—jismni tashkil qilgan zarrachalarning issiqlik energiyasi, butun jismning umuman kinetik energiyasi, gravitatsion maydon energiyasi, elektr energiyasi, magnit maydoni, yadro ichki energiyalari va boshqa energiyalar ma'lum.

Energiyaning saqlanish qonuniga barcha termodinamik jarayonlar ham bo'ysunadi. Energiyaning saqlanish va aylanish qonunining issiqlik jarayonlariga tegishli bo'lgan xususiy holiga **termodinamikaning birinchi qonuni deb ham ataladi**. Energetik o'zaro ta'sir o'lchovi sifatida issiqlikni aniqlash sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

2. Termodinamik jarayonda ish va issiqlik miqdori.

Ishchi jismga tashqi ta'sir (siqish, kengayish, qizdirish va hokazo) ko'rsatilganda uning holat ko'rsatkichlari o'zgaradi. Ishchi jism holat ko'rsatkichlarining har qanday o'zgarishda **termodinamik jarayon** deyiladi.

Muvazanat holatdagi jism deb - uning har bir nuqtasida v , R , T va boshqa fizik xususiyatlar bir xil bo'ladigan holatga aytiladi.

Agar silindrdagi gaz porshen yordamida siqilganda yoki kengaytirilganda ishchi jism silindr hajmining har qanday nuqtasida T va P har xil bo'ladi – bu holat **nomuvazonat holat** deyiladi. Termodinamik jarayonlarda jismlar bir-birlari bilan energiya almashadi, buning natijasida bir jismning energiyasi ko'payadi, boshqasida kamayadi. Jarayonlarda jism energiyasi ikki xil usulda bir jismdan ikkinchi jismga o'tishi mumkin.

Birinchi usul: Bunda issiq jismdan unga nisbatan sovuq bo'lgan jismga energiya o'tadi. Bu usuldagi energiyaning miqdori **issiqlik miqdori** deyiladi va o'tish usuli – energiyaning issiqlik formasida uzatilishi deb ataladi. Issiqlik Q harfi bilan belgilanadi, Joulida o'lchanadi.

Ikkinchi usul: Tashqi bosim ta'sirida jism o'zining hajmini o'zgartiradi. Bu usul energiyaning ish formasida uzatilishi deyiladi va uzatiladigan energiyaning miqdori **ish** deb ataladi. Ish L bilan belgilanadi, Joulida o'lchanadi. Umumiy hollarda energiya bir paytda ham issiqlik formasida ham ish formasida uzatiladi. 1 kg ishchi jismning ishi – ℓ bilan belgilanadi,

$\left[\frac{j}{kg} \right]$; issiqlik miqdori – q bilan belgilanadi, $\left[\frac{j}{kg} \right]$.

Gazning bajargan ishini hisoblash:

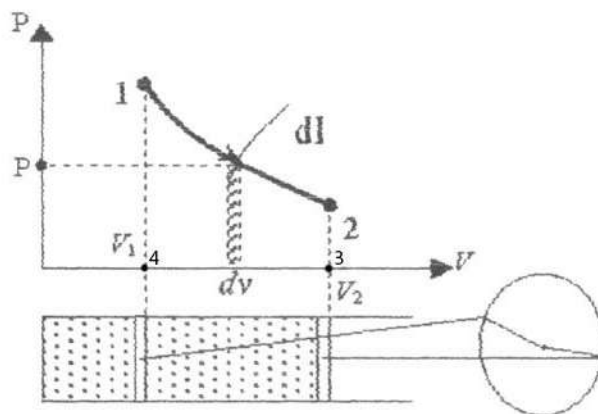
Ishning ifodasini ko'rib chiqish uchun 1-2 jarayonda gaz hajmini o'zgarishini ko'rib chiqamiz (2-rasm).

Hajmni cheksiz kichik o'zgarishi pv da cheksiz kichik ish 1kg gaz uchun:

$$d\ell = pdv \quad (1)$$

Gazning v_1 dan v_2 gacha hajm o'zgarishida bajarilgan ish

$$\ell = \int_{v_1}^{v_2} pdv, \left[\frac{j}{kg} \right] \quad (2)$$



2-rasm. Gaz hajmini o'zgarishi tasvirlanishi.

p-v diagrammadagi 1-2-3-4-1 yuza bajarilgan ishga teng va bu diagramma **ish diagrammasi** deyiladi. Gazning bajargan ishi holat funksiyasi bo'la olmaydi. Gazning kengayishida $dv > 0$ bajarilgan ish $\ell > 0$ musbat, siqilshida $dv < 0$, bajarilgan ish, $\ell < 0$ manfiy, agar hajm o'zgarmasa $\ell = 0$ ga teng bo'ladi.

Issiqlik – termodinamikaning eng muhim tushunchalaridan biridir. Issiqlik tushunchasi mohiyati jixatidan ish tushunchasiga yaqin. Issiqlik bilan ish orasidagi farq shundan iboratki, ular energiya uzatishning turli formalaridan iborat. 1843 – 1850 yillarda ingliz olimi Joule tajribalar orqali issiqlik va ishning ekvivalentligini, ya'ni sarflangan ish L va hosil qilingan issiqlik miqdori Q orasida to'g'ri proporsionallik borligini aniqladi:

$$Q = A L \quad (3)$$

bu yerda, A – proporsionallik koeffitsienti. Joule o'z o'lchashlari natijasidan ishning issiqlik ekvivalenti deb ataladigan A ni va issiqlikning mexanikaviy ekvivalenti deb ataladigan j ni hisoblab topdi:

$$A = 0,002345 \text{ Kkal}/(\text{kg}\cdot\text{k}\cdot\text{m})$$

$$j = 427 \text{ kg}\cdot\text{k}/\text{Kkal}$$

bulardan

$$j = \frac{1}{A} \quad (4)$$

Joule tajribalaridan keyin ko'p o'tmasdan M.V.Lomonosov tomonidan moddaning molekulyar – kinetik nazariyasi ishlab chiqildi. Bu nazariyaga ko'ra, issiqlik jismni tashkil etgan mikrozarrachalarning tartibsiz issiqlik harakatining energiyasidan iborat.

Termodinamikaviy tenglamalarda soddalashtirish maqsadida A va j koeffitsientlar ko'rsatilmaydi – issiqlik va ish bir xil birliklarda o'lchanadi:

$$Q = L \quad (5)$$

3. Ichki energiya. gazning kengayishda bajargan ishi. termodinamikaning birinchi qonunining ta'rifi

Ichki energiya

Jismga issiqlik berilsa, uning ichki energiyasi ortadi. Jismning ichki energiyasi jismni tashkil qilgan molekulalarning ilgarilanma va aylanma harakatlari energiyasi, ichki molekulyar tebranish energiyasi, elektronlar energiyasi, atom va yadro ichki energiyalaridan tashkil topadi. Jismning to'liq ichki energiyasi quyidagiga teng:

$$U = U_{kin} + U_{pot} \quad (6)$$

bu yerda U – to'liq ichki energiya, (J); U_{kin} – molekulalarning ichki kinetik energiyasi; U_{pot} – jism molekulalarining ichki potensial energiyasi.

Murakkab sistemaning 1 kg massaga nisbatan hisoblangan ichki energiyasi solishtirma **ichki energiya deyiladi** va u sistemani tashkil etuvchilarning ichki energiyalari yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni

$$u = u_1 + u_2 + \dots + u_n = \sum_{i=1}^n u_i \quad (7)$$

bunda « u » (kichik harfda) – solishtirma ichki energiya bo'lib, J/kg da hisoblanadi.

Gazning kengayishda (siqilishda) bajargan ishi

Bir jismdan ikkinchi jismga ishchi jismning hajmi o'zgarishi orqali energiya uzatilishiga **ish deb yuritiladi**. Mexanikaviy ish hosil qilishda ikki yoki undan ortiq jismlar qatnashadi. Birinchi jism ish hosil qilib, energiya bersa, ikkinchi jism energiyani qabul qiladi.

Gazning kengayishda bajaragan ishi termodinamik holat parametrlarining (p , v , T) o'zgarishiga bog'liq bo'ladi.

Gazning kengayishda bajaradigan ishini aniqlaydigan tenglamani keltirib chiqarish uchun o'zgaras bosimda tsilindrdagi gazga issiqlik berilishi jarayonini ko'rib chiqamiz (3 – rasm).

Aytaylik, silindrdagi 1 kg gazning bosimi P , solishtirma hajmi V_1 va porshen yuzasi F ga teng bo'lsin. Agar gazga q issiqlik berilsa, gaz o'zgaras bosimda kengayadi va porshen siljiy 2 nuqta holatini egallaydi (3 – rasm). Bunda porshen kesimi yuzasiga ta'sir etuvchi kuch - $P \cdot F$ ga teng; porshen ko'chish masofasi S bo'lsa, kuch bilan ko'chishning ko'paytmasi ishga teng bo'ladi. U holda, gazning bajaragan ishi quyidagiga teng:

$$l = P F S \quad (8)$$

bunda $F S = v_2 - v_1$ ga teng. Shuning uchun (8) ni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$l = P (v_2 - v_1) = P \Delta v \quad (9)$$

Gazning elementar hajmi o'zgarishida hosil qilgan ishi tenglamasi quyidagi-cha yoziladi:

$$dl = P dv \quad (10)$$

Sistema holati 1 dan 2 holatga o'zgarishida hosil bo'ladigan ish, jarayon egri chizig'i 1 – 2 ning ostidagi shtrixlangan yuzaga teng bo'ladi.

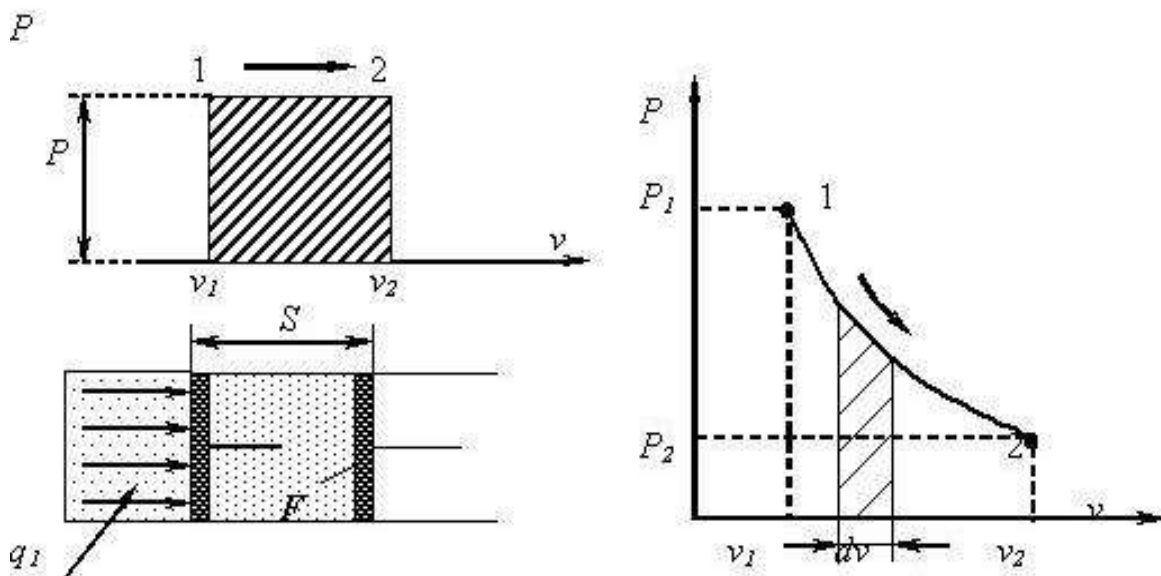
Agar bosim $P = \text{const}$

bo'lsa, (3 – rasm):

$$l = \int_{v_1}^{v_2} P dv \quad (11)$$

Agar $dv > 0$ bo'lsa, gaz kengayadi va ish musbat; $dv < 0$ bo'lsa, gaz siqiladi va ish manfiy deb hisoblanadi.

3 – rasm. Tsilindrdagi gazga issiqlik berilishi jarayonini



Termodinamikaning birinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi:

Ta'rif: Jismda keltirilgan issiqlik jism ichki energiyasining o'zgarishiga va ish bajarishga sarflanadi.

Aytilgan fikrni quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

$$Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} + L_{1-2} \quad (12)$$

bu yerda Q_{1-2} –jism 1 holatidan 2 holatigacha qizdirilishida berilgan issiqlik; ΔU_{1-2} – jism ichki energiyasining o'zgarishi; L_{1-2} – 1 – 2 jarayonda jism bajaradigan ish.

Differensial formada (12) ni quyidagi ko‘rinishda yozamiz:

$$dQ = dU + dL \quad (13)$$

Ichki energiya ekstensiv xossa, ya’ni U kattalik sistemadagi moddalar miqdoriga bog‘liqdir.

Solishtirma ichki energiya modda massasi birligining ichki energiyasidan iborat. Solishtirma ichki energiya

$$u = \frac{U}{m} \quad (14)$$

orqali ifodalanadi.

1 kg gaz uchun termodinamika 1 – qonunining analitik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$q_{1-2} = (u_2 - u_1) + l_{1-2} \quad (15)$$

va

$$dq = du + dl \quad (16)$$

Agar $dl = Pdv$, $l = \int_{v_1}^{v_2} Pdv$ ish tenglamalarini e’tiborga olsak (3) va (4) ni quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$q_{1-2} = \Delta u + \int_{v_1}^{v_2} Pdv \quad (17)$$

va

$$dq = du + Pdv \quad (18)$$

4. Gazlar entropiyasi va entalpiyasi.

Gazning entropiyasi haqida tushuncha

Termodinamikaviy hisoblarda qulay bo‘lishi uchun ishchi jism holatining yangi parametri – **entropiya tushunchasi** kiritiladi. Grekcha «entropiya» – «o‘zgarish», «aylanish» demakdir. Termodinamika 1 qonunini tenglamasini ko‘rib chiqamiz:

$$dq = dU + dl \quad (19)$$

yoki

$$dq = c_v dT + pdv \quad (20)$$

(20) ni har ikkala tomonini T ga bo‘lamiz:

$$\frac{dq}{T} = c_v \frac{dT}{T} + \frac{p}{T} dv \quad (21)$$

Klapeyron tenglamasidan $Pv = RT$ ga ko‘ra

$$\frac{p}{T} = \frac{R}{v} \quad (22)$$

ifodani (21) ga qo‘yamiz:

$$\frac{dq}{T} = c_v \frac{dT}{T} + R \frac{dv}{v} \quad (23)$$

yoki

$$ds = \frac{dq}{T} = c_v \frac{dT}{T} + R \frac{dv}{v} \quad (24)$$

Bunda

$$ds = \frac{dq}{T} \quad (25)$$

$\frac{dq}{T}$ - kattalik gazning holati bilan aniqlanadigan S funksiyaning to'liq differensial dS dir.

Bu kattalik **entropiya** deb ataladi. Entropiyaning o'lchov birligi $\left(\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}\right)$

1 kg gaz entropiyasining o'zgarishi:

$$S_2 - S_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{v_2}{v_1} \quad (26)$$

$$dq = TdS \quad (27)$$

$$\oint \frac{dq}{T} = 0 \quad (28)$$

$\oint$ - yopiq kontur bo'yicha integrallashni bildiradi.

Demak, keltirilgan yoki olinadigan issiqlikning mos keluvchi absolyut haroratiga nisbatiga keltirilgan issiqlik deb ataladi.

Shunday qilib, har qanday qaytar siklida keltirilgan issiqliklarning algebraik yig'indisi nolga teng bo'ladi.

(28) tenglamani 1854 yilda **Klauzius** tomonidan keltirib chiqarilgan bo'lib, **Klauziusning birinchi integrali** deb ataladi.

$dS = \frac{dQ}{T}$ yoki $ds = \frac{dQ}{T}$ - qaytar jarayonlar uchun termodinamika ikkinchi qonunining matematik ifodasi deb ataladi.

Entalpiya. Termodinamika I – qonunining entalpiya orqali ifodasi

Sistema ichki energiyasi yig'indisi u bilan sistemaning bosimi P ning sistema hajmining v ga ko'paytmasi yig'indisining kattaligi termodinamik hisoblarda muhim rol o'ynaydi. Bu kattalik **entalpiya** deb ataladi va « H » harfi bilan belgilanadi:

$$H = U + Pv \quad (29)$$

Entalpiya fanga Kamerling – Onnes taklifiga ko'ra mashhur olim Gibbs tomonidan kiritilgan. Entalpiyaning fizik ma'nosini aniqlashga doir sxema 4-rasmda keltirilgan. 1 kg modda massasiga to'g'ri keladigan entalpiya **solishtirma entalpiya** deb ataladi. Solishtirma entalpiya « h » harfi bilan belgilanadi va J/kg da o'lchanadi. Solishtirma massaviy entalpiya uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$h = u + Pv \quad (30)$$

Yangi funksiya – entalpiya – holat funksiyalari (p , v , u) ga bog'liq bo'lgani tufayli, entalpiyani o'zi ham holat funksiyasi bo'ladi. Toza modda entalpiyasini ham ichki energiya kabi istalgan ikkita holat parametrining funksiyasi sifatida yozish mumkin:

$$h = f(P, T)$$

Entalpiya holat funksiyasi bo'lganligidan uning differensial to'la differensialdan iborat bo'ladi:

$$dh = \left(\frac{\partial h}{\partial T}\right)_P dT + \left(\frac{\partial h}{\partial P}\right)_T dP \quad (31)$$

Termodinamika birinchi qonuni tengalmasiga quyidagicha o'zgartirish mumkin:

$$dq = du + dl = du + PdV = du + d(Pv) - v dP \quad (32)$$

bu yerda $PdV = d(Pv) - v dP$

yoki

$$dq = d(u + Pv) - v dP \quad (33)$$

ya'ni,

$$dq = dh - v dP \quad (34)$$

(34) tenglamaga termodinamika 1 – qonunining **entalpiya orqali ifodasi** deb yuritiladi. (34) ni integrallaylik:

$$q_{1-2} = h_2 - h_1 - \int_{P_1}^{P_2} v dP \quad (35)$$

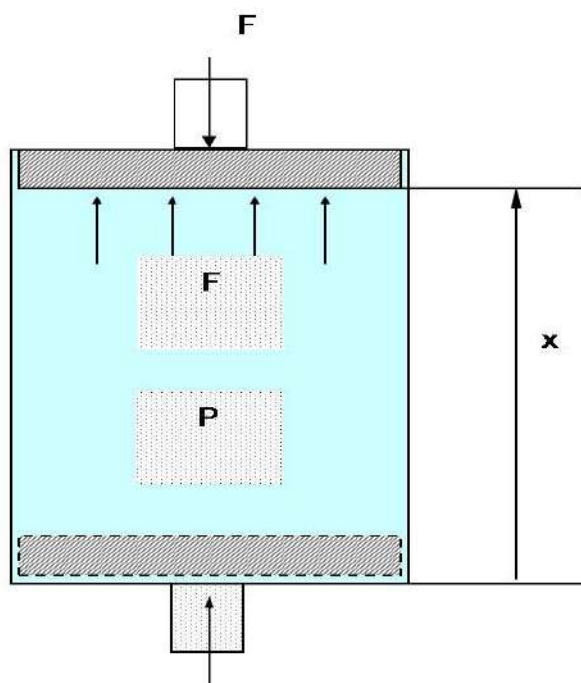
Agar $R = \text{const}$, $dP = 0$ bo'lsa, (34) formula quyidagi ko'rinishga keladi:

$$dq_R = dh \quad (36)$$

Demak, sistemaga o'zgarmas bosimda berilgan issiqlik faqat entalpiyaning o'zgarishiga sarf bo'ladi:

$$q_p = \int_1^2 dh = h_2 - h_1 \quad (37)$$

Entalpiyaning qiymatlari turli xil gazlar, suyuqliklar va bug'lar uchun texnik adabiyotlarda va ma'lumotnomalarda keltirilgan. Entalpiyadan foydalanib issiqlik va sovutish qurilmalarining issiqlik hisobi bajariladi va termodinamik jarayonlar tahlil qilinadi.



4-rasm. Entalpiyaning fizik ma'nosini aniqlashga doir sxema.

Nazorat savollari

1. Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni to'g'risida ma'lumot bering.
2. Termodinamik jarayonda ishini tushuntiring
3. Termodinamik jarayonda issiqlik miqdorini aytib bering.
4. Ichki energiya deb nimaga aytiladi?.
5. Gazlar entropiyasi va entalpiyasini tushuntiring.
6. Termodinamikaning birinchi qonunining ta'riflang.

6-ma'ruza. ASOSIY TERMODINAMIK JARAYONLARNI TAHLILI. IZOBARIK, IZOXORIK VA IZOTERMIK JARAYONLAR

Reja:

1. Termodinamik jarayon.
2. Izoxorik jarayon.
3. Izobarik jarayon.
4. Izotermik jarayon.

Tayanch so'z va iboralar: Termodinamik jarayon. Izoxorik jarayon.. Izobarik jarayon. Izotermik jarayon.

Adabiyotlar /2,3,6,12,13/

1. Termodinamik jarayon.

Ma'lumki, ishchi jismga issiqlik berilsa, yoki undan issiqlik olinsa, hamda mexanik ta'sir etilsa, uning holatini tavsiflovchi parametrlari o'zgaradi. Holat parametrlarining o'zgarishiga termodinamida **termodinamik jarayon** deb ataladi.

Haqiqiy sharoitlarda sodir bo'ladigan termodinamik jarayonlar ko'p bo'lib, issiqlik texnikasida faqat issiqlik dvigatellari, sovitish mashinalari, issiqlik nasosi, kompressorlar va shu kabi turli issiqlik mashinalarida ro'y beradigan jarayonlar o'rganiladi.

Haqiqiy (real) mashinalarda sodir bo'ladigan termodinamik jarayonlarni tadqiqot qilish murakkab ish hisoblanadi, chunki bunday jarayonlarda ishchi jismda uyurma hosil bo'lishi, ishchi jismning atrof – muhitga nurlanish orqali issiqlik berishi, oqish jarayonida ishqalanish yuzaga kelishi kabi xodisalar kuzatiladi.

Shuning uchun termodinamikada soddalashtirilgan ideal jarayonlar nazariy uslub yordamida tahlil qilinadi.

Termodinamikaviy jarayonlarni tahlil qilishdan maqsad: ishchi jism holat parametrlarining o'zgarish qonuniyatlarini aniqlash va energiya almashinish xususiyatlarini baholashdan iborat.

Ana shu maqsadda har bir termodinamik jarayon uchun quyidagilar aniqlanadi:

1. Jarayonning tenglamasi keltirib chiqariladi.
2. Jarayonda ishchi jismning termik parametrlari orasida bog'liqlik aniqlanadi.
3. Ichki energiyaning o'zgarishi hisoblanadi.
4. Ishchi jismning termodinamik ishi aniqlanadi.
5. Jarayonning issiqligi hisoblanadi.
6. Entropiya va entalpiyaning o'zgarishi hisoblanadi.

Demak, termodinamik jarayonlarni tahlil qilish orqali ishchi jismning barcha termik (p , v , T) va kalorik (Δu , c , q , ΔS , Δh) parametrlari aniqlanadi.

Termodinamikada texnikada amaliy ahamiyatga ega bo'lgan quyidagi ideal gaz jarayonlari o'rganiladi:

- 1) izoxorik jarayon ($v = \text{const}$);
- 2) izobarik jarayon ($p = \text{const}$);
- 3) izotermik jarayon ($T = \text{const}$);
- 4) adiabatik jarayon ($S = \text{const}$, $dq = 0$);
- 5) politropik jarayon ($c = \text{const}$).

Yuqorida berilgan asosiy jarayonlarni tahlil qilishdan avval, ichki energiya va entalpiya holat funksiyasi ekanligi va ularning o'zgarishi jarayonning xarakteriga bog'liq emasligini e'tiborga olish zarur. Shuning uchun ichki energiya va entalpiyaning o'zgarishini aniqlovchi, har qanday jarayonlarga ta'luqli bo'lgan tenglamalarni olish mumkin.

Masalan, izoxorik jarayonda $dv = 0$ va mexanik ish $l_v = 0$, u holda termodinamika qonuni tenglamasi izoxorik jarayon uchun quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$q_v = \Delta u \quad (1)$$

Issiqlik miqdori $c_v = \text{const}$ da

$$q_v = c_v(t_2 - t_1) \quad (2)$$

Agar issiqlik sig'imi $c_v = f(t)$ bo'lsa, u holda

$$q_v = c_{vm} \left| \begin{matrix} t_2 \\ t_2 \\ 0 \end{matrix} \right| - c_{vm} \left| \begin{matrix} t_1 \\ t_1 \\ 0 \end{matrix} \right| \quad (3)$$

Demak, ichki energiyaning o'zgarishi quyidagiga teng bo'ladi

$$\Delta u = c_v(t_2 - t_1) \quad (4)$$

$$\Delta u = c_{vm} \left| \begin{matrix} t_2 \\ t_2 \\ 0 \end{matrix} \right| - c_{vm} \left| \begin{matrix} t_1 \\ t_1 \\ 0 \end{matrix} \right| \quad (5)$$

yoki differensial formada

$$du = c_v dt \quad (6)$$

Izobarik jarayon uchun termodinamikaning birinchi qonuni tenglamasidan issiqlik entalpiyaning o'zgarishiga teng ekanligini isbotlash mumkin.

$$dq = du + p dv \quad \text{yoki} \quad dq = dh - v dp$$

bunda $p = \text{const}$ va $dp = 0$ ekanligini e'tiborga olsak,

$$dq_p = dh \quad (7)$$

yoki

$$q_p = \Delta h = h_2 - h_1 \quad (8)$$

$q_p = c_p(t_2 - t_1)$ va $dq_p = c_p dt$ ni hisobga olsak, ishchi jism entalpiyasining o'zgarishini hisoblash tenglamasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\Delta i = c_p(t_2 - t_1) \quad (9)$$

Agar $c_p = f(t)$ bo'lsa,

$$\Delta i = c_{pm} \left| \begin{matrix} t_2 \\ t_2 \\ 0 \end{matrix} \right| - c_{pm} \left| \begin{matrix} t_1 \\ t_1 \\ 0 \end{matrix} \right| \quad (10)$$

yoki

$$di = c_p dt \quad (11)$$

Shunday qilib, hosil qilingan (43) va (48) ichki energiya va entalpiyalarning o'zgarishini istalgan ideal gaz jarayonida hisoblash imkonini beradi.

Endi asosiy termodinamik jarayonlarni yuqorida bayon etilgan usul asosida tahlil qilamiz.

2. Izoxorik jarayon

O'zgarmas hajmda sodir bo'ladigan jarayon **izoxorik jarayon** deb ataladi ($v = \text{const}$). Izoxorik jarayonning grafigi $p-v$ koordinatalar sistemasida p o'qiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziqdan iborat. Izoxorik jarayon bosimni ortishi yoki kamayishi bilan sodir bo'lishi mumkin (1 – rasm).

Gaz holatining 1 va 2 nuqtalari uchun holat tenglamalarini yozib, parametrlari orasidagi bog'liqlikni aniqlaymiz:

$$p_1 v = RT_1; \quad p_2 v = RT_2.$$

Bu ifodalarni hadma – had bo'lamiz:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (12)$$

Jarayonning issiqligini termodinamikaning birinchi qonuning tenglamasidan ham aniqlash mumkin.

U holda, $dq = du + p dv$, bunda $v = \text{const}$; $dv = 0$.

Demak,

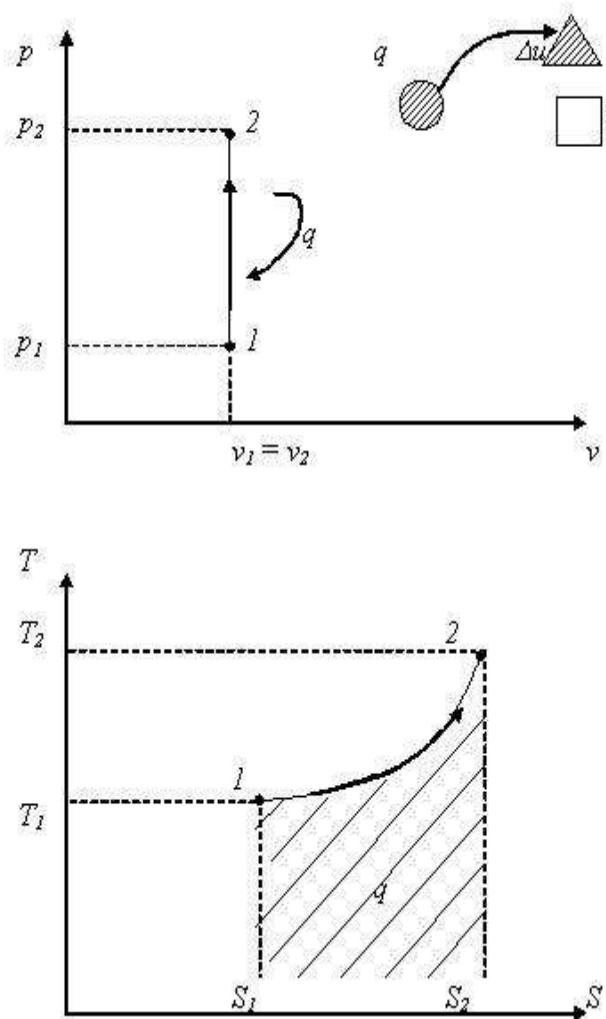
$$dq_v = du = c_v dT \quad (13)$$

$c_v = \text{const}$ da

$$q_v = c_v \int_{T_1}^{T_2} dT = c_v (T_2 - T_1) \quad (14)$$

yoki $c_v = f(t)$ bo'lsa,

$$q_v = \Delta u = c_{vm} \left| T_2 \right|_0^{T_2} - c_{vm} \left| T_1 \right|_0^{T_1} \quad (15)$$



1 – rasm. Izoxorik jarayonning P-V, T-S diagrammalarda tasvirlanishi.

Izoxorik jarayonda ish bajarilmaydi, chunki $v = \text{const}$, $dv=0$, $dl = pdv = 0$. Shuning uchun berilgan issiqlikning hammasi ichki energiyani o'zgarishiga sarflanadi. Entalpiyaning o'zgarishi (11) va (12) tenglamalar yordamida hisoblanadi.

Entropiyaning o'zgarishini quyidagi tenglamadan foydalanib aniqlaymiz:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{v_2}{v_1} \quad (16)$$

Bunda $v_1 = v_2 = v = \text{const}$ ekanligini e'tiborga olsak,

$$\Delta S = S_2 - S_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} = c_v \ln \frac{p_2}{p_1} \quad (17)$$

(17) tenglamadan ko‘rinadiki, entropiya bilan harorat orasida logarifmik bog‘liqlik mavjud. Shu sababli izoxorik jarayon $T - S$ diagrammada 1 – 2 egri chiziqlik bilan tasvirlanadi.

Jarayonga berilgan issiqlikning ichki energiyaga sarflanish ulushi izoxorik jarayonda quyidagicha baxolanadi:

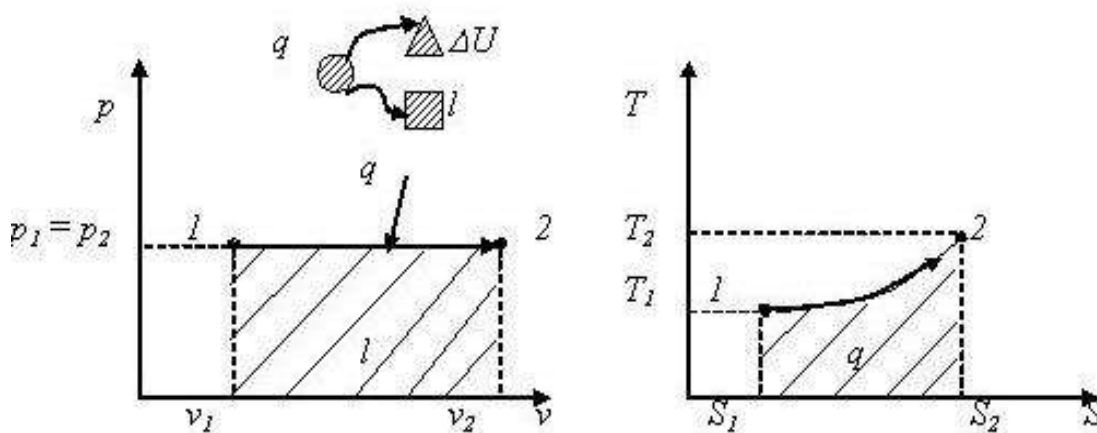
$$\varphi_v = \frac{\Delta u_v}{q_v} = 1 \quad (18)$$

Chunki $q_v = \Delta u_v$.

3. Izobarik jarayon.

O‘zgarmas bosimda sodir bo‘ladigan jarayon **izobarik jarayon** deb ataladi. ($dp = 0$ yoki $p = \text{const}$). Izobarik jarayon $p - v$ koordinatalar sistemasida absissa o‘qiga parallel to‘g‘ri chiziqlik bilan tasvirlanadi (2 – rasm).

2 – rasm. Izobarik jarayonning P-V, T-S diagrammalarda tasvirlanishi.



1 va 2 nuqtalar uchun holat tenglamasini yozib, ularni hadma - had bo‘lamiz:

$$pv_1 = RT_1 \quad \text{va} \quad pv_2 = RT_2 \quad ,$$

bundan

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (19)$$

Izobarik jarayonda gazning hajmi absolyut haroratga to‘g‘ri proporsional ravishda o‘zgaradi.

1 kg gazning bajargan ishini quyidagicha aniqlaymiz:

$$dl = pdv$$

yoki

$$l_p = p \int_{v_1}^{v_2} dv = p(v_2 - v_1) \quad (20)$$

Agar ideal gaz uchun $pv_2 = RT_2$ va $pv_1 = RT_1$ ekanligini nazarda tutsak,

$$l_p = R(T_2 - T_1) = R(t_2 - t_1) \quad (21)$$

(21) tenglamadan gaz doimiysi (R) ning fizikaviy ma’nosini keltirib chiqariladi. Agar izobarik jarayonda 1 kg gazning harorati 1°C ga o‘zgargan bo‘lsin ($\Delta t = t_2 - t_1 = 1^\circ$), u holda

$$l_p = R \quad \text{bo‘ladi} \quad (22)$$

Demak, **gaz doimiysi** – bu izobarik jarayonda 1 kg gazning harorati 1°C ga o‘zgarganda bajargan ishidir.

Izobarik jarayonda issiqlik miqdori quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$q_p = \Delta h = h_2 - h_1 \quad (23)$$

yoki

$$q_p = c_p(T_2 - T_1) = c_p(t_2 - t_1) \quad (24)$$

Agar $c_p = f(t)$ bo'lsa, u holda

$$q_p = c_{pm} \left| t_2 \right|_0 - c_{pm} \left| t_1 \right|_0 \quad (25)$$

Entropiyaning o'zgarishi:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} = c_p \ln \frac{v_2}{v_1} \quad (26)$$

Jarayonda berilgan issiqlikning ichki energiyaga sarflanish ulushi:

$$\varphi_p = \frac{\Delta u}{q_p} = \frac{c_v \Delta T}{c_p \Delta T} = \frac{1}{k} < 1$$

bunda

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

4. Izotermik jarayon ($T = \text{const}$)

O'zgarmas temperaturada sodir bo'ladigan jarayon **izotermik jarayon** deb ataladi. Izotermik jarayonning tenglamasini holat tenglamasidan keltirib chiqaramiz. Gazning izotermik kengayishida gazning ikkita holati uchun quyidagilar o'rinli bo'ladi:

$$p_1 v_1 = RT \text{ va } p_2 v_2 = RT,$$

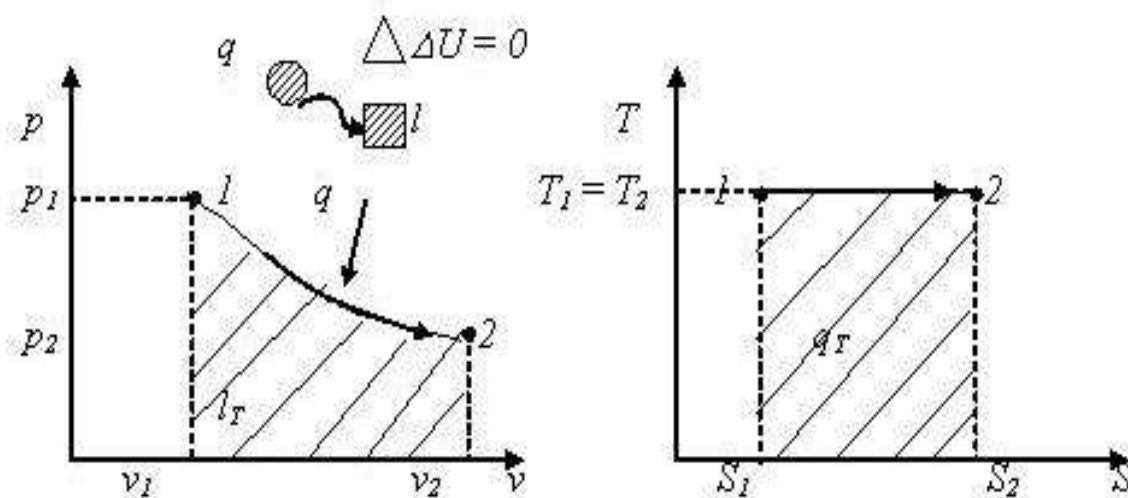
bundan:

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 \quad (27)$$

kelib chiqadi.

yoki

$$pv = \text{const} \quad (28)$$



3 – rasm. Izotermik jarayonning P-V, T-S diagrammalarda tasvirlanishi.

(28) tenglama izotermik jarayonning tenglamasi deyiladi. $p - v$ diagrammada izotermik jarayon teng yonli giperbola bilan tasvirlanadi (3 – rasm).

Izotermik jarayonda ichki energiya va entalpiyaning o'zgarishi nolga teng chunki $T = \text{const}$, $dT = 0$.

$$du = c_v dT = 0$$

Demak, bu jarayonda keltirilgan issiqlik faqat ish bajarishga sarf bo'ladi, ya'ni

$$dq = du + dl = 0 + dl = dl$$

yoki

$$dq_T = pdv$$

Issiqlikni quyidagicha aniqlaymiz:

$$q_T = l_T = \int p dv = p_1 v_1 \int_{v_1}^{v_2} \frac{dv}{v} = RT \ln v \Big|_{v_1}^{v_2} = RT (\ln v_2 - \ln v_1) = RT \ln \frac{v_2}{v_1} = RT \ln \frac{p_1}{p_2}$$

demak,

$$q_T = RT \ln \frac{v_2}{v_1} = RT \ln \frac{p_1}{p_2} \quad (29)$$

Bunda $p v = p_1 v_1 = p_2 v_2$ dan $p = \frac{p_1 v_1}{v}$ ni e'tiborga oldik. Jarayonning issiqligini entropiya o'zgarishi orqali ham ifodalash mumkin:

$$dq = T dS, T = \text{const}$$

Bu tenglamani integrallaymiz:

$$q = T \int_{S_1}^{S_2} dS = T(S_2 - S_1) = T \Delta S \quad (30)$$

Izotermik jarayonda entropiyaning o'zgarishini (67) formuladan topamiz:

$$\Delta S_T = S_2 - S_1 = \frac{q_T}{T} = R \ln \frac{v_2}{v_1} = R \ln \frac{p_1}{p_2} \quad (31)$$

Jarayonga berilgan issiqlikning ichki energiyaga sarflanish ulushi nolga teng.

$$\varphi_T = \frac{\Delta u}{q_T} = \frac{0}{q_T} = 0$$

Nazorat savollari

1. Termodinamik jarayon deb nimaga aytiladi va uni tushuntiring.
2. Izoxorik jarayon deb nimaga aytiladi va uni tushuntiring.
3. Izobarik jarayon deb nimaga aytiladi va uni tushuntiring.
4. Izotermik jarayon deb nimaga aytiladi va uni tushuntiring.
5. Jarayonlarning P-V, T-S diagrammalarini tasvirlang.

7-ma'ruza. ASOSIY TERMODINAMIK JARAYONLARNI TAHLILI. ADIABATIK VA POLITROPIK JARAYONLARNING TAHLILI

Reja:

1.Adiabatik jarayon.

2.Politropik jarayon

Tayanch so'z va iboralar: Termodinamik jarayon.Adiabatik jarayon.Politropik jarayon. Adiabatik jarayonning P-V, T-S diagrammasi. Politropa tenglamasini

Adabiyotlar /2,3,6,12,13/

1.Adiabatik jarayon

Ishchi jism atrof – muhit bilan issiqlik almashinuvisiz sodir qiladigan jarayonni **adiabatik jarayon** deyiladi. Adiabatik jarayonni tavsiflaydigan egri chiziq – adiabata deyiladi. Adiabatik jarayon uchun $dq = 0$ tenglik o'rinlidir.

Adiabatik jarayon tenglamasini termodinamikaning birinchi qonuni tenglamasidan keltirib chiqarish mumkin, ya'ni

$$dq = du + dl = c_v dT + p dv = 0 \quad (1)$$

yoki

$$dq = dh - v dp = c_p dT - v dp = 0 \quad (2)$$

yoki

$$c_v dT = - p dv \quad (3)$$

$$c_p dT = v dp \quad (4)$$

(2) tenglamani (3) ga bo'lsak,

$$\frac{c_p}{c_v} = k = \frac{v dp}{- p dv}$$

hosil bo'ladi. Bundan

$$k \frac{dv}{v} = - \frac{dp}{p} \quad (5)$$

$k = \text{const}$ ($c_p = \text{const}$, $c_v = \text{const}$) bo'lgan hol uchun (5) ni integrallaymiz:

$$k \int_{v_1}^{v_2} \frac{dv}{v} = - \int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{p} \quad \text{yoki} \quad k \ln \frac{v_2}{v_1} = \ln \frac{p_1}{p_2}$$

Potensirlashdan so'ng

$$\left(\frac{v_2}{v_1} \right)^k = \frac{p_1}{p_2} \quad \text{yoki} \quad p_1 v_1^k = p_2 v_2^k$$

bundan adiabata tenglamasini hosil qilamiz:

$$\boxed{pv^k = \text{const}} \quad (6)$$

$k = \frac{c_p}{c_v}$ - adiabat ko'rsatkichi deb yuritiladi.

Adiabat tenglamasi yordamida jarayonning parametrlari orasidagi bog'lanishlarni hosil qilamiz:

$$\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^k \quad (7)$$

yoki

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{k}} \quad (8)$$

Jarayonning ikkita nuqtasi uchun holat tenglamalarini yozamiz:

$$p_1 v_1 = RT_1 \text{ va } p_2 v_2 = RT_2$$

bundan

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{v_1}{v_2}$$

Bu tenglamaga (5) dan bosimlar nisbatini keltirib qo'ysak, T va v orasidagi bog'lanishni hosil qilamiz:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{k-1} \quad (8)$$

(5) va (8) tenglamalarni birgalikda yechamiz va p - T orasidagi bog'liqlikni aniqlaymiz:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (9)$$

Jarayonning ishi quyidagicha topiladi:

$$dl_q = -du \text{ yoki } l_q = -(u_2 - u_1) = u_1 - u_2 \quad (10)$$

Demak, adiabatik jarayonda gaz ichki energiyasining kamayishi evaziga ish bajaradi.

$\Delta u = c_v(T_2 - T_1)$ ekanligini e'tiborga olsak,

$$l_q = c_{vm}(T_1 - T_2) \quad (11)$$

yoki

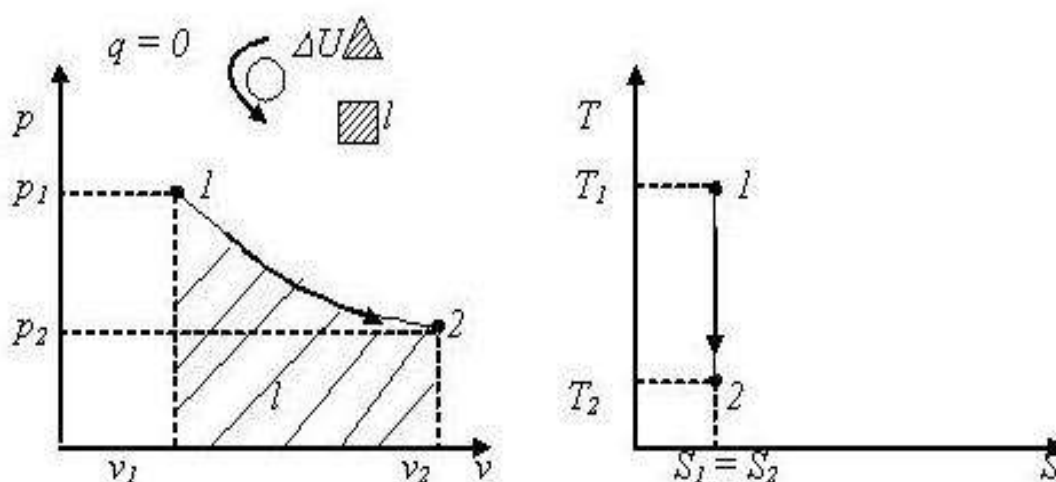
$$\frac{c_p}{c_v} = k \text{ bo'lsa,}$$

$$l_q = \frac{R}{k-1}(T_1 - T_2) \quad (12)$$

bo‘ladi. Holat tenglamasidan $T_1 = \frac{p_1 v_1}{R}$ va $T_2 = \frac{p_2 v_2}{R}$ ni nazarda tutsak ish tenglamasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$l_q = \frac{1}{k-1} (p_1 v_1 - p_2 v_2) \quad (13)$$

Adiabatik jarayonda entropiyaning o‘zgarishi nolga teng. Ya’ni, $dq = 0$ va $dS = \frac{dq}{T} = 0$. Demak, adiabatik jarayonda gazning entropiyasi o‘zgarmaydi. ($S = \text{const}$).



8 – rasm. Adiabatik jarayonning V, T-S diagrammalarda tasvirlanishi.

Shuning uchun ba’zi xollarda adiabatik jarayonni **izoentropik jarayon** deb ham yuritiladi. Adiabatik jarayonda entalpiyaning o‘zgarishi (16) orqali aniqlanadi. Adiabatik jarayon $P - V$ va $T - S$ diagrammalarda 8 – rasmda tasvirlangan.

2. Politropik jarayon

O‘zgarmas issiqlik sig‘imda sodir bo‘ladigan har qanday ideal gaz jarayoniga **politropik jarayon** deb ataladi. Politropik jarayonni ifodalaydigan egri chiziqqa politropa chizig‘i deyiladi.

Politropik jarayon ta’rifidan ko‘rinadiki, izoxorik, izobarik, izotermik va adiabatik jarayonlar o‘zgarmas issiqlik sig‘imida sodir bo‘lsa, politropik jarayonning xususiy hollariga aylanadi. Politropik jarayonda issiqlik sig‘imi $+\infty$ dan $-\infty$ gacha bo‘lgan oraliqda qiymatlarga teng bo‘lishi mumkin.

Politropik jarayonning issiqligini issiqlik sig‘imi bilan haroratlar farqi ko‘paytmasi orqali aniqlanadi:

$$q = c_p (t_2 - t_1) \quad \text{va} \quad dq = c_p dt \quad (14)$$

Politropik jarayon tenglamasini termodinamika birinchi qonunining tenglamasi asosida keltirib chiqaramiz:

$$dq = c_p dT = c_p dT - v dp \quad \text{va} \quad dq = c_p dT = c_v dT - p dv$$

Bu tenglamalardan quyidagini yozish mumkin:

$$\frac{c_n - c_p}{c_n - c_v} = \frac{-v dp}{p dv}$$

$$\frac{c_n - c_p}{c_n - c_v} = n \text{ bilan belgilasak,}$$

u holda

$$n \frac{dv}{v} = - \frac{dp}{p}$$

Bu tenglamani jarayonning boshi va oxiriga mos ravishda integrallaymiz:

$$n \lg \frac{v_2}{v_1} = \lg \frac{p_1}{p_2}$$

yoki

$$\boxed{pv^n = \text{const}} \quad (15)$$

Hosil bo'lgan tenglama (84) politropik jarayonning tenglamasi deyiladi. Bunda n – politropa ko'rsatkichi bo'lib, issiqlik sig'imining kattaligiga bog'liq. Politropik jarayon umumlashtiruvchi jarayon hisoblanadi va asosiy parametrlari orasidagi bog'liqlik quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^n; \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{n-1}; \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{n-1}{n}}$$

Politropik jarayonning issiqlik sig'imi:

$$c_n = c_v \frac{(n-k)}{n-1} \quad (16)$$

Bunda quyidagi hollar bo'lishi mumkin:

- a) izoxorik jarayonda $n = \pm\infty$; $c_p = c_v$;
- b) izobarik jarayonda $n = 0$; $c_p = kc_v = c_r$;
- c) izotermik jarayonda $n = 1$; $c_p = \pm\infty$;
- d) adiabatik jarayonda $n = k$; $c_p = 0$.

Politropik jarayonda ishchi jism bajaradigan ish quyidagicha aniqlanadi:

$$l = \frac{1}{n-1} (p_1 v_1 - p_2 v_2) \quad (17)$$

yoki

$$l = \frac{RT_1}{n-1} \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) = \frac{p_1 v_1}{n-1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right] \quad (18)$$

Gazning ichki energiyasi o'zgarishi va politropik jarayonda issiqlik quyidagi formulalar orqali topiladi:

$$\Delta u = c_v(t_2 - t_1) \quad (19)$$

$$q = c_p(t_2 - t_1) = c_v \frac{n-k}{n-1} (t_2 - t_1) \quad (20)$$

Politropik jarayonda entalpiya va entropiyaning o'zgarishi:

$$i_2 - i_1 = c_p(t_2 - t_1) \quad (21)$$

$$dS = \frac{dq}{T} = \frac{c_n dT}{T}$$

yoki

$$S_2 - S_1 = c_n \ln \frac{T_2}{T_1} = c_v \left[\frac{(n-k)}{(n-1)} \right] \ln \frac{T_2}{T_1} \quad (22)$$

Nazorat savollari

1. Termodinamik jarayon deb nimaga aytiladi?.
2. Adibatik jarayon deb nimaga aytiladi?.
3. Politropik jarayon deb nimaga aytiladi?.
4. Politropa tenglamasini yozing.
5. Politropik jarayonning P-V diagrammasini chizib, tushuntiring.

8-ma'ruza. TERMODINAMIKANING II-QONUNINING TA'RIFLARI.

Reja:

1. Aylanma jarayonlar, yoki sikli. issiqlik qurilmalarining termik foydali ish koeffisienti.
2. Sovutish koeffisienti. Karno sikli (davriyligi) va termik f.i.k.
3. Termodinamika ikkinchi qonunining asosiy ta'riflari va uning mazmuni

Tayanch so'z va iboralar: siklga bajarilgan ish, issiqlik dvigateli tsikli, termodinamikani II-qonuni, termik FIK, termodinamikaviy protsess, egri chizig'i, aylanma tsikl, ish jism, issiqlik, bajarilgan ish. Karno sikli (davriyligi) va termik f.i.k.

Adabiyotlar /3,4,6,9,10/

1. Aylanma jarayonlar, yoki sikli. issiqlik qurilmalarining termik foydali ish koeffisienti.

Termodinamikning birinchi qonuni gazga keltirilgan issiqlik qanday maqsadlarga sarf bo'lishini belgilaydi. Lekin u quyidagi savollarni hal qilmaydi: issiq jismdan yanada issiqroq jismga issiqlik uzatish imkoniyatini, va keltirilgan issiqlik miqdorini to'liq ishga aylantirish imkoniyatini hal qilmaydi. Bu masalalar bilan termodinamikaning ikkinchi qonuni shug'ullanadi. Jism bir qancha o'zgarishlarga uchrab, yana boshlang'ich holatiga qaytib keladigan ketma-ket qator jarayonlar **aylanma jarayon**, boshqacha aytganda **sikl** deyiladi. Ideal tsikllarda jarayonlar qaytar bo'ladi va sistemaga issiqlik keltirish jarayonida ish jismining ximiyaviy tarkibi o'zgarmaydi deb qaraladi, hamda sistemadan issiqlik olib ketilishi jarayoni bu issiqlikni sovitgichga berish sifatida qaraladi.

Real tsikllarda esa sistemadan issiqlik olib ketilishi ishlab bo'lgan gaz yoki bug'ni chiqarib yuborish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Ideal tsikllarda adibatik siqilish va kengayish jarayonlarida ish jismi bilan tashqi muhit orasida issiqlik almashinuvi bo'lmaydi, real tsikllarda esa issiqlik almashinuvi bo'lishi mumkin.

Gazning bosimi P_1 dan P_2 gacha kengayishda bajarilgan ish quyidagicha aniqlangan edi:

$$l_{keng} = \int_{v_1}^{v_2} p dV \quad (1)$$

bu yerda v_1 va v_2 – tegishli kengayish jarayonining boshlang‘ich va ohiri nuqtalaridagi gaz hajmlari. Gazning xuddi shu kengayish jarayonini qaytadan takrorlab l_{keng} ishni hosil qilish uchun gazni p_1 , v_1 parametrli boshlang‘ich holati 1 ga qaytarish, ya‘ni gazni siqish kerak. Bunda gaz aylanma jarayon (sikl) ni o‘tadi.

Gazni siqish uchun albatta tashqi ish sarflash lozim bo‘ladi. Siqilishda sarflangan ish

$$l_{siq} = \int_{v_2}^{v_1} p dV \quad (2)$$

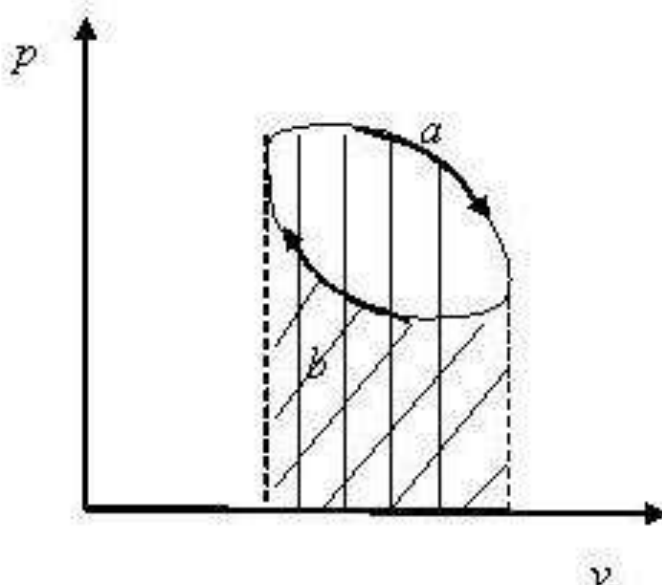
yoki

$$l_{siq} = - \int_{v_1}^{v_2} p dV \quad (3)$$

Siklida foydali ish olish uchun kengayishda bajarilgan ish siqilish ishidan hamisha katta bo‘lishi lozim (1- rasm), ya‘ni $l_{keng} > l_{siq}$. Aylanma jarayonda olingan foydali ish yoki sikl ishi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$L_{ts} = l_{keng} - l_{siq} \quad (4)$$

Musbat ish olinadigan Sikl to‘g‘ri sikl yoki issiqlik dvigatelinin sikl deb ataladi va $p - v$ diagrammada yo‘nalishi soat strekasinin harakat yo‘nalishiga mos keladi.



1 – rasm. Aylanma jarayonni $p - v$ diagrammada tasvirlanishi.

Ish sarflanadigan, ya'ni siqilish ishi kengayish ishidan katta bo'lgan sikli – teskari sikli yoki sovutish mashinasining **sikli** deb yuritiladi. Sikli qaytar yoki qaytmas bo'lishi mumkin. Muvozanatli qaytar jarayonlardan tashkil topgan sikli qaytar, aks holda **qaytmas sikli** deyiladi.

Issiqlikni mexanik ishga aylantiradigan dvigatellarning uzluksiz ishlashi uchun ishchi jismga (gazga) Q_1 issiqlikni oladigan sovutgich bo'lishi kerak. Shunda $Q = Q_1 - Q_2$ issiqlikni ishga aylantirishga imkon bo'ladi.

Bunda issiqlikni iloji boricha ko'proq qismini ishga aylantirishga harakat qilish lozim. Termodinamikaning birinchi qonuniga ko'ra:

$$Q_1 - Q_2 = \Delta U + L \quad (5)$$

Aylanma jarayonda $\Delta U = 0$, u holda

$$Q_1 - Q_2 = L \quad (6)$$

Demak, siklida olingan foydali ishni shu siklida amalga oshirishda ishchi jismga berilgan Q_1 issiqlikka nisbatiga siklining **termik foydali ish koeffisienti** (FIK) deb ataladi. Termik FIK η_t bilan belgilanadi va quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_t = \frac{L}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad (7)$$

yoki

$$\eta_t = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad (8)$$

1 kg ishchi jism uchun:

$$\eta_t = \frac{l}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} \quad (9)$$

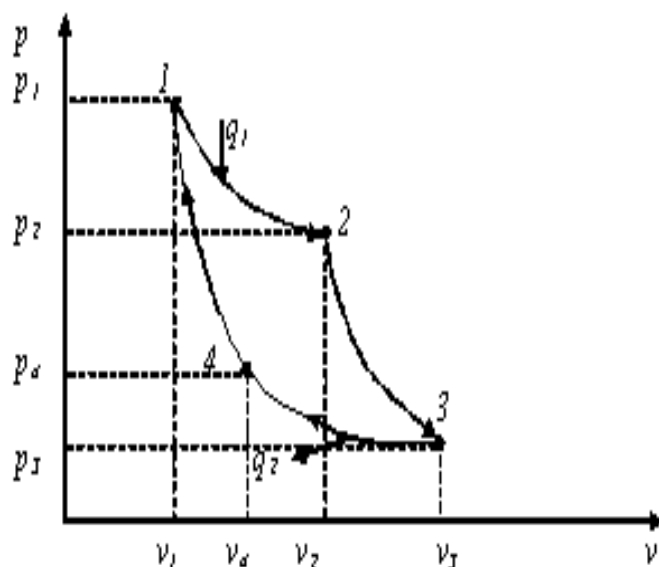
$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} \quad (10)$$

Ma'lumki, doimo $\eta_t < 1$. η_t ning qiymati qanchalik katta bo'lsa, ishchi jismga berilgan issiqlikning shunchalik ko'p qismi foydali ishga aylanadi va sikli shunchalik mukammal bo'ladi.

2. Sovutish koeffisienti.Karno sikli (davriyligi) va termik f.i.k.

Barcha ideal Sikli orasida 1824 yilda fransuz olimi Sadi Karno taklif qilgan va uning nomi bilan ataladigan sikl – Karno sikli eng mukammal siklidir.

Karno sikli qaytar siklidir. U to'rtta jarayon: 2 ta izotermik va 2 ta adiabatik jarayondan tashkil topadi (2 – rasm).



2- rasm. Karno siklini $p - v$ diagrammasi.

2- rasmda Karno sikli $P - v$ diagrammada tasvirlangan. Bu siklida sodir qilinadigan jarayonlarni quyidagi tartibda tushuntiramiz:

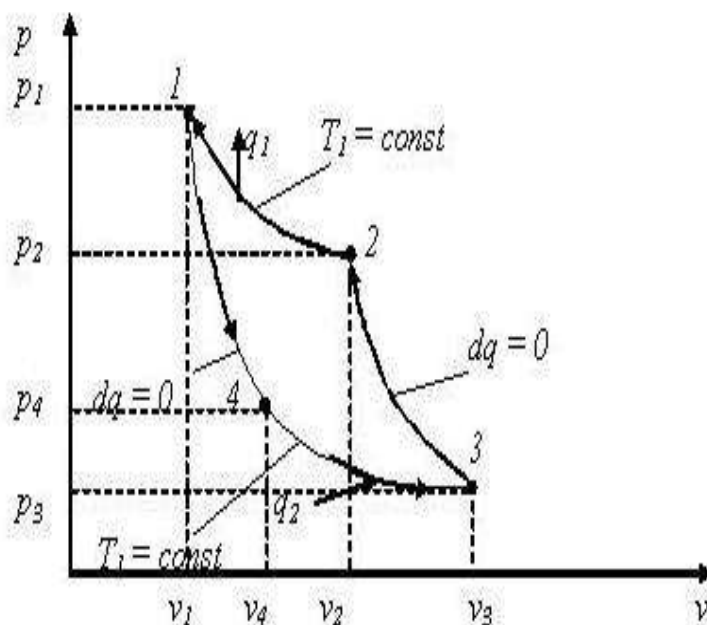
Sistemaning boshlang'ich holati 1 nuqta bilan aniqlanadi va parametrlari P_1 , v_1 va T_1 ga teng.

1 – 2 izotermik kengayish. Bunda tsilindrning tubi issiqlik manbai bilan ulangan bo'ladi. Sistema q_1 issiqlikni oladi va 1 – 2 chiziq bo'yicha kengayib ish bajaradi. 2 nuqtada sistema issiqlikdan uziladi.

2 – 3 adiabatik kengayish. Gaz tashqi muhit bilan issiqlik almashmasdan 2 – 3 chiziq bo'yicha kengayadi, porshen siljiydi va gaz o'zining ichki energiyasi hisobiga ish bajaradi. Bunda harorat va bosim kamayadi. Sistemaning harorati T_2 ga yetganda porshenning harakati 3 – nuqtada to'xtaydi. Shundan keyin tsilindr sovitgichga q_2 issiqlikni berishi boshlanadi.

3 – 4 izotermik siqilish. Porshen dastlabki holatiga shunchalik sekin qaytadiki, gaz sovitgich haroratida qoladi. Bunda tashqi kuchlar gaz ustida ish bajaradi. Uning hajmi kamayadi, bosimi esa ortadi, harorati o'zgarmasdan qoladi. Ishchi jismdan q_2 issiqlik olinishi 4 – nuqtada to'xtaydi.

4 – 1 adiabatik siqilish. Tashqi kuchlar tomonidan gazning siqilishi davom etadi, lekin issiqlik almashinuvi sodir bo'lmaydi. Gazning hajmi kamayadi, harorati va bosimi ortadi. Harorat isitgichning harorati T_1 ga yetganda siqilish to'xtaydi.



3 – rasm. Teskari Karno siklini $p - v$ diagrammada tasvirlanishi.

Karno siklining termik FIKi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (11)$$

Karno sikli faqat to'g'ri yo'nalishda emas, balki teskari yo'nalishda ham sodir bo'lishi mumkin. 3 – rasmda teskari Karno sikli $P - v$ diagrammada tasvirlangan.

Teskari Karno sikli ham qaytar jarayonlardan hosil bo'ladi. Ishchi jism boshlang'ich holatidan 1 – 4 adiabatada bo'yicha kengayadi. Bunda atrof – muhit bilan issiqlik almashinuvi sodir bo'lmaydi. Ishchi jismning harorati T_1 dan T_2 ga qadar kamayadi. So'ngra ishchi jism 4 – 3 izoterma bo'yicha kengaya boshlaydi va T_2 haroratli muhitdan q_2 issiqlikni oladi. 3 – 2 bo'yicha gazning adiabatik siqilishi sodir qilinadi va uning harorati T_2 dan T_1 gacha ortadi. 2 – 1 izotermik jarayonda gazdan T_1 yuqori haroratli muhitga q_1 issiqlik beriladi.

Ko'rib chiqilgan teskari siklida siqilishda bajarilgan ish kengayishda bajarilgan ishdan 14321 yopiq soha yuzasiga teng bo'lgan ish miqdorida kattadir. Bu sikli ishi issiqlikka aylanadi va q_2 issiqlik bilan birgalikda T_1 haroratli issiqlik manbaiga beriladi. Shunday qilib, teskari siklida l ishini sarflab sovuq jismdan issiq jismga q_2 issiqlikni uzatish mumkin. Bunda issiqlik manbai oladigan issiqlik $q_1 = q_2 + l$ ga teng.

Teskari sikl bo'yicha ishlaydigan mashina **sovutish mashinasi** deyiladi.

Demak, teskari siklini yoki sovutish siklini hosil qilish uchun albatta energiya sarflash lozim. Sovutish mashinasining ishini baholashda **sovutish koeffisientidan** foydalaniladi.

$$\varepsilon = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{q_2}{l} \quad (12)$$

yoki

$$\varepsilon = \frac{T_2}{T_1 - T_2} \quad (13)$$

Karno teoremasi: Karno siklining termik FIKi ishchi jismning xossalari emas, balki faqat isitgich va sovutgichlarning haroratlariga bog'liq bo'ladi.

3. Termodinamika ikkinchi qonunining asosiy ta'riflari va uning mazmuni

Termodinamikaning birinchi qonuni energianing saqlanish va aylanish qonuni- ning xususiy holi bo'lib, issiqlik miqdori, ichki energiya va mexanikaviy ish orasidagi miqdoriy bog'liqlikni ifodalaydi. Birinchi qonunda issiqlik jarayonlarining yo'nalishi va issiqlik mashinalarida issiqlikning ishga aylanish chegaralari xususida so'z bormaydi.

1824 yilda fransuz muhandisi Sadi Karno tomonidan issiqlik jarayonlarining yo'nalishini ko'rsatadigan qonun – termodinamika ikkinchi qonunining mohiyati ochib berildi. Termodinamika ikkinchi qonunining juda ko'p ta'riflari bo'lib, asosiylari quyidagilardir.

I. Issiqlikni mexanikaviy ishga aylantirish uchun issiqlik manbai va harorati issiqlik manbai haroratidan past bo'lgan sovutgich bo'lishi, ya'ni haroratlar farqi bo'lishi kerak. **(Sadi Karno ta'rif)**

II. Dvigatelga keltirilgan issiqlikning hammasini butunlay ishga aylantirib bo'lmaydi, bu issiqlikning bir qismi harorati past bo'lgan tashqi jismlarga o'tadi. **(Tomson ta'rif)**

III. Issiqlik sovuq jismdan issiq jismga tashqi ish sarflamay turib, o'z – o'zidan o'ta olmaydi. **(Klauzius ta'rif)**

IV. Davriy ravishda ishlaydigan ikkinchi tur abadiy dvigatelni yaratib bo'lmaydi. **(Ostvald ta'rifi)**

V. O'z – o'zidan sodir bo'ladigan har qanday jarayon qaytmas jarayondir.

Termodinamika II qonunining mazmuni

Termodinamikaning birinchi qonuni energiya bir turdan ikkinchi turga aylanish yo'nalishini ham, aylanish sharoitini ham ko'rsatmaydi. Ishning issiqlikka aylanishi bilan issiqlikning ishga aylanishi hodisalari orasida keskin farq bor, lekin birinchi qonunda bunga e'tibor berilmaydi. Dvigatel ishini tormozlash yo'li bilan to'la issiqlikka aylantirish, ya'ni har qanday holatlarda ham ishni issiqlikka to'la, 100 % aylantirish mumkin. Teskari hodisa – issiqlikning ishga aylanishi hech qachon to'la bo'lmaydi. Masalan, eng mukammal issiqlik dvigatellarida ham termik f.i.k. 60 % dan ortmaydi. Shunday qilib, issiqlikning ishga aylanishi uchun issiqlik manbai bo'lishidan tashqari, sovitgichning ham mavjud bo'lishi shart.

Ikkinchi qonunning mazmuni haqida nemis fizigi L.Bolsman shunday yozgan: "Hamma tabiiy jarayonlar beqaror holatdan barqaror holatga o'tishdan iboratdir." Demak, termodinamikaning ikkinchi qonuni birinchi qonunning ta'sir doirasini qandaydir ma'noda cheklaydi. Shu ma'noda ingliz fizigi V.Tomson-Kelvin(1851 y.) ikkinchi qonunga quyidagicha ta'rif berdi, ya'ni davriy ravishda ishlab turgan dvigatelda jismni faqatgina sovitmay turib, uning issiqligini ishga aylantirib bo'lmaydi. V.Ostvald esa termodinamikaning ikkinchi qonunini quyidagicha ta'riflagan: ikkinchi darajali perfektum mobilini abadiy dvigatel yaratish mumkin emas. R.Klauzius (1850 y.) ta'rifi bo'yicha, issiqlik ancha sovuq jismdan ancha issiq jismga o'z-o'zidan o'ta olmaydi. Nemis fizigi L. Bolsman termodinamikaning ikkinchi qonuni holatini quyidagicha ta'rifladi: ikkinchi tur perfektum mobilni yaratish mumkin emas. Bu degani shuki, tashqaridan oz energiya olib, miqdor jihatdan ko'p energiyaga ekvivalent bo'lgan ish bajaruvchi dvigatelning bo'lishi mumkin emas. Ortiqchaishni «hechnarsa» hisobiga bajarishga to'g'ri keladi. «Hech narsa» hisobiga ish bajaruvchi dvigatelni birinchi turdagi perfektum mobile deyiladi. Qaytuvchan Karno siklining termik f.i.k. quyidagicha aniqlangan edi:

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} \quad \text{ёки} \quad \eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Ikkala tenglikni o'ng tomonlarini yozamiz: yoki matematik o'zgartirib yozish mumkin:

$$1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Bundan

$$\frac{q_1}{T_1} - \frac{q_2}{T_2} = 0 \text{ bunda}$$

Yoki $\oint \frac{dq}{T} = 0$ Bu ifoda Klauzius integrali deyiladi.

Nazorat savollari:

1. Aylanma jarayon yoki tsikl deb nimaga aytiladi?
2. Termik FIKi qanday aniqlanadi?
3. Karno siklini tushuntiring.
4. Karno siklining FIKi to'g'risida ma'lumot bering.
5. Termodinamika ikkinchi qonunining asosiy ta'riflarini ayting.

9-ma'ruza. SUV BUG'I VA UNING XOSSALARI.

Reja:

1. Bug'lanish va kodensasiya. quruqlik darajasi. Bug' hosil bo'lish jarayonini $p - v$ diagrammada tasvirlanishi.
2. Suyuqlik va quruq bug'ning asosiy parametrlari. Bug' hosil bo'lish issiqligi
3. Nam to'yingan suv bug'ining asosiy parametrlari. O'ta qizigan bug'. Suv bug'ining $t - s$ va $i - s$ diagrammalari.

Tayanch so'z va iboralar 1. Bug'lanish va kodensasiya, quruqlik darajasi. Bug' hosil bo'lish jarayonini $p - v$ diagrammada tasvirlanishi. Suyuqlik va quruq bug'ning asosiy parametrlari. Bug' hosil bo'lish issiqligi. Nam to'yingan suv bug'ining asosiy parametrlari. O'ta qizigan bug'.

Adabiyotlar /1,3,6,10,11/

1. Bug'lanish va kodensasiya. quruqlik darajasi. Bug' hosil bo'lish jarayonini

$p - v$ diagrammada tasvirlanishi

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'lishi, gaz fazaning suyuq fazaga o'tishi esa **kodensasiya** deyiladi.

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

Agar suyuqlikning harorati o'zgarmas saqlab turilsa, ya'ni unga to'xtovsiz issiqlik keltirib turilsa, u holda uchib chiqayotgan molekularning soni to'xtovsiz ortib boradi. Lekin bug' molekularlari tartibsiz xarakatda bo'lgani uchun ular suyuqlikdan bug'ga o'tishi bilan bir vaqtda teskari jarayon – **kodensasiya** ham hosil bo'ladi; bunda bug' molekularlarining bir qismi suyuqlikka o'tadi. Agar bug'lanish yopiq idishda kechayotgan 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 molekularlar soni shu vaqt ichida suyuqlikka qaytayotgan molekularlar soniga teng degan so'zdir.

Suyuqligi bilan 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 molekularlari 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 molekularlarining barcha hajm bo'yicha harakat tezligi ortadi va bug' hosil bo'lish 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'paya borishi **qaynash** deb ataladi.

Qaynash sodir bo'ladigan harorat va bosim bir – biriga bog'liqdir. Ular to'yinish harorati t_t va to'yinish bosimi p_t 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 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 (1-rasm).

$(1 - x)$ – 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.



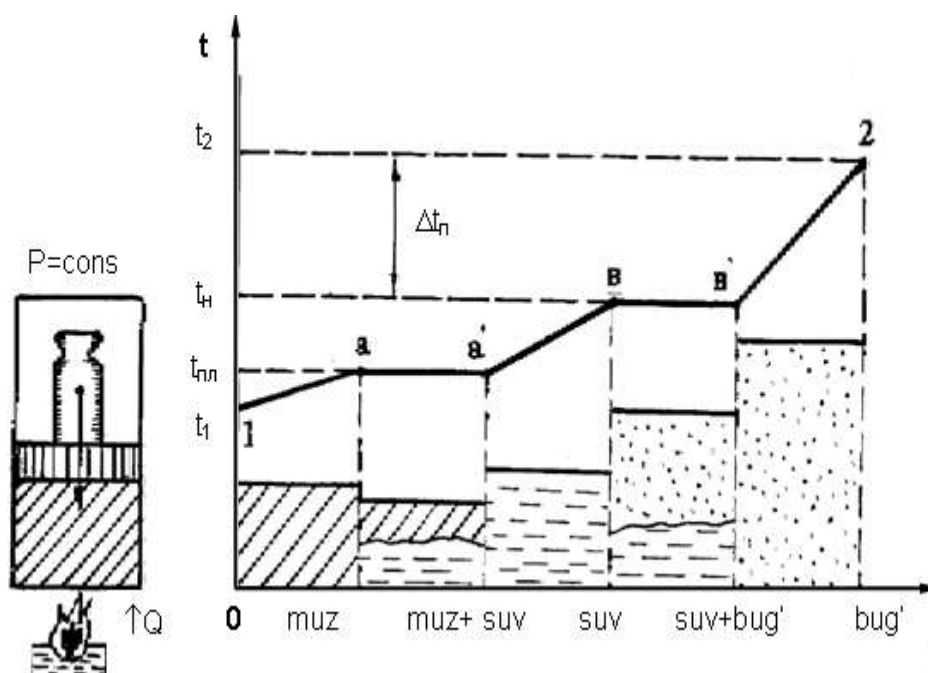
1-rasm. To'yingan va quruq to'yingan bug'nam saqlami cxemasi

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 (2-rasm). Bug'ning o'ta qizish darajasi Δt haroratlar ayirmasidan aniqlanadi:

$$\Delta t = t - t_m$$

t – o'ta qizigan bug'ning harorati;

t_m – to'yingan quruq bug'ning harorati.



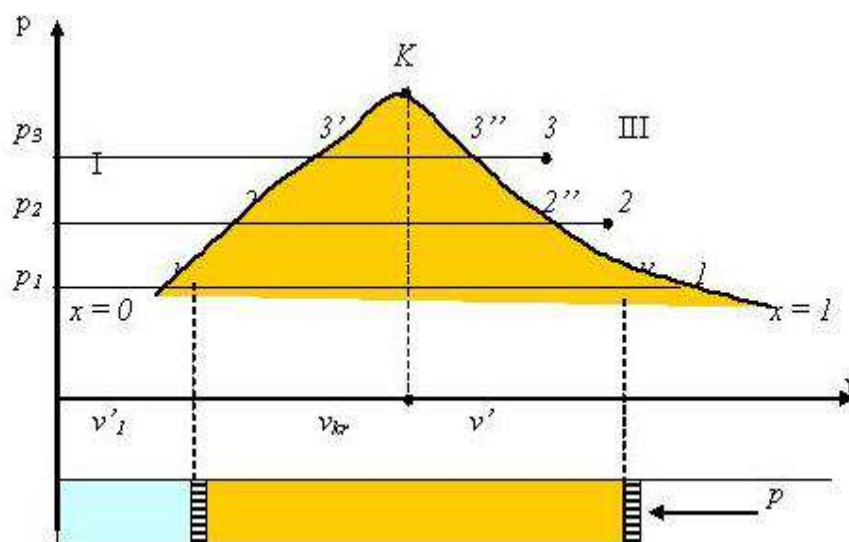
2-rasm. To'yingan quruq bug'ni o'ta qizigan bug'ga aylanish sxemasi

Bug' hosil bo'lish jarayonining $p - v$ diagrammada (3 – rasm.) tasvirlanishini ko'rib chiqishda quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

- Suyuqlikning $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dagi barcha parametrlari «nol» indeksi bilan ($t_0, v_0, h_0, S_0, \dots$).
- To'yinish haroratidagi parametrlarni bitta shtrix bilan ($t', v', h', S', \dots$).
- To'yingan quruq bug' parametrlarini ikkita shtrix bilan ($v'', h'', S'', \dots$).
- To'yingan nam bug' parametrlarini x indeks bilan ($v_x, h_x, S_x, \dots$).
- O'ta qizigan bug' parametrlarini indeksiz ($v, h, S, \dots$) belgilaymiz.

Silindrda porshen ostida 1 kg suv bor va uni bug'ga aylantirish kerak, deb faraz qilaylik. Silindr porsheniga tashqi tomondan **nagruzka** – P kuch qo'yilgan va bu kuch silindr ichida bosimni o'zgarmas bo'lishini ta'minlaydi deb faraz qilaylik.

3 – rasm. Bug' hosil bo'lish jarayonining $p - v$ diagrammada tasvirlanishi.



Diagrammada abstsissa o'qiga suvning va hosil bo'lgan bug'ning nisbiy hajmi, ordinatalar o'qiga esa tsilindrda bosim qo'yilgan. Shuni aytib o'tish kerakki, diagrammadagi egri chiziqlar suv va bug' hajmlarining haqiqiy nisbatiga mos kelmaydi. Bunga sabab shuki, past bosimlarda suvning hajmi shu bosimda to'yingan bug'ning hajmiga nisbatan xisobga olmas darajada kichik bo'ladi. Shunday qilib, agar diagramma kurishda qat'iy proporsiyalarga rioya qilsak, va suvning hajmini absissalar 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 ko'rib chiqishni suyuqlikni $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $1'$ nuqta bilan belgilanadi. Bu 1 kg suv to'yinish harorati va bosimida ($p_1; t_1$) da tsilindrda v'_1 hajmni egallaydi degan so'z. Xuddi shu paytda tsilindrda faqat bir fazali sistemaning o'zi – suv bo'ladi, xolos.

Tsilindrda yana issiqlik keltirilganda suv asta – sekin bug'ga aylanadi. Bug' hosil bo'lish jarayoni o'zgarmas bosimda $1' - 1''$ izobara bo'yicha boradi. Bu izobara bir vaqtning o'zida

izoterma hamdir, chunki shu vaqtda keltirilgan issiqlik suv va bug' haroratini oshirishga emas, balki molekulalar tortishish kuchini yengishga va bug'ning kengayish ishiga sarf bo'ladi.

Bu vaqtda silindrda ikki fazali muhit: suv + bug' bo'ladi, bu muhit **to'yingan nam bug'** deyiladi.

1'' nuqtada suyuqlikning oxirgi zarrasi ham bug'ga aylanadi. Bu nuqtada berilgan 1 kg suv to'liq 1 kg to'yingan quruq bug'ga aylanadi. Silindrda yana bir fazali muhit paydo bo'ladi – bu to'yinish harorati va bosimidan, parametrlari v''_1, p_1, t_1 bo'lgan **to'yingan quruq bug'**dir.

To'yingan quruq bug'ning holati beqarordir. Nuqta 1'' dan jarayon bug'ning o'ta qizish yo'nalishida yoki, aksincha kondensatlanishi yo'nalishida ketishi mumkin.

Agar silindrga o'zgarmas bosimda issiqlik keltirilishi davom ettirilsa, u holda to'yingan quruq bug' o'ta qizigan bug'ga aylanishi 1'' – 1 izobara bo'yicha davom etadi; bu izobara endi izoterma bo'la olmaydi, chunki keltirilgan issiqlik bug'ning qizishiga, haroratini oshirishga sarf bo'ladi.

Agar to'yingan quruq bug'dan (1'' nuqta) o'zgarmas bosimda va haroratda issiqlik olib ketilsa, u holda 1 kg to'yingan bug' asta – sekin 1'' – 1' chiziqli bo'yicha kondensatlanib, 1 kg suvga aylanadi (1' nuqta).

Shunday qilib, 1' – 1'' chiziqli bo'yicha chapdan o'ngga ketadigan jarayon bug' hosil bo'lish jarayoni, 1'' – 1' chiziqli bo'yicha o'ngdan chapga ketadigan jarayon esa kondensatlanish jarayoni deb ataladi.

Endi 1 kg suvni $p_2 > p_1$ 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' 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'' nuqta 1'' 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 yo'qoladi. Suyuqlik bilan bug'ning solishtirma hajmi, zichliklari bir xil bo'lib qoladi. Kritik temperaturada va undan yuqori temperaturalarda suv gazga o'xshab qoladi, bosim ko'tarilganda uning hajmi kamayadi. Bu holatni gazsimon 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.

I – suyuqlik sohasi;

II – to'yingan bug' sohasi;

III – o'ta qizigan bug' sohasi.

2. Suyuqlik va quruq bug'ning asosiy parametrlari.

Bug' hosil bo'lish issiqligi

Suvning 0 °C haroratda va turli bosimlardagi solishtirma hajmini taqriban $v_0 \approx 0.001 \text{ m}^3/\text{kg}$ ga teng deb hisoblash mumkin $\left(v_0 = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{1000} = 0,001 \text{ m}^3/\text{kg} \right)$. Qaynayotgan suvning solishtirma

hajmi v' bosimning ortishi bilan, ya'ni harorat ham ortadi va yuqori bosimlarda 0°C dagi solishtirma hajmidan sezilarli farq qiladi. Masalan, $P = 50 \text{ bar}$ bosimda $v' = 0,0012859 \text{ m}^3/\text{kg}$, $P = 220 \text{ bar}$ bo'lsa, $v' = 0,00269 \text{ m}^3/\text{kg}$ ga tenglashadi. Suvning haroratini 0 °C dan ma'lum bosimdagi qaynash haroratigacha osh

irish uchun sarflanadigan issiqlik miqdori quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$q = h' - h'_0 \quad (1)$$

bunda h' – qaynayotgan suvning entalpiyasi;

h_0 – suvning 0 °C dagi entalpiyasi.

Termodinamikada suvning uchlamchi nuqtasi holatidagi entalpiyasi va entropiyasi nolga teng deb qabul qilingan:

$$S_0 = 0; h_0 = 0.$$

Suvning uchlamchi nuqtasidagi parametrlari quyidagiga teng:

$$P_A = 0,00611 \text{ bar}; v_A = 0,001 \text{ m}^3/\text{kg}; t_A = 0,01 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Suvning uchlamchi nuqtadagi ichki energiyasi:

$$u_0 = h_0 - p_0 v'_0 = 0 - 0,00611 \cdot 10^5 \cdot 0,001 = -0,611 \text{ J/kg}.$$

Bu kattalik juda kichik miqdor bo'lib, 0 °C da suvning ichki energiyasini taqriban $u'_0 \approx 0$ deb hisoblash mumkin. Qaynayotgan suyuqlikning entalpiyasi bosimi va haroratiga asosan to'yingan suv bug'ining jadvalidan aniqlanadi.

Qaynayotgan suvning ichki energiyasini entalpiya formulasi orqali aniqlanadi:

$$h = u + pv \quad \text{yoki} \quad u' = h' - pv \quad (2)$$

Qaynash haroratigacha qizdirilgan suvga yana issiqlik berilishi davom ettirilsa, bug'lanish sodir bo'la boshlaydi. Bug'lanish davomida harorat oxirgi suv tomchisi bug'ga aylanmagunga qadar o'zgarmaydi. Bug'lanish jarayoni ham izotermik, ham izobarik jarayondir.

Tarkibida suv zarrachalari bo'lmagan, bosimi va harorati to'yinish bosimi va haroratiga teng bo'lgan bug' **quruq to'yingan bug'** deb ataladi.

1 kg suvni to'yinish (qaynash) haroratida to'liq quruq to'yingan bug'ga aylantirish uchun sarflanadigan issiqlik **bug' hosil bo'lish issiqligi** deb ataladi. Bug' hosil bo'lish issiqligi r harfi bilan belgilanadi. Bug' hosil bo'lish issiqligi bosim va harorat orqali aniqlanadi. Bug' hosil bo'lish issiqligi r ichki potensial energiyani o'zgartirishga yoki disgregasiya ishi (bog'lanishni uzishga) ρ va tashqi kengayish ishi $P(v'' - v') = \psi$ ga sarflanadi.

Bunda ρ - ichki, ψ - tashqi bug' hosil bo'lish issiqligi deyiladi. U holda bug' hosil bo'lish issiqligi quyidagiga teng:

$$r = \rho + p(v'' - v') = \rho + \psi \quad (3)$$

Quruq to'yingan bug'ning entalpiyasi:

$$h = h' + r \quad (4)$$

Quruq to'yingan bug'ning ichki energiyasi:

$$u'' = h'' - pv''$$

To'yingan bug'ning holati bitta parametr: bosim yoki harorat bilan aniqlanadi. h'' , h' , r , v'' , v' ning qiymatlari suv bug'ining jadvallaridan topiladi.

3. Nam to'yingan suv bug'ining asosiy parametrlari. o'ta qizigan bug'. suv bug'ining t – s va i – s diagrammalari

Bug' qozonlarida bug'lanish sirtida faqat nam bug' hosil bo'ladi. Nam bug' bosim p yoki to'yinish harorati t_T va **quruqlik darajasi** x bilan aniqlanadi. Nam bug'ning solishtirma hajmi:

$$v_x = v'' \cdot x + (1 - x) \cdot v' \quad (5)$$

yoki

$$v_x \approx v'' \cdot x \quad (6)$$

O'ta qizigan bug' maxsus qurilmalarida nam bug'ga issiqlik berish orqali hosil qilinadi. 1 kg quruq bug'ni o'ta qizigan bug'ga aylantirish uchun sarflanadigan issiqlik **o'ta qizish issiqligi** deyiladi. Bu issiqlik quyidagiga teng:

$$q_p = \int_{t_H}^t c_p dt \quad (7)$$

bunda c_p – o'zgarmas bosimda o'ta qizigan bug'ning haqiqiy issiqlik sig'imi.

O'ta qizigan bug'ning ichki energiyasi:

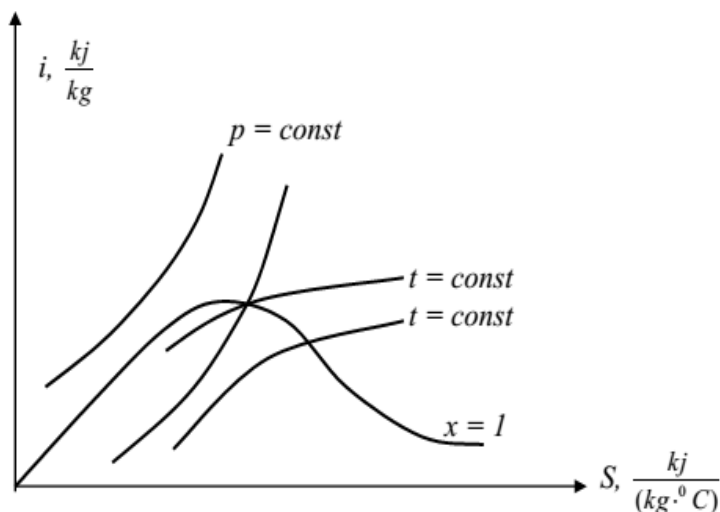
$$u = h - pv \quad (8)$$

bunda v – o'ta qizigan bug'ning solishtirma hajmi, m^3/kg .

Entalpiya, entropiya va solishtirma hajm qiymatlari suv bug'ining jadvallaridan aniqlanadi.

Suv bug'ining $T - S$ va $i - S$ diagrammalari. Nam havo.

O'ta qizigan bug' va ayniqsa to'yingan bug' ideal gazlardan keskin farq qiladi. Bunday bug'lar uchun holat tenglamalarini qo'llab bo'lmaydi. Shu sababli olimlar tomonidan tajribalar natijasida olingan jadval va diagrammalardan foydalaniladi. Suv bug'i uchun eng zamonaviy jadval va diagrammalarni professor M.P.Vukalovich ishlab chiqqan.



4-rasm. Suv bug'ining $i - S$ diagrammalari.

Bu diagrammalar yordamida suv bug'ining to'yinish harorati, bosimi, solishtirma hajmi, entalpiyasi, entropiyasi, quruqlik darajasi kabi parametrlari aniqlanadi (4-rasm).

Suv bug'i uchun $i - S$ diagrammani birinchi bo'lib 1904 yilda Mole taklif qilgan. Hozirgi vaqtda issiqlik – texnik hisoblarda M.P.Vukalovich tomonidan tuzilgan $i - S$ diagrammadan foydalaniladi. $i - S$ diagrammani kurishda ordinata o'qi bo'ylab entalpiya, absissa bo'ylab esa entropiya qiymatlari joylashtirilgan. Koordinata boshi qilib suvning uchlamchi nuqtasi qabul qilingan.

Issiqlik jarayonlarini hisoblashda suv bug'ining $T-S$ va $h-S$ diagrammalarini qo'llash issiqlik – texnik hisoblarni ancha soddalashtiradi.

Nam havo.

Atmosfera havosining tarkibida ma'lum miqdorda suv bug'lari bo'ladi. Quruq havo bilan suv bug'larining aralashmasiga **nam havo** deb ataladi. Nam havo asosan ventilyasiya sistemalarida, konditsioner va sovutish qurilmalarida va materiallarni quritish jarayonlarida uchraydi. Suv bilan ta'minlash manbalaridan uzoqda joylashgan issiqlik elektr stansiyalarida texnikaviy suvni sovutish jarayonlarida ham nam havoning xossalarini bilish zarur. Nam havo gazlar aralashmasining xususiy xollaridan biridir. Dalton qonuniga asosan, gazlar aralashmasidagi har bir gaz o'zini shu aralashma haroratida aralashmaning butun hajmini egallagandek tutadi, boshqacha qilib aytganda, gazlar aralashmasidagi gazlarning parsial bosimlari yig'indisi shu aralashmaning umumiy bosimiga teng. Quruq havoning parsial bosimini p_{havo} bilan, suv bug'ining parsial bosimini p_b va aralashmaning bosimini p bilan belgilasak, Dalton qonunini quyidagicha yozamiz:

$$p = p_{havo} + p_b \quad (9)$$

Odatda nam havoning bosimi atmosfera bosimi (B) ga teng bo'lgani uchun quyidagini yozish mumkin:

$$B = p_h + p_b \quad (10)$$

Havo aralashmasidagi suv bug'i qanchalik ko'p bo'lsa, aralashmada suv bug'ining parsial bosimi shunchalik yuqori bo'ladi. Nam havodagi suv bug'ining parsial bosimi kattalik p_s dan – nam havoning mazkur haroratdagi to'yinish bosimidan yuqori bo'la olmaydi, ya'ni

$$p_b \leq p_s \quad (11)$$

bo'lsa, nam havoni to'yinmagan, $p_b < p_s$ bo'lgan nam havoni to'yingan nam havo deb ataladi. Agar to'yinmagan havoni o'zgarmas bosimda sovutsak, shunday harorat hosil bo'ladiki, bunda bug' to'yina boshlaydi. Bu harorat – nam havoning **shudring nuqtasi** deb ataladi (t_p). Agar havoning shudring nuqtasidan past haroratgacha sovutilsa, bug' kondensasiyalana boshlaydi va tuman hosil bo'lib, havo o'ta to'yingan holatni oladi. Nam havoning asosiy termodinamik xarakteristikalariga quyidagilar kiradi: absolyut namlik, nisbiy namlik, zichlik, gaz doimiysi, nam saqlami va entalpiya.

Nazorat savollari:

- 1.To'yingan nam bug', to'yingan quruq bug' va o'ta qizigan bug'larga ta'rif bering.
- 2.Bug'ning quruqlik darajasi nima?
- 3.Suv bug'ining $p - v$ diagrammasini tasvirlang.
- 4.Bug' hosil bo'lish issiqligi nima?
- 5.Suv bug'ining $i-S, T-S$ diagrammalarini tasvirlang.
- 6.O'ta qizish issiqligi deb nimaga aytiladi?

10-ma'ruza.BUG' TURBINA QURILMALARINING SIKLLARI.

Reja:

- 1.Bug' turbinasining tasnifi.
- 2.Bug' turbinasidagi isroflar, quvvati va f.i.k.
3. Bug' - kuch qurilmasining nazariy sikli - Renkin sikli

Tayanch so'z va iboralar: Bug' turbinasining tasnifi.Bug' turbinasidagi isroflar, quvvati va f.i.k.Bug' - kuch qurilmasining nazariy sikli - Renkin sikli

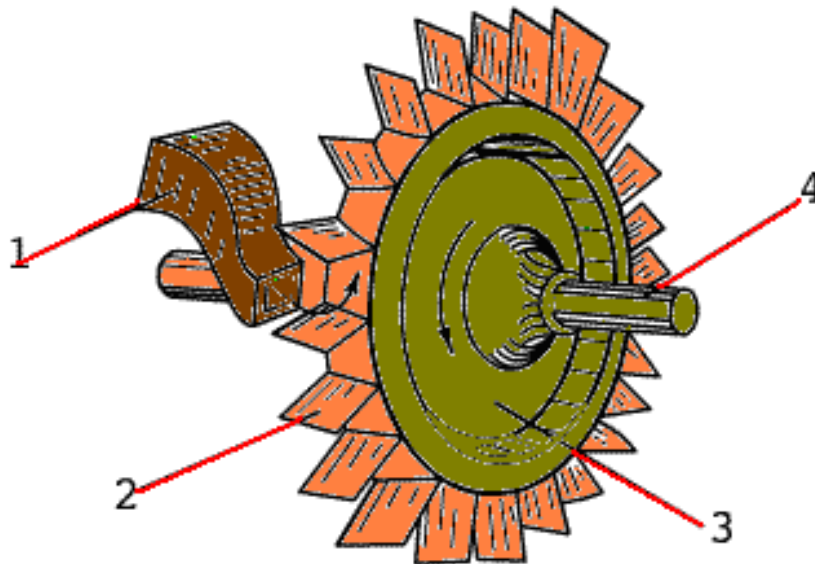
Adabiyotlar /2,3,6,12,13/

1.Bug' turbinasining tasnifi

Bug'ning issiqlik energiyasini bosqichma - bosqich mexanik energiyaga aylantirib beruvchi issiqlik mashinasi bug' turbinasi deyiladi. Hosil qilingan energiya boshqa turdagi energiyaga yoki mexanik energiyaga (ishga) aylantiriladi.

Bug' turbinasida bug' energiyasining mexanikaviy ishga aylantirish jarayoni ikki bosqichda amalga oshiriladi: 1) bug'ning potentsial energiyasini kinetik energiyaga aylantirish; 2) olingan kinetik energiyani turbinaning mexanikaviy ishga aylantirish. 1-rasmda bug' turbinasining soplosi va ish g'ildiragi keltirilgan.

Turbinaning bug' oqib o'tish qismi ikkita asosiy qismdan: birinchi qismi - soplo apparati 1, ikkinchi qismi- turbinaning vali 4 ga o'rnatilgan disk 3 dan tashkil topgan. Diskning aylanasi bo'ylab ish parraklari 2 mahkamlangan, ular kanallar hosil qiladi, (1 -rasm).



1-rasm. Bug' turbinasining soplosi va ish g'ildiragi

Birinchii jarayon soplo apparatida sodir bo'ladi, bu yerda yuqori bosimli bug' kiradi, soplolarda bug' kengayadi, uning bosimi pasayadi va tegishli tezlighi ortadi, ya'ni soplo apparatida bug'ning ichki energiyasi kinetik energiyaga aylanadi.

Ikkinchi jarayon ish parraklari hosil qilgan kanallarda sodir bo'ladi, bu yerda bug'ning kinetik energiyasi diskning va u bilan bog'langan turbina valining harajatlantiradigan mexanikaviy ishga aylanadi. Ish parraklari mahkamlangan bitta diskli soplo apparati turbinaning bosqichini hosil qiladi. Bir bosqichli turbinalarning aylanishlar soni katta (2000-5000 ayl/min) bo'ladi.

Ular odatda transport ustanovkalarida yordamchi qurilma sifatida ishlatiladi. Ko'p bosqichli bug' turbinalari katta quvvatli bo'ladi. Hozirgi vaqtda quvvati 300, 500 va 800 MVt bo'lgan bug' turbinalari ishlatiladi.

Hozirgi zamon turbinasi - bug' tejamligini juda yuqori, tez ishlaydigan murakkab dvigateldir.

Bug' turbinalari bir, ikki va ko'p bosqichli hamda mos ravishda past, o'rtacha va yuqori bosimli bo'ladi.

Hozirgi vaqtda ko'p bosqichli bug' turbinasi barcha issiqlik elektr stansiyalarida asosiy dvigatel hisoblanadi.

Bug' turbinasining ishlash tartibi va unda kechadigan termodinamik jarayonlar

2-rasmda bug'ning oqib chiqish jarayoni PVdiagrammadan hisoblanishi tasvirlangan. Bug' soplodan chiqishda absolyut tezlik C_1 bilan ish qanotlarining (parraklarining) kanallariga kiradi. Ish holati bug' bo'lgani uchun bug' oqimchasi unga kirganda o'zining yo'nalishini o'zgartiradi. Bunda turbina diskini aylantiruvchi aylanma kuch vujudga keladi.

Kundalik kesimi S bo'lgan soploga kirishidagi bug' bosimi p_1 bo'lsa, undan o'tayotganda kengayishi hisobiga bug' zarralarining tezligi ortadi va bosim p_2 gacha tushadi. Bug' zarralarini boshlang'ich tezligini C_0 , oxirgi bosim p_2 ga mos keluvchi tezligini C_1 deb qabul qilamiz. Bug'ning soplo va kuraklardan o'tish davridagi kengayish jarayonini adiabatik jarayon deb qarash mumkin.

Bug' soplodan keyin turbina kuraklaridan oqib chiqishi jarayonida tezligini biror C_0 dan C_1 gacha o'zgartiradi. Bu kinetik energiyaning o'zgarishini quyidagicha ifodalash mumkin.

$$\frac{c_1^2}{2g} - \frac{c_0^2}{2g} = s_1$$

Bug'ning adiabatik kengayishda bajargan ishi

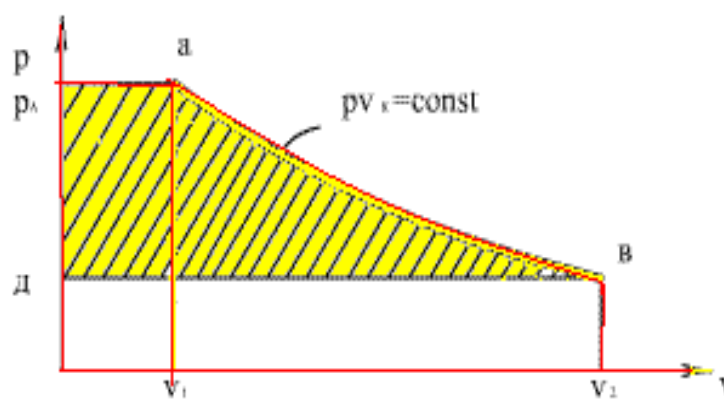
$$s_1 = \frac{1}{k-1}(p_1 V_1 - p_2 V_2) \quad 1)$$

Bug'ning soploga oqib kirish tezligi ancha kichikligini e'tiborga olib $C_0=0$ deb qabul qilsak

$$\frac{c_1^2}{2g} = p_1 V_1 + \frac{1}{k-1}(p_1 V_1 - p_2 V_2) - p_2 V_2 \quad 2)$$

Chunki $S = P_1 ABDn_1$; $S_1 = ABV_1 OP_1 E$; $S_2 = ABV_2 VV_1 A$; $S_3 = DBV_2 OP$; bo'lgani asosida .2- rasmdan yuzalarning algebratik yig'indisini quyidagicha ifodalanadi:

$$S = S_1 + S_2 - S_3 \text{ demak} \quad S_1 = P_1 V_1; \quad S_2 = \frac{1}{k-1}(V_1 P_1 - V_2 P_2); \quad S_3 = P_2 V_2.$$



2- rasm. Bug'ning oqib chiqish jarayonini P-V diagrammada tasvirlanishi.

Bularni e'tiborga olib tenglamani soddalashtirib hosil qilamiz:

$$\frac{c_1^2}{2g} = \frac{1}{k-1}(p_1 V_1 - p_2 V_2) \quad 3)$$

Adiabatik jarayondagi hajmlar nisbatlariga oid tenglamadan.

$$\text{yoki} \quad p_1 V_1^k = p_2 V_2^k \quad \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{k}} \quad 4)$$

$$\frac{c_1^2}{2g} = \frac{k}{k-1} p_1 V_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \quad 5)$$

Bu tenglikdan bug' zarrasining uchib chiqish tezligini topamiz.

$$c_1 = \sqrt{2g \frac{k}{k-1} p_1 V_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \right]} \quad 6)$$

2. Bug' turbinasidagi isroflar, quvvati va f.i.k.

Bug' turbinasida ishlab bo'lgan bug'ning tekshirilayotgan chiqish tezligidagi isroflardan tashqari foydali ishni kamaytiradigan isroflar ham bo'ladi. Bunday isroflar ichki va tashqi isroflarga bo'linadi.

Ichki isroflar turbinaning bug' oqib o'tadigan qismida vujudga keladi va foydalaniladigan issiqlik pasayishini kamaytiradi. Ular jumlasiga quyidagilar kiradi:

1) Soplolarda va turbinaning ish qanotlarida bug' oqimchasining devorlarga ishqalanishi, uyurmalanishi va xokazolar tufayli kinetik energiyaning isrof bo'lishi.

2) Ish kuraklari bilan turbina korpusi orasidagi bug'ning sizib chiqishi tufayli bo'ladigan isroflar;

3) bug'ning namligi tufayli kondensatsion turbinalarning oxirgi bosqichlarida sodir bo'ladigan isroflar. Suyuqlik zarralari kuraklarining devorlariga urilib, rotorning aylanishini sekinlashtiradi va qanotlarda olinadigan ishni kamaytiradi.

Tashqi isroflar jumlasiga quyidagilar kiradi:

1) turbina korpusi bilan undan chiqib turadigan ish valining chekkalari orasidagi zararlar orqali bug'ning sizib chiqishidan isroflar.

2) Mexanikaviy isroflar, bular turbinaning tayanch va tirak podshipniklarida ishqalanishni yengishga energiyaning sarflanishini, boshqarish sistemasini harakatga keltirish uchun energiyaning sarflanishi va boshqalar.

Bug' turbinasining quvvati va f.i.k.

Bug' turbinalarida turbina qanotlari ham hosil qiladigan ichki (indikator) quvvat N_i hamda turbina validan olinadigan effektiv quvvat N_e bo'ladi.

Agar ichki quvvati isroflarsiz ishlaydigan ideal turbina hosil qiladigan quvvati N_0 bilan taqqoslansa, u holda doimo $N_i < N_0$ bo'ladi.

Shu bilan bir vaqtda effektiv quvvat ichki quvvatdan mexanikaviy isroflarga sarflangan quvvat N_m kattaligicha kichik bo'ladi.

$$N_e = N_i - N_m \quad (7)$$

Turbinaning foydali ish koeffitsiyenti. Ichki nisbiy F.I.K. turbinadagi ichki isroflarni hisobga oladi va ushbu nisbatdan aniqlanadi:

$$\eta_{oi} = N_i / N_0 \quad (8)$$

Nisbiy effektiv F.I.K. mexanikaviy isroflarni hisobga oladi va quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

$$\eta_{oe} = \frac{N_e}{N_0} \quad (9)$$

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga ko'ra ideal siklni termik F.I.K.

$$\eta_t < 1$$

ekanligini e'tiborga olsak, u holda real mashinaning F.I.K.

$$\eta_{abs} = \eta_t \eta_{nis} \quad (10)$$

yoki

$$\eta_i = \eta_{oi} \eta_t \quad \eta_e = \eta_{oe} \eta_t$$

F.I.K. dvigatelining takomillashganlik darajasini ko'rsatadi, turli dvigatellarni bir-biri bilan taqqoslashga va ularni takomillashtirishga imkon beradi.

3. Bug' - kuch qurilmasining nazariy sikli - Renkin sikli

Hozirgi vaqtda elektr energiyasining asosiy qismi (80% ga yaqini) bug' – kuch qurilmalarida ishlab chiqariladi, ularda ish jismi sifatida suyuq va bug' holatdagi suv ishlatiladi.

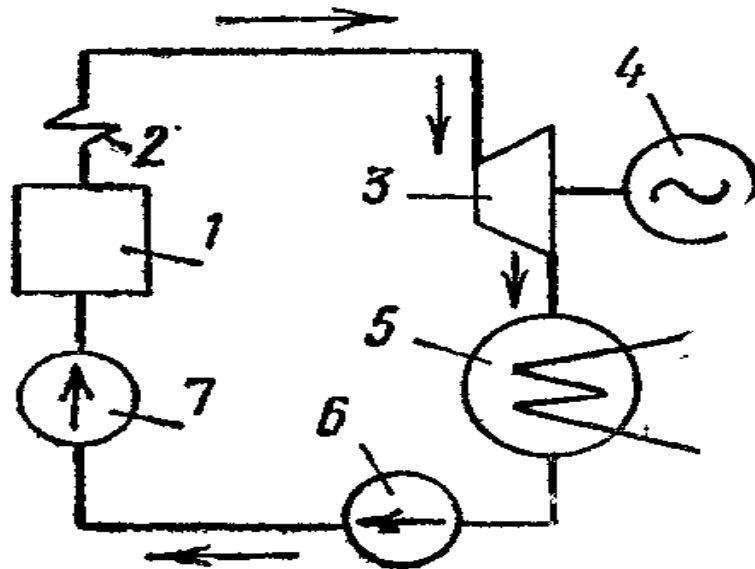
Yoqilg'ining yonishida hosil bo'ladigan issiqlikni mexanikaviy ishga aylantiradigan qurilmalar yig'indisi **bug'- kuch qurilmasi** deyiladi.

Bug'-kuch qurilmalari qozon agregati, bug' turbinasi, kondensator, nasos, elektr generator va boshqa yordamchi uskunalardan tashkil topgan. Bug'-kuch qurilmalarida ishlatiladigan ish jismi – suv bug'i parametrlarining o'zgarishini qarab chiqamiz. Bug'-kuch qurilmalarining nazariy sikli **Renkin sikli** hisoblanadi (3-rasm). Bunday siklni XIX asrning 50 – yillarida shotlandiyalik muhandis va fizik U. Renkin hamda R. Klauziuslar qariyb bir vaqtda taklif etdilar; odatda bu siklni Renkin sikli deb ataydilar.

Bug' qozoni 1 ga issiqlik keltiriladi. Qozondagi suv isiydi va to'yingan nam bug'ga aylanadi. Bug' bug' qizdirgich 2 ga o'tadi va u yerda belgilangan temperatura- gacha qiziydi. Yuqori bosim va temperaturadagi qizdirilgan bug' turbina 3 ga yuborila- di, bu yerda u kengayib ish bajaradi. Mexanik ish generator 4 ning valiga uzatiladi. Ishlab bo'lgan bug' esa turbinadan kondensator 5 ga o'tib u yerda kondensatlanadi. So'ngra kondensat nasosi 6 bilan ta'minlash nasosi 7 kondensatning bosimini berilgan qiymatgacha oshirib, keyingi sikl uchun qozonga uzatib beradi.

Renkin sikli to'rtta – ikkita izobarik va ikkita adiabatik jarayondan tarkib topadi.

4 – rasmda Renkin siklining P - v , T - s va h - s diagrammalari tasvirlangan. Bu diagrammalarda ordinatadagi 1 va 2 nuqtalar orasidagi masofa turbina bajargan ishga, 2 va 3 nuqtalar orasida ish bajarib bo'lgan bug', o'zidagi qoldiq issiqlikni kondensator – sovitgichga berib kondensatsiyalanadi, 3 va 5 nuqtalar orasida kondensat nasosda siqiladi, 5 va 1 nuqtalar orasidagi masofa siklda bajarilgan issiqlik q_1 ga mos keladi.



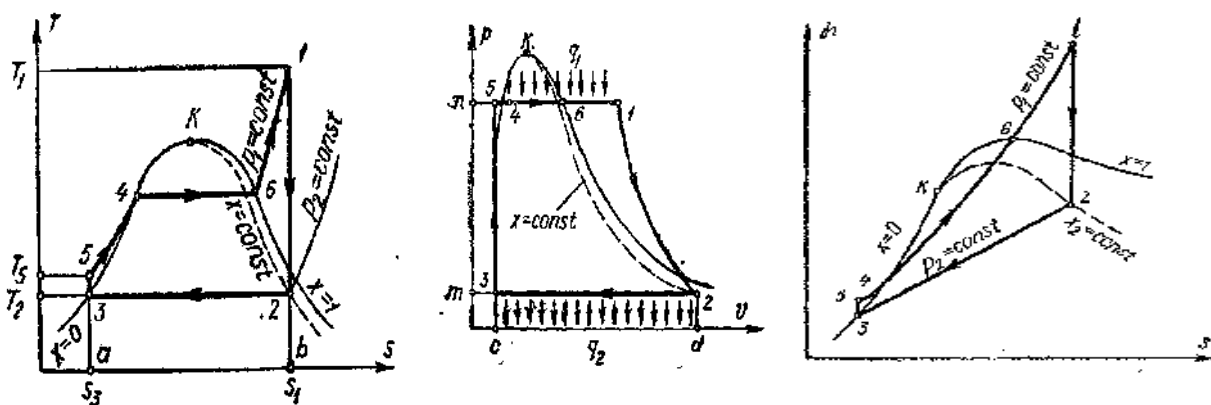
3-rasm. Bug'-kuch qurilmasining elementar sxemasi

Renkin siklida issiqlik berish va olish jarayonlari izobaralar bo'yicha amalga oshirilishi, izobarik jarayonda esa berilgan (olingan) issiqlik miqdori ish jismining jarayon boshi va oxiridagi entalpiyalari ayirmasiga teng bo'lishi tufayli, Renkin sikliga tadbiquan quyidagilarni yozish mumkin:

$$q_1 = h_1 - h_5 \quad (11)$$

va

$$q_2 = h_2 - h_3 \quad (12)$$



4 – rasm. Renkin siklining P-V, T-S va h-s diagrammasi.

Siklda ish jismiga, beriladigan issiqlik miqdori (q_1) T-S diagrammada 5-4-6-1 yuza bilan tasvirlanadi.

Sikldan olinadigan issiqlik (q_2) 3-2 yuzaga, sikl ishi esa P-V diagrammada 3-5-4-6-1-2-3 yuzaga ekvivalent.

Bu yerda h_1 o'ta qizigan suv bug'ining qozondan chiqishdagi entalpiyasi (p_1 bosim va T_1 temperaturada); h_5 – suvning qozonga kirishdagi, ya'ni nasosdan chiqishdagi entalpiyasi (p_1 bosim va T_5 temperaturada); h_2 – nam bug'ning turbinadan chiqishdagi, ya'ni kondensatorga kirishidagi entalpiyasi (bu entalpiya p_2 bosim bilan qat'iy aniqlanadigan to'yinish temperaturasi T_2 da suvning to'yinish chizig'idagi entalpiyasiga teng). 1 kg bug'ning sikl davomida bajargan foydali ishi l_{foy} bug'ning turbinaga kirishdagi h_1 va undan chiqishdagi h_2 entalpiyalarning farqiga teng:

$$l_{foy} = h_1 - h_2 \quad (13)$$

Umumiy ta'rifga ko'ra, har qanday siklning termik F.I.K. η_t foydalanilgan issiqlik $q_1 - q_2$ ning keltirilgan issiqlik q_1 ga nisbatiga teng:

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{l_{foy}}{q_1} \quad (14)$$

Renkin siklining F.I.K. ushbu ifodadan aniqlanadi:

$$\eta_t = \frac{(h_1 - h_5) - (h_2 - h_3)}{h_1 - h_5} \quad (15)$$

Bu tenglamani quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$\eta_t = \frac{(h_1 - h_5) - (h_5 - h_3)}{h_1 - h_5} \quad (16)$$

Nasos bajargan ish ($h_5 - h_3$) turbinada bajarilgan ishga ($h_1 - h_2$) nisbatan juda kichik bo'lishi tufayli, uni nazarga olinmasa, ya'ni $h_3 \approx h_5$ bo'ladi desak, u holda (6) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$\eta_t = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_3} \quad (17)$$

Bu munosabatdan past bosimli bug' – kuch qurilmalar siklini taxminan hisoblashda foydalanish mumkin. Yuqori bosimli qurilmalarda nasos ishi kattaligini nazarga olmasdan bo'lmaydi. Foydali ish birligi olish uchun turbina orqali muayyan miqdorda bug' o'tkazish kerak; bug'ning shu miqdori bug'ning solishtirma sarfi deyiladi va d_0 harfi bilan belgilanadi (kg/J):

$$d_0 = \frac{1}{h_1 - h_2} \quad (18)$$

Barcha bug' - kuch qurilmalari, asosan elektr energiyasi ishlab chiqarishga mo'ljallangan bo'ladi, shuning uchun bug'ning solishtirma sarfi d_0 elektr energiyasi birligiga to'g'ri keladigan birliklarda o'lchanadi. Agar entalpiyalar farqi h_1-h_2 kJ/kg larda ifodalansa, u holda d_0 $kg/(kVt \cdot soat)$ bilan ifodalanadi. $1 kVt \cdot soat = 3600 kJ$ ekanligini hisobga olib, (18) formulani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$d_0 = \frac{3600}{h_1 - h_2} \frac{kg}{(kVt \cdot soat)}$$

1- jadvaldan ko'rinib turibdiki, t_1 va p_1 o'zgarmas bo'lib, boshlang'ich bosim p_1 ortsa, Renkin siklining termik F.I.K. ortadi. Lekin p_1 bosimni ortishi natijasida kengayish oxirida bug'ning namligi ortadi.

η_t ning P_1 , t_1 , P_2 larga bog'liqligi.

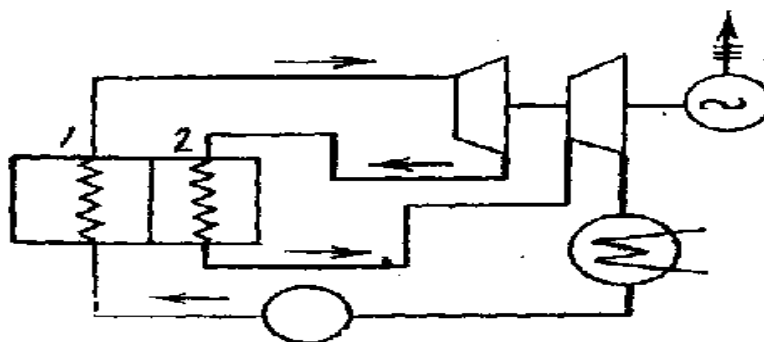
1 – jadval

P_1 , MPa	η_t , %	t_1 , $^{\circ}C$	η_t , %	P_2 , MPa	η_t , %
1,5	34	300	37,4	0,004	38,9
2,5	36,9	350	38	0,01	36,3
5	38,9	400	38,9	0,08	29,6
7,5	40,5	450	39,5	0,12	27,8
10	41,5	500	40,2	0,2	25,5
12,5	42	550	40,8	0,3	22,3
$t_1=400^{\circ}C$; $P_2=0,004MPa$		$P_1=5MPa$; $P_2=0,004MPa$		$P_1=5MPa$; $t_1=400^{\circ}C$	

Muayyan quvvatda bug'ning nisbiy sarfi qanchalik kam bo'lsa, bug' - kuch siklining F.I.K. shunchalik katta bo'ladi. Zamonaviy bug' - kuch qurilmalari o'ta murakkab bo'lishiga qaramasdan F.I.K. 90-98% ni tashkil qiladi. Renkin sikli termik F.I.K.ning kattaligi suv bug'i parametrlariga qanday bog'liqligini aniqlaymiz. Tadqiqotlar natijasida Renkin siklining F.I.K. quyidagi hollarda ortishi aniqlangan: p_1 bosim ortsa, p_2 bosim kamaysa va bug'ning o'ta qizish temperaturasi T_1 ortsa. Bug'-kuch qurilmalarining F.I.K. ortishi tufayli ko'p miqdorda yoqilg'i tejaladi. Masalan, quvvati 50 ming kVt bo'lgan bug'-kuch qurilmasining F.I.K. 1% ga ortsa, har soatda 250 kg shartli yoqilg'i tejaladi.

Namligi yuqori bo'lgan bug' turbina parraklarini tez ishdan chiqaradi. Namlikning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan me'yordan (10% gacha) ortib ketmasligi uchun bug' oraliq bosqichda qizdiriladi. Bug' turbinada qisman kengaygandan keyin bug' qizdirgichga beriladi, bu yerda u qaytadan o'ta qizigan bug' holatiga o'tdi. Shundan keyin u bug' turbinaning oxirgi bosqichlariga yuboriladi. Bug'ni oraliq bosqichda qizdirish termik F.I.K. ni qisman ko'payishiga va turbina

parraklari ishlash muddatining uzayishiga olib keladi. 5- rasmda bug'ni oraliq bosqichda qizdirishning oddiy sxemasi keltirilgan.



5- rasm. Bug' oraliq bosqichda qizdiriladigan bug' - kuch qurilmasining sxemasi.

Oraliq bug' qizdirgich 2 qozon agregatining gaz yo'llariga, odatda, asosiy bug' qizdirgich 1 dan keyin o'rnatiladi. Bug' qizdirgich 2 dagi bug' qizigan gazlar ta'sirida deyarli boshlang'ich temperaturagacha isiydi va turbinaning oxirgi bosqichlariga o'tadi. p_1 va p_2 o'zgarmasdan bug'ning boshlang'ich temperaturasi t_1 ko'tarilishi bilan temperatura tushishi ko'payadi va natijada η_t ortadi (1-jadvalga qarang), bug'ning namligi esa kamayadi. Bug'ning turbinadan chiqishdagi bosimi p_2 qanchalik past bo'lsa, bug' bajargan ish shunchalik ko'p va qurilmaning termik F.I.K. katta bo'ladi. Lekin p_2 bosim kondensatordagi sovituvchi suvning temperaturasi bilan aniqlanadi. Suvning yillik o'rtacha temperaturasini $10-15^\circ\text{C}$ dan past temperaturagacha sovitadigan tabiiy sovitgichlar yo'qligi sababli, p_2 ni juda kamaytirish yo'li bilan siklning F.I.K. ni oshirish amalda mumkin emas.

Nazorat savollari

1. Bug' turbinasi deb nimaga aytiladi?
2. Bug' turbinasining ish jaryonini tushuntirib bering?
3. Bug' turbinasida qanday termodinamik jarayonlar amalga oshiriladi?
4. Bug' turbinasining quvvati va f.i.k. qanday aniqlanadi?
5. Bug' - kuch qurilmasining nazariy sikli - Renkin siklini tushuntirib bering?
6. Renkin siklining P-V, T-S va h-s diagrammasini aytib bering.

11-ma'ruza. GAZ TURBINA QURILMALARI VA ISHLASH USLUBI.

Reja:

1. Gaz turbina haqida umumiy ma'lumot.
2. Gaz turbinalarining ishlash prinsipi.
3. Gaz turbinali qurilmalardagi termodinamik jarayonlar va uning $p-v, t-s$ diagrammalari.

Tayanch so'z va iboralar: Gaz turbinasi, GTQ qurilmalardan foydalanish, GTQ larda yoqilg'i, GTQ larda ishchi jism, aralashma tashqarida hosil bo'ladigan dvigatellar,

Adabiyotlar /2,3,7,8,12,14/

1. Gaz turbina haqida umumiy ma'lumot

Yuqori bosim va harorat ostidagi yonish mahsulotlari energiyasini kuraklar yordamida rotor valining mexanik energiyasiga aylantiruvchi issiqlik mashinasi **gaz turbinasi** deyiladi. Gaz turbinalari ham bug' turbinalariday bo'lib, faqat ularda bug' o'rniga yonish mahsuloti – tutun asosiy ish jismi hisoblanadi.

GTQ gaz – turbinasi - dvigatel va yordamchi qurilmalardan iborat. Dvigatel tarkibiga turbina, yonish kamerasi, kompressorlar, yoqilg‘i nasosi, bak, elektr generatori, regenerativ issiqlik almashtirgichlar kiradi. Yordamchi qurilmalar jumlasiga *GTQ* ning qaysi maqsadda ishlatilishiga qarab quyidagilarni kiritish mumkin: gaz yo‘llari, quvurlar, ishga tushirish qurilmalari, moylash tizimlari, suv ta‘minlash qurilmalari va boshqalar. *GTQ* dagi turbina, elektr generatori, havo kompressori va yoqilg‘i nasosi yagona umumiy valda joylashtiriladi. Oxirgi 20 – 30 yil mobaynida *GTQ* xususan transport va energetikada keng qo‘llanila boshlandi. Energetikada qo‘llaniladigan *GTQ*lari elektr energiyasi yetishmasdan qolganda, energetik tizimda buzilishlar bo‘lganda iste‘molchilarni elektr energiyasiga bo‘lgan talabini qondirish maqsadida ishlatiladi. Bunday *GTQ* larning quvvati 1–100 MVt oralig‘ida bo‘lib, yil mobaynida 1500 soatdan ortiq ishlatilmaydi. Dengiz kemalaridagi *GTQ* asosiy energiya manbai hisoblanadi va ularning quvvati 30 kVt dan 10 MVt gacha bo‘ladi.

Neftni haydashda, gaz magistrali quvurlarida, turli xil kompressorlarni ishlatishda *GTQ* lari asosiy mexanik energiya manbai hisoblanadi. *GTQ* aviatsiya transportidagi turboreaktiv, turbovintli reaktiv samolyotlarning asosiy va forsaj (fransuzcha forcer – jadallashtirmoq) dvigatellarida ham keng tadbiq etilgan.

Hozirgi zamon *GTQ* ning deyarli hammasi yonish mahsulotlari turbinaning oqim qismi orqali o‘tadigan sxema bo‘yicha ishlaydi. Shu sababli gaz turbinalarida ishlatiladigan yoqilg‘i tarkibida zararli aralashmalar miqdori juda kam bo‘lishi kerak. Bunday yoqilg‘ilar jumlasiga tabiiy gaz, yaxshi tozalangan sun‘iy gazlar (domna gazi, koks gazi, generator gazi) gaz turbinalarida ishlatiladigan maxsus suyuq yoqilg‘i (dizel, motor yoqilg‘isi, solyar moyi) kiradi. *GTQ* lar ish moddasini yoqish uslubiga ko‘ra $v = \text{const}$, $p = \text{const}$ va aralash bosqichli bo‘ladi.

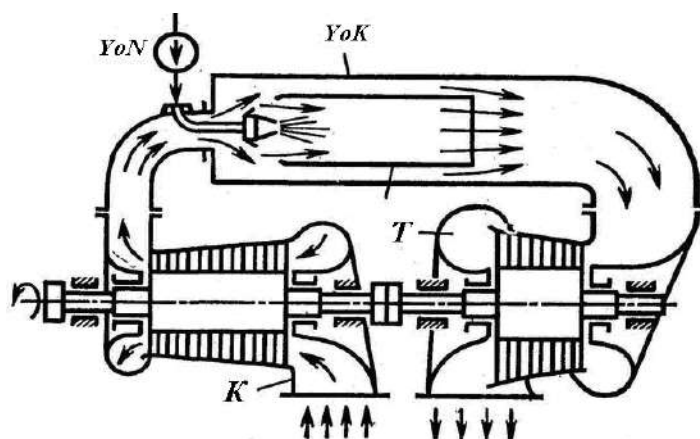
Gaz turbinasi deb, ishchi jismi yonuvchi gaz va havo aralashmasidan iborat bo‘lgan issiqlik yuritgichiga aytiladi. Ishlash printsipi va konstruksiyasi jihatidan bug‘ turbinasiga o‘xshash. Gaz turbinasining oquvchi qismida gaz oqimidan issiqlik energiyasi avval kinetik va so‘ng rotor aylanishi mexanik ishiga aylanadi.

Gaz turbina qurilmalari bug‘ turbinalariga nisbatan quyidagi afzalliklariga ega:

- 1) ixcham;
 - 2) kondensator qurilmasining yo‘qligi;
 - 3) konstruksiyasining soddaligi va qulayligi;
 - 4) metall tejamkorligi;
 - 5) sovitish uchun ko‘p suv talab qilinmaydi.
- Gaz turbinasining quyidagi kamchiliklari mavjud:
- 1) gaz turbinalarining tez ishdan chiqishi;
 - 2) ishlatiladigan yoqilg‘iga yuqori talabliligi.

2. Gaz turbinalarining ishlash prinsipi

Bug‘ turbinalari kabi gaz turbinalari ham aktiv, reaktiv, bir pog‘onali va ko‘p pog‘onali bo‘ladi. Gaz harakatiga qarab o‘qli va radial turlariga bo‘linadi. Agar gaz turbina o‘qi yo‘nalishida harakat qilsa, u o‘qli gaz turbinasi bo‘ladi. Agar gaz turbina o‘qiga perpendikulyar (ko‘ndalang) harakat qilsa, unda radial gaz turbinasi bo‘ladi. 1–rasmda gaz turbinasi qurilmasi sxemasi keltirilgan. Reaktiv gaz turbinalarining qo‘llanilishi F.I.K va ish rejimining barqarorlanishiga olib keladi. Ishlash rejimi, issiqlik miqdori, ishlatiladigan yoqilg‘i turiga qarab ko‘p pog‘onali gaz turbinalari 2–7 va undan ham ko‘p pog‘onali bo‘lishi mumkin. Kam miqdorli yuklamalar uchun bir pog‘onali gaz turbinalari iqtisodiy qulay.



1-rasm. Gaz turbinasi qurilmasi sxemasi va sikli

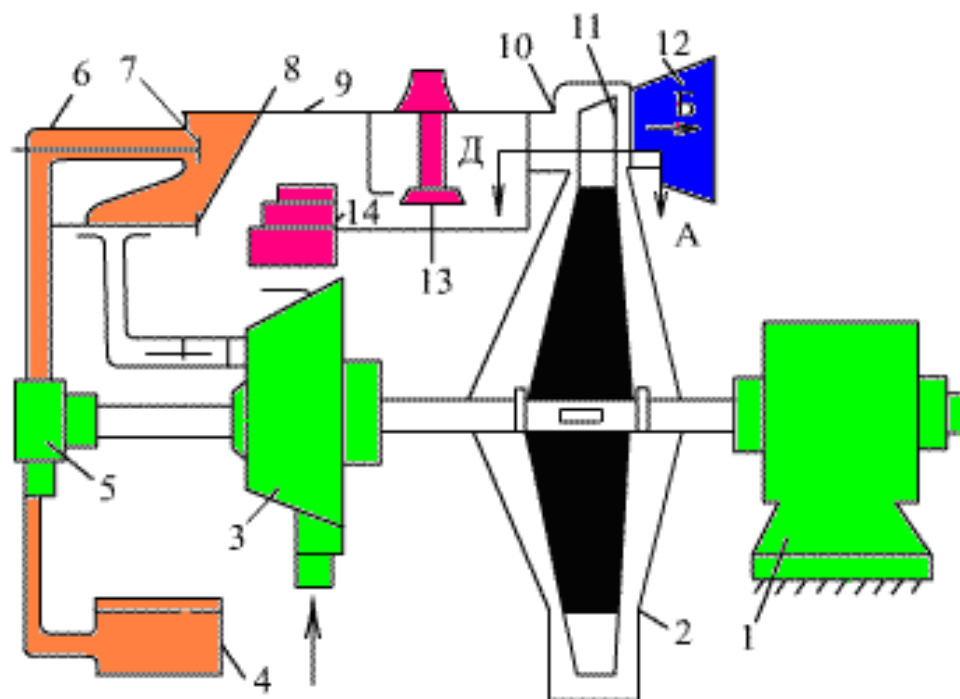
Gaz turbinalari bug' turbinalariga nisbatan yuqori boshlang'ich haroratda ishalaydi. Shuning uchun uning detallari issiqqa chidamli po'latdan yasaladi, ba'zi holda ishchi kuraklarni sovitish uchun maxsus qurilmalar o'rnatiladi. Bundan tashqari, gaz turbinalari past (boshlang'ich) bosimda ishlaganligi sababli gazning kengayishi natijasida hajmi bir necha yuz barobar ortadi. Shuning uchun gaz turbinasini ishga tushirishdan oldin uning aerodinamikasi tekshirib ko'riladi. Gaz turbinasining alohida qurilmalarini hisoblash metodikasi bug' turbinasi hisobi metodikasi bilan bir xil.

Kompressor atmosferadan havoni so'rib, kerakli bosimgacha siqib beradi va yonish kamerasiga uzatadi. Yonish kamerasiga nasos orqali forsunkadan yoqilg'i keladi va havo bilan aralashib yonadi. Hosil bo'lgan issiq aralashma turbinaga yo'naltiriladi (1-rasm). Aralashma haroratini yonish kamerasida havo miqdori orqali o'zgartirish mumkin. Masalan, turbina uchun issiq havo harorati 900–1100 K bo'lsa, u uzoq muddat ishlashi isbotlangan. Yonish harorati esa yonish kamerasida 2000 K ni tashkil etadi. Turbinada gaz kengayib, mexanik ish bajaradi. Turbina validagi quvvatning bir qismi kompressor kuraklarining aylanishiga sarf bo'ladi, qolgani iste'molchiga uzatilishi yoki elektr energiyasi olishga sarf bo'lishi mumkin.

3. Gaz turbinali qurilmalardagi termodinamik jarayonlar va uning $p-v, t-s$ diagrammalari

2-rasmda yoqilg' $P=const$ bo'lganda yoqiladigan GTQ ning sxemasi keltirilgan.

Gaz turbinasining tarkibiy qismi yonish kamerasi 6 yonish mahsuloti oqimidagi issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi gaz turbinasi 2, atmosfera havosini surib va siqib uzatuvchi kompressor 3, yoqilg'i nasosi 5 va bak 4, elektr generatori 1, soplo 11, yonish kamerasi 9 va boshqa yordamchi qismlardan tashkil topgan.



2-rasm. Yoqilg'i $P=\text{const}$ bo'lganda yoqiladigan GTQ ning sxemasi.

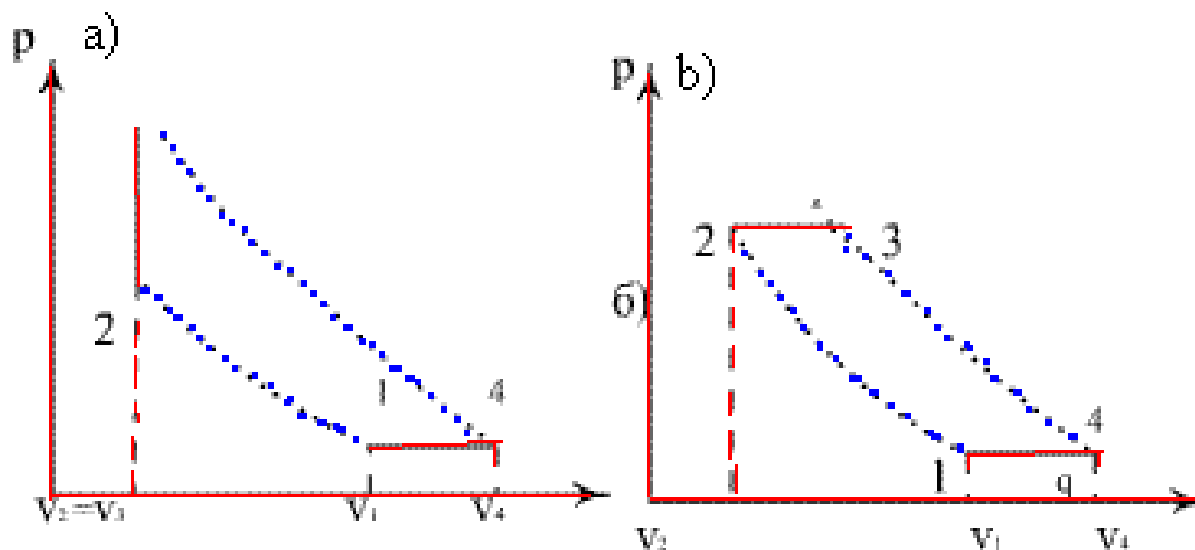
6- yoqilg'i trubasi, 7-forsunka, 8 - siqilgan havo trubasi, 10 - yonish mahsuli oqimini yunaltiruvchi apparati, 11 - gaz turbinasi kuraklari, 13- o't oldirish svechasi.

Tuzilishi va yoqilg'ini yoqilish uslubiga ko'ra, gaz turbinasi qurilmasi (GTQ) tarkibiga elektr svecha, ish moddasi (havo va yoqilg'i) ni yonish kamerasiga kiritish hamda yonish mahsulini kameradan chiqarish klapanlari, regeneratsiya bo'lmasi, birlamchi va ikkilamchi bosqichli yonish kameralari hamda turbinalari, shuningdek, ikkilamchi kompressor kiradi. GTQlarda ish moddasini yoqish uslubiga ko'ra $V = \text{const}$, $P = \text{const}$ va aralash bosqichli bo'ladi.

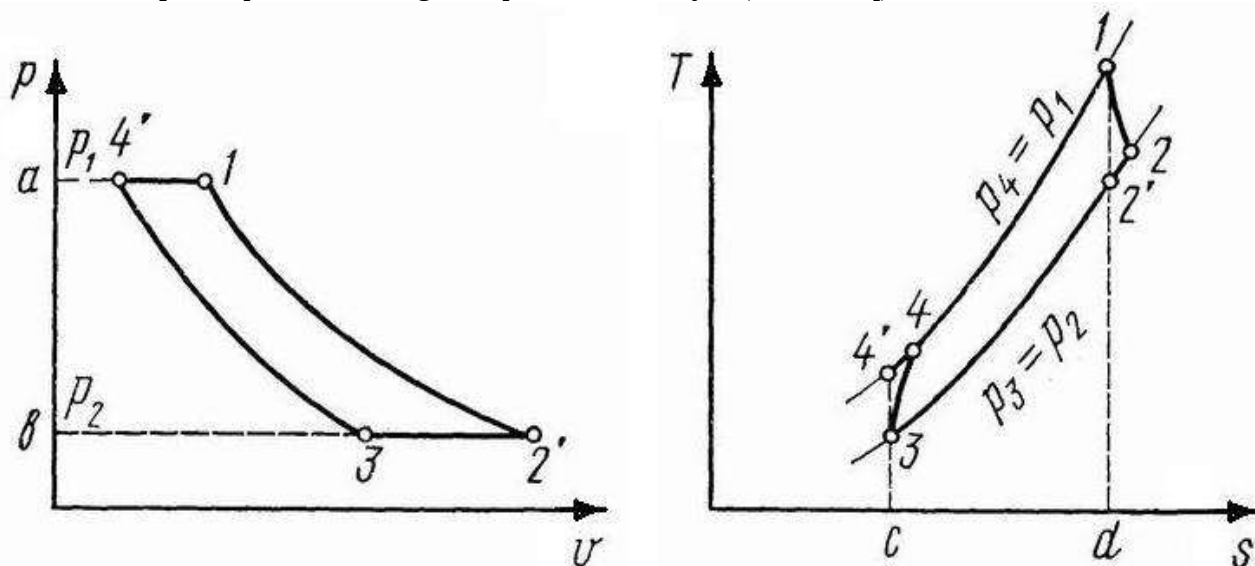
GTQlarda yoqilg'i sifatida tabiiy gaz, tozalangan koks, domna va generator gazlari, maxsus dizel solyar moylari ishlatiladi. GTQdagi turbina, elektr generatori, havo kompressori va yoqilg'i nasosi yagona umumiy valda joylashtiriladi. Ish yoqilg'isining $V=\text{const}$ da yonadigan GTQ siklidagi termodinamik jarayonlarni qarab chiqamiz. Atmosfera havosi kompressor 3 ga surilib unda siqiladi (3-a-rasm 1-2 chiziq) va aniq parametrga ($T_1P_1V_1$) ega bo'lgandan so'ng avval havoni kiritish, keyin yoqilg'ini kiritish klapanlari ochilib yonish kamerasiga mos ravishda, siqilgan havo va yoqilg'i uzatiladi.

3-rasm. Issiqlik $V=\text{const}$ (a) va $P=\text{const}$ (b) bo'lganda uzatiladigan GTQ siklidagi termodinamika jarayonlarning P-V diagrammalari

Svecha yordamida ish yoqilg'isi yondiriladi. Bunda bosim oshadi (2-3 chiziq) Ish



yoqilg'ini to'la (kamida 95%) yongandan so'ng, uning temperaturasi 23000K ga ko'tariladi, shunda yonish kamerasidagi bosim eng yuqori qiymatga yetadi. Ana shundagina yonish mahsuloti gaz turbinasi kuraklariga yo'naltiruvchi kanalda joylashgan chiqarish klapani ochiladi. Shunda yonish mahsuloti temperaturasini 1000-14000K gacha pasaytirish maqsadida unga maxsus yo'llar orqali sovuq havo uzatiladi (chunki gaz turbinasi o'ta yuqori temperaturalarga chidamaydi). Hosil bo'lgan aralashma katta bosim ostida turbina kuraklariga ta'sir ko'rsatib, uning rotorini aylantiradi, ya'ni issiqlik energiyasi mexanik energiyaga aylanadi. Yonish mahsuloti adiabatik kengayib ish bajaradi (3-4 chiziq) Gaz turbinasida ish bajarib chiqqan yonish mahsuloti soplo orqali atmosferaga chiqariladi va soviydi (4-1 chiziq)



4- rasm. Gaz turbina qurilmasining p-v va T-S diagrammalari.

Demak, GTQda o'tadigan siklga $V=const$ bo'lganda issiqlik berilganda, u ikkita adiabatik, bitta izoxoradan hamda bitta izobaradan iborat bo'lgan termodinamik jarayonlardan tashkil topar ekan. Siklning bajargan foydali ishi 1-2-3-4-1 nuqtalar bilan chegaralangan yuzaga son qiymati jihatidan teng bo'ladi. Siklning F.I.K. termodinamikasining ikkinchi qonuni ifodasidan aniqlanadi:

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} \quad (1)$$

Gaz turbina qurilmasining ish sikli nazariy va haqiqiy termodinamik Sikliga bo'linadi. 9-a. rasmda gaz turbina qurilmasining P-V va T-S diagrammalari keltirilgan.

Nazariy termodinamik siklda soddalashtirishlar qabul qilingan:

- 1) sikl yopiq deb qaraladi, ideal gaz miqdori, tarkibi va sig'imi o'zgarmas;
- 2) siklidagi hamma jarayonlar qaytar, issiqlik va gidravlik yo'qotishlar yo'q;
- 3) kompressorda siqilish va turbinada kengayish adiabatik bo'ladi, entropiya qiymati o'zgarmas. Yonish kamerasiga issiqlik berilganda izobara bo'yicha (4-1) harorat T_4 dan T_1 gacha ortadi. 1-2 chizig'i turbinada ish jismining izoentropik kengayishini harakterlaydi. Haqiqiy siklda ichki isroflar hisobiga issiqlik yo'qoladi va sikli 1-2 chizig'i bo'yicha bo'ladi.

Termodinamik siklda issiqlik olinishi 2-3 izobarasi bilan ifodalanadi. Issiqlik olinish natijasida harorat boshlang'ich holatiga keladi (T). Haqiqiy jarayonda esa 2-3 chizig'i turbinadan gazning atmosferaga chiqarib yuborilishidagi sovishini bildiradi.

Termodinamik siklning termik F.I.K.:

$$\eta_1 = \frac{(q_1 - q_2)}{q_1} = \frac{I_0}{q_1} \quad (2)$$

bu yerda:

q_1 —keltirilgan issiqlik miqdori;

q_2 —olingan issiqlik miqdori;

I_0 —olingan foydali ish.

Foydali ish turbina va kompressor izoentropik ishlari farqiga teng:

$$I_0 = I_{0t} - I_{0k} \quad (3)$$

Kompressorda izoentropik siqilish 3–4–a–v yuza bilan belgilanadi va sikli boshidagi hamda oxiridagi entalpiyalar farqi bilan ifodalanishi mumkin:

$$l_{ok} = i'_{4} - i_3 = c_p(T_4 - T_3) \quad (4)$$

bu yerda: c_p – o'zgarmas bosimdagi gazning issiqlik sig'imi;

$i_4 - i_3$ – sikldagi siqilish boshidagi va oxiridagi entalpiya;

$T_4 - T_3$ – 3–4 nuqtadagi absolyut harorat.

Turbinada gazning izoentropik kengayishi p - v diagrammada a –1–2– v yuza bilan belgilanadi hamda kengayishni boshi va oxiridagi entalpiya farqi bilan ifodalanishi mumkin:

$$l_{ok} = i_1 - i'_2 = c_v(T_1 - T_2) \quad (5)$$

bu yerda: c_v – o'zgarmas hajimdagi gazning issiqlik sig'imi;

$i_1 - i_2$ – kengayish boshi va oxiridagi entalpiya;

$T_1 - T_2$ – 1–2 nuqtadagi absolyut harorat.

Sikliga keltirilgan issiqlik miqdori T – S diagrammada s –4– l – d yuza bilan belgilanadi:

$$q_1 = c_p(T_1 - T_4). \quad (6)$$

Haqiqiy jarayonda kompressorda gazning siqilishi va turbinada kengayishidagi ish miqdori:

$$\begin{aligned} l_k &= c_p (T_4 - T_3); \\ l_t &= c_p (T_1 - T_2). \end{aligned} \quad (7)$$

Kompressor ichki F.I.K.:

$$\eta_k = \frac{l_{ok}}{l_k} = \frac{(T_4 - T_3)}{(T_4 - T_2)} \quad (8)$$

Nazorat savollari: .

1. Gaz turbinasi deb nimaga aytiladi?
2. Gaz turbinasini ishlash jarayonini tushintirib bering?
3. Qaysi qurilmalarga GTQ qurilmalardan foydalaniladi?
4. GTQ larda yoqilg'i sifatida nimalar ishlatiladi?
5. GTQ larda ishchi jism vazifasini nimalar bajaradi?
6. Gaz turbinasining afzalliklari va kamchiliklari nimalardan iborat?

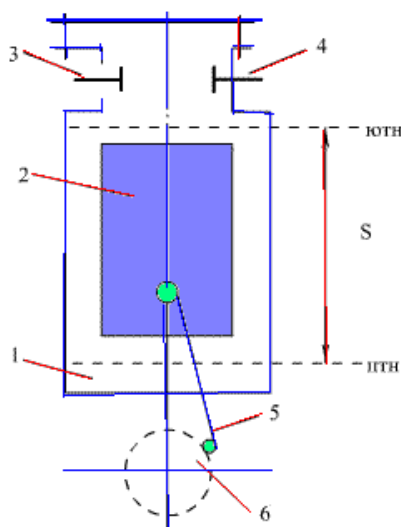
12 – MA'RUZA. ICHKI YONUV DVIGATELLARI (IYOD). ASOSIY TUSHUNCHA VA TA'RIFLAR.

Reja:

1. Ichki yonuv dvigatellari haqida umumiy ma'lumot.
2. Aralashma tashqarida hosil bo'ladigan dvigatellar.
3. Ichki yonuv dvigatellarining ideal sikllari
ichki yonuv dvigatellarining ideal sikllari
4. Dvigatelning quvvati va f.i.k.

Ichki yonuv dvigatellariga (IYOD) barcha ish jarayonlari (yoqilg'ining yonishi, issiqlik chiqishi va uning mexanikaviy ishga aylanishi) dvigatel ish silindrining ichida sodir bo'ladigan issiqlik dvigatellari kiradi. Bu dvigatellarda yoqilg'ining yonish mahsulotlari ish jismi hisoblanadi. 6.1 - rasmda ichki yonuv dvigatelining sxemasi tasvirlangan. Silindr 1 ning kallagida kirish 3 va chiqish 4 klapanlari hamda dvigatelning turiga qarab, yondirish svechasi yoki yoqilg'i

purkash forsunkasi joylashadi. Porshen 2 ning ilgarilanma harakati krivoship -shatunli mexanizm 5 yordamida aylanma harakatga aylanadi.



1 -rasm Ichki yonuv dvigateling sxemasi.

Porshenni bir chekka holatdan ikkinchi chekka holatga siljishi takt deyiladi. Silindrning yuqori turish nuqta (TYUN) bilan pastki turish nuqta (PTN) orasidagi hajmni silindrning ish hajmi deyiladi va V_n bilan belgilanadi. Silindrning kalpasi bilan YUTN da turgan porshen orasidagi hajm yonish kamerasining hajmi yoki siqish kamerasi deyiladi va V_c bilan belgilanadi. Ish hajmi V_n bilan, yonish kamerasi V_c ning yig'indisi silindrning to'la hajmi deyiladi.

$$V_a = V_n + V_c$$

To'la hajmning yonish kamerasining hajmiga nisbatan siqish darajasi deyiladi va ϵ bilan belgilanadi:

$$\epsilon = V_a / V_c$$

Dvigatelning silindrida yonilg'i eng to'liq yonishi uchun u yonish uchun zaruriy miqdordagi havo bilan yaxshi aralashgan bo'lishi lozim.

Dvigatelda yondirish uchun tayyorlangan havo bilan yonilg'i aralashmasi ish aralashmasi deyiladi. Aralashma tayyorlashning ikki: tashqi va ichki usuli bor. Aralashma tashqarida tayyorlanadigan dvigatellarda yangi aralashma aralashtirgichda tayyorlanadi va siqilish darajasi past bo'ladi. Ularga karbyuratorli va gaz dvigatellari kiradi.

Aralashma ichkarida tayyorlanadigan dvigatellarda yonilg'i va havo ish silindriga alohida beriladi. Ular silindr ichida aralashib, ish aralashmasini hosil qiladi.

ARALASHMA TASHQARIDA HOSIL BO'LADIGAN DVIGATELLAR.

Karbyuratorli dvigatellar. To'rt taktli karbyuratorli dvigatellarning ish siklini ko'rib chiqamiz Birinchi takt- ish aralashmasining silindrga kirishi (surilishi). (12.1-rasm) Porshen 2 YuTN dan PTN ga yuqoridan pastga tomon siljiydi, bunda kirish klapani 3 ochiq, chiqish klapani 4 esa berk bo'ladi.

Porshen pastga tomon harakatlanganda silindr 1 da siyraklanish vujudga keladi va unga ish aralashmasi suriladi. Porshen yo'lining oxirida silindr ish aralashmasi bilan to'ladi va kirish klapani berkiladi.

Ikkinchi takt -ish aralashmasining siqilishi. Ikkinchi taktning oxirida aralashma elektr uchquni ta'sirida o't oladi, temperatura bosimi ko'tariladi.

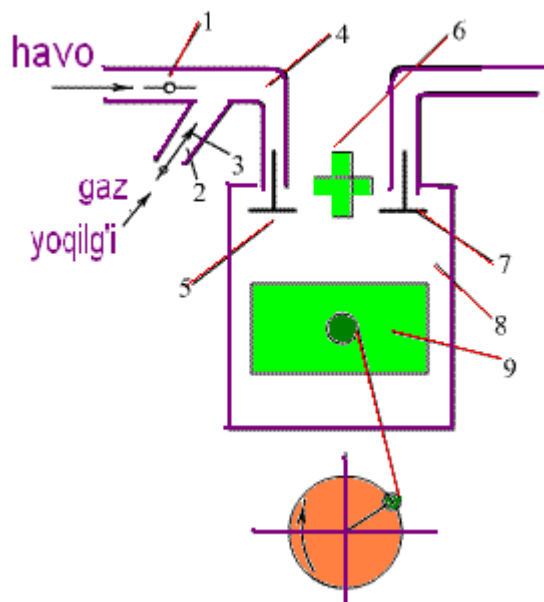
Uchinchi takt- yonish mahsulotlarining kengayishi. Ikkala klapan berk bo'ladi. Yonish mahsulotlari kengayib, porshenni bosadi va mexanikaviy ish bajaradi, bu ish shatun 5 orqali dvigatel valiga uzatiladi.

To'rtinchi takt- yonish mahsulotlarini siqib chiqarish. Uchinchi taktning oxirida porshen PTN ga kelganda chiqarish klapani ochiladi va silindrning ish bo'shlig'i atmosfera bilan tutashadi. Gazning asosiy qismi ochiq klapan orqali silindrdan atmosferaga chiqarib yuboriladi. Porshen PTN dan YuTN ga tomon harakatlanganda qolgan yonish mahsulotlari ham silindrdan atmosfera siqib chiqariladi.

Shundan keyin yana surish boshlanadi va sikl takrorlanadi.

Karbyuratorli dvigatellar yengil suyuq yoqilg'ida ishlaydi. Ish aralashmasi maxsus qurilmada - karbyuratorda tayyorlanadi; uning ishlash prinsipi yonilg'ining dvigatelga suriladigan va karbyurator orqali katta tezlikda o'tadigan havo oqimi ta'sirida tuzatilishiga asoslangan.

Gaz dvigatellari. Gaz dvigatellda gaz yonilg'i bilan havo truboproaod 1 va 2 lar bo'ylab aralashtirgich 4 ga kiradi.



12.2 -rasm. Gaz dvigateling sxemasi.

Ularning miqdoriy nisbati droselli zaslonkalar 3 yordamida rostlanadi. Porshen 9 pastga tomon harakatlanganda silindr 8 ga kirish klapani 5 orqali aralashtirgichdan ish aralashmasi suriladi. Porshen yuqoriga harakatlanganida ish aralashmasi siqiladi. YuTN yaqinida svechalar (sham) ning elektrodleri orasida paydo bo'ladigan elektr uchquni ta'sirida aralashma alanganadi. Ish yo'li o'tilgandan keyin ishlab bo'lgan gazlar klapan Z orqali atmosferaga chiqariladi.

ARALASHMA SILINDR ICHIDA TAYYORLANADIGAN DVIGATELLAR.

Siqish darajasi yuqori bo'lgan dvigatellar, silindriga atmosferadan toza havo beriladi. Porshen silindrning qopqog'i tomon harakatlanganida havoni yuqori bosimgacha siqadi. Bunda temperatura ko'tariladi.

Nasos va forsunka yordamida siqish kamerasiga tuzatilgan suyuq yoqilg'i purkaladi. U siqish kamerasidagi qizigan havo bilan aralashadi va o'z - o'zidan alanganib ketadi.

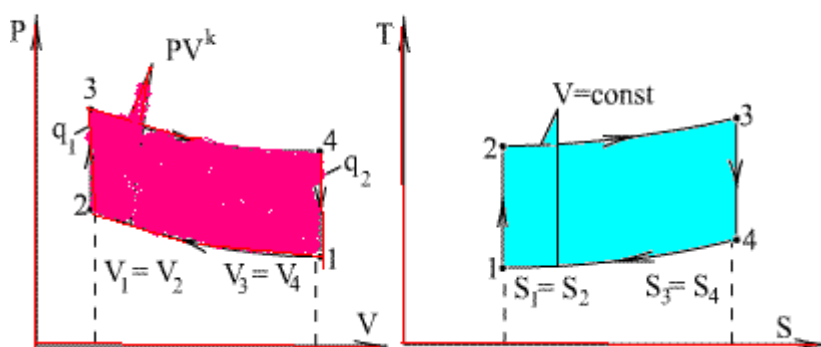
ICHKI YONUV DVIGATELLARINING IDEAL SIKLLARI

Ichki yonuv dvigateli - issiqlik mashinasi bo'lib, unda issiqlik energiyasini mexanik ishga aylantirish dvigatelning ishchi silindrida amalga oshiriladi. Ichki yonuv dvigatellarini tadqiqot qilishda mavjud dvigatellarga nisbatan quyidagi chetlanishlar qo'llaniladi:

1. Ish jismi sifatida 1 kg. ideal gaz olinadi;
2. Yoqilg'ining yonish jarayoni va yonishdan hosil bo'lgan gazlarni chiqarib tashlash sistemaga issiqlik keltirish (q_1) va sistemadan issiqlik olib ketish (q_2) bilan almashtiriladi. Ichki yonuv dvigatellarida ish jarayonini tashkil qilish bo'yicha uchga bo'linadi.

12.4.1. Hajm o'zgarmas bo'lganda issiqlik keltiriladigan otto sikli. Bu qism karbyuratorli dvigatellarning ideal sikli bo'lib, bunda siqish darajasi kam bo'lib, yoqilg'i va havo aralashmasi silindrdan tashqarida, karbyuratorda tayyorlanib ish silindrida siqiladi.

Bu sikl 2 ta izoxoraviy ($V=\text{const}$) va 2 ta adiabatik jarayondan tashqil topgan. Otto siklini PV va TS ko'rsatkichlarida tasvirlaymiz.



12.3- rasm. Otto siklini PV va TS diagrammalari siklni tushuntirilishi.

Porshen pastki o'lik nuqtadan yuqorigi o'lik nuqtaga qarab harakat o'zgarganda gaz 1-2 adiabatik jarayon bo'yicha siqiladi ($PV^k = \text{const}$)

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$$

siqish darajasi deyiladi. Siqish darajasi bu porshen pastki o'lik nuqtada bo'lganda silindrning to'liq hajmini porshen yuqori o'lik nuqtada bo'lganda siqish kamerasini hajmiga nisbatiga aytiladi. Karbyuratorli ichki yonuv dvigatellari uchun $\varepsilon < 10$.

2-3 - izoxoraviy ($V = \text{Const}$) q_1 issiqlik keltirish, bunda $q_1 = C_v(T_3 - T_2)$

3-4- adiabatik ($Pv^k = \text{Const}$, $q = 0$) qismining kengayish jarayoni, bunda gaz kengayib porshenni yuqori o'lik nuqtadan pastki o'lik nuqtaga siljitib foydali ish bajaradi.

4-1 — izoxoraviy ($V = \text{Const}$) q_2 issiqlik olib ketish jarayoni $q_2 = C_v(T_4 - T_1)$

Siklni foydali ish koeffitsiyentini aniqlaymiz.

$$\eta_1 = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{c_v(T_4 - T_1)}{c_v(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{T_1}{T_2} \frac{\left(\frac{T_4}{T_1} - 1\right)}{\left(\frac{T_3}{T_2} - 1\right)} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \quad (12.1)$$

chunki
$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{k-1} = \varepsilon^{k-1}$$

ёки
$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$$

Kasrni surat maxraji tahlil qilinganda

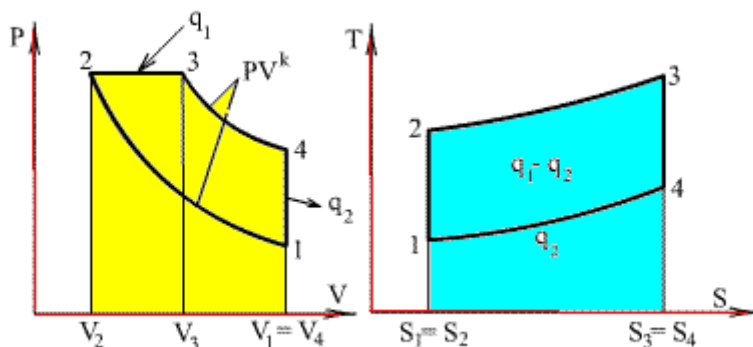
$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_4} \quad \text{yoki} \quad \frac{T_4}{T_1} = \frac{T_3}{T_2} \quad \eta_t^{V=\text{const}} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \quad (12.2)$$

Xulosa: 1) Ichki yonuv dvigitelining $V = \text{const}$ bo'lganda issiqlik keltiriladigan ideal siklining termik F I K siqish darajasi Ye oshishi bilan oshadi

2) Siklning termik FIK gazning tabiatiga bog'liq (formulaga oqibati ko'rsatkichi K kiradi)

12.4.2. Bosim o'zgarmas bo'lganda issiqlik keltiriladigan Dizel sikli.

Bu sikl kompressorni dizellarning, ya'ni I.yo.d. ning ideal sikli bo'lib, unda siqish vaqtida ish silindrida yoqilg'i bilan havo aralashmasi emas havoning o'zi siqiladi. Ish silindriga berilayotgan yoqilg'i maxsus kompressor yordamida changlashtirilib turiladi. Kompressor harakatni tirsakli valdan oladi. Sikl nemets injeneri dizel tomonidan 1896 yilda taklif qilingan.



12.4 rasm Dizel siklining PV va TS diagrammalari

Siklni tushuntirilishi:

1-2. Ish jismini adiabatik ($Rvk = \text{const}$, $q=0$) siqish jarayoni.

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} \quad \text{siqish darajasi,} \quad \varepsilon = 14-21$$

2-3- izobariy ($r=\text{const}$) ish jisimga q_1 issiqlik keltirilishi.

$q_1 = C_p (T_3 - T_2)$,

$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{T_3}{T_2} = \rho \quad \text{Bu nisbat ish jismining oldindan kengayish darajasi deyiladi.}$$

$S=1,35$; $1,45$,

3-4 ish jismining adiabatik kengayishi

4-1 izoxoraviy ($V = \text{const}$) q_2 issiqlik olib ketilishi

$q_2 = l_v (T_4 - T_1)$

Dizel siklining termik F.I.K.ni hisoblash formulasini keltirib chiqaramiz.

$$\eta_1 = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{c_v(T_4 - T_1)}{c_p(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{1}{k} \frac{T_1}{T_2} \frac{\left(\frac{T_4}{T_1} - 1\right)}{\left(\frac{T_3}{T_2} - 1\right)} \quad (12.3)$$

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2} = \rho \quad \text{va} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{k-1} = \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \quad \text{ekanligini} \quad \text{e'tiborga} \quad \text{olib}$$

1 - 2 va 3 - 4 adiabatik jarayonlardan

$P_1 V_1^k = P_2 V_2^k$

$P_4 V_4^k = P_3 V_3^k$

$P_3 = P_2$, va $V_4 = V_1$ ekanligini hisobga olib, quyidagini hosil qilamiz.

$$\frac{p_1}{p_4} = \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^k \quad \text{Bunda} \quad \frac{p_1}{p_4} = \left(\frac{V_3}{V_2}\right)^k = \rho^k$$

4-1 izoxoraviy jarayondan bizga ma'lum

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{p_4}{p_1} = \rho^K$$

Tengliklarni termik F.I.K.ni formulasiga qo'yib quyidagini olamiz,

$$\eta_1^{\partial u3} = 1 - \frac{1}{k} \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \frac{\rho^k - 1}{\rho - 1} \quad (12.4)$$

Xulosa: 1. Dizel siklining termik F.I.K. ?t gazning tabiatiga bog'liq chunki formulada K qatnashyapti.

2. Siqish darajasini oshishi bilan nt oshadi (Ye =14- 21) porshen silindr gruppasining ishonchligi orqali cheklanadi.

3.Oldinda kengayish darajasi? siklning termik F.I.K.ga teskari ta'sir qiladi.

Hajm va bosim o'zgarmas bo'lganda aralash issiqlik keltiriladigan Trinkler sikli

Bu sikl 1901 yilda rus muxandisi Trinkler tomonidan taklif qilingan va hozirgi zamon transport dizellarining ideal sikli bo'lib, unda dizel siklining energiya va metall sarfi katta bo'lgan kompressori iqtisodiy jihatdan ancha samarali bo'lgan yoqilg'i nasosi va forsunka bilan almashtiriladi. Bular yoqilg'ini haydash va purkash uchun xizmat qiladi. Trinkler siklida ham siqish darajasi Ye Dizel siklidagiga taqriban tengdir ya'ni Ye=14-21

Siklni tushuntirilishi:

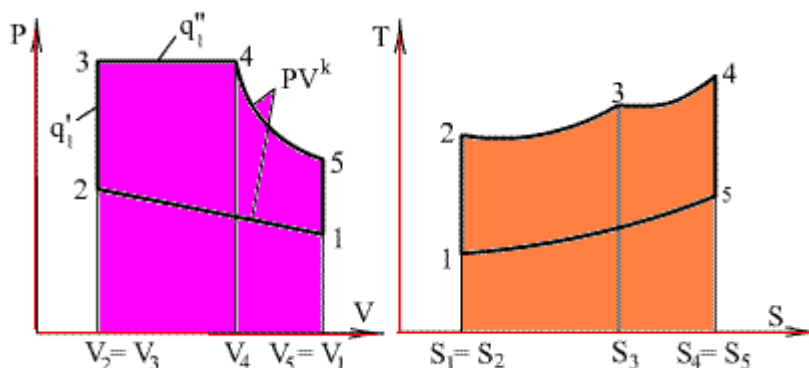
1-2 Ish jismning adiabatik siqilishi ($Pv^k = \text{const}$, $q=0$)

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} = 14 \dots 21 \quad \text{-siqish darajasi}$$

2-3-izoxoraviy m-n ($V = \text{const}$) q_1 , -issiqlik keltiriladi.

$$q_1' = C_v(T_3 - T_2) \quad \lambda = \frac{P_3}{P_2} \quad \text{- bosim oshish darajasi}$$

$$\lambda = 1.35 - 1.55$$



12.5 rasm Trinkler siklining PV va TS diagrammasi.

3-4 izobaraviy m-n ($r = \text{const}$). q_1 -issiqlik keltiriladi

$$q_1 = C_p (T_4 - T_2) V_4$$

$$\rho = \frac{V_4}{V_3}$$

P - dastlabki kengayish darajasi $R = 1,3:1,4$

4-5 Ish jismining adiabatik kengayishi ($P_{vn} = \text{const}$, $q = 0$)

5-1-izoxoroviy j-n, ($V = \text{const}$) q_2 -issiqlik olib ketiladi.

$$q_2 = \lambda v (T_5 - T_1) \quad (6.5)$$

Siklning termik F.I.K. ni aniqlash formulasi quyidagicha bo'ladi.

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1^1 + q_1^2} = 1 - \frac{C_V (T_5 - T_1)}{C_V (T_3 - T_4) + C_P (T_4 - T_3)} \quad (12.7)$$

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \frac{\lambda \rho^k - 1}{(\lambda - 1) + K \lambda (\rho - 1)} \quad (12.8)$$

Xulosa: - bosimni oshish darajasi termik F.I.K.ga foydali ta'sir ko'rsatadi. Trinkler siklining termik F.I.K.ni aniqlash formulasi uchala sikl uchun umulashtiruvchi hisoblanadi. ya'ni $L=1$ bo'lsa,

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \frac{\rho^k - 1}{\rho - 1} \text{ yoki } p=1 \quad \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \text{ Bo'ladi } (12.9)$$

I.yo.d.ining ideal sikllarini iqtisodiy ko'rsatkichlarini solishtirish I.yo.dvigatellarining iqtisodiy samaradorligi siqilish darajasi hisobga olgan holda baholanadi. Otto sikliga nisbatan Dizel siklida Ye ancha katta. Keltirilgan va olib ketilgan issiqlik miqdori teng deb hisoblanadi. Shunga ko'ra Otto siklining termik foydali ish. K. Dizel siklinikidan kichik. Trinkler va Dizel sikllarining F.I.K.lari taxminiy teng. kompressorga ketadigan harajatlarni hisobga olganda Trinkler sikli 2% ga samarali.

DVIGATELNING QUVVATI VA F.I.K.

Dvigatelning bir marta to'liq siklida silindr ichida gaz bajaradigan sekundiy ish indikatori quvvat N_i deyiladi.

Dvigatelning har qaysi silindrida hosil qilinadigan quvvati quyidagi formuladan topiladi:

$$N_i^k = \frac{\rho_i V_h^{2n}}{6 \cdot 10^4 \pi} \quad (12.10)$$

bu yerda

$P_t V_n$ - dvigatelning indikatori ishi,

n - dvigatel valining aylanishlar soni

Ko'p silindrli oddiy dvigatelning indikatori quvvati quyidagiga teng,

$$N_i = \frac{p_i V_h^{nz}}{3 \cdot 10^4 \pi} \quad (12.11)$$

bu yerda

t - dvigatel silindrlarining soni.

Effektiv quvvat quyidagicha aniqlanadi.

$$N_e = N_i - N_{shq}$$

bu yerda

Nishq - ishqalanishni yengishga sarflangan quvvat

Dvigatelning indikatoriy f.i.k. quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_i = \frac{N_i}{BQ_k^M} \quad (12.12)$$

bu yerda

V- yonilg'ining o'rtacha sarfi, kg\sek yoki m3\sek

Qkk- siklga sarflanadigan issiqlik miqdori

Effektiv f.i.k. effektiv ishga aylantirilgan issiqlikning sarflanishi barcha issiqlikka nisbatan foydalanish darajasini ko'rsatadi:

$$\eta_i = \frac{N_i}{BQ_k^M} \quad (12.13)$$

&n bsp;

bu yerda

Ne- effektiv quvvat Effektiv va indikatoriy f.i.k. o'zaro quyidagi nisbat orqali bog'langan

$$\eta_e = \eta_i \eta_m$$

bu yerda

nm- mexanikaviy isroflarni hisobga oluvchi mexanikaviy f.i.k., u effektiv quvvatning indikatoriy quvvatga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i}$$

13-ma'ruza. ISSIQLIK ALMASHINUVI ASOSLARI. ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK

Reja:

1.Issiqlik uzatish usullari.

2.Issiqlik o'tkazuvchanlik. Harorat maydoni. Barqaror, nobarqaror harorat maydoni va harorat gradienti

3. Issiqlik oqimi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti. Fur'e qonuni

4.Yassi bir va ko'p qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanligi.

5. Silindrik devorning issiqlik o'tkazuvchanligi

Tayanch so'z va iboralar: Issiqlik o'tkazuvchanlik, fure qonuni, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, birligi, harorat maydoni, issiqlik oqimi, issiqlik zichligi, qatlam, bir qatlamli Issiqlik o'tkazuvchanlik, ko'p qatlamli issiqlik o'tkazuvchanlik.

Adabiyotlar /3,6,7,9,11/

1.Issiqlik uzatish usullari

Issiqlik uzatish – bu moddalar ichida issiqlik tarqalishi, jismlar orasida issiqlik uzatilishi jarayonlarini shart-sharoitlari va qonuniyatlarini o'rgatuvchi fandir. Issiqlik almashinish jarayonlarini o'rganishdan maqsad issiqlik mashinalarida, issiqlik effektlari bilan sodir bo'ladigan texnologik jarayonlarda ularni boshqarishdan iboratdir. Issiqlik almashinish jarayoni murakkab jarayon bo'lib, uni o'rganish uchun issiqlikni uzatish mexanizmiga qarab 3 ta oddiy

jarayonga bo‘lib o‘rganiladi. Issiqlik almashinuvi jarayonining samaradorligi asosiy va etarli sharti bu haroratlar farqidir. Issiqlik uzatish usullari quyidagi turlarga bo‘linadi:

1-Issiqlik o‘tkazuvchanlik.

2-Konveksiya.

3-Nurlanish.

Qattiq jism, suyuqlik va gazlarning o‘zi orqali issiqlik o‘tkazish qobiliyatiga **issiqlik o‘tkazuvchanlik** deyiladi. Issiqlik o‘tkazuvchanlik jismning turli temperaturali ayrim qismlari bir-biriga bevosita tekkanda issiqlik energiyasining tarqalish jarayoni. Issiqlik metal va qotishmalarda erkin elektronlari yordamida uzatiladi.

Suyuqlik va gazlarda molekulalarni va boshqa mayda zarrachalarni bir-biriga tegishi tufayli issiqlik uzatiladi. Plastmassa jismlarda esa elastik to‘lqinlar orqali issiqlik uzatiladi. **Konvektiv issiqlik almashinuvi** - suyuqlik va gazlarning fazoda vaqt birligida harakatlanishi tufayli **issiqlik almashishiga** aytiladi.

Bunda suyuqlik va gaz oqimi ichida issiqlik o‘tkazuvchanlik ham ro‘y beradi shunga asosan konvektiv issiqlik almashinuvi konveksiya va issiqlik o‘tkazuvchanlikning birgalikda ta‘siridir.

Nurlanish (nuriy issiqlik almashinuvi) energiyaning elektromagnitaviy to‘lqinlar, fotonlar vositasida uzatilish jarayoni. Nurlanish bilan issiqlik uzatilishida energiya ikki marta o‘zgaradi: ko‘proq qizdirilgan jism elektromagnitli to‘lqinlar, fotonlar tarzida energiya chiqaradi (nurlanadi), kamroq qizdirilgan jism esa bu energiyaning yutadi va isiydi. Faqat shu usulda vakuum orqali issiqlik uzatilishi mumkin.

2.Issiqlik o‘tkazuvchanlik. Harorat maydoni. Barqaror, nobarqaror harorat maydoni va harorat gradienti

Issiqlik o‘tkazuvchanlik - bu temperaturalar farqi borligi tufayli tutash muhitda issiqlikning molekulyar uzatilishidir.

Temperatura maydoni - bu vaqtning ayni momentida ko‘rib chiqilayotgan fazoning yoki tekislikning barcha nuqtalaridagi temperatura qiymatlarining to‘plamidir. Agar maydonning ko‘rilayotgan nuqtalaridagi temperatura bir xil bo‘lsa maydon bir jinsli maydon deyiladi. Bir xil bo‘lmasa bir jinsli bo‘lmagan maydon deyiladi.

Jismning istalgan nuqtasida temperatura vaqtga bog‘liq bo‘lmaydigan rejim statsionar (**barqaror**) **issiqlik rejimi** deyiladi. Statsionar rejimdan oldin doimo nostatsionar (**beqaror**) **rejim** keladi.

Temperatura maydoni matematik jihatdan koordinatalar funksiyasi bilan ifodalanadi:

$$t = f(x, y, z, \tau) \quad (1)$$

x, y va z -koordinata; τ - vaqt, sek;

Temperatura maydoni uchta, ikkita va bitta koordinataning funksiyasi bo‘lishi mumkin. Agar temperatura uch yo‘nalishda o‘zgarsa u holda maydon uch o‘lchamli deyiladi. Ikki o‘lchamli va bir o‘lchamli maydonlarning tenglamasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\begin{aligned} t=f(x,y); \quad \frac{\partial t}{\partial z} &= 0 \\ t=f(x); \quad \frac{\partial t}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Hamma nuqtalarida temperatura bir xil bo‘ladigan sirt **izotermik sirt** deyiladi. Izotermik sirtlar o‘zaro kesishmaydi. Temperatura gradienti - izotermik sirtga tushirilgan normal bo‘yicha yo‘nalgan vektordir.

$$\lim_{\Delta n \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta t}{\Delta n} \right) = \frac{dt}{dn} = \text{grad}t$$

Temperatura gradientining fizik mohiyati temperatura maydonida temperaturaning o'zgarishi tezligini xarakterlaydi. Issiqlik oqimining zichligi (solishtirma issiqlik oqimi) temperatura maydonining 1m^2 yuzasidan vaqt birligi ichida o'tadigan issiqlik miqdori

$$q\left(\frac{dj}{s.m^2}\right) = \left(\frac{vt}{m^2}\right)$$

Solishtirma issiqlik oqimi vektori temperatura past tomonga yo'nalgan bo'ladi. $Q=q.F$, [vt]; Q- issiqlik oqimi.

3. Issiqlik oqimi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti. Fur'e qonuni

Ma'lumki, issiqlik o'tkazuvchanlik – bu temperaturalar farqi borligi tufayli tutash muhitda issiqlikning molekulyar uzatilishidir. Ixtiyoriy sirtidan vaqt birligi ichida o'tadigan issiqlik miqdori Q issiqlik oqimi deyiladi. Issiqlik oqimining vektori doimo temperaturaning pasayish tomoniga yo'nalgan bo'ladi.

Issiqlik almashinuv intensivligi miqdoriy jihatdan issiqlik oqimining zichligi bilan xarakterlanadi. Sirt birligi F dan vaqt birligi da o'tadigan issiqlik issiqlik oqimining zichligi yoki solishtirma issiqlik oqimi deyiladi. Vaqtning ayni momentida ko'rib chiqilayotgan fazoning nuqtalaridagi temperatura qiymatlarining yig'indisi **temperatura maydoni deyiladi**. Hamma nuqtalarida temperatura bir xil bo'ladigan sirt izotermik sirt deyiladi. Fazoning ayni nuqtasining o'zida bir vaqtda ikki xil teperatura bo'lishi mumkin emasligini nazarda tutgan holda izotermik sirtlar hech qachon bir - biri bilan kesishmaydi. Jismning temperaturasi izotermik sirtlarni kesib o'tadigan yo'nalish- lardagina o'zgaradi. Bunda uzunlik birligida temperaturaning eng katta o'zgarishi izotermik sirtga normal yo'nalishda bo'ladi. Eslatib o'tamiz, temperatura o'zgarishi Δt ning izotermadagi normal bo'yicha masofa Δn ga nisbati temperatura gradienti deyiladi. **Temperatura gradienti** – izotermik sirtga tushirilgan normal bo'yicha yo'nalgan vektordir. Uning temperaturaning ko'tarilishi tomoniga yo'nalishi musbat yo'nalish hisoblanadi. Issiqlik doimo ko'proq qizdirilgan zarralardan kamroq qizdirilgan zarralarga uzatilishi sababli issiqlik oqimi zichligi q ning vektori doimo temperaturaning pasayishi tomoniga yo'naladi. Fransuz olimi Fur'e qattiq jismlardagi issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonlarini o'rganib, issiqlik oqimining zichligi temperatura gradientiga proporsional ekanligini aniqladi.

$$q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} = -\lambda gradt, \quad \frac{Vt}{m^2}$$

yoki

$$Q = q * F = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} * F, \quad Vt \quad (3)$$

Bu formula issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonunini ifodalaydi va **Fure qonuni deyiladi**.

Formuladagi (-) ishora issiqlik oqimi bilan temperatura gradientining vektorlari qarama-qarshi tomonga yo'nalganligini bildiradi.

λ - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini ifodalaydiva u moddaning fizikaviy parametridir. U moddaning qay darajada issiqlik o'tkazishini ko'rsatadi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining o'lchamliligi quyidagicha aniqlanadi:

$$[\lambda] = \left[\frac{q}{\frac{dn}{dt}} \right] = \left[\frac{Vt}{m^{\circ}C} \right]$$

λ - qanchalik katta bo'lsa, modda issiqlikni shunchalik yaxshi o'tkazuvchan bo'ladi. Metallar issiqlikni yaxshi o'tkazadi, quruq harakatsiz havo issiqlikni yomon o'tkazadi. Engil g'ovak materiallar issiqlikni yomon o'tkazadi, chunki ularning g'ovaklari havo bilan to'lgan bo'ladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti 0,2 vt/m grad dan kichik bo'lgan materiallar issiqlik izolyasiya materiallari deyiladi. Suvning issiqlik o'tkazuvchanligi yomon, lekin ho'l materialning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti uning quruq holatidagi issiqlik o'tkazuvchanligiga nisbatan ancha kata bo'ladi. Bunga sabab shuki, suv issiqlikni havoga qaraganda 20-25 marta yaxshi o'tkazadi. Shu sababli jism g'ovaklarining suv bilan to'lishi uning issiqlik izolyasiya xossalarini keskin kamaytirib yuboradi. Issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsientining qiymati har qaysi jism uchun tajribadan topiladi. Natijalar jadval qilib yoziladi va ulardan hisoblashlarda foydalaniladi.

λ - issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti qattiq, suyuq va gazsimon moddalarni eng zarur teplofizik xususiyatini ifodalaydi.

λ - ko'p faktorlarga (zichlikka, temperaturaga, namlik) bog'liq bo'lib har doim maxsus jadvallardan yoki tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

$$\lambda_{havo}(20^{\circ}\text{C}) = 0,026 \frac{Vt}{(m \cdot K)}$$

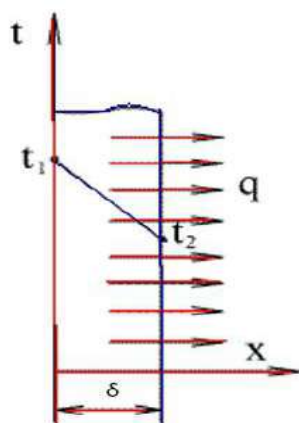
$$\lambda_{Cu}(20^{\circ}\text{C}) = 396 \frac{Vt}{(m \cdot K)}$$

$$\lambda_{porlat}(20^{\circ}\text{C}) = 40 - 60 \frac{Vt}{(m \cdot K)}$$

4. Yassi bir va ko'p qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanligi

Bir jinsli materialdan ishlangan qalinligi δ bo'lgan yassi bir qatlamli devorni tashqi sirtlarida temperaturalar o'zgarmas holda saqlab turiladi. Temperatura faqat devor sirtiga tik bo'lgan o'q X yo'nalishidagina o'zgaradi. 1-rasmda yassi bir qatlamli devorning sxemasi keltirilgan.

1-rasm. Yassi bir qatlamli devorning sxemasi.



Elementar qatlam uchun Fure tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \quad \text{bundan} \quad dt = -\frac{q}{\lambda} dx$$

integrallasak $x=0$ da $t=t_1$ da teng

$$t = -\frac{q}{\lambda} x + C$$

$$t = -\frac{q}{\lambda}x + C$$

yoki

$$t = -\frac{q}{\lambda}x + t_1 \quad \int_{t_1}^{t_2} dt = -\int_0^{\delta} \frac{q}{\lambda} dx$$

$$t_2 - t_1 = -\frac{q}{\lambda} \cdot \delta \quad q = \frac{t_1 - t_2}{\delta / \lambda} \quad (5)$$

$\frac{\delta}{\lambda}$ - devorning termik qarshiligi,

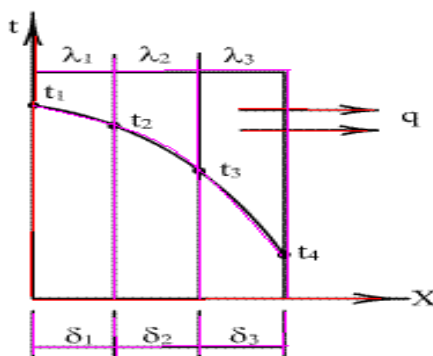
$$Q = q \cdot F \cdot \tau = \frac{\lambda}{\delta} \cdot \Delta t \cdot F \cdot \tau \quad (6)$$

Endi ko'p qatlamli yassi devor uchun issiqlik o'tkazuvchanlikni hisoblaymiz. Masalan, bug' qozonning tashqi tomonidan shlaklar bilan ichki tomonidan quyqa bilan qoplangan metall devori uch qatlamli devor bo'ladi.

Statsionar (barqaror) rejimda devorning har qaysi qatlami orqali o'tadigan solishtirma issiqlik oqimi q bir xil bo'ladi. 2-rasmda yassi ko'p qatlamli devorning sxemasi keltirilgan.

2-rasm. Yassi ko'p qatlamli devorning sxemasi.

Shunga asosan



$$q = \left(\frac{\lambda_1}{\delta_1}\right)(t_1 - t_2)$$

$$q = \left(\frac{\lambda_2}{\delta_2}\right)(t_2 - t_3) \quad (7)$$

$$q = \left(\frac{\lambda_3}{\delta_3}\right)(t_3 - t_4)$$

bu tengliklardan temperaturaning o'zgarishini aniqlasak

$$t_1 - t_2 = q \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1}\right)$$

$$t_2 - t_3 = q \left(\frac{\delta_2}{\lambda_2}\right) \quad (8)$$

$$t_3 - t_4 = q \left(\frac{\delta_3}{\lambda_3}\right)$$

Tengliklarning chap va o'ng tomonini bir-biriga qo'shib

$$t_1 - t_2 = q \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}\right)$$

$$q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}} \quad (9)$$

n qatlamli devor uchun solishtirma issiqlik oqimi quyidagicha aniqlanadi.

$$q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad (10)$$

Yuqoridagi tengliklardan foydalanib nomalum temperaturalar t_2 va t_3 ning qiymatlarini topish mumkin.

$$\begin{aligned} t_2 &= t_1 - q \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} \right) \\ t_3 &= t_2 - q \left(\frac{\delta_2}{\lambda_2} \right) = t_1 - q \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right) \end{aligned} \quad (11)$$

yoki

$$t_3 = t_4 + q \left(\frac{\delta_3}{\lambda_3} \right)$$

Ko'p qatlamli devor uchun olingan formulalardan orasida issiqlik kontakti yaxshi bo'lgandagina foydalanish mumkin.

Agar ular orasida kichkina havo zazori paydo bo'lganda ham termik qarshilik sezilarli darajada ortadi, chunki havoning issiqlik o'tkazuvchanligi juda kichikdir.

5. Silindrik devorning issiqlik o'tkazuvchanligi

Silindrik devorning yassi devordan farqi silindrik devorda ichki sirtning yuzasi tashqi sirtning yuzasidan doimo kichik bo'ladi. Devori qalin bo'lsa bu farq katta bo'ladi. Issiqlik oqimi quvur sirtiga normal bo'yicha yo'naladi. Devorning elementar i uchun Fure tenglamasini qo'llaymiz.

F quvurning uzunligi 1 bo'lsa $F=2\pi l$ bo'ladi

deb hisoblab quvurning 1 metriga nisbatan olingan solishtirma issiqlik oqimini q_1 ni topamiz.

$$q = -\lambda \frac{dt}{dx} 2\pi r$$

Bundan

$$dt = -\frac{q_l}{2\pi\lambda} \frac{dr}{r} \quad (12)$$

Integrallab q ni aniqlaymiz.

$$q = \frac{\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}} \quad (13)$$

q_l - issiqlik oqimining chizig'iy zichligi.

$$R = \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} \quad (14)$$

R - chizig'iy termik qarshilik.

Diametrlar nisbati $\frac{d_2}{d_1}$ kichik bo'lsa yassi devor uchun qo'llaniladigan

$$R_{e\lambda} = \frac{\delta}{\lambda} \quad \text{formulalardan foydalanish mumkin.}$$

Nazorat savollari

1. Issiqlik uzatish usullarini sanab bering..
2. Issiqlik o'tkazuvchanlik deb nimaga aytiladi?
3. Harorat maydoni nima?
4. Barqaror, nobarqaror harorat maydoni va harorat gradientini tushuntiring.
5. Issiqlik oqimi, Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini aytib bering.
6. Fur'e qonuni ta'riflang.
7. Yassi bir qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanligini tushuntiring .
8. Ko'p qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanligini tushuntiring .
9. Silindrik devorning issiqlik o'tkazuvchanligi nimaga bog'liq?
10. Yassi kbr qatlamli devorning sxemasini aytib bering.
11. Yassi ko'p qatlamli devorning sxemasini aytib bering.

14-ma'ruza. KONVEKTIV VA NURLANISH ISSIQLIK ALMASHINUVI.

Reja:

1. Nyuton – Rixman qonuni.
2. Erkin va majburiy harakatlanishda issiqlik berilishi
3. O'xshashliklar nazariyasi haqida tushuncha. Nusselt, Reynolds, Grasgof, Prandtl mezonlari
4. Nurlanish to'g'risida umumiy ma'lumotlar
5. Nurlanishning asosiy qonunlari. Plank, Vin, Stefan-Bolsman, Kirxgof, Lambert qonunlari

Tayanch so'z va iboralar: Nyuton-Rixman tenglamasi, issiqlik berish koeffitsienti, birligi, issiqlik oqimi, temperaturalar farqi, issiqlik yuza, issiqlik berish, issiqlik berish jarayoni, konveksiya, chegaraviy . Nur vosita, issiqlik almashuvi, issiqlik nurlari, issiqlik balansi, effektiv nurlanish, absolyut qora jism, nurlanish qonunlari, Stefan-Boltsman, Plank.

Adabiyotlar /1,4,6,8,12/

1. Nyuton – Rixman qonuni. Erkin va majburiy konveksiya

Yuqorida aytilganidek gaz va suyuqlik makrozarralarining bir joydan ikkinchi joyga siljishida issiqlikning uzatilish jarayoni **konveksiya** deyiladi. Issiqlikning konveksiya va molekulyar uzatilishining birgalikda ta'sir etishi tufayli bo'ladigan issiqlik almashinishi konvektiv issiqlik almashinish deyiladi.

Harakatlanuvchi muhit va uning qattiq jism bilan chegara sirti orasidagi kon-vektiv issiqlik almashinuvi **issiqlik berish** deyiladi.

Konvektiv issiqlik berish nazariyasining asosiy vazifasi oqim yuvib o'tadigan qattiq jism orqali o'tadigan issiqlik miqdorini aniqlashdir. Issiqlikning yakuniy oqimi doimo temperaturaning pasayish tomoniga yo'nalgan bo'ladi. Suyuqlik quvur bo'ylab laminar harakatda bo'lganda hosil bo'lgan chegara qatlam tufayli issiqlik almashinishi kam bo'ladi, turbulent harakat yuzaga kelishi bilan harakatlanmay qolgan suyuqlik zarrachalarining harakat tezligi ortishi tufayli chegara qatlamning qalinligi kamayadi. Natijada issiqlik

almashishi ortadi. Issiqlik berish jarayonini hisoblashda **Nyuton-Rixman qonunidan** foydalaniladi:

$$Q = \alpha F (t_c - t_{dev}) \quad (1)$$

bu yerda: Q — issiqlik oqimi, $[Vt]$;

α — issiqlik berish koeffitsienti, $Vt/m^2 K$;

t_c — atrof-muhit harorati, $^{\circ}C$,

t_{dev} — devor sirtining harorati. $^{\circ}C$;

F — issiqlik almashuv yuzasi, m^2 .

Bu tenglik 1701 yili I.Nyuton tomonidan olingan bo'lib, Nyutonning konvektiv issiqlik berish qonuni deb aytiladi. Bu qonunga asosan suyuqlikdan devorga yoki devordan suyuqlikka o'tadigan issiqlik miqdori Q issiqlik almashinuvida ishtirok etayotgan sirt F ga, temperatura tushishi $t_c - t_{dev}$ ga va issiqlik almashinuv vaqti τ ga proporsional bo'ladi. Bu yerda t_{dev} — devor sirtining temperaturasi; t_c — devor sirtini yuvib o'tadigan muhitning temperaturasi. Suyuqlik bilan qattiq jism orasidagi issiqlik almashinuvining aniq shart-sharoitlarini hisobga oluvchi proporsionallik koeffitsienti **α - issiqlik berish koeffitsienti** deyiladi.

Agar formulada $F = 1m^2$ va $\tau = 1$ sek deb qabul qilsak, bir kvadrat metr yuza- dan o'tadigan issiqlik oqimining Vatt hisobidagi zichligini olamiz:

$$q = \alpha (t_c - t_{dev}) \quad (2)$$

yoki

$$q = \frac{t_c - t_{dev}}{\frac{1}{\alpha}}$$

$1/\alpha$ - kattalik issiqlik berish termik qarshiligi deyiladi.

$$\alpha = \frac{q}{t_c - t_{dev}} \quad (4)$$

Issiqlik berish murakkab jarayon.

α - Issiqlik berish koeffitsienti quyidagi faktorlarga bog'liq:

- a) suyuqlik oqishining vujudga kelish sabablari,
- b) suyuqlikning oqish rejimi (laminar yoki turbulent),
- v) suyuqlikning fizikaviy xossalari,
- g) issiqlik beruvchi sirtning shakli va o'lchovlari.

Laminar oqishda suyuqlikning zarralari aralashmasdan harakatlanadi. Bunda oqish yo'nalishiga normal bo'yicha issiqlikning uzatilishi asosan issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan amalga oshadi. Suyuqlikning issiqlik o'tkazuvchanligi ancha kichik bo'lganligi sababli laminar oqimda issiqlik almashinishning intensivligi katta bo'lmaydi (**Laminar oqimda suyuqlikning zarralari aralashmadan harakatlanadi**).

Turbulent oqishda issiqlik oqim ichida issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan, shuningdek, suyuqlikning deyarli barcha massasining aralashishi yo'li bilan tarqaladi, bunda suyuqlikning qatlam osti qovushoq qismi ishtirok etmaydi, chunki unda issiqlikning molekulyar uzatilishi turbulent uzatilishida ustun turadi. Shuning uchun turbulent oqishda issiqlik almashinish intensivligi laminar oqishdagiga qaraganda ancha katta bo'ladi (**Turbulent oqimda issiqlik suyuqlikning deyarli barcha massasini aralashish yo'li bilan tarqaladi**).

Vujudga kelish sabablariga qarab suyuqlikning harakati **erkin** va **majburiy** harakatlarga bo'linadi.

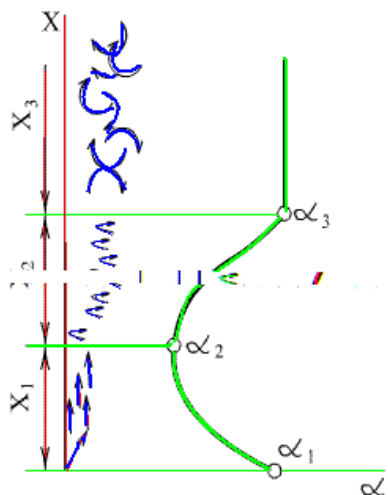
Erkin harakatlanish notekis isitilgan suyuqlik va gazlarda vujudga keladi. **Suyuqlikning majburiy harakatlanishi** tashqi ta'sirlar: ventilyatorlar, nasoslar va shunga o'xshashlarning ta'sir etishi bilan bog'liq.

Hozirgi vaqtda konvektiv issiqlik almashinuvini tekshirish uchun o'xshashliklar nazariyasidan foydalaniladi.

2. Erkin harakatlanishda issiqlik berilishi

Erkin konvektsiya yo'li bilan issiqlik almashinuvida qizigan zarralar yuqori- dan tushayotgan sovuq zarralarga qarshi, ya'ni pastdan yuqoriga tomon harakat qiladi. Bunda murakkab harakat vujudga kelib, ko'tariluvchi va tushuvchi oqimlar to'qnashadi.

Issiqlik berish koeffitsiyentini o'zgarishi. $\alpha_1 > \alpha_2$; $\alpha_3 > \alpha_2$;



1-rasm. Havoning qizigan vertikal quvur atrofida harakatlanish sxemasi.

A.Mixeev tabiiy konvektsiyada issiqlik almashinuviga doir ko'p tajriba material- larini analiz qildi va issiqlik almashinuvining turli hollarida issiqlik berilishini topishga imkon beradigan bir qator tenglamalarni taklif etdi.

Quyidagi tenglamadan Nusselt soni aniqlanadi.

$$Nu_m = c(Gr.Pr)^n_m \quad (5)$$

Indeks m o'lchamsiz sonlarga kiruvchi fizikaviy konstantalar t m temperaturada olinishini ko'rsatadi.

$$t_m = \frac{t_m + t_c}{2} \quad (6)$$

c va n konstantalarning o'zgarishiga bog'liq. $c=1,18...0,135$ $n=\frac{1}{8}... \frac{1}{3}$ havo uchun (gorizontal quvurdan issiqlik uzatuvchi) $c=0,5$; $n=0,25$.

Issiqlik almashinish sirti uchun o'rtacha olingan issiqlik berish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$\varphi = \frac{Nu_\lambda}{l} \quad (7)$$

Majburiy harakatlanishda issiqlikning berilishi

Majburiy harakatda issiqlik berish intensivligi, asosan muhitning (suyuqlik va gazning) harakatlanish xarakteri bilan aniqlanadi.

Amalda, ko'pincha, turbulent harakat uchraydi, bunda issiqlik berish koeffitsiyenti laminar harakatdagiga qaraganda ancha katta bo'ladi.

Laminar oqimda (harakatda) quvurlardagi issiqlik almashinuvi.

Gorizontal joylashgan quvurlarda suyuqlikning majburiy laminar harakatlanishida issiqlik almashinishini hisoblash uchun Mixeev formulasi qo'llaniladi.

$$Nu_c = 0.17 R_{ec}^{0.33} Pr_c^{0.43} Gr_r^{0.1} \left(\frac{Pr_c}{Pr_{dev}} \right)^{0.25} \varepsilon_c \quad (8)$$

bu yerda

ε_c - quvur uzunligining l uning diametri d ga nisbatini hisobga oluvchi tuzatma

$\frac{e}{d}$	1	2	5	10	15	20	30	40	50
ε_c	1,9	1,7	1,44	1,28	1,18	1,13	,05	1,02	1,0

"c" indeksi fizikaviy konstantalar suyuqlikning o'rtacha temperaturasi t ga ta'luqli ekanligini "dev" indeksi esa fizikaviy konstantalar devor temperaturasi t da olinganligini bildiradi.

$$t_c = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad 9)$$

bu yerda t_1 va t_2 - suyuqlikning quvurga kirishdagi va undan chiqishdagi temperaturalari turbulent oqishda trubalardagi issiqlik almashinuvi. Mixeev turbulent oqish rejimida quvurlardagi issiqlik berilishini hisoblash uchun quyidagi formulani taklif etdi.

$$Nu = 0,021 Re_c^{0,8} Pr_c^{0,43} \left(\frac{Pr_c}{Pr_{dev}} \right)^{0,25} \varepsilon_e \quad 10)$$

ε_c - quvur uzunligi l ning uning diametri d ga nisbatini hisobga oluvchi tuzatma.

Maxsus jadvaldan Re soniga qarab olinadi.

Yuqoridagi formulalar kesimi doiraviy bo'lmagan trubalardagi issiqlik berilishini hisoblashlarda ham qo'llanishi mumkin. Bu holda xarakterli o'lcham sifatida ekvivalent diametrdan foydalaniladi

$$d_{ekv} = \frac{4F}{V}$$

bu yerda

F - quvur ko'ndalang kesimining yuzi, m^2

V - uning perimetri, m .

3. O'xshashliklar nazariyasi haqida tushuncha. Nusselt, Reynolds, Grasgof, Prandtl mezonlari

O'xshashliklar nazariyasi konkret qurilmada olingan tajriba natijalarini boshqa shunga o'xshash hodisalarga qachon tatbiq etish mumkinligini, ya'ni jarayonlarning o'xshashligini aniqlashga imkon beradi. Bunda masshtablar shuningdek, masalaga kiruvchi fizikaviy konstantalar o'xshashlik sonlari yoki kriteriyalari deyiladigan o'lchamsiz komplekslar holida birlashtiriladi.

Quyida ulardan ayrimlarini keltiramiz.

Nusselt soni, qattiq jism bilan suyuqlik chegarasida issiqlik almashinuvini xarakterlaydi.

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda} \quad (11)$$

l_0 - o'ziga xos chizig'iy o'lchami.

Reynolds soni inertiya kuchlari bilan qovushqoqlik nisbatini xarakterlaydi. bu yerda γ - suyuqlikning kinematik qovushqoqligi

$$Re = \frac{w \cdot l}{\gamma}$$

Grasgof soni zichliklarning farqi tufayli suyuqlikda paydo bo'ladigan ko'tarish kuchlarining qovushqoqlik kuchlariga nisbatini xarakterlaydi.

$$Gr = \frac{g\beta(t_{\text{do}} - t_c)l_0^3}{\nu^2} \quad (13)$$

β - suyuqlik yoki gazning hajmiy kengayish koeffitsiyenti (gazlar uchun

$$\beta = \frac{1}{T})$$

Prandtl soni suyuqlikning fizikaviy xossalarini xarakterlaydi.

$$Pr = \frac{\gamma}{a}$$

Kriterial tenglamalarni hisoblashda suyuqlikning fizik parametrlari ma'lumot jadvallaridan aniqlovchi temperatura bo'yicha olinadi. Odatda bu temperatura sifatida suyuqlikning o'rtacha temperaturasi olinadi. Doirasimon quvurlar uchun aniqlovchi o'lcham sifatida uning diametri, murakkab kesimli kanallar uchun ekvivalent diametr va plitani oqim yuvib o'tayotganda uning uzunligi olinadi.

Quyidagi jadvalda asosiy o'xshashlik mezonlari va ularning ma'nosi keltirilgan.

1-jadval

Formulasi	Mezonning nomi	Mezonni harakterlovchi fizik kattaliklar	Fizikaviy ma'nosi
$Re = \frac{wd}{\nu}$	Reynolds mezoni (Suyuqliklarning harakat rejimi mezoni)	W-oqim tezligi m/s; d-kanalning ekvivalent diametri, m; γ - kinematik qovushqoqlik, m ² /s.	Suyuqliklarning gidrodinamik harakat rejimini ifodalaydigan mezon bo'lib, inersiya va ishqalanish (qarshilik) kuchlarining nisbatining o'lchovi hisoblanadi
$Gn = \frac{\beta gl^3 \Delta t}{\nu^2}$	Grasgof mezoni (Ko'tarish kuchining mezoni)	β -hajmiy kengayish koeffitsiyenti, K ⁻¹ ; Δt -haroratlar farqi, °C; l-chiziqli o'lcham, m.	Suyuqliklarning erkin harakatida gidrodinamik o'xshashlik mezoni bo'lib, suyuqliklarning erkin konveksiya sharoitida ko'tarish (Arximed) kuching qovushqoqlik ishqalanish kuchiga nisbatini ifodalaydi.
$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$	Nuselt mezoni (Issiqlik berish mezoni)	α -konvektiv issiqlik almashinuvi koeffitsiyenti, Wt/m ² ·K; λ -issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, Wt/m·K;	Issiqlik berishning va issiqlik o'tkazuvchanlikka nisbatini xarakterlaydi, o'lchamsiz issiqlik berish koeffitsiyenti hisoblanadi.
$Pr = \frac{\nu}{a}$	Prandtl mezoni (Suyuqliklarning fizikaviy xossalari mezoni)	γ -kinematik qovushqoqlik, m ² /s; a-harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, m ² /s.	Suyuqliklarning fizikaviy xossalarini xarakterlaydi va suyuqlikda issiqlikning tarqalish qobiliyatini ifodalaydi.

5. Nurlanish to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Issiqlikning nurlanish orqali uzatilishi deb - jism ichki energiyasining elektromagnit to'lqinlar orqali uzatilishiga aytiladi.

Barcha jismlar absolyut noldan yuqori temperaturada o'zidan fazoga to'x-tovsiz ravishda turli uzunlikdagi elektromagnit to'lqinlar tarqatib turadi. Moddiy jismlar nuriy energiyani

to'xtovsiz emas, balki alohida porsiyalar-kvantlar yoki fotonlar tarzida chiqaradi va yutadi. Jismga yutilgan issiqlik nurlari atom va molekullarning tartibsiz issiqlik harakat energiyasiga aylanadi va jismning temperaturasi oshiradi.

Agar past temperaturalarda (taxminan 1000 °C gacha) konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan issiqlik almashinuv asosiy rol o'ynasa, yuqoriroq temperaturalarda issiqlik almashinuvining asosiy turi nuriy issiqlik almashinuv bo'ladi.

Turli jismlarning nurlanish xususiyati turlicha bo'ladi. Nurlanish xususiyati E ayni temperaturada jismning birlik yuzasidan vaqt birligi ichida barcha to'liq uzunlikdagi chiqarilgan nuriy energiya miqdori Q bilan aniqlanadi.

$$E = \frac{Q}{F\tau} \quad 1)$$

bu yerda

F -nurlanish sirt yuzasi, m^2

τ -nurlanish vaqti, sek.

Jism sirtiga tushgan barcha nuriy energiya miqdori Q ning bir qismi Q_A jismga yutiladi, bir qismi Q_R undan qaytariladi, qolgan qismi Q_D esa jism orqali o'tib ketadi.

$$Q = Q_A + Q_R + Q_D \quad (2)$$

$$\frac{Q_A}{Q} + \frac{Q_R}{Q} + \frac{Q_D}{Q} = 1 \quad (3)$$

Belgilashlar kiritib

$A + R + D = 1$ - bu tenglik nurlanish energiyasi **issiqlik balansining tenglamasi** deyiladi.

bu yerda:

A - yutilish koeffitsiyenti yoki jismning **yutish** xususiyati.

R - qaytarish koeffitsiyenti, boshqacha aytganda jismning **qaytarish** xususiyati.

D - o'tkazish koeffitsiyenti, boshqacha aytganda jismning **o'tkazish** xususiyati.

$R = D = 0$ (1-hol)

$A = 1$ - bo'lsa absolyut qora jism. Neft qurumi uchun $A=0,9-0,96$; qor va muz uchun $A = 0,96-0,98$.

$A = D = 0$ (2-hol):

$R = 1$ bo'lsa, ko'zgi sirt yoki (sachratib qaytarsa) **absolyut oq jism** deyiladi.

$D = 1$ ($A = R = 0$) (3-hol) bo'lsa, **absolyut tiniq** (diatermik) jism deyiladi.

Bir va ikki atomli gazlar diatermik jismlardir. Tabiatda absolyut **oq, qora, tiniq** jismlar bo'lmaydi.

6. Nurlanishning asosiy qonunlari. Plank, Vin, Stefan-Bolsman, Kirxgof, Lambert qonunlari

Kirxgof qonuni. Jismning nurlanish xususiyatining yutish xususiyatiga nisbati jismning tabiatiga bog'liq emas, balki barcha jismlar uchun bir xil bo'lgan temperatura funksiyasidir; u absolyut qora jismning shu temperaturadagi nurlanish xususiyatiga teng.

$$\frac{E_1}{A_1} = \frac{E_2}{A_2} = \dots = \frac{E_0}{A_0} = E_0(T) \quad 4)$$

bu yerda $E_0(T)$ absolyut qora jismning nurlanish xususiyati.

Stefan - Boltsman qonuni. Tajriba natijalari asosida I. Stefan (1879 yili) quyidagi qonuniyatni aniqladi: absolyut qora jismning nurlanish xususiyati uning absolyut

temperaturasining to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Buqonuniyatni 1884 yili A. Boltsman nazariy jihatdan isbotlab bergan.

Absolyut qora jismning nurlanish xususiyati uning absolyut temperaturasining to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional bo'ladi.

$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (5)$$

bu yerda C_0 – absolyut qora jismning nurlanish koeffitsienti. [$C_0=5,67\text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$];

T – jism sirtining temperaturasi, K .

Bu qonunni yana quyidagi ko'rinishlarda ham yozish mumkin:

$$E_0 = \delta_0 T^4, \quad (6)$$

$$\delta_0 = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Vt}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}; \quad \delta_0 - \text{Bolsman doimiysi.}$$

Plank qonuni. Absolyut qora jismlar absolyut noldan yuqori temperaturada o'zidan fazoga barcha to'liq uzunlikdagi nurlarni tarqatib turadi. Bir xil temperaturada absolyut qora jismlarning nurlanish jadalligi boshqa real jismlarnikiga qaraganda yuqori bo'ladi. Nurlanish jadalligi $J_{\lambda,0}$ ni to'liq uzunligi λ va temperatura T ga bog'liqligi Plank qonuni bilan belgilanadi:

$$J_{\lambda,0} = \frac{C_1}{\lambda^5} (e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)^{-1} \quad (7)$$

bu yerda:

$$C_1 = 0,374 \cdot 10^{-15} \text{Vt} \cdot \text{m}^2; \quad C_2 = 1,4388 \cdot 10^{-2} \text{m} \cdot \text{K} - \text{Plank doimiylari};$$

e – natural logarifm asosi.

Vin qonuni. Jismning temperaturasi orttirilsa, uning nur tarqatish jadalligining maksimumi qisqa to'liq tomonga siljiydi. Bu qonuniyatni V. Vin 1893 yili taklif etgan va uning matematik ifodasini bergan:

$$\lambda_{\max} = 0,0028989/T$$

yoki

$$T\lambda_{\max} = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{m} \cdot \text{K} \quad (8)$$

Bu V.Vinning siljish qonuni deyiladi. Siljish qonuniga muvofiq jismlar nur ko'rinishida tarqatadigan elektromagnit to'liqlarning jadalligi har xil temperaturada turlicha bo'ladi. Masalan, elektr isitkichning temperaturasi $T=1100 \text{ K}$ bo'lganda, u $\lambda_{\max}=3 \cdot 10^{-6} \text{m}$ bo'lgan to'liq uzunlikdagi nurni tarqatadi, uning spektri asosan infraqizil nurdan iborat bo'ladi. Quyosh ($T=5500 \text{ K}$) nuri to'liq spektrini olsak, undagi to'liq uzunlik $\lambda_{\max}=5 \cdot 10^{-7} \text{m}$ ga to'g'ri keladi. Bu to'liq uzunlik spektrning ko'zga ko'rinadigan qismiga to'g'ri keladi.

Lambert qonuni Jism sochayotgan nurlanish energiyasi fazoda har xil jadallik bilan tarqaladi. Nurlanish jadalligini yo'nalishga bog'liqligini belgilaydigan qonunga Lambert qonuni deb aytiladi.

Lambert qonuniga asosan, absolyut qora jism sirtidan turli yo'nalishlar bo'yicha nurlanayotgan energiya miqdori, berilgan yo'nalish va jism sirtiga irilgan normal o'rtasidagi burchakning kosinusiga proporsionaldir.

$$E_{\varphi} = E_n \cos \varphi, \quad (9)$$

Bu yerda E_n – normal bo'yicha nurlanish energiyasi.

Nazorat savollari:

1. Konvektiv issiqlik almashinuvini tushuntiring.
 2. Nyuton – Rixman qonunini ta’riflang.
 3. Erkin va majburiy konveksiya to’g’risida gapiring.
 4. O’xshashliklar nazariyasi haqida tushuncha bering.
 5. Nusselt, Reynolds, Grashof, Prandtl mezonlarini tushuntiring.
-
6. Nurlanish to’g’risida umumiy ma’lumotlar bering.
 7. Nurlanish deb nimaqga aytiladi?
 8. Yutilish koeffitsiyenti yoki jismning yutish xususiyati nima?
 9. Qaytarish koeffitsiyenti, boshqacha aytganda jismning qaytarish xususiyati nima?
 10. O’tkazish koeffitsiyenti, boshqacha aytganda jismning o’tkazish xususiyati nima?
 11. Nurlanishning asosiy qonunlari. Plank, Vin, Stefan-Bolsman, Kirxgof, Lambert mezonlarini tushuntiring.

15-ma’ruza. ISSIQLIK ALMASHINUV APPARATLARI.**Reja:**

1. Issiqlik almashinuv apparatlarining turlari. Rekuperativ, regenerativ va aralash issiqlik almashuv qurilmalari.
2. Issiqlik almashinuv apparatlarini hisoblash.
3. O’rtacha temperatura bosimini hisoblash

Tayanch so’z va iboralar: Issiqlik almashinuv apparatlari. Rekuperativ, regenerativ va aralash issiqlik almashuv qurilmalari. IAA larini hisoblash.

Adabiyotlar /3,5,9,10,11/

1. Issiqlik almashinuv apparatlarining turlari. Rekuperativ, regenerativ va aralash issiqlik almashuv qurilmalari

Issiqlik tashuvchini qizdirish yoki sovitish uchun mo’ljalangan qurilma **issiqlik almashinuv apparati (IAA)** deyiladi. Issiqlik tashuvchi sifatida suyuqlik yoki gaz ishlatiladi. Issiqlik tashuvchilar isituvchi va isitiladigan tashuvchilarga bo’linadi. Masalan, qozon ichida qizigan gaz isituvchi issiqlik tashuvchi, qozondagi suv esa isitiladigan issiqlik tashuvchi hisoblanadi. Isitish radiatoridagi suv isituvchi issiqlik tashuvi, xonaga issiqlikni tarqatadigan havo esa, isitiladigan issiqlik tashuvchi hisoblanadi.

IAA lariga bug‘ qozonlari, kondensatorlar, bug‘ qizdirgichlar, havo isitkichlar, markaziy isitish asboblari, radiatorlar va shu kabilar misol bo’la oladi.

IAA lari o’zining shakli va o’lchamlari bilan hamda ishlatilayotgan ishchi jismi bilan bir – biridan katta farq qiladi. IAA lari xilma xil bo’lsada, issiqlik hisobining asosiy qoidalari ular uchun umumiy bo’lib qoladi. IAA lari texnikada nihoyatda keng tarqalgan, hozirgi vaqtda ularning aniq bir tasnifi yo’q. Quyida keltirilgan tasnif eng ko’p qo’llanilayotgan IAA lariga ta’luqlidir.

IAA larini quyidagicha tasniflash mumkin:

Aralashtirgichli. Bunday IAA larida issiq va sovuq issiqlik tashuvchi bir – biriga bevosita tegadi va keyin aralashib ketadilar. Masalan, qozon agregatidan chiqadigan yuqori temperaturali

bug' yo suv sovuq yoki iliq suv bilan aralashtiriladi, so'ngra iste'molchilarga uzatiladi. Bunday IAA lariga gradirnyalar, deaeratorlar, skrubberlar va boshqa qurilmalar kiradi.

Rekuperativli. Bunday IAA larida issiqlik ajratuvchi devor (odatda metall) orqali uzatiladi. Bunday apparatlarga bug' generatorlari, bug' qizdirgichlari, suv isitkichlari, havo isitkichlari va turli xil bug'latgich apparatlari kiradi.

Hozirgi paytda rekuperativ apparatlar eng ko'p tarqalgan. Ular tuzilishi juda sodda, ixcham va issiqlik tashuvchilarning temperaturasini har doim o'zgarmasligini ta'minlaydi.

Rekuperativ apparatlar asosan metaldan ishlangan. Temperaturasi 400-450 °C bo'ladigan issiqlik tashuvchilar uchun esa quvurlar uglerodli po'latdan, temperaturasi 500-700 °C bo'ladigan issiqlik tashuvchilar uchun esa legirlangan po'latdan tayyorlanadi.

Regenerativli. Bunday IAA larida isitish (yoki sovutish) sirtining o'zi vaqt – vaqti bilan goh issiq, goh sovuq issiqlik tashuvchi bilan yuvilib turiladi.

Dastlab regenerator panellaridan qizigan issiqlik tashuvchi – domno va marten pechlari, vagrankalar va boshqalardagi yonish mahsulotlari yuboriladi.

Regeneratorning isitish sirti qizigan gazlardan issiqlik olib isiydi, so'ngra bu issiqlikni sovuq issiqlik tashuvchiga beradi. Bunday IAA lariga zamonaviy qozon agregatlarining havo isitgichlari misol bo'la oladi.

2. Issiqlik almashinuv apparatlarini hisoblash

IAA larini hisoblashdan asosiy maqsad issiqlik almashinuv yuzasini, issiqlik tashuvchilarning parametrlarini, issiqlik tashuvchilarning eng muvofiq sarfini va ularning tezligini, hamda apparatning eng muvofiq o'lchamlarini aniqlashdan iboratdir. IAA larini hisoblashda issiqlik balansi tenglamasi va issiqlik uzatish tenglamasi asosiy hisoblanadi. Issiqlik uzatish tenglamasi:

$$Q = kF(t_1 - t_2) \quad (1)$$

Bunda Q – issiqlik oqimi, Vt ; k – issiqlik uzatish koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot K)$; F – issiqlik almashinuv yuzasi m^2 ; t_1 va t_2 – mos ravishda issiq va sovuq issiqlik tashuvchilar temperaturasi.

Issiqlik balansi tenglamasi

$$Q = m_1 \Delta h_1 = m_2 \Delta h_2$$

yoki

$$Q = V_1 \rho_1 c_{p1}(t_1^I - t_1^{II}) = V_2 \rho_2 c_{p2}((t_2^I - t_2^{II})), \quad (2)$$

bu yerda $V_1 \rho_1$ va $V_2 \rho_2$ - issiqlik tashuvchilarning massaviy sarfi kg/s ; c_{p1} va c_{p2} - suyuqlikning t^I dan t^{II} gacha temperatura oralig'idagi o'rtacha issiqlik sig'imi; t_1^I va t_2^I suyuqlikning apparatga kirishdagi temperaturasi; t_1^{II} va t_2^{II} suyuqlikning apparatdan chiqishdagi temperaturasi. $V \rho c_p = W$ kattalikni suv ekvivalenti deb aytiladi.

Oxirgi tenglamani e'tiborga olib (2) tenglamani quyidagicha yozish mumkin.

$$\frac{(t_1^I - t_1^{II})}{(t_2^I - t_2^{II})} = \frac{W_2}{W_1} \quad (3)$$

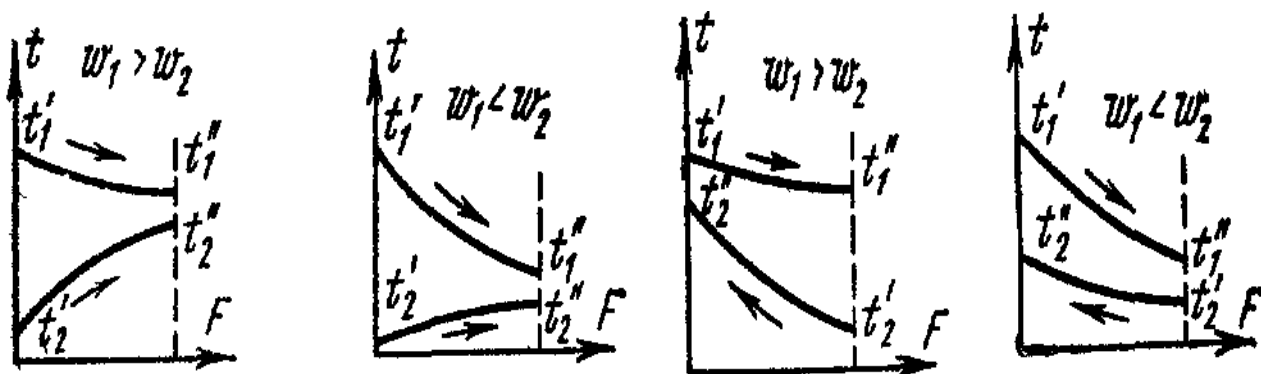
bunda W_1 va W_2 issiq va sovuq suyuqliklarning suv ekvivalentlari.

Demak, IAA da issiq va sovuq issiqlik tashuvchilar temperaturalarining o'zgarishi suv ekvivalentlariga teskari proportsional bo'lar ekan.

$$\frac{dt_1}{dt_2} = \frac{W_2}{W_1}$$

Issiqlik uzatish tenglamasini (1) keltirib chiqarishda issiqlik tashuvchilarning temperaturasi apparatda o'zgarmaydi deb hisoblangan.

Haqiqatda esa issiqlik tashuvchilarning apparatdan o'tish vaqtida temperaturalari o'zgaradi, bundan tashqari temperatura o'zgarishiga suyuqlikning harakatlanish sxemasi va suv ekvivalentlari katta ta'sir qiladi.



1-rasm. Issiqlik tashuvchilarning to'g'ri oqimli harakatda temperaturalarining o'zgarishi.

1- rasmdan ko'rinib turibdiki, to'g'ri oqimda sovuq issiqlik tashuvchining oxirgi temperaturasi har doim qaynoq issiqlik tashuvchining temperaturasidan past bo'ladi. Qarshi oqimda (1-rasm) sovuq issiqlik tashuvchining temperaturasi qaynoq issiqlik tashuvchining temperaturasidan ancha katta bo'lishi mumkin. Demak, qarshi oqimli apparatlarda sovuq issiqlik tashuvchining temperaturasini, to'g'ri oqimli apparatdagiga qaraganda yuqoriroq ko'tarish mumkin ekan.

Bundan tashqari, rasmlardan ko'rinib turibdiki, temperatura o'zgarishlari bilan bir qatorda suyuqliklar temperaturalari farqi Δt ham o'zgaradi.

Δt va k kattaliklarni faqat elementar yuzi chegarasida o'zgarmas deb hisoblash mumkin. Shuning uchun elementar dF yuz uchun issiqlik uzatish tenglamasi faqat differentsial shaklda to'g'ri bo'ladi:

$$dQ = k dF \cdot \Delta t \quad (4)$$

Butun F yuz bo'ylab uzatilgan issiqlik oqimi (4) tenglamani integrallashtirishdan aniqlanadi:

$$Q = \int_0^F k dF \Delta t = k F \Delta t_{o'rt} \quad (5)$$

Bunda $\Delta t_{o'rt}$ - butun isitish yuzasi bo'ylab temperaturaning o'rtacha logarifmik bosimi. Agar issiqlik uzatish koeffitsienti issiqlik almashinuv yuzasi bo'ylab ancha o'zgarsa, u holda uning o'rtacha qiymati olinadi:

$$k_{o'rt} = \frac{F_1 k_1 + F_2 k_2 + \dots + F_n k_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n}$$

U holda $k_{o'rt} = \text{const}$ bo'lganda (5) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$Q = k_{o'rt} \int_0^F \Delta t dF \quad \text{yoki} \quad Q = k_{o'rt} \Delta t_{o'rt} F$$

3. O'rtacha temperatura bosimini hisoblash

Agar issiqlik tashuvchilar temperaturalari to'g'ri chiziq bo'yicha o'zgarsa u holda o'rtacha temperatura bosimi temperaturalarning o'rta arifmetik qiymatlarining ayirmasiga teng bo'ladi:

$$\Delta t_{o'rt} = \frac{(t'_1 + t''_1)}{2} - \frac{(t'_2 + t''_2)}{2} \quad (6)$$

Biroq ishchi suyuqliklar temperaturasi o'zgarishi to'g'ri chiziqli bo'lmaydi.

Shuning uchun (6) tenglamani temperaturalar uncha katta o'zgarmagan hollarda qo'llash mumkin.

$\Delta t_{o'rt}$ kattalikni to'g'ri oqim uchun, chiziqli bo'lmagan o'zgarishi uchun aniqlaymiz.

Ihtiyoriy olingan A kesimda qaynoq issiqlik tashuvchining temperaturasi t' , sovuq issiqlik tashuvchining temperaturasi t'' bo'lsin. Ularning farqi quyidagicha bo'ladi:

$$t' - t'' = \Delta t \quad (7)$$

dF elementar yuzadan uzatilayotgan issiqlik miqdorini quyidagi tenglamadan aniqlaymiz:

$$dQ = k dF \tau \quad (8)$$

dQ issiqlik uzatilganda qaynoq issiqlik tashuvchining temperaturasi t' ga pasayadi, sovuq issiqlik tashuvchining temperaturasi esa t'' ga ko'payadi, u holda:

$$dQ = -m_1 c_{p1} dt' = m_2 c_{p2} dt''$$

yoki

$$dt' = -\frac{dQ}{m_1 c_{p1}} \text{ va } dt'' = \frac{dQ}{m_2 c_{p2}}$$

(7) tenglamani differentsiallab unga dt' va dt'' larni qiymatini qo'yamiz va quyidagini hosil qilamiz:

$$d\tau = -\frac{dQ}{m_1 c_{p1}} - \frac{dQ}{m_2 c_{p2}}$$

yoki

$$dQ = \frac{d\tau}{\frac{1}{m_1 c_{p1}} + \frac{1}{m_2 c_{p2}}}$$

$$\left(\frac{1}{m_1 c_{p1}} + \frac{1}{m_2 c_{p2}} \right) = n \text{ deb belgilaymiz, u holda}$$

$$dQ = -\frac{d\tau}{n} \quad (9)$$

dQ ning ifodasini (11.8) tenglamaga qo'yamiz:

$$\frac{-d\tau}{n} = k dF \tau$$

yoki

$$\frac{-d\tau}{\tau} = k dF \quad (10)$$

Agar n va k kattaliklar o'zgarmas bo'lsa, u holda (11.10) tenglamani $(t'_1 - t'_2) = \tau_1$ dan $(t''_1 - t''_2) = \tau_2$ gacha va 0 dan F gacha integrallab quyidagini topamiz.

$$-\int_{\tau_1}^{\tau_2} \frac{d\tau}{\tau} = nk \int_0^F dF$$

Yoki

$$\frac{\ln \tau_1}{\tau_2} = nkF$$

 bundan

$$n = \frac{\left(\frac{\ln \tau_1}{\tau_2}\right)}{kF} \quad (11)$$

(9) tenglamani integrallaymiz:

$$Q = \frac{(\tau_1 - \tau_2)}{n} \quad (12)$$

va unga (11) tenglamadan n ning qiymatini qo'yamiz.

$$Q = \frac{(\tau_1 - \tau_2)}{\left(\frac{\ln \tau_1}{\tau_2}\right)} \quad (13)$$

(13) tenglamadagi Δt_{urt} kattalikni temperaturaning o'rtacha logarifmik bosimi deb aytiladi.

To'g'ri oqimli IAA lar uchun

$$\Delta t_{urt} = (t'_1 - t'_2) - (t''_1 - t''_2) / 2.3 \lg[(t'_1 - t'_2) - (t''_1 - t''_2)] \quad (14)$$

Xuddi shunday yo'l bilan qarshi oqimli IAA lari uchun Δt_{urt} aniqlanadi.

$$\Delta t_{urt} = (t'_1 - t''_2) - (t''_1 - t'_2) / 2.3 \lg[(t'_1 - t''_2) - (t''_1 - t'_2)] \quad (15)$$

Qarshi oqimli IAA larining Δt_{urt} kiymati to'g'ri oqimli IAA larining Δt_{urt} kiymatidan xar doim katta bo'ladi. Shuning uchun qarshi oqimli IAA lari o'lchami kichik bo'ladi. IAA larning tejamliligi uning foydali ish koeffitsienti F.I.K. orqali aniqlanadi. F.I.K. sovuq issiqlik tashuvchini isitish uchun sarflangan kaynoq issiqlik tashuvchining issiqlik ulushini ko'rsatadi.

IAA larining issiqlik balansi odatda quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_{xis} \text{ yoki } q_1 + q_2 + q_3 = 100\%$$

Bu yerda Q_{xis} —qaynoq issiqlik tashuvchi atrof muhit temperaturasigacha sovutilganda u berishi mumkin bo'lgan issiqlik mikdori; Q_1 – sovuq suyuqlikni isitish uchun sarflangan issiqlik mikdori; Q_2 –IAA dan chikayotgan qaynoq suyuqlik bilan issiqlik isrofi; Q_3 – atrof muhitga issiqlikni isrof bulishi. Quyidagi

$$\frac{Q_1}{Q_{xuc}} \cdot 100\% = q_1 = \eta, \%$$

nisbatni IAA ni F.I.K. deyiladi

Nazorat savollari:

1. IAA ga ta'rif bering.
2. IAA lari qanday turlarga bo'linadi?
3. Rekuperativ va Regenerativ IAA qanday ishlaydi?
4. IAA hisobi qanday bajariladi?
5. O'rtacha logarifmik temperatura qanday aniqlanadi?
6. IAA larning issiqlik balansi qanday tuziladi?

16-ma'ruza.YOQILG'I. YOQILG'INING UMUMIY XOSSALARI

Reja:

- 1.Yoqilg'ining umumiy xossalari.
- 2.Qattiq, suyuq va gazsimon yoqilg'i.
- 3.Yoqilg'i issiqligi, havoning ortiqchalik koeffitsienti.
- 4.Yoqilg'ini yoqish. Yoqilg'ining quyuqsimon qatlamlarda yonishi

Tayanch so'z va iboralar: Qattiq suyuq va gazli yoqilg'ilarning turlari, yoqilg'ilarning tarkibi, moddiy va issiqlik balansi, havo koeffitsienti, qattiq yoqilg'ining tarkibi, suyuq yoqilg'ining tarkibi, gaz yoqilg'ining tarkibi, moddiy balans, issiqlik balans, o'txonaning gorelkalari, qattiq yoqilg'ining yonishi, olov, qatlam yonishi.

Adabiyotlar /3,7,10,11,14/

1.Yoqilg'ining umumiy xossalari

Tarkibining asosiy qismi ygleroddan iborat bo'lgan yonuvchan moddaga **yoqilg'i** deyiladi. Yonganda ko'p miqdorda issiqlik chiqadigan, atrof-muhitga zararli ta'sir qilmay- dikan, issiqlik olish uchun ishlatilishi maqsadga muvofiq hamda iqtisodiy jihatdan foydali bo'lgan barcha moddalardan yoqilg'i sifatida foydalanish mumkin. Elektr, mexanik va issiqlik energiyasini olishni asosiy manbai organik yoqilg'i hisoblanadi. Hozirgi vaqtda yer yuzida ishlab chiqarilayotgan va iste'mol qilinayotgan energiyaning 70% ni organik yoqilg'ining kimyoviy energiyasi hisobidan va faqat 30% gina suv, shamol, quyosh va atom energiyasidan foydalanish hisobidan olinadi. Mamlakatimiz yoqilg'i sanoati qariib bir asrlik tarixga ega. Bu sanoat yer qa'rida topilgan va qazib olinayotgan ko'mir, neft, tabiiy gaz konlari negizida shakllandi va rivojlanib bormoqda. Respublikamizda 159 (zahirasi sanoat darajasida hisoblangan) neft-gaz koni ochilgan, ularning 115 tasi Buxoro - Xiva geologik provinsiyasida, 27 tasi Farg'ona vodiysi, 10 tasi Surxondaryo, 7 tasi Ustyurtda joylashgan.

Organik yoqilg'ilarning tasnifi

1 -jadval

Yoqilg'i	Agregat holati		
	Qattiq	Suyuq	Gaz
Tabiiy	Yog'och, torf, qo'ng'ir va toshko'mirlar, antrasit, slanetslar	Neft	Tabiiy gaz
Sun'iy	Koks, briketlar, yog'och ko'miri,	Mazut, kerosin, benzin, solyar moyi, gazoil	Koks gazi, domna gazi, generator gazi, neft gazi, propan, atsetilen

Konlarning gaz, gaz - kondensatli, gaz-neft, neft, gaz-neft kondensatli turlari mavjud.

Yoqilg'i sanoati respublika yoqilg'i-energetika kompleksining asosiy turlarini tashkil etadi va barcha turdagi yoqilg'ini qazib olish, tabiiy gazni tozalash va yetkazib berish, neft mahsulotlari ishlab chiqarish korxonalaridan iborat.

Mustaqillik yillarida ko'rilgan keskin tadbirlar natijasida neft qazib olish hajmi yuqori sur'atlarda o'sdi. Respublikaning neft mustaqilligi ta'minlandi.

Agregat holatiga ko'ra yoqilg'i qattiq, suyuq va gaz yoqilg'isiga, kelib chiqishiga yoki olinish usuliga ko'ra tabiiy va sun'iy yoqilg'iga bo'linadi. (1-jadval).

Organik yoqilg'i energiya manbai bo'lishi bilan bir qatorda, u kimyo sanoati uchun muhim xom-ashyo hisoblanadi. Organik yoqilg'ilarni qayta ishlash natijasida ko'plab muhim kimyoviy mahsulotlar olinadi. Qazib olingan joyi va ishlatilishiga ko'ra mahalliy yoqilg'i (torf va slanets) va tashib keltiriladigan yoqilg'ilar bo'ladi.

Yoqilg'i tarkibi organik va mineral moddalardan iborat bo'ladi. Organik moddalarga uglerod (C), vodorod (H₂), kislorod (O₂), azot (N₂) va oltingugurt (S) kiradi. Bu kimyoviy elementlar va ular birikmalarining miqdori turli xil yoqilg'ida turlicha bo'ladi. Masalan, neft va uning mahsulotlari tarkibi asosan uglerod va vodoroddan tashkil topgan. Yoqilg'i tarkibiga yonuvchan elementlar, namlik va yoqilganda kulga o'tadigan minerallar kiradi. Yoqilg'ining tarkibi kimyoviy elementlarning massaviy foiz miqdori, namligi va kul miqdori bilan tavsiflanadi.

Qattiq va suyuq yoqilg'ining elementar tarkibini quyidagicha yozish mumkin:

$$C+H+S+O+N+A+W=100\% \quad (1)$$

Yoqilg'ining yonuvchan qismiga uglerod, vodorod va oltingugurt kiradi. Yoqilg'ining yonmaydigan qismiga esa, azot, kislorod, **namlik (W)** va yoqilg'i yonganda **kul (A)** ga aylanadigan mineral moddalar kiradi. Yoqilg'ining tarkibi ishchi, quruq, yonuvchan va organik massalarga ajratiladi. Har bir massa tarkibiga mos ravishda quyidagidek indekslar beriladi: ishchi – i; quruq – q; yonuvchan – (yo); va organik – o;

Yoqilg'i iste'molchiga qaysi holda berilsa va yondirilsa, shu holdagi yoqilg'iga ishchi yoqilg'i, massasi va elementar tarkibi esa, mos ravishda ishchi massa va ish tarkibi deyiladi. Ishchi massaning elementar tarkibini quyidagicha yozish mumkin.

$$C^i + H^i + S^i + O^i + N^i + A^i + W^i = 100\% \quad (2)$$

Yoqilg'ini yonmaydigan elementlari uning ballastini tashkil etadi. Kislorod va azot yoqilg'ining ichki ballasti, kul va namlik esa tashqi ballasti hisoblanadi. Yoqilg'ining quruq massasi tarkibida namlik bo'lmaydi:

$$C^q + H^q + S^q + O^q + N^q + A^q = 100\% \quad (3)$$

Ishchi massadan quruq massani qayta hisoblash formulasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$C^q = C^i \frac{100}{100 - W^i}; \quad H^q = H^i \frac{100}{100 - W^i}; \quad \text{va sh.k.} \quad (4)$$

Yoqilg'ining yonuvchan massasi tarkibida tashqi ballast, ya'ni namlik va kul bo'lmaydi:

$$C^{yo} + H^{yo} + S^{yo} + O^{yo} + N^{yo} = 100\% \quad (5)$$

Bunday tarkibni "yonuvchan massa" deb aytishimiz shartli albatta, chunki uning tarkibidagi faqat C, H va S largina yonuvchan elementlar hisoblanadi.

Yoqilg'ining yonuvchan massasining tarkibi uning o'zgaras tavsifi bo'lib, hajmi va kul miqdori o'zgarganda ham bu tavsifi o'zgarmaydi. Qattiq yoqilg'idagi uglerod miqdori uning geologik yoshi ortishi bilan ko'payadi. Masalan, torfdagi uglerod miqdori $C^{yo}=50\div 60\%$, qo'ng'ir ko'mirda $C^{yo}=60\div 75\%$, toshko'mirda $C^{yo}=75\div 90\%$ ni tashkil etadi. Quruq va ishchi massadan yonuvchan massani qayta hisoblash quyidagi formula bo'yicha amalga oshiriladi.

$$C^{yo} = C^q \frac{100}{100 - A^q} = C^i \frac{100}{100 - (A^i + W^i)}; \quad \text{va sh.k.} \quad (6)$$

Yoqilg'ining organik massasi tarkibini quyidagicha yozish mumkin:

$$C^o + H^o + S^o + N^o = 100\% \quad (7)$$

Barcha issiqlik texnikasi hisoblarida yoqilg'ining tarkibi uning ishchi massasi bo'yicha olinadi. Gaz yoqilg'isi tarkibini quyidagi formula orqali ifodalash mumkin:

$$CH_4 + C_m H_n + CO + H_2 + H_2S + CO_2 + O_2 + N_2 = 100\% \quad (8)$$

Qattiq va suyuq yoqilg'ining va yonuvchan gazning asosiy tavsiflari

2-jadval

Yoqilg'i turi	Yoqilg'ining yonuvchan massasi	%
---------------	--------------------------------	---

	C ^{yo}	H ^{yo}	O ^{yo}	S ^{yo}	Q _q ^u · 10 ^{x-4} , kJ/kg
Yog'och	50	6	43	0	1,05-1,47
Torf	53-62	52,62	32,37	0,1-03	0,84-1,05
Qo'ng'ir ko'mir	62-72	4,4-6,2	18-27	0,5-6,0	0,62-1,09
Toshko'mir	75-90	4,5-5,5	4-15	0,6,-6,0	2,10—3,00
Antratsit	90,96	1,02,0	1-2	0,5-7,0	2,70-3,10
Neft	83-86	11-13	1-3	0,2-4,0	4,30-4,60
Slanets	72-76	8-10	10-12	-	0,73-1,50
Mazut	84-87	9-11	1	3-3,5	4,00-4,55

Qattiq va suyuq yoqilg'ining va yonuvchan gazning asosiy tavsiflari 2 va 3-jadvallarda keltirilgan. Qattiq va suyuq yoqilg'ining asosiy xossasi uglerod yoqilg'ining asosiy tarkibiy qismidir. 1 kg sof uglerod to'la yonganda 33900 kJ issiqlik chiqadi. 1 kg vodorod yonganda 125600 kJ issiqlik chiqadi. Yoqilg'i tarkibiga kiruvchi vodorodning bir qismi yoqilg'idagi kislorod bilan birikkan bo'ladi va yonishda ishtirok etmaydi. Yoqilg'i yonganda oltingugurt sulfid angidrid SO₂ ga aylanadi va suv bug'lari bilan birikib sulfid kislota H₂SO₃ hosil qiladi.

Tabiiy gazlarning xossalari

3-jadval

Gaz magistrali	Gazning tarkibi, hajmga nisbatan, %							
	CH ₄	C ₂ H ₂	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	N ₂	CO ₂	Q _q ^k · 10 ^{x-4} kJ/kg
Gazli – Kogon	95,4	2,6	0,3	0,2	0,2	1,1	0,2	3,66
Jarkax-Toshkent	95,5	2,7	0,4	0,2	0,1	1,0	1,0	3,67
Buxoro-Ural	94,9	3,2	0,4	0,1	0,1	0,9	0,4	3,67
Saratov-Moskva	91,9	2,1	1,3	0,4	0,1	3,0	1,2	3,61

Oltingugurtning yonishidan hosil bo'lgan suyuq va gaz mahsulotlari ichki yonuv dvigatellari hamda qozon agregatlari metal qismlarining zanglashiga sabab bo'ladi, havoni va o'simliklarni zaharlaydi va ularni nobud qiladi, qurilish inshootlarini yemirilishini tezlashtiradi. Oltingugurtning zararli xossalari etiborga olib, uni ballast qatoriga kiritish mumkin. Kislorod va azot shartli ravishda yonuvchan massa tarkibiga kiritilgan. Ular ichki ballast hisoblanadi, chunki yonuvchan massaning foiz miqdorini kamaytiradi va yonish sohasini sovitadi. Bundan tashqari yoqilg'ida kislorod miqdori ko'p bo'lsa, u yonish sohasida vodorod bilan birikib, suv hosil qiladi.

Yoqilg'i namligi. Yoqilg'ini qazib olish, tashish, saqlash va shu kabilarga bog'liq ravishda yoqilg'ining namligi o'zgarib turadi. Masalan, torf uchun 50%, slanetslar uchun 13-17%, toshko'mir uchun 5-14%, va antratsit uchun 5-8%. Yoqilg'idagi namlik yoqilg'i foydali qismi hajmini kamaytirishi jihatidagina emas, balki yonish sohasida bug'ga aylanishi jihatidan ham zararlidir. Issiqlikning anchagina miqdori bug' hosil bo'lishiga sarflangani holda, chiqib ketayotgan gazlar bilan birga chiqadi. Namlik qattiq yoqilg'ida saqlanganda uning o'z-o'zidan yonib va uvalanib ketishiga sabab bo'ladi.

Yoqilg'i kuli. Yoqilg'i tarkibida kulning bo'lishi yonish vaqtida ajralib chiqayotgan issiqlik miqdorini kamaytiradi, uskunalarining metall qismlarini yemiradi, o'txonalarning ishlashini qiyinlashtiradi. Kul tarkibiga asosan ishqoriy metallar tuzlari, temir va alyuminiy oksidlari hamda oltingugurt sulfati kiradi. Bundan tashqari kulda CaCO₃, MgCO₃ bo'lishi mumkin. Yoqilg'ilar tarkibida kulning miqdori xar xil bo'ladi. Masalan quruq yoqilg'ilar uchun A^q ning qiymati quyidagicha bo'ladi, %: yog'och uchun ≈1, torf uchun ≈ 10, toshko'mir uchun ≈10-20, qo'ng'ir ko'mir uchun ≈ 30, slanetslar uchun ≈ 60. Suyuq yoqilg'i (mazut) tarkibida ham oz miqdorda (0,2-1%) mineral aralashma bo'ladi.

Uchuvchan moddalar va koks. Qattiq yoqilg'i havosiz fazoda 870-1070 K haroratgacha qizdirilganda undan uchuvchan moddalar ajralib chiqadi. Uchuvchan moddalar tarkibiga azot N_2 , vodorod H_2 , kislorod O_2 , uglerod oksidi CO , uglevodorod gazlari CH_4 , C_2H_4 va shu kabilar hamda namlikdan hosil bo'lgan suv bug'lari kiradi. Uchuvchan moddalar tarkibi yoqilg'ini qizdirish jarayoniga bog'liq bo'ladi. Uchuvchan moddalar yig'indisi V^U xarfi bilan belgilanadi va faqat yonuvchan massaga ta'luqli bo'ladi. Uchuvchan moddalar slanetsda ($V^U=90\%$) va torfda ($V^U=75\%$) eng ko'p bo'ladi. Qo'ng'ir ko'mirda 40-50%, antratsitda esa 4-6% bo'ladi.

Chala kokslash jarayoni maxsus pechlarda (havosiz muhitda) amalga oshiriladi, bunda qayta ishlanadigan yoqilg'i 770-830 K haroratga qodir bir me'yorda qizdiriladi. Yuqori harorat ta'sirida yoqilg'ining organik qismi parchalanadi, parchalanish mahsulotlari esa, o'zaro yana kimyoviy reaksiyaga kirishadi. 770-830 K haroratda yoqilg'ining parchalanishi to'xtaydi va pechda uglerodga aylangan qattiq qoldiq – chala kokslanishning asosiy mahsuloti bo'lgan chala koks qoladi. Chala koksda ko'pgina uchuvchan moddalar qoladi. Undan sanoatda va energetika maqsadlarida ishlatiladigan yoqilg'i sifatida foydalaniladi. Chala koksla

nishda hosil bo'ladigan gazlar – qimmatli yoqilg'i va keyingi kimyoviy qayta ishlash uchun xom-ashyodir. Masalan, yog'och va torfni quruq haydashda olingan suv yana kimyoviy qayta ishlansa, atseton, sirka kislota, metil spirti, formalin va boshqa qimmatli mahsulotlar hosil bo'ladi. Yoqilg'ini havosiz muhitda 1275-1375 K haroratda qizdirib, qayta ishlash jarayoni **kokslash** deyiladi. Kokslash natijasida 70-80% metallurgiya koksi olinadi, qolgani esa koks gazi, smola va suv bo'ladi. Koks gazi qayta ishlanib, undan ammiak va boshqa kimyoviy mahsulotlar olinadi. Kokslashda hosil bo'lgan smola va suv yana qayta kimyoviy ishlanadi.

2.Qattiq, suyuq va gazsimon yoqilg'i

Shartli yoqilg'i. Issiqlik ajratish xususiyati turlicha bo'lgan yoqilg'ilarni taqqoslash uchun «shartli yoqilg'i» tushunchasidan foydalaniladi. Yonish issiqligi 29300 kJ/kg yoki ~ 30000 kJ/kg bo'lgan yoqilg'i shartli yoqilg'i deyiladi.

Berilgan yoqilg'ini shartli yoqilg'iga aylantirib hisoblashda va aksincha shartli yoqilg'ini berilgan yoqilg'iga aylantirib hisoblashda yoqilg'i ekvivalenti deyiladigan kattalikdan foydalaniladi.

$$\Theta = \frac{Q_q^i}{29300}$$

Qattiq yoqilg'i. Qattiq yoqilg'ilar jumlasiga yog'och, torf, yonuvchan slanetslar va qazib olinadigan ko'mirlar kiradi. Har qanday qattiq yoqilg'ining boshlang'ich materiali yog'ochdir. Qazib olinadigan qattiq yoqilg'i yonuvchan massasining tarkibi uning paydo bo'lish sharoitlariga va geologik yoshiga bog'liq. Geologik yoshining ortib borishi tartibida qattiq yoqilg'ini shunday joylashtirish mumkin: yog'och, torf, yonuvchan slanetslar, qo'ng'ir ko'mir, toshko'mir, antratsit.

Torf suv ostida havosiz sharoitda botqoqlik o'simliklaridan hosil bo'ladi. U yer sirtidan unchalik chuqur bo'lmagan joyda qalinligi 10 m gacha qatlamlar hosil qiladi.

Yonuvchan slanetslar oson o't oladi va uzun tutaydigan alanga hosil qilib yonadi. Ular quruq haydalganda koks, smola va qo'shimcha mahsulotlarga parchalanadi. Yonuvchan slanetslar qimmatli mahalliy yoqilg'i va kimyoviy hom ashyo hisoblanadi. Tabiiy qattiq yoqilg'ining asosiy turi qazib olinadigan ko'mirlardir. Ular uzoq toshko'mir davrida daraxt va o'simliklardan hosil bo'ladi. Qazib olinadigan ko'mirlar geologik yoshiga ko'ra qo'ng'ir ko'mir, toshko'mir va antrasementga bo'linadi. O'zbekistonda ko'mirni sanoat usulida qazib olish 1930 yillar oxiridan boshlangan. Toshkent viloyatida (Angren) qo'ng'ir ko'mir, Surxondaryo viloyatida Sharg'un, Boysuntog' toshko'mir konlari bor. Mamlakatimiz xalq ho'jaligida har yili 8 – 9 mln t ko'mir iste'mol qilinadi.

Suyuq yoqilg'i. Tabiiy suyuq yoqilg'i neftdir. Lekin, u odatda tabiiy holda yoqilg'i sifatida ishlatilmaydi. Suyuq yoqilg'i asosan neftni 300 – 370 °C haroratga qizdirishdan hosil bo'lgan bug'ni har xil fraktsiyalarga ajratish va ularni kondensatsi- yalash yo'li bilan olinadi.

Karbyuratorli dvigatellar uchun benzin, ligroin, kerosin; dizel dvigatellari uchun gazoil va solyar moyi; reaktiv dvigatellar uchun kerosin – gazoilli fraksiyalar olinadi. Qozon agregati va sanoat pechlari o'txonalarida asosan mazut ishlatiladi. Mazutning asosiy tavsiflaridan biri uning qovushoqligidir. O'txonalarda asosan M40, M100 va M200 markali mazut ishlatiladi. Mazut markasi uning 353 K haroratdagi qovushoqligi orqali aniqlanadi. Mazut tarkibidagi oltingugurt miqdoriga qarab: kam oltingugurtli (0,5 % gacha), oltingugurtli (2% gacha) va ko'p oltingugurtli (3,5 – 4,3%) mazutlarga ajratiladi.

O'zbekistonda dastlabki neft koni 1904 yilda ochilgan (Farg'ona vodiysidagi Chimyon neft konida 278 m chuqurlikdan kuniga 130 t neft olingan). O'sha yili Ivanovskda (hozirgi Oltiariq) neftni qayta ishlash zavodi ishga tushirildi.

O'zbekiston neft sanoatining paydo bo'lishi shu sanadan boshlanadi. Bugungi kunda Respublika neft sanoati xalq ho'jaligining neftga bo'lgan talabini to'liq qondirish imkoniyatlariga ega.

Gaz yoqilg'isi. Tabiiy gaz yer kurrasining juda ko'p joylarida uchraydi. U faqat maxsus gaz quduqlaridagina emas, balki neft qazib chiqarishda qo'shimcha mahsulot sifatida ham olinadi. Neft bilan birga chiqadigan tabiiy gaz yo'ldosh gaz deyiladi. Tabiiy gazning asosiy tarkibiy qismini metan CN_4 (98% gacha) tashkil etadi.

Bundan tashqari uning tarkibida etan C_2H_6 , propan C_3H_8 , butan C_4H_{10} , etilen C_2H_4 va propilen C_3H_8 bo'ladi. O_2 va N_2 lar odatda oz miqdorni tashkil etadi. Gaz sanoati – yoqilg'i – energetika majmuasining eng rivojlangan tarmog'i. Uning Respublikada qazib olinayotgan yoqilg'i balansidagi hissasi 87,2 % ni tashkil etadi. 1955 yilda Jarqoq, 1956 yilda Gazli neft konlarining ochilishi natijasida gaz sanoatining moddiy bazasi yaratildi. 1995 yili Respublika gaz sanoatida 48,6 mlrd m^3 tabiiy gaz, 7600,6 ming tonna neft va gaz kondensati olishga erishildi, 3053, 7 ming tonna ko'mir qazib olindi.

3. Yoqilg'i issiqligi. havoning ortiqchalik koeffitsienti

Yoqilg'i issiqligi. 1 kg yoki 1 m^3 yoqilg'i to'liq yonganda chiqadigan issiqlik miqdori yoqilg'ining issiqlik ajratishi (yonish issiqligi) deyiladi (Q^i , kJ/kg yoki Q^i kJ/ m^3).

Yoqilg'ining issiqlik ajratishi ikki xil: yuqori yonish issiqligi Q_{yu}^i va quyi yonish issiqligi Q_q^i bo'ladi. Yoqilg'ining massa birligi to'liq yonganda chiqqan issiqlik miqdori yoqilg'ining yuqori yonish issiqligi deyiladi, bunda namlikning bug'lanishiga sarflangan issiqlik hisobga olinmaydi. Yoqilgining birlik massasi yonganda uning tarkibidagi namlik hamda vodorodning kislorod bilan reaksiyaga kirishish jarayonida hosil bo'lgan namlik hisobga olingan xolatda ajralgan issiqlik miqdori quyi yonish issiqligi deyiladi. 1 kg suv bug'ining atmosfera bosimida kondensatsiyalanish issiqligi taxminan 2500 kJ/kg ga teng. Ishchi yoqilg'i tarkibidagi suv bug'lari miqdori $W^i/100$ ga teng. 1 kg vodorod yonganda 9 kg suv bug'i hosil bo'ladi ($2H_2+0,5O_2=2H_2O$).

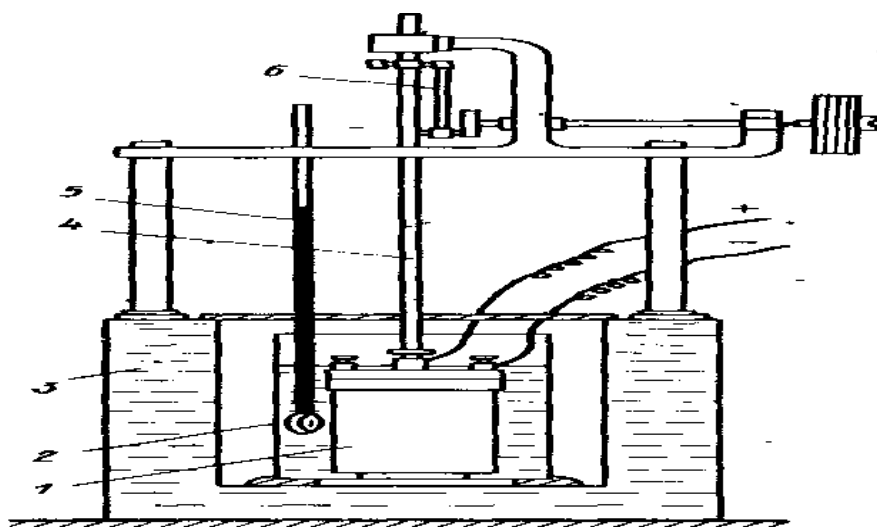
Demak, suv bug'ining kondensatsiyalanish issiqligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$2500\left(\frac{W^i}{100} + 9\frac{H^i}{100}\right) = 25W^i + 225H^i, \quad (9)$$

u holda

$$Q_q^i = Q_{yu}^i - 225H^i - 25W^i = Q_{yu}^i - 25(9H^i + W^i) \quad (10)$$

ya'ni yoqilg'ining quyi yonish issiqligi uning yuqori yonish issiqligidan bug' hosil bo'lish issiqligini ayirib tashlanganiga teng. Yoqilg'ining yonish issiqligi laboratoriya sharoitida kalorimetrik bomba yordamida aniqlanadi (1-rasm).



1-rasm. Kalorimetrik qurilma.

1-kalorimetrik bomba; 2- suvli idish; 3-termostat; 4-aralashtirgich; 5-termometr;

6-aralashtirgichning uzatma mexanizmi.

Kalorimetrik bomba, bosimi 3 MPa bo'lgan kislorod bilan to'ldirilgan germetik idish 1 dan iboratdir. Idishda massasi 1 g bo'lgan yoqilg'i yondiriladi. Bombani suvli idish 2 ga joylashtiriladi va suv haroratini ortishi orqali yoqilg'ining yonish issiqligi aniqlanadi. Qattiq va suyuq yoqilg'ining yonish issiqligini D.I. Mendeleev empirik formulasidan yetarli aniqlik bilan topiladi:

$$Q_{yu}^i = 340C^i + 1260H^i - 109(O^i - S^i) \frac{kJ}{kg} \quad (11)$$

$$Q_q^i = 340C^i + 1035H^i - 109(O^i - S^i) - 25W^i \frac{kJ}{kg} \quad (12)$$

Quruq gazning qo'yi yonish issiqligi quyidagiga teng:

$$Q_q^q = 358CH_4 + 640C_2H_6 + 915C_3H_8 + 1190C_4H_{10} + 1465C_5H_{12} + \\ + 126,5 CO + 107,5H_2 + 234H_2S \frac{kJ}{m^3} \quad (13)$$

Yuqori yonish issiqligi:

$$Q_{yu}^q = 398CH_4 + 700C_2H_6 + 995C_3H_8 + 1285C_4H_{10} + 1575C_5H_{12} + \\ + 126,5 CO + 127,5H_2 + 257H_2S \frac{kJ}{m^3} \quad (14)$$

Havoning ortiqchalik koeffitsienti.

Yoqilg'ini yonishi uchun atmosfera havosi zarur bo'ladi. Uning miqdori ko'p yoki kam bo'lishiga qarab kimyoviy reaksiya jadal yoki sust bo'ladi. O'z navbatida yonish mahsuloti tarkibidagi zaharli gazlarning miqdori ham keng oraliqda bo'ladi. Yoqilg'ining yonishida asosiy oksidlovchi modda sifatida kislorod yoki atmosfera havosi olinadi. Yoqilg'ining to'la yonishi uchun zarur bo'lgan atmosfera havosining miqdori nazariy jihatdan hisoblab topiladi. O'txonada qattiq yoki suyuq yoqilg'ining 1kg to'liq yonishi uchun zarur bo'lgan kislorod miqdori quyidagi tenglikdan topiladi.

$$q_{q,n} = (2,6 + C^i + 8H^i + S^i + O^i); 100 \quad (15)$$

Kislorodning nazariy miqdori. (i – ish yoqilg'isi) 2,67; 8 – 1kgC, va 1kgN to'liq yonish uchun zarur bo'lgan O₂ miqdori. 1kg yoqilg'ining to'liq yonishi uchun zarur bo'lgan havo massasi quyidagi ifodadan topiladi.

$$m_{h.n} = \frac{q_{q.n.}}{23,15} \cdot 100 = 0,115C^i + 0,344H^i + 0,043(S^i - O^i) \quad (16)$$

23,15 – birlik hajmidagi havo tarkibidagi kislorod miqdori, %;

$C^i + H^i + S^i - O^i + N^i = 100\%$ - ish yoqilg'isining yonuvchan qismi, %

1kg yoqilg'ining to'liq yonishi uchun zarur bo'lgan atmosfera havosining nazariy hajmi $\frac{m^3}{kg}$:

$$V_{h.n.} = \frac{m_{h.n.}}{P_h} = 0,089C^i + 0,0266H^i + 0,033(S^i - O^i) \quad (17)$$

$$\rho = 1,293 \frac{kg}{m^3}$$

Haqiqiy hajmi:

$$V_h = 0,01(2,67C^{4i} + 8H^i + S_{0+k} - O^i); \quad (18)$$

To'la yonish uchun zarur bo'lgan haqiqiy havo miqdorining nazariy hisoblab topilgan miqdoriga nisbati ortiqcha havo koeffitsienti deyiladi.

$$\alpha_h = \frac{V_h}{V_{hn}} \quad (19)$$

Uning bir qismi yonish reaksiyasiga kirishmaydi va tutun gazlar bilan birga erkin holda chiqib ketadi. Yoqilg'ining to'liq yonishi uchun havoni hisoblab topilganidan ko'proq miqdorda berish zarur. Haqiqiy beriladigan havo miqdori nazariy hisoblab topilganidan necha marta ko'pligini ko'rsatuvchi son ortiqcha havo koeffitsienti deyiladi va α bilan belgilanadi:

$$\alpha = \frac{V}{V_0}$$

α ning kattaligi yoqilg'ining turiga, jarayon sodir bo'ladigan sharoitlarga, yoqish usuliga, o'txonaning tuzilishiga bog'liq. Hisoblashlarda α ning qiymati tegishli tajriba ma'lumotlari asosida tanlanadi. α qanchalik kichik bo'lsa, yonish jarayoni shunchalik tejimli bo'ladi. Lekin α juda ham kichik bo'lsa, yoqilg'i chala yonadi va qozon agregatining F.I.K. pasayadi. Qattiq yoqilg'i qatlamli usulda yoqilsa, odatda $\alpha = 1,3 - 1,5$ ga teng bo'ladi, gaz va suyuq yoqilg'i kamerali o'txonalarda yoqilganda $\alpha = 1,1 - 1,15$ ga teng bo'ladi.

4. Yoqilg'ini yoqish. Yoqilg'ining quyuqsimon qatlamlarda yonishi

Yoqilg'ini yoqish. Gaz va suyuq yoqilg'ining yonishi bir – biridan kam farq qiladi, chunki suyuq yoqilg'i yonishidan oldin bug'lanadi. Yoqilg'i yonganda uning tarkibidagi yonuvchan elementlarning kimyoviy oksidlash jarayoni ro'y beradi va natijada jadal issiqlik ajralib, yonish mahsulotlari harorati keskin ko'tariladi. Yonish gomogen (ya'ni, yoqilg'i va oksidlovchi modda bir xil agregat holatida bo'ladi) yoki geterogen (ya'ni, yoqilg'i va oksidlovchi modda turli agregat holatida bo'ladi) bo'lishi mumkin. Suyuq yoqilg'ida ballast deyarli bo'lmaydi, shuning uchun u faqat mash'ala qilib yoqiladi. Yoqish paytida yoqilg'ini butunlay purkab yuborish kerak. Yoqilg'i yaxshi purkalmasa, yonish mahsulotlari ichida ko'p miqdorda yonmagan sof uglerod C, uglerod (II) – oksid CO va uglevodorodlar C_mH_n qolishi mumkin. Gaz yoqilg'isini suyuq va qattiq yoqilg'iga qaraganda mash'ala usulida oson va samarali yoqish mumkin. Lekin barcha yoqilg'ini yoqishdagi singari uni ham havo bilan yaxshi aralashtirish lozim. Gaz yoqilg'isining yonish jarayoni gomogen bo'ladi. Yoqilg'i o't olish haroratining α koeffitsientga bog'liqligi 4 – jadvalda keltirilgan.

Yoqilg'i o't olish haroratsining α koeffitsientga bog'liqligi.

4 – jadval.

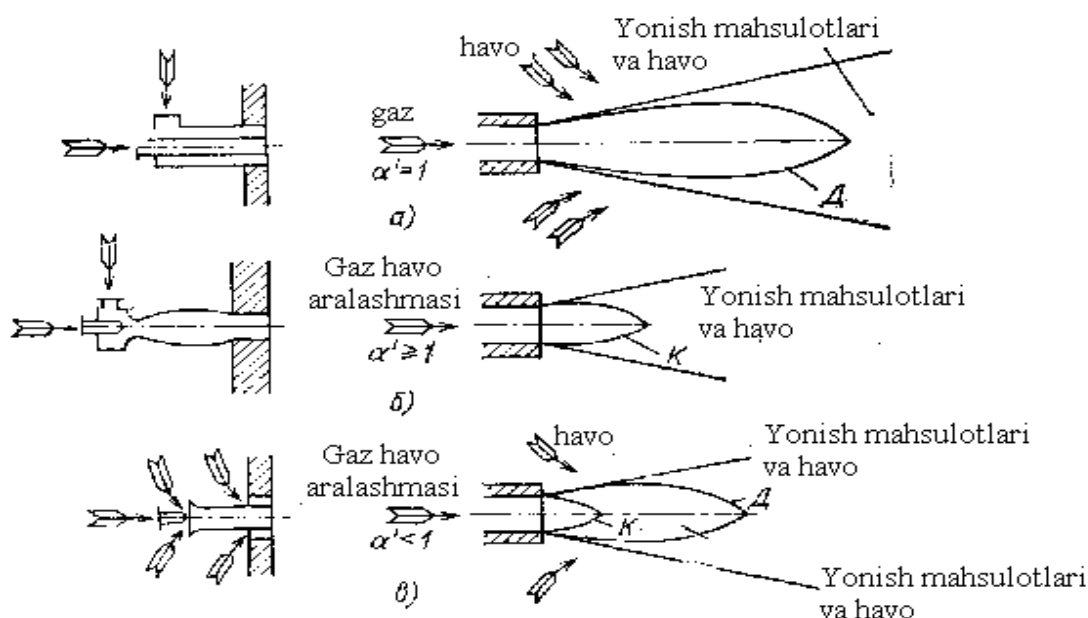
Yoqilg'i nomi	O't olish haroratsi, °C
---------------	-------------------------

	$\alpha = 1,0$	$\alpha = 1,3$	$\alpha = 1,5$	$\alpha = 2,0$
Antrasit	2270	1845	1665	1300
Torf	1700	1510	1370	1110
Mazut	1125	1740	1580	1265
O'tin	1855	1575	1435	1165
Gaz (Saratov)	2000	1149	1778	1167

Yonish jarayoni boshlanishi uchun gaz va oksidlovchi modda bir – biriga tegib (tutashib) turishi va yetarli shart – sharoitlar bo'lishi lozim. Yonuvchan elementlar nisbatan past haroratlarda ham oksidlanishi mumkin. Bunday sharoitda kimyoviy reaksiyalar tezligi kichik bo'ladi, harorat ortishi bilan reaksiya tezligi oshadi. Ma'lum bir haroratga yetganda esa, gaz – havo aralashmasi alangalanadi (o't oladi), reaksiyalar tezligi ortadi va ajralib chiqayotgan issiqliq miqdori yoqilg'ini o'z – o'zidan yonishini ta'minlash uchun yetarli bo'ladi. Aralashma alangalanadigan (o't oladigan) eng past haroratga alangalanish (o't olish) harorati deyiladi. Bu kattalik yoqilg'ining fizik xossalariga, yondirish usuliga, aralashmadagi yoqilg'i miqdoriga va shu kabilarga bog'liq bo'ladi. Masalan, vodorodning o't olish harorati 820–870K, uglerod oksidi va metanniki mos ravishda 1020–930 va 120-1070K. Ba'zi yoqilg'ilarning o't olish haroratlari 4 –jadvalda keltirilgan.

Yoqilg'ining quyuqsimon qatlamlarda yonishi

Ma'lumki, gaz mash'ala bo'lib yonadi. Mash'ala bu ish jarayoni kecha- yotgan, harakatlanayotgan gazlarning ma'lum bir hajmidir. Yonish nazariyasi umumiy qoidalariga asosan, gazning mash'ala qilib yoqish usuli kinetik va diffuzion usullarga ajratiladi. Kinetik yondirishda gaz va havo yonishidan oldin aralashtiriladi.



2-rasm. Gaz yoqilg'isining yondirish tartiblari.

a-gaz va havoning tashqarida aralashishi; b- to'liq ichki aralashish;

v-qisman ichki aralashish; k-kinetik yonish sohasi; d- diffuzion yonish sohasi.

Gaz va havo, avvalo gorelkaning aralashtirish qurilmasiga uzatiladi.

Aralashmaning yonishi aralashtirgichdan tashqarida ro'y beradi. Bu holda jarayon tezligi kimyoviy reaksiyalar tezligi bilan chegaralanadi ya'ni $\tau_{yon} \approx \tau_{kim}$ bo'ladi. Diffuzion yonish gaz bilan havoning aralashish jarayonida ro'y beradi. Gaz havodan alohida holda ishchi hajmga yuboriladi. Bu holda jarayon tezligi gazning havo bilan aralashish tezligi bilan chegaralanadi, ya'ni $\tau_{yon} \approx \tau_{fiz}$. Diffuzion yonishning yana bir ko'rinishi aralash yonish (diffuzion-kinetik) bo'lib, bunda gaz dastlab ma'lum bir miqdordagi havo bilan (to'liq yonish uchun yetarli bo'lmagan) aralashadi. Shu yerga havoning qolgan qismi (ikkilamchi havo) alohida yuboriladi.

Qozon agregatlari o'txonalarida asosan kinetik va aralash yondirish usullari qo'llaniladi. Diffuzion usul ko'proq sanoat pechlarida qo'llaniladi. Gaz oqimining mash'alasida harakat usuliga qarab, mash'ala laminar va turbulent bo'lishi mumkin.

Texnikada asosan turbulent yonish ishlatiladi. Gaz yoqilg'isining yondirish tartiblari 2-rasmda tasvirlangan.

Sanoat issiqlik energetikasida foydalanilayotgan asosiy suyuq yoqilg'i mazut hisoblanadi. Suyuq yoqilg'ining yonishi asosan bug' - gaz fazada ro'y beradi, bunga sabab shuki, uning qaynash harorati o't olish haroratidan ancha past bo'lgani tufayli, u o't olishdan oldin bug'lanadi.

Suyuq yoqilg'ini yondirish jarayonini quyidagi bosqichlarga ajratish mumkin:

- 1). Yoqilg'ini isishi va bug'lanishi;
- 2). Yonuvchan aralashmani hosil bo'lishi (yoqilg'i bug'larini havo bilan aralashishi);
- 3). Yonuvchan aralashmaning o't olishi;

Nazorat uchun savollar

1. Yoqilg'i deb nimaga aytiladi?, va uning umumiy xossalarini tushuntiring.
2. Yoqilg'ining qanday turlarini bilasiz?
3. Shartli yoqilg'i deb nimaga aytiladi?
4. Yoqilg'ining yopish issiqligi nima?
5. Yoqilg'ining yopish issiqligi qanday aniqlanadi?
6. Yoqilg'ini yopish jarayoni qanday parametrlarga bog'liq?

1.2. LABORATORIYA MASHG'ULOTLAR UCHUN USLUBIY KO'RSATMA

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS

TA'LIM VAZIRLIGI

QARSHI MUXANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI

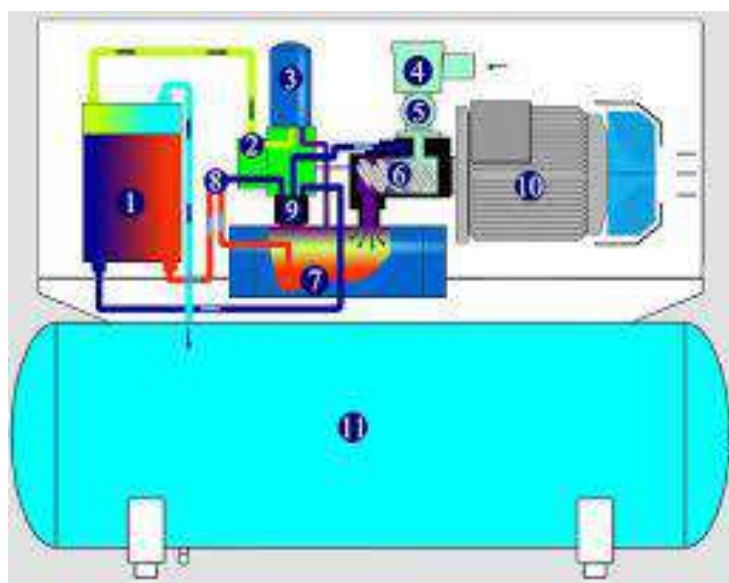
“MUQOBIL ENERGIYA MANBALARI” kafedrası

“ISSIQLIK TEXNIKASI”

fanidan

Laboratoriya ishlarini bajarish uchun

USLUBIY QO'LLANMA



Qarshi – 2022 y

Tuzuvchi:

prof. I.N. Qodirov

Taqrizchilar:

QarshiDU « Muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manbalari» kafedrasining mudiri,
dots.Af.B.Vardiyashvili.

QarMII “Muqobil energiya manbalari” kafedrası
mudiri dots.X.A.Davlonov.

Uslubiy qo'llanma 5310600- "Transport vositalari muhandisligi (avtomobil transpotri) ,5310600- "Yer usti transporti tizimlari va ularning ekspluatasiyasi", ta'lim yo'nalishlari bo'yicha bilim olayotgan talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, undan 5610600 - "Xizmat ko'rsatish texnikasi va texnologiyasi", 5630100-"Ekologiy va atrof-muhit muhofazasi ", 5430100- Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish, 60711000 – Muqobil energiya manbalari (Quyosh va shamol energetikasi), 5310100 – Energetika (“Issiqlik energetikasi”) ta'lim yo'nalishlari talabalari, hamda 5A310104 – “Sanoat issiqlik energetikasi”, 70711001– Muqobil energiya manbalari (turlari bo'yicha) mutaxassisligi magistrantlari va barcha noenergetik ta'lim yo'nalishlari bo'yicha bilim olayotgan talabalar ham foydalanishlari mumkin.

Uslubiy ko'rsatma “Muqobil energiya manbalari” kafedrası (Bayon № ____, «____».____.2022 yil) Energetika fakulteti uslubiy komissiyasi (Bayon №____, «____».____.2022 yil) va Institut Uslubiy Kengashi (Bayon № ____, “____”.____. 2022 yil) yig'ilishlarida ko'rib chiqilgan va o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya etilgan.

© Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti

KIRISH

Mamlakatimizda yoshlarning ongli, malakali, zukko-ziyoli bo'lishlari, ularning jamiyatimizning intensiv rivojlanishi, taraqqiyoti, kelajagi yo'lidagi harakatlarini amalga oshirishlari o'ta muhim bo'lib, u biz pedagog – olimlar, muhandislar, umuman har bir murabbiy oldidagi juda muhim vazifalardir.

Bu ishlarni ro'yobga chiqarish ancha bilim, sabr – toqat va ilmiy nuqtai nazaridan qarab, g'ayrat shijoat bilan ishlashimizni taqozo etadi, xususan talabalarimiz bilim olishlari uchun juda ko'plab kitoblar, qo'llanmalar, ko'rsatmalar yozilishi kerak va undan talabalarimiz maksimal foydalanishlari lozimdir.

Yozilgan ushbu uslubiy qo'rsatma fanni o'zlashtirishga oid bo'lib, talabalarni fan yuzasidan olgan nazariy bilimlarini yanada mustahkamlashga va nazariya + amaliyot tushunchalarini yanada chuqurroq anglashlariga yordamlashadi.

Uslubiy qo'rsatmada fanning eng muhim mavzulariga oid laboratoriya ishlarini bajarishga va doir ma'lumotlar keltirilgan. Talabalar bu laboratoriya ishlarini o'rganib, bajarib o'zlarining olgan bilimlarini ta'lim yo'nalishlari bo'yicha qo'llash uchun ko'nikmalar hosil qilish imkoniga ega bo'ladilar degan umiddamiz.

Talabalarining laboratoriya ishlarida rioya qilishlari **lozim bo'lgan texnika xavfsizligi qoidalari**

Talabalar laboratoriya ishlarini bajarishda bir qancha muhim bo'lgan qoidalarga amal qilishlari lozimdir. Laboratoriya ishlarini bajarish elektr uskunalari yordamida olib borilgani uchun ularni tok bilan jaroxatlanish xafi bo'ladi. Ma'lumki 40-42 V kuchlanish xavfsiz bo'lib, bu paytda odamdan 0,1-0,3 A gacha tok o'tadi. Shuningdek, 50 mA tok odamni jaroxatlantirishga, 100 mA tok esa o'limga olib keladi.

Umumiy holda talabalar laboratoriya ishlarini bajarishlari mobaynida lozim bo'lgan tartib qoidalarni keltirib o'tamiz:

- 1) Laboratoriya ishini bajarishdan oldin ish bilan chuqur tanishish kerak.
- 2) Berilgan sxemani va zanjirni yig'ishdan oldin uzib ulagich uzilgan holdaligini tekshirish kerak.
- 3) Sxemani yig'ishda har xil uziq yuliy simlardan, nosoz asboblardan foydalanmaslik kerak.
- 4) Sxemani diqqat bilan yig'gandan so'ng, sxemada qatnashayotgan asboblarda tok bo'lmasligini, yerga ulanganlik darajasi yaxshiligini yana bir bor ko'zdan kechirish kerak.
- 5) Sxemani manbaga ulashdan oldin undagi ochiq qismlari to'la himoyalanihga erishish.
- 6) Laboratoriya ishlari suv bilan ta'minlanish kerak bo'lganda suvni erkin oqish yo'llarini tekshirib ko'rish, shlanglarni butunligiga ishonch hosil qilish kerak.
- 7) Elektr dvigatellari bilan ishlashda soch va kiyimlarni aylanuvchi valdan ehtiyot qilish lozim.
- 8) Mustaqil tarzda hech qanday sxemaga tegmaslik, hamda uzib ulashni bajarmaslik kerak.

- 9) Laboratoriya ishini boshlashdan oldin rahbarga bajarish tartibini aytib berish va ruxsat olish shart.
- 10) Agar ish bajarish davrida simlarni uzilishi, asbobni to'g'ri ishlamayotganini, hamda noxush hidlar paydo bo'lsa, birinchi navbatda sxemani uzish va tezda rahbarga xabar berish kerak.

Talabalar yuqoridagi qoidalarga rioya etishlari va rahbarning texnika xavfsizligi bo'yicha to'liq tushuntirishlarini diqqat bilan tinglab, unga amal qilishlari lozim, bu esa laboratoriya ishini samarali va sifatli bajarilishiga zamin yaratadi.

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

1 – LABORATORIYA ISHI

ISHCHI JISM PARAMETRLARINI ANIQLASH ASBOBLARI VA USLUBLARI

Ishdan maqsad

Ma'lumki, ishchi jism parametrlarini aniqlashda eng muhim parametrlar hisoblangan harorat va bosim o'lchash asboblari va ularning uslublari, hamda ularning turlarini, tuzilishi, ishlash jarayonlarini o'rganish muhim hisoblanib, shuning uchun bu ishdan maqsad ular bilan tanishishdan iborardir..

Nazariy ma'lumotlar

Harorat (temperatura) to'g'risida tushuncha va uni o'lchash asboblarini ishlash jarayonlari.

Harorat jismlarning qizitilganlik darajasini belgilaydi va u issiqlikni o'z - o'zidan uzatilish yo'nalishlarini aniqlaydi. Haroratni son qiymatini aniqlash termometrlar yordamida amalga oshiriladi, qaysiki ularning qo'llanilishi turli darajali isitilgan moddalar orasidagi issiqlik alamashinuvi hodisalariga va moddalarning qizigandagi fizik xususiyatining qiymatlariga asoslanadi.

Haroratning o'lchov birligi ° (gradus) deb ataladi. 1976 yildan boshlab haroratni ikki turdagi shkalasi: termodinamik va amaliy harorat shkalalariga amal qilinadi. Bu shkalalar haroratni 0,01 K dan 10000 K gacha o'lchashni bir xilligini ta'minlash uchun mo'ljallangan. Haroratni o'lchov birligi Kelvin (K) bo'lib K harfi Kelvin nomi o'rniga ishlatiladi. Haroratni "gradus" selsiy (S) o'lchov birligi qo'llanilishiga ham ruxsat etilgan. Kelvinda ifodalangan harorat T bilan gradus selsiyda ifodalangan harorat °C o'rtasida quyidagi bog'liqliklar o'rnatilgan.

$$TK = t^{\circ}S + 273,15$$

Haroratni o'lchash uslublari haroratni o'lchash uchun o'lchovchi moddalarning qaysi fizik xususiyatlari haroratni aniqlash uchun foydalanilishiga qarab tasniflanadi. Barcha uslublar ikki asosiy guruhga bo'linadi, ularning har biri o'z navbatida bo'linmalarga ega.

1 – guruh. Bevosita uslublar (bevosita tegib turuvchi uslublar).

- o'lchovchi modda o'lchanayotgan tizim (muhit yoki jism) bilan bevosita aloqadorlikka olib kelinadi va ular ham quyidagilardan iborat bo'ladi:

Sinf A. O'lchovchi moddalarning issiqlikdan kengayishiga asoslangan uslublar: a) qattiq jismlarni; b) suyuqliklarni; d) gazlarni. **Sinf B.** Elektr qarshilik termometrlari; **Sinf. V.** Termoelektrik termometrlar.

II – guruh. Bilvosita uslublar: bunda o'lchovchi modda odatda o'lchanayotgan tizimdan ma'lum masofada joylashgan radiometrlar (nurlanishni o'lchagichli) ko'rinishini ifodalaydi va ular ham quyidagilardan iborat bo'ladi:

Sinf A. Mutlaq qora jismlar nurlanishini o'lchash:

a) To'la nurlanuvchi radiatsion pirometrlar; b) Qisman nurlanish uchun optik pirometrlar.

Sinf B. Kulrang jismlar haroratini o'lchovchi asboblari. (Rangli pirometrlar).

Harorat o'lchovchi asboblarning tuzilishi va ishlash tarzi.

Harorat o'lchashning quyidagi 2 guruhiga asoslangan asboblardan tanishamiz:

I. Harorat o'lchashning bevosita asoslangan harorat o'lchash asboblari.

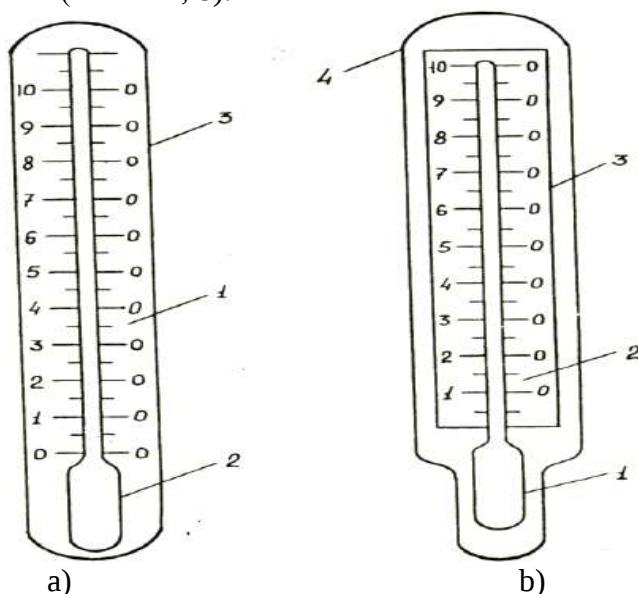
a) suyuqlikli shisha termometrlar.

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

Shisha suyuqlikli termometrlarni ishlash tarzi. Suyuqlikli termometrlarni ishlash tarzi issiqlikdan kengayishga asoslangan. Suyuqlikli termometrlarni to'ldirish uchun simob, toluol, etil spirti va h.k.lardan foydalaniladi.

Suyuqlikli termometrlar ichida eng ko'p tarqalgani simobli termometrlardir. Ular simobning muhim xossalari tufayli bir qator afzalliklarga ega, qaysi-ki shishani namlamaydi, kimyoviy jihatdan toza holda ancha oson olinadi va normal atmosfera bosimida keng haroratlar oralig'ida (-38,87 dan +356,86 °C gacha) suyuq holatini saqlaydi.

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



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

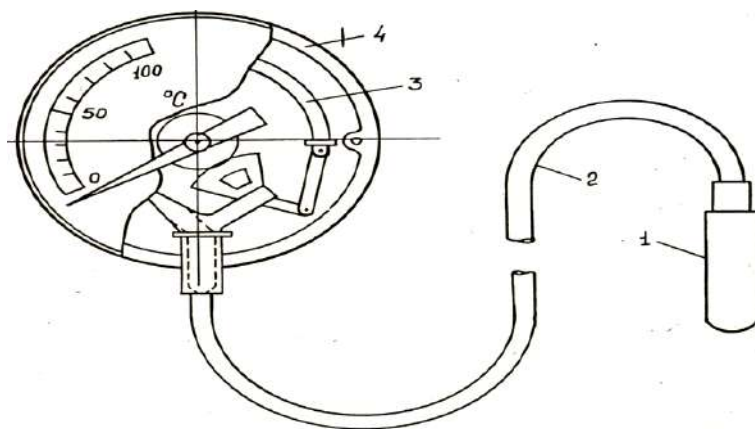
Tayoqsimon termometrlar salmoqli – (qalin devorli) tashqi diametri 6 – 8 mm bo'lgan kapillyarga ega bo'lib u butun termometr idishining diametriga tengdir. Bunday termometrlarda shkala kapillyarning bevosita tashqi sirtiga yoziladi.

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

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

b) Manometrik termometrlar.

Bu turdagi termometrlarni o'lchovchisi bo'lib naychasimon prujina xizmat qiladi. Gazli Manometrik termometr (2 – rasm) tuzilishi, ishlash tarzi va asosiy texnik xarakteristikalarini qarab chiqamiz.



2 – rasm. Manometrik termometrning umumiy koʻrinishi.

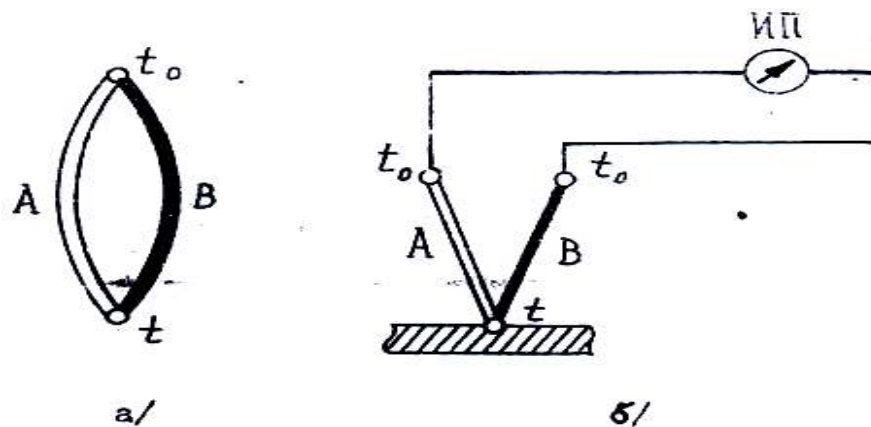
Termometrning termotizimi: harorati oʻlchanadigan muhitga tushurilgan termoballondan 1, kapillyardan 2 va Manometrik prujinadan 3 iborat. Termometrning termotizimi ishchi modda – gaz yoki suyuqlik bilan toʻldiriladi. Termoballonni qizdirganda yopiq zich (germetik) termotizimda bosim oshadi va natijada prujina deformatsiyalanadi (aylana boʻylab kengayadi) va uning erkin tomoni qoʻzgʻaladi. Prujinaning erkin tomoni harakati uzatish mexanizmi qizigan sektor (naycha) orqali termometr shkalasidagi koʻrsatuvchining siljishiga aylanadi.

Termotizimda Manometrik termometrlar suyuqlik va gazsimon muhitlardagi – 150 dan +600 °C boʻlgan haroratlarni oʻlchash uchun qoʻllaniladi. Shuni taʼkidlash lozimki, Manometrik termometrlar harorat koʻrsatkichini uncha katta boʻlmagan masofaga (60 metrgacha) uzatishga imkon beradi. Bu esa konstruksiyaning oddiyligiga qaramay katta afzallikdir.

в) Elektr qarshilik termometrlari.

Qarshilik termometrlari –260 dan +750 °C gacha boʻlgan oraliqdagi harorat koʻrsatkichlarini oʻlchashda keng qoʻllaniladi. Baʼzi hollarda esa bu termometrlar bilan 1000 °C gacha boʻlgan haroratni oʻlchash mumkin. Qarshilik termometrlarni ishlashi – moddalarning harorati oʻzgarishi bilan uning elektr qarshiligi oʻzgarishiga asoslangan. Haroratni qarshilik termometri bilan oʻlchashda uni harorati oʻlchanayotgan muhitga tushuriladi. Termometr qarshiligini haroratga bogʻliqligini bilgan holda termometr qarshiligi oʻzgarishi boʻyicha u turgan muhit haroratini bilish mumkin. Qarshilik termometrlarida oʻlchashni muvozanatlashtiruvchi koʻprikdan foydalaniladi. Qarshilik termometrlarni asosiy detali sinch (Karkas) slyuda – shaffof mineral plastinkalar boʻlib unga sezgir elementning ingichka simi oʻraladi. Sezgir element metali sifatida odatda platina yoki mis ishlatiladi. Platina qarshilik termometrlari haroratini –260 dan +1000 °C gacha oʻlchash imkonini bersa, mis qarshilik termometrlari esa – 50 dan +180 °C gacha oʻlchash imkonini beradi.

g) Termoelektrik termometrlar. Termoelektrik uslub harorat oʻlchashda termoelektrik termometrlardan haroratga qarab termoelektr yurituvchi kuchni muayyan bogʻliqliklariga asoslangan. Agar ikkita turli A va B oʻtkazgichlardan tashkil topgan zanjirni olsak (3,a – rasm) va oʻtkazgichlarni tutashgan bir tomonini qizdirsak zanjirda elektr toki hosil boʻladi. Hosil boʻlgan elektr tokini yoʻnalishi birinchi tutashgan tomonidan (qizitilgan) B dan A ga qizitilmagan tomon A dan B ga, agarda ikkinchi tutashgan tomonini qizitsak elektr tokini yoʻnalishi teskari tomonga yoʻnaladi bu tok elektr toki deyiladi. Bu zanjirning ikkita tutashgan joyini haroratini har xilligi natijasida hozil boʻlgan elektr yurituvchi kuch termoelektrik yurituvchi kuch deyiladi. Ikkita oʻtkazgichdan hosil boʻlgan termojuftni kamchiligi shundaki, hosil boʻlgan termo E.Yu.K. ni oʻlchash uchun qoʻshimcha asbob ulanishi kerak. Agarda bu zanjirga ikki tomonini harorati bir xil boʻlgan uchinchi oʻtkazgich ulansa, u holda hosil boʻlgan termo E.Yu.K. ni oʻlchash uchun millivoltmetr yoki potensiometr ulanishi mumkin va shu tariqa termojuft hosil boʻladi. (3,b – rasm).



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

Termojuftni A va B o'tkazgichlari termoelektrod deyiladi. Haroratni o'lchash uchun termojuftning issiq tomoni deb atalmish termojuftlar tutashgan joyi 1 ni harorat o'lchaydigan muhitga joylashtiriladi. Termojuftning ikkinchi tomoni (sovuq tomon) o'zgarmas haroratga ega bo'lsa, termoEYuK qiymati bo'yicha termojuftning issiqlik tomonini bilish mumkin. Termojuftni darajalashda (graduirovka) uning sovuq tomoni atrof – muhit haroratiga teng bo'lsa asbobning ko'rsatishiga tuzatish kiritish kerak. Ko'rsatilgan harorat qiymatiga atrof – muhit harorat qiymatini qo'shish kerak.

Termojuftlar termoelektrod materiallarining tavsifiga qarab ikki guruhga bo'linadi.

1. Qimmatbaho va oddiy materiallarga qilingan termoelektrodli termojuftlar.
2. Qiyin eruvchi birikmalar, ularning grafit bilan yoki boshqa metallar bilan aralashmasidan tayyorlangan termoelektrodli termojuftlar.

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

Oddiy metallardan ishlangan termojuftlarga misol qilib mis – kopel (nikel va mis birikmasi); xromal – allyumin (nikel va allyuminiy birikmasi) va hokazolarni keltirish mumkin. Ikkinchi guruh termojuftlarni tayyorlashda disilisid molibden, disilisid volfram, titan karbidi va h.k. ishlatiladi hamda qiyin eruvchi birikmalar qo'llaniladi. Bu guruhga kiruvchi termojuftlar $3000 \div 3500$ °C gradusgacha bo'lgan haroratni o'lchaydi. Umuman olganda termojuftlar – 200 °C dan $+3500$ °C bo'lgan harorat diapazonini aniqlashga imkon beradi.

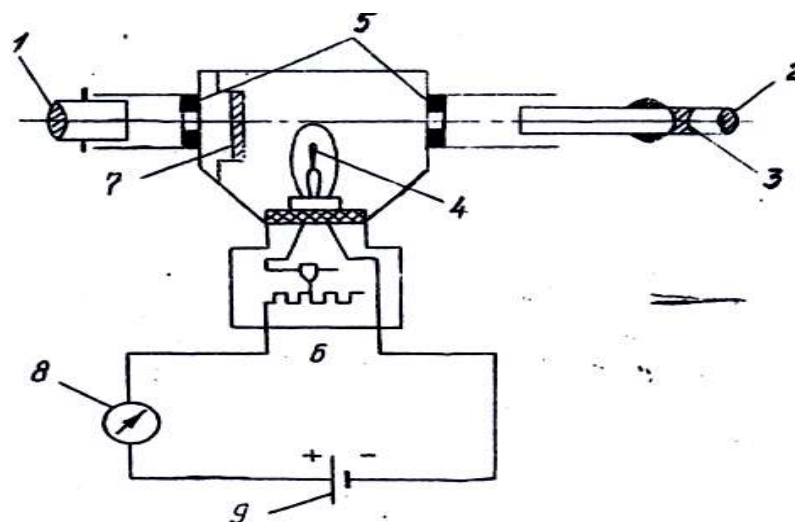
II. Harorat o'lchashning bilvosita usullariga asoslangan asboblari

Bilvosita o'lchash usullari qizdirilgan jismlarning haroratiga bog'liq ravishda o'zidan nur chiqarish qobiliyatiga asoslangan bu usulga asoslangan o'lchash asboblari nurlanish pirometrlari yoki **pirometr** deb ataladi. Ular texnikaning barcha sohasida qo'llaniladi va 30 °C dan 6000 °C gacha haroratni aniqlashga imkoniyat yaratadi. Monoxromatik nurlanish intensivligi o'zgarishiga asoslangan pirometrlar optik pirometrlar deyiladi. To'liq nurlanish quvvatini o'lchashga asoslangan pirometrlar “teng kuchli” pirometrlar deyiladi.

Pirometr turlari

a) “Yo'qoluvchi simli” optik pirometrlar.

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

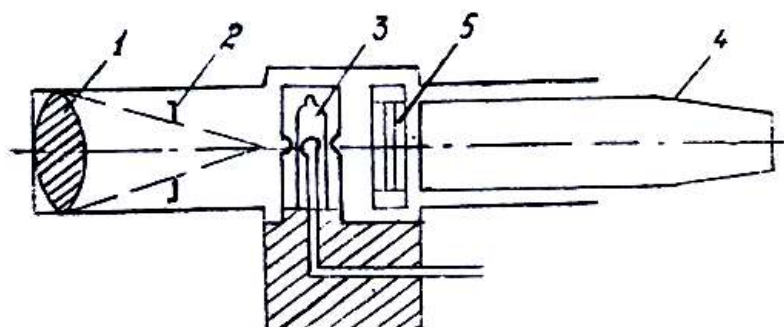


4 – rasm. “Yo’qoluvchi simli” optik pirometr

Ob’ektiv 1 fokusida 5 yoy shaklidagi volfram simi bo’lgan pirometrik lampa 4 joylashtirilgan. Optik pirometrlarda harorat o’lchash qoidasi quyidagicha: teleskopni nur chiqarayotgan jismga qaratib ob’ektiv buramasini aylantirish bilan harorati o’lchanayotgan jismni aniq ko’rinish dajarasiga keltiriladi. Reostat 6 yordamida simning cho’g’lanish darajasini o’zgartiramiz va u nurlanish yuzasining fonida yo’qola boradi. Sim yoyining yo’qolishi nurlantiruvchi jism va lampa simi bir xil yorug’likka va demak bir xil haroratga ega ekanliklarini bildiradi. Agar harorati $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan yuqori bo’lgan nurlanish yuzasining haroratini aniqlash kerak bo’lsa (volfram simi cho’g’lanishining yuqori chegarasi), unda lampa oldiga yorug’lik yutuvchi oyna 7 o’rnatiladi. Bu holda o’lchash ishlari issiqlik nurlatgichining so’nmagani yorug’ligini taqqoslash yo’li bilan olib boriladi. Shuning uchun nurlatgichning har qanday yorug’lik xaroratini o’lchashda dastlab sim $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha, keyin esa $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan yuqori haroratgacha qiziydi.

Qizil yorug’lik filtri 3 ma’lum uzunlikdagi nur to’lqinlarinigina o’tkazadi. Teleskop 5 fokusini moslash paytida yorug’lik filtri chiqarib qo’yilishi mumkin, lekin lampa simining yorug’ligi nurlanish manbaining yorug’ligi bilan tenglashganda u o’z joyiga o’rnatilishi kerak.

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



5 – rasm. Radiatsion pirometr.

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

Radiatsion pirometrlar beradi.

400 °C dan 3500 °C gacha bo'lgan haroratni aniqlashga imkon

BOSIM KO'RSATKICHINI ANIQLOVCHI ASBOBLAR.

Bosim deb birlik yuzaga teng ta'sir etuvchi va shu yuzaga perpendikulyar yo'nalgan kuch ta'siriga aytiladi.

Bosim Paskalda o'lchanadi, paskal yuzasi 1 m² bo'lgan jismga 1 nyuton kuch bilan teng ta'sir etuvchi kuchga aytiladi yoki 1 Pa = 1 N/m² bu yerda 1 N=1 kg/sm² bosim birligi bo'lib paskal darajalari yoki ulushlari ham keltirilishi mumkin.

1kPa = 10³ Pa, 1MPa = 10⁶ Pa, 1mPa =(millipaskal)= 10⁻³ Pa va boshqalar.

Shuningdek ayrim adabiyotlarda bosim birliklari quyidagilarga tenglashtirib berilishi mumkin:

1 kgs/m² = 1mm. sim.ustuni = 9,8066 Pa, 1 kgs/sm² = 98,066 kPa = 0,09066 ≈ 0,1 MPa

1 atm = 101,325 kPa = 760 mm. sim. Ustuni, 1 mm. sim.ustuni = 133,322 Pa

1 bar = 0,1 MPa yoki 10⁵ Pa

Bosim quyidagi asosiy turlarga bo'linadi:

1. **Absolyut bosim (absolyut "0" da ya'ni absolyut vakuumdan hisoblanuvchi bosim).**
2. **Ortiqcha bosim. Atmosfera (barometrik) bosimdan ortiqcha bo'lgan va monometr yordamida ko'rsatiladigan bosim.**
3. **Barometr ko'rsatayotgan atmosfera yoki "Barometrik" bosim.**

Ishlash jarayoniga qarab bosim aniqlovchi asboblari suyuqlik, prujinali, porshenli turlarga bo'linadi. Suyuqlik asboblari bosim aniqlanayotgan bosim suyuqlik ustuni bosimi bilan belgilanadi. Bundan ustun balandligi aniqlanayotgan bosim qiymatini ko'rsatadi. Pujinali asboblarda aniqlanayotgan bosim prujinaning egiluvchanligi bilan belgilanadi. Bosimni aniqlovchi qiymat bo'lib prujina elementining deformatsiyasi xizmat qiladi. Porshenli monometrlarda aniqlanayotgan bosim porshen yuzasiga ta'sir etuvchi og'irligi bilan belgilanadi.

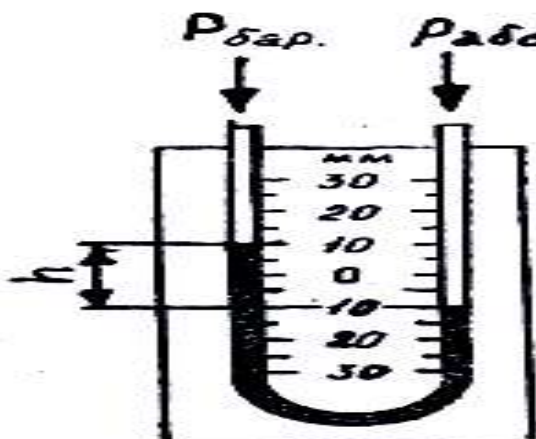
Bosim o'lchovchi asboblarning tuzilishi va ishlash jarayoni.

1. Suyuqlik asboblari

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

a) **U – shakli monometrlar** bo'lib, ular 6 – rasmda ko'rsatilganidek U harfi shaklida egilgan shisha naychadan iborat. Naycha shaklali taxtaga o'rnatilib yarmigacha suyuqlikka to'ldiriladi. Agar naychani bir uchini bosim aniqlanishi kerak bo'lgan hajmga biriktirilib ikkinchi uchi ochiq qoldiriladi. Bunday monometrda bir tomonidagi suyuqlik ko'tarilib ikkinchisi pasayadi. Suyuqlik balandliklari o'rtasidagi farq bosim qiymatini bildiradi: $P_{\text{ort}} = h(\rho - \rho_c)$, Pa

bu yerda g – erkin tushish tezlanishi; h – suyuqlik balandliklari farqi; ρ - suyuqlik zichligi



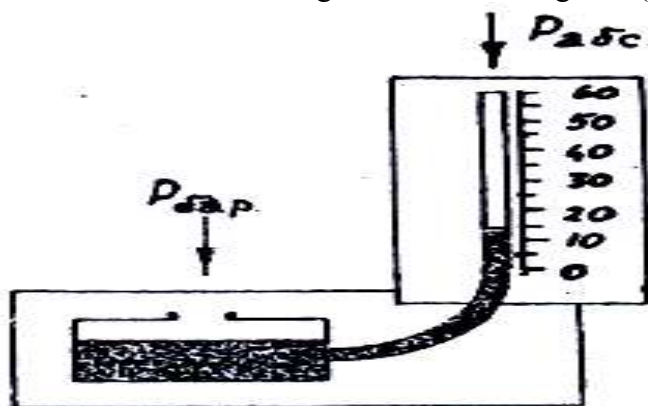
6 – rasm. U – simon manometr.

Agarda $\rho < \rho_c$ bo'lsa, tenglama quyidagi ko'rinishni oladi. $P_{opt} = h\rho g$ asosan U shaklli monometr bilan bosim mm, simob ustuni, mm, suv ustuni birliklarda aniqlanadi. Chunki ishchi jism – (suyuqlik) sifatida suv yoki simob qo'llaniladi.

Mm simob ustuni mm, suv ustunidagi bosim qiymatini Pa ga aylantirish uchun 130, 322 yoki 9,866 ga ko'paytiriladi. U - shaklli monometrlar bilan aniqlanishi lozim bo'lgan eng yuqori bosim naycha uzunligi va shishaning mustahkamligi bilan belgilanadi. U shaklli monometrlar bilan 200 kPa dan yuqori paskaldan kamdan kam aniqlanadi. U shaklli monometrlar yordamida siyrakli yoki vakumni aniqlash uchun qo'llash mumkin. Buning uchun naycha bir uchuni siyraklik aniqlanishi lozim bo'lgan sirtga biriktiriladi bir uchi ochiq qoldiriladi. Agar asbob ikkala uchini ham bosimi aniqlanishi lozim bo'lgan sirtlarga biriktirilsa unda suyuqlik balandliklari farqi ikkala sirtlarning har xil bosimini ko'rsatadi. Bunday monometrlar diffrinsial monometrlar yoki difmonometrlar deyiladi.

b) Idishli manometrlar:

U – shaklli monometrlardagi asosiy kamchilik hisoblangan ikki marta o'lchash jarayoni idishli monometrlar deb ataluvchi monometrlarda yo'qolgan. Bu monometrlarning U shaklli monometrlardan farqi shundaki uning bir naychasi keng va qisqa idishdan ikkinchisi esa ingichka naychadan tuzilgan. Ishchi suyuqlikni qisqa idishga o'lchov shkalasidagi 0 belgisiga teng qiymatga kelguncha quyiladi. Ortiqcha bosimni o'lchash vaqtida ob'ektni naycha orqali asbob idishi bilan birlashtiriladi siyraklikni o'lchashda esa o'lchov naychasi bilan birlashtiriladi. Bosimlar farqini o'lchashda katta bosim idishga kichik bosim o'lchov naychasi bilan birlashtiriladi. Idishli monometrlar o'lchash oralig'i 0 dan 200 kPa gacha (7 – rasm).



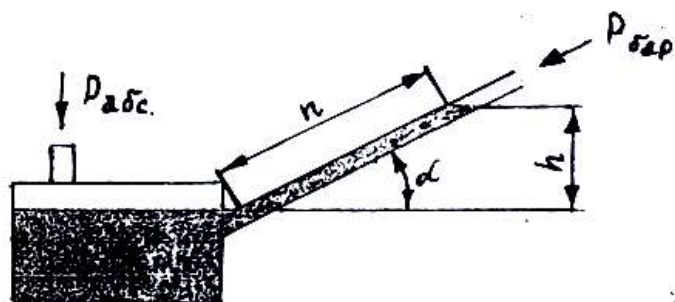
7 – rasm. Idishli monometr

v) Mikromanometrlar:

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

Bu holda $h = n \sin \alpha$, Bu yerda h – o'lchanayotgan bosim suyuqlik ustuni balandligi mm
 n – egilgan naychadagi suyuqlik ustuni uzunligi.

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



8 – rasm. Mikromanometr

Laboratoriya sharoitida yuqori aniqlikda o'lchash uchun va ko'rsatmali asbob sifatida maxsus konstruktiviyali asboblarning egilish burchagi o'zgaruvchan nayli MKK turdagi mikromanometrlar qo'llaniladi. Bu turdagi asboblarning yon tomonga o'lchash shkalasi belgilangan shisha naycha 2 bilan birlashtirilgan keng idishdan 1 iborat. Idish yustamenti 3 o'rnatilgan o'lchash naychasi 2 buriluvchi kronshteyn 4 ga o'rnatilgan u turli burchak ostida naychani o'rnatish imkonini beradi. 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 sonlari naycha o'rnatilgan burchakka mos shkala ko'rsatkichi aniqlik kirgizuvchi qiymatdir. Yana asbob o'rnatilishi tekisligini ko'rsatuvchi 2 ta vint bilan ta'minlangan. O'lchash naychasida suyuqlikning shkalasidagi 0 belgisiga keltirish uchun siqib turuvchi uskunalar o'rnatilgan.

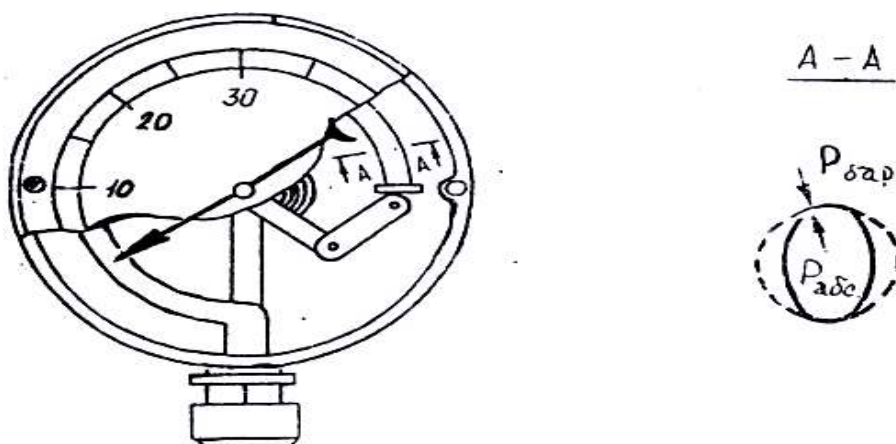
Minus ko'rsatkichini 0 ga keltirish uchun idish 1 dagi suyuqlik sathini qurilma 5 yordamida siqib turuvchi 6 bilan bog'langan vint qurilmasi 7 yordamida siqib turuvchisi 6 naychadagi suyuqlik sathi 0 belgisiga urilmaguncha buraladi. Asbob qopqog'ida ko'p yo'lli jumrak 8 o'rnatilgan bo'lib u idish yoki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

Prujinali bosimni o'lchaydigan asboblarning:

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

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

Bunda egiluvchan element bo'lib buning uchun eleptik kesimli qabariq yoyi $180^{\circ} - 270^{\circ}$ ni tashkil etuvchi yassi nay xizmat qiladi. (9 – rasm).



9 – rasm. Nay prujinali manometr.

Nayning bir uchi tiqim bilan birlashtirilgan ikkinchi uchi xizmat qiluvchi o'lchanishi lozim bo'lgan sirt bilan birlashtirilishi uchun xizmat qiluvchi qismi bo'lgan pastaga ulangan. Naycha korpus 2 ichiga o'rnatilgan. Ortiqcha bosimni naycha ichki qismiga yuborilganda uning yoy

shakli to'g'rilanib boradi natijada ulangan qismi o'z joyidan qo'zg'aladi. Naycha uchining qo'zg'alishi uzatish mexanizmlar yordamida moslamaga uzatiladi (strelkaga) u esa o'z navbatida burilib kerakli bosimni ko'rsatadi. Manometrik nayning burilishi uning ko'ndalang kesimi shaklning o'zgarishiga asoslanadi.

O'rganilgan asboblarning to'g'risida hisobot tayyorlash.

Ushbu hisobotda talabalar termometrlar, monometrlar, ularni turlari haqida qisqacha ma'lumotlarni tuzilish sxemalarni keltiradilar. Shuningdek ularni asosiy xossalari, kamchiliklari, o'lchash diapozonlari hamda qo'llanish sohalari haqida hisobotlar beradilar.

Nazorat savollari.

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

II –LABORATORIYA ISHI

IZOBARIK ISSIQLIK SIG'IMINI ANIQLASH

Ishdan maqsad.

Havoning doimiy bosim ostida o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imini xona harorati 20 °S dan 60 °S gacha bo'lgan oraliqda aniqlash.

Nazariy ma'lumotlar

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

Shunday qilib, real gazlarni kalorik xususiyatlarini to'g'ridan – to'g'ri eksperimental aniqlash kerak bo'lmaydi, bu holat o'lchashlardagi yo'l qo'yiladigan xatoliklar bilan bog'liq. Asosiy differentsial tenglamalar quyidagi ko'rinishga ega:

$$\text{Entalpiya uchun } \left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T = -T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p + v \quad (1)$$

$$\text{Issiqlik sig'imlari uchun } \left(\frac{\partial c_p}{\partial p}\right)_T = -T\left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2}\right)_p; \quad (2)$$

$$\left(\frac{\partial c_v}{\partial p}\right)_T = T\left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_v; \quad (3)$$

Shunday qilib masalan (2) tenglamadan real gazni issiqlik sig'imi c_p qiymatini berilgan haroratda, agar termik kengayuvchanlikni $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$; eksperimental qiymatlari berilgan bo'lsa, c_p ni aniqlash mumkin:

$$C_p = C_{p0} - T \int_{p_0}^p \left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2}\right)_p dP \quad (4)$$

Agar moddalarni asosiy termodinamik xossalarini eksperimental qiymatlari yoki ularning holatini hisoblash mumkin bo'lgan tenglamalar ma'lum bo'lsa (1) va (3) tenglamalardan amaliy hisoblashlar uchun foydalanish mumkin.

Real gazlarning eng sodda holat tenglamasi bo'lib – Vander – Vaal's tenglamasi hisoblanadi

$$(p + a/v^2) \cdot (v - b) = RT. \quad (5)$$

Tenglama (5) molekullarni oxirgi hajmini hisobga oluvchi tuzatma b ni va ularning o'zaro tortishish kuchlarini hisobga oluvchi bosim a/v^2 tuzatmasini nazarda tutadi. Alohida moddalar uchun doimiylar a va b ni kritik parametrlar orqali aniqlash mumkin. Kritik bosim p_{kr} va kritik harorat T_{kr} orqali quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$a = 27R^2T_{kp}^2/(64p_{kr}); \quad b = RT_{kr}/(8p_{kr}) \quad (6)$$

Gaz doimiysi esa ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$R = 8314,3/\mu \quad (7)$$

Vander–Vaal's tenglamasi aniqligi yuqori emas, shuning uchun, hozirgi paytda gazlar holat tenglamasini nazariy asoslangan virial ko'rinishdagi zichlik ρ darajalari bo'yicha siqiluvchanlik koeffitsiyenti z qatoriga yoyilgan yagona holat tenglamasidir.

$$P_0/RT = 1 + B\rho + C\rho^2 + D\rho^3 + \dots + \quad (8)$$

Bunda $\rho = \frac{1}{v}$; a, B, C, D - ikkinchi, uchinchi, to'rtinchi va h.k. deb ataluvchi virial koeffitsientlar. Tenglamalardagi har bir virial koeffitsientlarni gazning molekullar xususiyatlari asosida aniqroq izohlash mumkin.

Ikkinchi virial koeffitsient B ikki molekulaning o'zaro ta'siri natijasida ideal gazning holat tenglamasidan og'ishni hisobga oladi, uchinchi koeffitsiyent D esa, uchta molekulani o'zaro ta'sirini hisobga oladi va h.k. Shunday qilib virial holat mikroskopik eksperiment natijalarini tenglamasi molekullarning o'zaro ta'sir nuqtai nazaridan tushuntirib beradi. Real moddalarning termodinamik xossalarini o'rganishning eksperimental usullari holat tenglamasining virial koeffitsiyentlarini aniqlashga va o'rganilayotgan moddaning termodinamik xususiyatlarini hisoblashga imkon beradi. Virial koeffitsiyentlarini laboratoriyada aniqlash uchun bosim p , harorat va solishtirma hajmi v ni o'lchash lozim bo'ladi.

Entalpiya va issiqlik sig'im laboratoriyada kalorimetr bilan aniqlanadi. O'rganilayotgan modda miqdori oldindan ma'lum kalorimetrik idishga joylashtiriladi. Bug' va gazlarning issiqlik sig'imini aniqlash paytida oqizuvchi kalorimetrdan foydalanadi, qaysiki kalorimetr detallarini qizitishga ketayotgan issiqlik qismini va issiqlik yo'qotilishlarini moddaning kalorimetr orqali o'tayotgan miqdorini oshirish hisobiga anchagina kamaytirish mumkin.

Issiqlik sig'imini quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

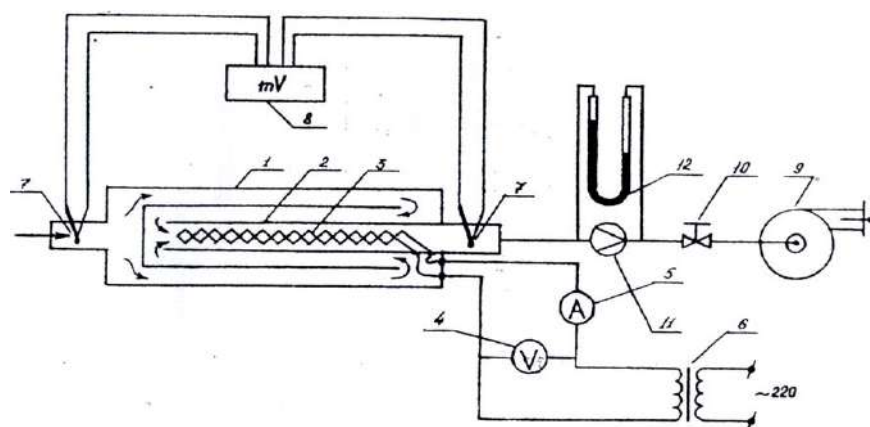
$$\bar{C}_p = \frac{Q}{M(t_2 - t_1)} \quad (9)$$

bunda: Q – moddaga vaqt birligi ichida berilayotgan issiqlik miqdori J/s;

M – moddaning massaviy sarfi (kg/sek)

t_1 t_2 – laboratoriyaning boshlang'ich va oxiridagi harorati ($^{\circ}S$)

Laboratoriya qurilmasining tavsifi.



1 – rasm. Qizdiruvchi kalorimetrik qurilma.

Qizdiruvchi kalorimetr – qurilmaning ishchi qismi hisoblanadi (1– rasm). Sirti ko'p yo'lli, ichida shisha naycha 2 va elektr qizdirgich 3 joylashtirilgan issiqlik almashinuv apparati **kalorimetr**ni 1 tashkil qiladi. Havoning oqimi tashqi kanallarda adiabatik, ya'ni issiqlik almashmaydigan sharoit yaratib beradi.

Kalorimetr – qizdirgichga berilayotgan elektr toki kuchlanishini voltmetr 4, tok kuchini ampermetr 5 bilan o'lchanadi va avtotransformator yordamida rostlanadi.

Kalorimetrning kirish va chiqishdagi havo haroratini TXK turidagi termojuftlar 7 bilan o'lchanadi. Termojuftlardagi E.Yu.K. potensiometr (millivoltmetr) 8 da qayd qilinib boriladi.

Shamolparrak 9, havoni kalorimetr orqali harakatini ta'minlaydi. Havoning sarfi to'siq 10 bilan rostlanadi va standart diafragma 11 bilan, bosimlar farqi esa U simon monometr 12 bilan o'lchanadi.

Laboratoriyani bajarilish tartibi.

Shamolparrakni yurg'izib quvurdagi to'siq ochiladi. Kalorimetr qizdirgichi yoqiladi. Avtotransformatr 6 yordamida o'qituvchi tomonidan berilgan boshlang'ich kuchlanish o'rnatilsin. Ampermetr va voltmetr ko'rsatkichlari yozib olinadi. Turg'un holat o'rnatilgunga qadar kutiladi, ya'ni kalorimetrning kirish va chiqishdagi havo haroratini qayd qiluvchi potensiometrning o'zgarmas ko'rsatkichlarini karakterlaydigan holatgacha va o'lchov asboblari ko'rsatkichlarini yozib olishga o'tiladi. Barometr yordamida atrof – muhitning bosimi o'lchanadi. Bosimlar farqi Δp bo'yicha va havo sarfi standart diafragma uchun berilgan jadvaldan aniqlanadi.

Havoning quyidagi sarflari uchun o'lchash ishlarini bajaring va o'lchash seriyasini takrorlang. O'lchashlar natijalarini kuzatish jadvaliga yozing.

No	I_i, V	$M_i, \text{kg/sek}$		$M_i, \text{kg/sek} = 6,6 \cdot 10^{-4}$	
1	42	24	30	25	26
2	55	25	40	25	31
3	65	25	50	25	37

O'lchashlar natijalariga ishlov berish

Laboratoriya natijalari bo'yicha havoning bosimi o'zgarmas bo'lgandagi o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imini (9) ifodadan aniqlash zarur. Laboratoriya haroratlari past bo'lganligi tufayli kalorimetrdagi issiqlik yo'qotishlar kichik bo'ladi. Shuning uchun ularni inobatga olmasa ham bo'ladi.

1. Havoning soatbay sarfini ushbu ifodadan aniqlaymiz

$$M = 0,01252 \alpha \cdot \varepsilon \cdot k_t^2 d^2 \sqrt{\Delta P \rho} \text{ kg/soat}$$

bunda: α - sarf koeffitsiyenti; ε - havoning kengayishini hisobga oluvchi tuzatish koeffitsiyenti; k_t – diafragma va quvurlarni issiqlikdan kengayishini hisobga oluvchi tuzatma koeffitsiyenti; d - diafragma teshigi diametri, mm, ΔP – diafragmadan oldingi va keyingi bosimlar farqi; ρ - havoning diafragma gacha bo'lgan zichligi, kg/m,

2. Havoga berilayotgan issiqlik miqdorini aniqlang
3. Kalorimetrlarning kirishi va chiqishidagi haroratlar ayirmasini aniqlang
4. Havoning o'rtacha izobarik issiqlik sig'imini hisoblang.

Nazorat savollari:

1. O'rtacha issiqlik sig'imi nima?
2. Ushbu ishda atrof muhitga issiqlik yo'qotishlar hisobga olinadimi? Nima uchun?
3. Havo sarfi qanday o'lchanadi?
4. Real gazlarni qanday holat tenglamalarini bilasiz?
5. Havoning kiritik harorati deb nimaga aytiladi?

III – LABORATORIYA ISHI.

TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNINI O'RGANISH

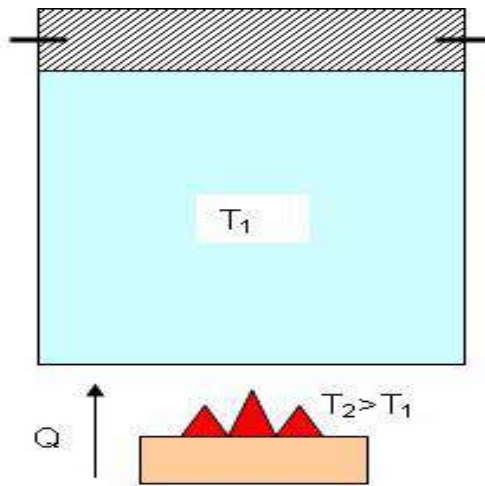
Ishdan maqsad:

Energiyaning saqlanish va aylanish qonunining termodinamik jarayonlarga tadbqiqini urganish, termodinamik jarayonda ish va issiqlik miqdori, gazning bajargan ishini hisoblash, termodinamikaning 1-qonunini ta'riflari bilan tanishish, termodinamika 1-qonunining analitik ifodasini keltirib chiqarish, gazning kengayishda (siqilishda) bajargan ishini hisoblash, termodinamikaning 1-qonunini entalpiya orqali ifodalanishini tahlil qilishdan iborat.

Nazariy ma'lumotlar

Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni tabiatning umumiy tavsifga ega bo'lgan fundamental qonunidir. Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi: **energiya bordan yo'q bo'lmaydi va qaytadan paydo bo'lmaydi, u faqat turli fizikaviy hamda kimyoviy jarayonlarda bir turdan boshqa turga o'tadi.** Boshqacha qilib aytganda, izolyatsiyalangan har qanday tizimda shu tizim ichida energiya o'zgarmasdan saqlanib turadi.

Energiyaning saqlanish qonuni mexanikada ko'pdan beri mexanikaviy (kinetik va potentsial) energiyaga tatbiqan ma'lum bo'lgan. M.V. Lomonosov (1745-1748, Rossiya), D. Joul (1842-1850, Angliya), R Mayer (1842-1845, Germaniya), G. Gess (1840, Rossiya), E. Lents (1844, Rossiya), G. Gelmgolts (1847, Germaniya) va boshqa olimlarning ishlari bilan issiqlik va ishning ekvivalentlik printsipi aniqlangandan keyin saqlanish qonuni energiyaning boshqa turlariga ham tatbiq qilina boshlandi va uning mazmuniga muvofiq **energiyaning saqlanish va aylanish qonuni** deb atala boshlandi.



1-rasm. Energetik o‘zaro ta’sir o‘lchovi sifatida issiqlikni aniqlash sxemasi.

Hozirgi vaqtda energiyaning turli xillari–jismni tashkil qilgan zarrachalarning issiqlik energiyasi, butun jismning umuman kinetik energiyasi, gravitatsion maydon energiyasi, elektr energiyasi, magnit maydoni, yadro ichki energiyalari va boshqa energiyalar ma’lum. Energiyaning saqlanish qonuniga barcha termodinamik jarayonlar ham bo‘ysunadi. Energiyaning saqlanish va aylanish qonunining issiqlik jarayonlariga tegishli bo‘lgan xususiy holiga **termodinamikaning birinchi qonuni deb ham ataladi**. Energetik o‘zaro ta’sir o‘lchovi sifatida issiqlikni aniqlash sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

Termodinamik jarayonda ish va issiqlik miqdori

Ishchi jismga tashqi ta’sir (siqish, kengayish, qizdirish va hokazo) ko‘rsatilganda uning holat ko‘rsatkichlari o‘zgaradi. Ishchi jism holat ko‘rsatkichlarining har qanday o‘zgarishda **termodinamik jarayon** deyiladi.

Muvazanat holatdagi jism deb - uning har bir nuqtasida v , R , T va boshqa fizik xususiyatlar bir xil bo‘ladigan holatga aytiladi.

Agar silindrdagi gaz porshen yordamida siqilganda yoki kengaytirilganda ishchi jism silindr hajmining har qanday nuqtasida T va P har xil bo‘ladi – bu holat **nomuvazonat holat** deyiladi. Termodinamik jarayonlarda jismlar bir-birlari bilan energiya almashadi, buning natijasida bir jismning energiyasi ko‘payadi, boshqasida kamayadi. Jarayonlarda jism energiyasi ikki xil usulda bir jismdan ikkinchi jismga o‘tishi mumkin.

Birinchi usul: Bunda issiq jismdan unga nisbatan sovuq bo‘lgan jismga energiya o‘tadi. Bu usuldagi energiyaning miqdori **issiqlik miqdori** deyiladi va o‘tish usuli – energiyaning issiqlik formasida uzatilishi deb ataladi. Issiqlik Q harfi bilan belgilanadi, Joulida o‘lchanadi.

Ikkinchi usul: Tashqi bosim ta’sirida jism o‘zining hajmini o‘zgartiradi. Bu usul energiyaning ish formasida uzatilishi deyiladi va uzatiladigan energiyaning miqdori **ish** deb ataladi. Ish L bilan belgilanadi, Joulida o‘lchanadi. Umumiy hollarda energiya bir paytda ham issiqlik formasida ham

ish formasida uzatiladi. 1 kg ishchi jismning ishi – ℓ bilan belgilanadi, $\left[\frac{j}{kg} \right]$; issiqlik miqdori

– q bilan belgilanadi.

Gazning bajargan ishini hisoblash:

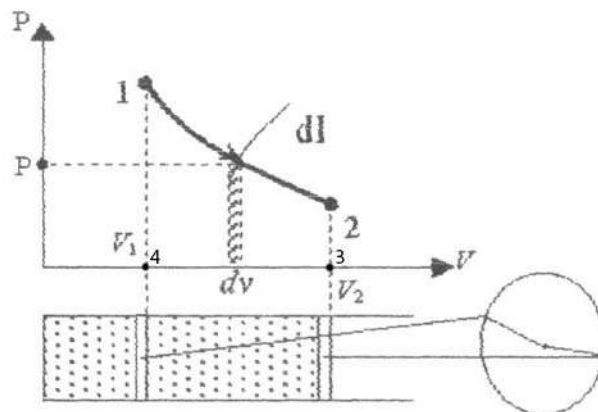
Ishning ifodasini ko‘rib chiqish uchun 1-2 jarayonda gaz hajmini o‘zgarishini ko‘rib chiqamiz (2-rasm).

Hajmni cheksiz kichik o‘zgarishi $p dv$ da cheksiz kichik ish 1k g gaz uchun:

$$d\ell = p dv \quad (1)$$

Gazning v_1 dan v_2 gacha hajm o‘zgarishida bajarilgan ish

$$\ell = \int_{v_1}^{v_2} p dv, \left[\frac{j}{kg} \right] \quad (2)$$



2-rasm. Gaz hajmini o'zgarishi tasvirlanishi.

p-v diagrammadagi 1-2-3-4-1 yuza bajarilgan ishga teng va bu diagramma **ish diagrammasi** deyiladi. Gazning bajargan ishi holat funksiyasi bo'la olmaydi. Gazning kengayishida $dv > 0$ bajarilgan ish $\ell > 0$ musbat, siqilshida $dv < 0$, bajarilgan ish, $\ell < 0$ manfiy, agar hajm o'zgarmasa $\ell = 0$ ga teng bo'ladi.

Issiqlik – termodinamikaning eng muhim tushunchalaridan biridir. Issiqlik tushunchasi mohiyati jixatidan ish tushunchasiga yaqin. Issiqlik bilan ish orasidagi farq shundan iboratki, ular energiya uzatishning turli formalaridan iborat. **1843 – 1850 yillarda ingliz olimi Joule** tajribalar orqali issiqlik va ishning ekvivalentligini, ya'ni sarflangan ish L va hosil qilingan issiqlik miqdori Q orasida to'g'ri proporsionallik borligini aniqladi:

$$Q = A L \quad (3)$$

bu yerda, A – proporsionallik koeffisienti. Joule o'z o'lchashlari natijasidan ishning issiqlik ekvivalenti deb ataladigan A ni va issiqlikning mexanikaviy ekvivalenti deb ataladigan j ni hisoblab topdi:

$$A = 0,002345 \text{ Kkal}/(\text{kg}\cdot\text{k}\cdot\text{m})$$

$$j = 427 \text{ kg}\cdot\text{k}/\text{Kkal}$$

bulardan

$$j = \frac{1}{A} \quad (4)$$

Joule tajribalaridan keyin ko'p o'tmasdan M.V.Lomonosov tomonidan moddaning molekulyar – kinetik nazariyasi ishlab chiqildi. Bu nazariyaga ko'ra, issiqlik jismni tashkil etgan mikrozarrachalarning tartibsiz issiqlik harakatining energiyasidan iborat. Termodinamikaviy tenglamalarda soddalashtirish maqsadida A va j koeffisientlar ko'rsatilmaydi – issiqlik va ish bir xil birliklarda o'lchanadi:

$$Q = L \quad (5)$$

Termodinamikaning birinchi qonunini ta'rifi. Termodinamika birinchi qonunining analitik ifodasi

Termodinamikaning birinchi qonunini ta'riflarini va uning analitik ifodasini bayon qilish uchun **ichki energiya, gazning so'rish (kengayish)da bajargan ishi to'grisidagi ma'lumotlarni keltirib o'tamiz.**

Ichki energiya

Jismga issiqlik berilsa, uning ichki energiyasi ortadi. Jismning ichki energiyasi jismni tashkil qilgan molekulalarning ilgarilanma va aylanma harakatlari energiyasi, ichki molekulyar tebranish energiyasi, elektronlar energiyasi, atom va yadro ichki energiyalaridan tashkil topadi. Jismning to'liq ichki energiyasi quyidagiga teng:

$$U = U_{kin} + U_{pot} \quad (6)$$

bu yerda U – to‘liq ichki energiya, (J); U_{kin} – molekulalarning ichki kinetik energiyasi; U_{pot} – jism molekulalarining ichki potensial energiyasi.

Murakkab sistemaning 1 kg massaga nisbatan hisoblangan ichki energiyasi solishtirma **ichki energiya deyiladi** va u sistemani tashkil etuvchilarning ichki energiyalari yig‘indisiga teng bo‘ladi, ya’ni

$$u = u_1 + u_2 + \dots + u_n = \sum_1^n u_i \quad (7)$$

bunda « u » (kichik harfda) – solishtirma ichki energiya bo‘lib, J/kg da hisoblanadi.

Gazning kengayishda (siqilishda) bajaragan ishi

Bir jismdan ikkinchi jismga ishchi jismning hajmi o‘zgarishi orqali energiya uzatilishiga **ish deb yuritiladi**. Mexanikaviy ish hosil qilishda ikki yoki undan ortiq jismlar qatnashadi. Birinchi jism ish hosil qilib, energiya bersa, ikkinchi jism energiyani qabul qiladi.

Gazning kengayishda bajaragan ishi termodinamik holat parametrlarining (p , v , T) o‘zgarishiga bog‘liq bo‘ladi.

Gazning kengayishida bajaradigan ishini aniqlaydigan tenglamani keltirib chiqarish uchun o‘zgarmas bosimda tsilindrdagi gazga issiqlik berilishi jarayonini ko‘rib chiqamiz (3 – rasm).

Aytaylik, silindrdagi 1 kg gazning bosimi P , solishtirma hajmi V_1 va porshen yuzasi F ga teng bo‘lsin. Agar gazga q issiqlik berilsa, gaz o‘zgarmas bosimda kengayadi va porshen siljiy 2 nuqta holatini egallaydi (3 – rasm). Bunda porshen kesimi yuzasiga ta’sir etuvchi kuch - $P \cdot F$ ga teng; porshen ko‘chish masofasi S bo‘lsa, kuch bilan ko‘chishning ko‘paytmasi ishga teng bo‘ladi. U holda, gazning bajaragan ishi quyidagiga teng:

$$l = P F S \quad (8)$$

bunda $F S = v_2 - v_1$ ga teng. Shuning uchun (8) ni quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$l = P (v_2 - v_1) = P \Delta v \quad (9)$$

Gazning elementar hajmi o‘zgarishida hosil qilgan ishi tenglamasi quyidagi- cha yoziladi:

$$dl = P dv \quad (10)$$

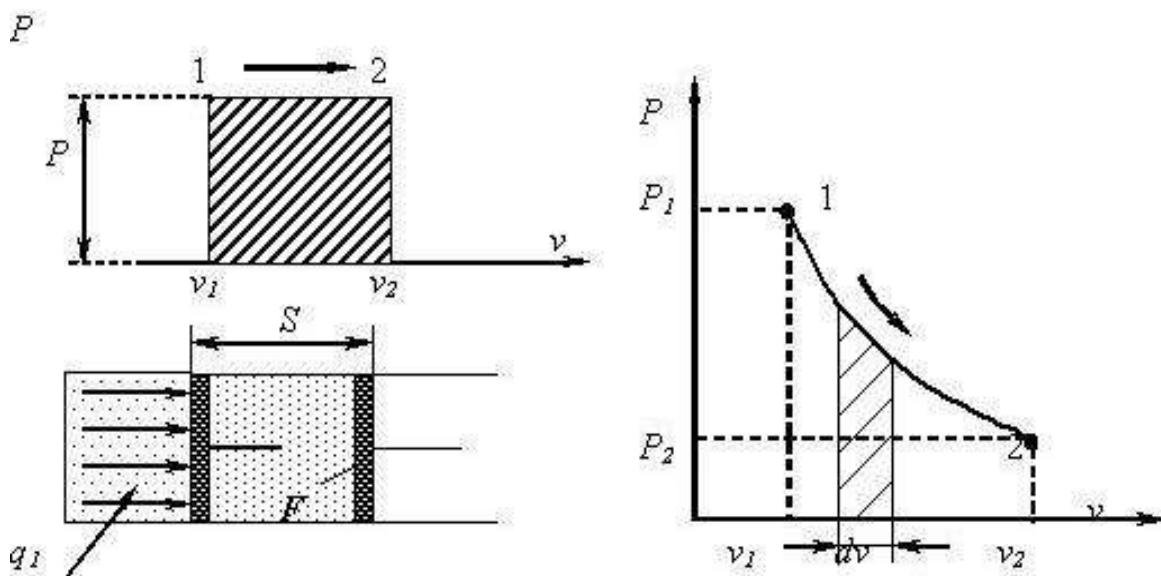
Sistema holati 1 dan 2 holatga o‘zgarishida hosil bo‘ladigan ish, jarayon egri chizig‘i 1 – 2 ning ostidagi shtrixlangan yuzaga teng bo‘ladi.

Agar bosim $P = \text{const}$ bo‘lsa, (3 – rasm):

$$l = \int_{v_1}^{v_2} P dv \quad (11)$$

Agar $dv > 0$ bo‘lsa, gaz kengayadi va ish musbat; $dv < 0$ bo‘lsa, gaz siqiladi va ish manfiy deb hisoblanadi.

3 – rasm. Tsilindrdagi gazga issiqlik berilishi jarayonini



Termodinamikaning birinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi:

Jismda keltirilgan issiqlik jism ichki energiyasining o'zgarishiga va ish bajarishga sarflanadi.

Aytilgan fikrni quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

$$Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} + L_{1-2} \quad (12)$$

bu yerda Q_{1-2} —jism 1 holatidan 2 holatigacha qizdirilishida berilgan issiqlik; ΔU_{1-2} — jism ichki energiyasining o'zgarishi; L_{1-2} — 1 – 2 jarayonda jism bajaradigan ish.

Differensial formada (12) ni quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$dQ = dU + dL \quad (13)$$

Ichki energiya ekstensiv xossa, ya'ni U kattalik sistemadagi moddalar miqdoriga bog'liqdir. Solishtirma ichki energiya modda massasi birligining ichki energiyasidan iborat. Solishtirma ichki energiya

$$u = \frac{U}{m} \quad (14)$$

orqali ifodalanadi. 1 kg gaz uchun termodinamika 1 – qonunining analitik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$q_{1-2} = (u_2 - u_1) + l_{1-2} \quad (15)$$

va

$$dq = du + dl \quad (16)$$

Agar $dl = Pdv$, $l = \int_{v_1}^{v_2} Pdv$ ish tenglamalarini e'tiborga olsak (3) va (4) ni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$q_{1-2} = \Delta u + \int_{v_1}^{v_2} Pdv \quad (17)$$

va

$$dq = du + Pdv \quad (18)$$

Entropiya. Entalpiya. Termodinamikaning 1-qonunini entalpiya orqali ifodalanishi

Gazning entropiyasi haqida tushuncha

Termodinamikaviy hisoblarda qulay bo'lishi uchun ishchi jism holatining yangi parametri – **entropiya tushunchasi** kiritiladi. Grekcha «entropiya» – «o'zgarish», «aylanish» demakdir. Entropiya termodinamik sistemaning holat funksiyasi bo'lib, u s harfi bilan belgilanadi.

Entropiya- tizim va tashqi muhit orasidagi issiqlik almashinish jarayonlarining yo'nalishini tavsiflaydi.

Termodinamika 1 qonunini tenglamasini ko'rib chiqamiz:

$$dq = dU + dl \quad (19)$$

yoki

$$dq = c_v dT + pdv \quad (20)$$

(2.20) ni har ikkala tomonini T ga bo'lamiz:

$$\frac{dq}{T} = c_v \frac{dT}{T} + \frac{p}{T} dv \quad (21)$$

Klaapeyron tenglamasidan $Pv = RT$ ga ko'ra

$$\frac{p}{T} = \frac{R}{v} \quad (22)$$

ifodani (2.21) ga qo'yamiz:

$$\frac{dq}{T} = c_v \frac{dT}{T} + R \frac{dv}{v} \quad (23)$$

yoki

$$ds = \frac{dq}{T} = c_v \frac{dT}{T} + R \frac{dv}{v} \quad (24)$$

Bunda

$$ds = \frac{dq}{T} \quad (25)$$

$\frac{dq}{T}$ - kattalik gazning holati bilan aniqlanadigan S funksiyaning to'liq differensial dS dir. Bu kattalik **entropiya** deb ataladi. Entropiyaning o'lchov birligi – $\left(\frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right)$

1 kg gaz entropiyasining o'zgarishi:

$$S_2 - S_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{v_2}{v_1} \quad (26)$$

$$dq = TdS \quad (27)$$

$$\oint \frac{dq}{T} = 0 \quad (28)$$

$\oint$ - yopiq kontur bo'yicha integrallashni bildiradi.

Demak, keltirilgan yoki olinadigan issiqlikning mos keluvchi absolyut haroratiga nisbatiga **keltirilgan issiqlik** deb ataladi.

Shunday qilib, har qanday qaytar siklida keltirilgan issiqliklarning algebraik yig'indisi nolga teng bo'ladi.

(2.28) tenglamani **1865 yilda Klauzius** tomonidan keltirib chiqarilgan bo'lib, **Klauziusning birinchi integrali** deb ataladi.

$dS = \frac{dQ}{T}$ formula **entropiyani ifodalovchi formula** hisoblanadi yoki u qaytar jarayonlar uchun **termodinamika ikkinchi qonunining matematik ifodasi deb ham ataladi.**

Entalpiya. Termodinamikaning I – qonunini entalpiya orqali ifodalanishi

Sistema ichki energiyasi yig'indisi u bilan sistemaning bosimi P ning sistema hajmining v ga ko'paytmasi yig'indisining kattaligi termodinamik hisoblarda muhim rol o'ynaydi. Bu kattalik **entalpiya** deb ataladi va « H » harfi bilan belgilanadi:

$$H = U + Pv \quad (29)$$

Entalpiya fanga Kamerling – Onnes taklifiga ko'ra mashhur olim Gibbs tomonidan kiritilgan. Entalpiyaning fizik ma'nosini aniqlashga doir sxema 4-rasmda keltirilgan. 1 kg modda massasiga to'g'ri keladigan entalpiya **solishtirma entalpiya** deb ataladi. Solishtirma entalpiya « h » harfi bilan belgilanadi va J/kg da o'lchanadi. Solishtirma massaviy entalpiya uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$h = u + Pv \quad (30)$$

Yangi funksiya – entalpiya – holat funksiyalari (p, v, u) ga bog'liq bo'lgani tufayli, entalpiyani o'zi ham holat funksiyasi bo'ladi. Toza modda entalpiyasini ham ichki energiya kabi istalgan ikkita holat parametrining funksiyasi sifatida yozish mumkin:

$$h = f(P, T)$$

Entalpiya holat funksiyasi bo'lganligidan uning differensial to'la differensialdan iborat bo'ladi:

$$dh = \left(\frac{\partial h}{\partial T} \right)_P dT + \left(\frac{\partial h}{\partial P} \right)_T dP \quad (31)$$

Termodinamika birinchi qonuni tenglamasiga quyidagicha o'zgartirish mumkin:

$$dq = du + dl = du + Pdv = du + d(Pv) - v dP \quad (32)$$

bu yerda $Pdv = d(Pv) - v dP$

yoki

$$dq = d(u + Pv) - v dP \quad (33)$$

ya'ni,

$$dq = dh - v dP \quad (34)$$

(34) tenglamaga termodinamika 1 – qonunining **entalpiya orqali ifodasi** deb yuritiladi. (34) ni integrallaylik:

$$q_{1-2} = h_2 - h_1 - \int_{P_1}^{P_2} v dP \quad (35)$$

Agar $R = \text{const}$, $dP = 0$ bo'lsa, (34) formula quyidagi ko'rinishga keladi:

$$dq_R = dh \quad (36)$$

Demak, sistemaga o'zgarish bosimda berilgan issiqlik faqat entalpiyaning o'zgarishiga sarf bo'ladi:

$$q_P = \int_1^2 dh = h_2 - h_1 \quad (37)$$

Nazorat savollar:

1. Energiyaning qanday turlarini bilasiz?
2. Energiyaning saqlanish va aylanish qonunini tushuntiring.
3. Ideal gazning ichki energiyasi qanday parametrlarga bog'liq?
4. Gazning kengayganda bajargan ishi qanday parametrlarga bog'liq?
5. Termodinamika birinchi qonunini ta'riflang va analitik ifodasini yozing.
6. Gazlarning entropiyasi va entalpiyasini ta'riflarini keltiring va formulasini keltirib chiqaring.

IV – LABORATORIYA ISHI. HAVONING ADIABATA KO'RSATGICHINI ANIQLASH

Ishning maqsadi.

Xavoning bosimlar farqi o'zgaruvchan sharoitda torayuvchi soplo orqali oqib chiqishidagi oqib chiqish chizig'i o'zgarishi xarakterini, sarfini va havoning adiabata ko'rsatgichini aniqlash.

Nazariy ma'lumotlar

Bug' va gazlarning oqib chiqish jarayonlarini etarlicha aniqlik bilan **adiabatik jarayon** deb hisoblash mumkin, bunda oqimning tezligi yuqori bo'lganda, soplolarda sodir bo'ladigan gazning soplo devori bilan o'zaro tegish vaqti kichik, bu esa amalda issiqlik almashinuvini yo'q qiladi. Soplolarni xisoblashda asosiy aniqlovchi kattaliklar bo'lib, gazning massaviy sarfi M (kg/s) va soplodan chiqish tezligi w_2 (m/c) xisoblanadi. Soplodan o'rnatilgan adiabatik oqib chiqish tezligini oqim uchun energiya tenglamasidan aniqlash mumkin:

$$w_2 = 44,72 \sqrt{i_1 - i_2} \quad (1)$$

bu erda i_1, i_2 – gazning soploga kirish va chiqishdagi tegishli entalpiyasi. Tenglama (1) ni keltirib chiqarishda gazning soploga kirish tezligi nolga teng qabo'l qilingan. Soplo orqali gazning massali sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$M = w_2 f_2 / v_2 \quad (2)$$

bunda v_2 - soplodan chikayotgan gazning solishtirma xajmi, m^3/kg ; f_2 – soploning chiqish kesimi yuzasi, m^2 ; Soploning berilgan geometrik shakli va soploga kirishdagi parametrlar belgilangan xolatdagi adiabatik oqib chiqishda tezlik va massaviy sarf soploning kirkimidagi bosimga bog'liq bo'lib kirkim kamayganda oshib boradi. Biroq bosimlarni kanakadir kritik nisbati mavjud.

$$\beta = \beta_{kp} = \frac{P_{kp}}{P_1} \quad (3)$$

bunda: P_{kp} – soplodan chiqishdagi kritik bosim; P_1 – soploga kirishdagi bosim, (gazning sarfi maksimal bo'lganda). Bosimlarning kritik nisbati ideal gaz bo'lganda fakat adiabatada darajasiga bog'liqdir.

$$\beta_{kp} = \left[\frac{2}{k+1} \right]^{k/(k-1)} \quad (4)$$

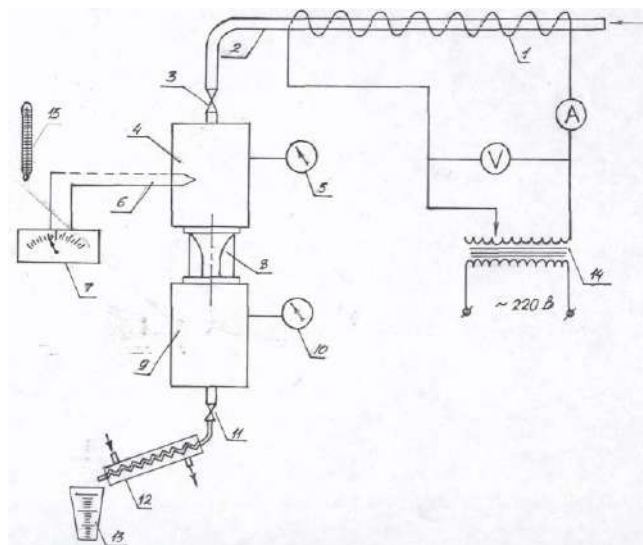
Masalan, xavo uchun ($k = 1,4$), $\beta_{kp} = 0,528$. Gazning sarfi M va tezligi w_2 torayuvchi soplodagi bosimlar nisbatiga P bog'liqligi 1-rasmda ko'rsatilgan. $\beta = \beta_{kp}$ bo'lganda torayuvchi soplo kirkimida tovushning maxalliy tezligiga a teng bo'lgan jarayonini amalda adiabatik kechishini ta'minlaydi.

Tajribani bajarish tartibi

Qozon ishga tushiriladi va bug' ishlab chiqargandan so'ng sovutgichga sovutuvchi suvni berishni boshlanadi.

«Qizdirish rejimi»

Ulagich – qayta ulagich bilan birinchi rejim o'rnatiladi. O'lchashlarni soplodan keyingi kamerada bosimni P_{yp} turli qiymatlarida bajariladi, bu ventilni 10 burash bilan erishiladi. Manometr 7 dan P_{yp} qiymatini olinadi va bir vaqtning o'zida P_{yp} – bir qiymat uchun bug'ning sarf qiymatlarini yozib borish zarur. So'ngra boshqa rejimdagi tajribaga o'tiladi. Olingan o'lchash natijalarini 1 – jadvalga yozamiz.



1 – jadval.

№	Bug'ning soplo oldidagi mutloq bosimi $P_1, \text{kg/sm}^2$	Bug'ning soplodan keyingi mutloq bosimi $P_2, \text{kg/sm}^2$	Bug'ni soplogacha bo'lgan xarorati, t	Bug' sarfi $M, \text{kg/c}$	$\beta = \frac{P_{yp}}{P_1}$

O'lchash natijalariga ishlov berish

Bosimlar nisbatini aniqlashda va keyingi tajriba natijalariga ishlov berishda bosimning quyidagicha aniqlanadigan mutloq qiymatlaridan foydalaniladi:

$$P = \frac{P_{\delta ap}}{750} + \frac{P_{u3\delta}}{1,02}; \quad \delta ap \quad (6)$$

bunda: $P_{\delta ap}$ – barometrik bosim, mm.sim.ust.; $P_{u3\delta}$ – bug'ning ortiqcha bosimi, kgS/sm².

Olingan qiymatlar bo'yicha $M = f(\beta)$ grafigi kuriladi. Tenglama (2) bo'yicha suv bug'ini nazariy sarfi M_a bir eksperimental nuqta parametri uchun $\beta > \beta_{kp}$ bo'lganda va yana bir nuqta uchun $\beta < \beta_{kp}$ bo'lganda xisoblash bajariladi va bu qiymatini tajribada olingan bug' sarfi bilan solishtiriladi. Sarf koeffisientini μ aniqlang. Xisoblash paytida suv bug'ining $i - s w_2$ (diagrammasidan foydalaning. Soplodan oqib chiqishni (xaqiqiy) nazariy tezligini 1) ifoda bo'yicha berilgan rejim uchun xisoblansin. Oqib chiqishni xaqiqiy tezligini w_{2g} tanlangan rejim uchun (5) tenglamadan xamda quyidagi ifodadan xisoblanadi.

$$w_{2g} = \frac{MV_{2g}}{f_2} \quad (7)$$

Chiqish tezligi tabiiyki, bir xil bo'lishi kerak. $i-s$ diagrammasidan i_{2g} va v_{2g} qiymatlar olinishi zarur. Biroq 2g nuqta urni P_2 chizig'ida noma'lum. Bu nuqtaning urnini shunday tanlash kerakki, unda oqib chiqish tezligini (5) va (7) tenglamalar bo'yicha xisoblangan qiymatlari bir xilda bo'lsin. Buning uchun 2g nuqta joyi bilan bir necha marta qabo'l qilinadi va yuqoridagi tenglamalar bo'yicha natijalar bir – biri bilan mos kelmaguncha xisoblanadi.

Oqib chiqish xaqiqiy tezligini topgandan keyin ikki rejim uchun tezlik koeffisienti aniqlanadi: $\beta > \beta_{kp}$ ba $\beta < \beta_{kp}$. Tezlik w_{2g} ni $\beta < \beta_{kp}$ bo'lganda aniqlash $P_2 = P_{kp} = \beta_{kp} \cdot P_1$ deb qabo'l qilinadi, bunga $i-s$ diagrammada izobara P_{yp} dan yuqori joylashgan izobara mos keladi.

Xisoblashlar va o'lchashlar natijasi quyidagi jadvalga yoziladi.

2- jadval.

No	t_1 °С	Soplogacha bo'lgan ortiqcha bosim $P_{ort}, kg/sm^2$	Soplodan keyingi ortiqcha bosim $P_{ort, ur}, kg/sm^2$	Bug'ni xaqiqiy sarfi $M_g, kg/s$	Soplogacha bo'lgan bosim, P_1, bar	Soplodan keyingi mutloq bosim, P_{yp}, bar	$\beta = \frac{P_{yp}}{P_1}$

Nazorat savollari

1. Nima uchun gazni soplodan oqib chiqishini adiabatik deb hisoblash mumkin?
2. Soplodan oqib chiqishni qanday rejimlari ma'lum?
3. Ushbu qurilmada qaysi moslama yordamida bosimlar farqi hosil qilinadi?
4. β_{kp} qanday parametrlarga bog'liq?
5. Oqib chiqishni xaqiqiy tezligi qanday aniqlanadi?
6. Qanday parametrlar μ va ϕ qiymatlarga ta'sir etadi?

V – LABORATORIYA ISHI. KOMPRESSOR TUZILISHI VA ISHLASH PRINSIPLARINI URGANISH

Ishdan maqsad

1. Quyida keltirilgan CO-7A turdagi kompressor qurilmasining tuzilishi bilan tanishish.
2. Kompressor qurilmasining bosimi havo quvurida qarshilik har xil bo'lganda elektr dvigateli sarf kilgan quvvatni tajriba yuli bilan aniqlash.

1. Quyidagilarni hisoblab topish kerak:

a) kompressorning nazariy ishlab chiqarish quvvati, V_m , m³/soat;

b) kompressorning haqiqiy ishlab chikarish quvvati, V , m³/ soat.

Ishning davomiyligi 3 soat.

Kompressor qurilmasining texnik tavsifi

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

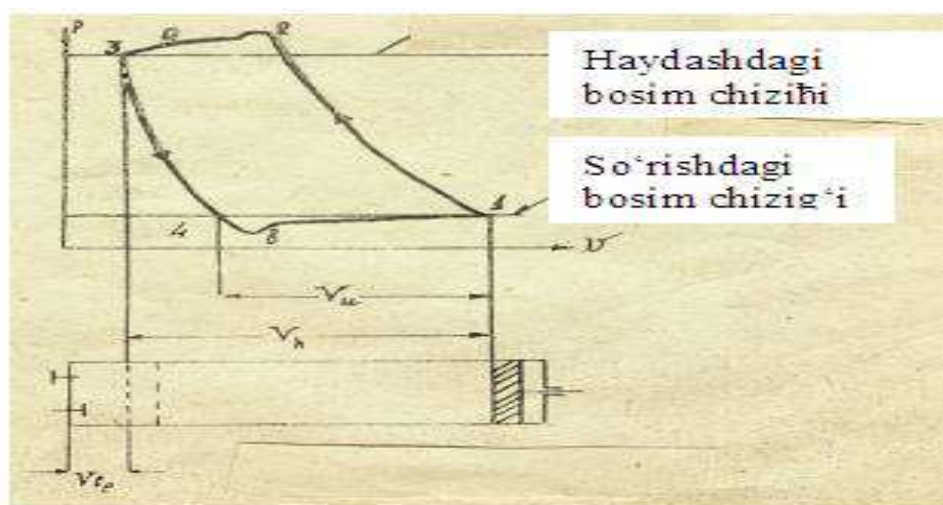
Nazariy ma'lumotlar

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

Kompressorlar ikki turga bulinadi:

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

Kompressor mashinalarining ishi termodinamik nuqtai nazardan tahlil qilinganda, gazning sikilishidagi haqiqiy jarayon bilan ideal jarayonlarning farqi shundaki, haqiqiy jarayonda zararli hajm va boshqa yo'qotishlar hisobga olinadi, ideal jarayonda esa hisobga olinmaydi. Porshenli kompressorning indikator diagrammasini ko'rib chiqamiz (1-rasm).



1-rasm. Porshenli kompressorning haqiqiy indikator diagrammasi sxemasi.

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

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

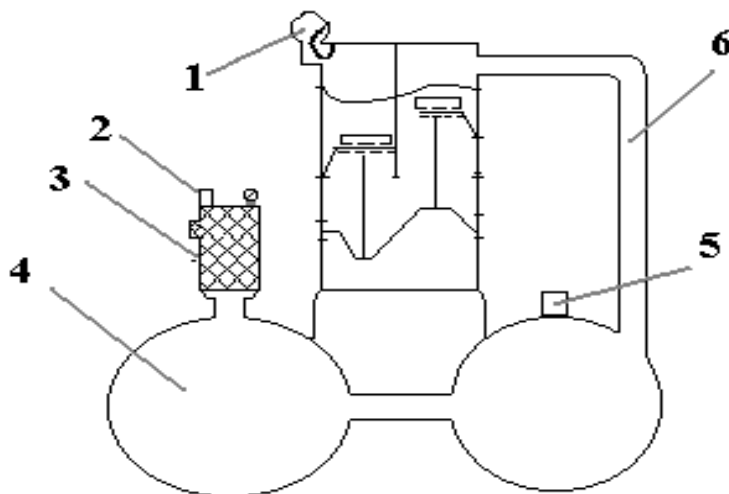
$$\eta_v = \frac{V_u}{V_h} \quad (1)$$

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

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

Hajmiy F.I.K. va uzatish koeffitsiyentlarining qiymatlari

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



2-rasm. Kompressor CO-7A va undagi havo yulining chizma tasviri.

Porshen pastga harakatlanganda, silindrdagi bosim atmosfera bosimiga nisbatan kamayib ketadi, natijada atmosfera bosimining kuchi tufayli surish klapani ochilib, silindr havo filtridan (1) o'tgan havo bilan to'ladi. Porshen qayta yuqoriga qarab harakatlanganda, silindrdagi havo atmosfera bosimiga nisbatan katta bosim bilan siqiladi, natijada surish klapani yopilib, tashqi havoning silindr bilan aloqasi uziladi (2-rasm). Porshenning yuqoriga qarab harakatlanishi davom etadi va silindrda havo haydash klapanini va haydash quvuridagi siqilgan havo

qarshiligini yenguniga qadar siqiladi. Shu daqiqada haydash klapani ochilib, siqilgan havo porshen yordamida silindrdan silindr qopqogidagi haydash kamerasiga haydab chiqariladi, va haydash quvuri (6) orkali resiver (4) ga, so'ngra undan yog' namlik tozalagichga (3) kelib tushadi. Havo yog' namlik tozalagichdan ikkita taqsimlanuvchi kran orqali iste'molchiga yuboriladi. Yog' namlik tozalagichda bosimni kuzatish uchun manometr va siqilgan bosimni sozlash uchun bosim (2) sozlagich o'rnatilgan. Kompresordagi bosim meyordan oshib ketmasligi uchun resiverga ehtiyot klapani (5) o'rnatilgan.CO-7A - oddiy harakatlanuvchi, havo bilan sovutiladigan, ikki silindrli bir pog'onali porshenli kompressor hisoblanadi. Kompresor karteri va silindrlar bloki cho'yandan quyilgan. Silindrlarni sovutish uchun silindrlar blokiga halkali qirralar o'rnatilgan. Kompresor silindrlarning kopkogi allyuminiydan quyilgan bo'lib, sovutish uchun uning tashqi tomoni qirralar bilan jihozlangan. Qopqoqning ichki tomonidagi bo'shliq to'siq bilan ikki qismga, ya'ni surish va haydash bo'shliqlariga ajratilgan. Har bir silindr prujina lentasidan tayerlangan surish va haydash klapanlari bilan ta'minlangan.

Shatunlar - shtamplash usuli bilan po'latdan tayyorlangan. Quyi kallachasiga babbitle quyma o'rnatilgan bo'lib, yuqori kallachasiga esa, bronza lentasidan tayerlangan vtulka siqib qo'yilgan. Porshenlar allyuminiy qotishmasidan quyilgan bo'lib, ularning har birida ikkita zichlash va ikkita yog' sidirish porshen halkalari bor. Tirsakli val po'latdan qolipda tayerlangan bo'lib, ikkita radial zoldirli podshipniklarga tayanadi.Havo filtri - silindr shaklida bo'lib, silindr kallachasi tagidagi surish bo'shlig'iga kirayotgan havoni tozalash uchun,xizmat qiladi.

Yog'-namlik tozalagich - payvandlangan balon shaklida bo'lib, ichida Rashig xalkalari bilan to'ldirilgan stakan bor. Yog'-namlik tozalagichning vazifasi istemolchiga yuboriladigan siqilgan havoni yog' va suv zarrachalaridan tozalashdir. Ajratib olingan yog' va suv balon tubiga oqib tushadi va to'kish teshigidan vaqti-vaqtda to'kib tashlanadi.Bosim sozlagich - yordamida bosimni 2 dan 6 kg/sm gacha sozlash mumkin. Ortiqcha siqilgan havoni chiqarib yuborish yo'li bilan kerakli bosim saqlanadi.

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

Extiyot klapani - 7 kgs/sm² ga moslab sozlangan bo'lib, bosimni meyordan oshib ketmasligi uchun xizmat kiladi.Resiver – tuzilishi jihatidan bir-biriga tutashtirilgan ikkita po'lat quvuridan iborat bo'lib, quyidagilarni amalga oshirish uchun xizmat qiladi: a) kompressor porshenining ilgarilama qaytar harakati tufayli paydo bo'ladigan havo tebranishini bir maromga keltirish uchun; b) siqilgan havoni tekis iste'mol qilinganda havo bosimi tebranishini yo'qotish uchun; v) havo bilan birga resiverga kirib kolgan suv va yog' zarrachalaridan tozalash uchun.

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

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

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

Buning uchun:

- a) Asboblar ko'rsatishini yozish uchun jadval tayyorlanadi.
- b) Yog' va namlik ajratgichdagi taqsimlagich jo'mraklaridan biri yopib qo'yiladi va ikkinchi taqsimlagich jo'mrak esa butunlay ochib qo'yiladi.
- v) Bosim sozlagichni tajriba davomida o'zgartirmaydigan ma'lum bosimga moslab qo'yib, elektr dvigatel ishga tushiriladi.
- g) Manometrning ko'rsatishi 1 atm. ni ko'rsatguncha, ikkinchi taqsimlagich jo'mrak asta-sekin yopiladi. Bosim 1 atm. ga yetgach,ampermetr va voltmetrlarning ko'rsatishlari yozib qo'yiladi.

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

Tajriba natijalarini yozish uchun jadval

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

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

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

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

Kompressor ishlab chiqarish quvvatini hisoblash

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

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

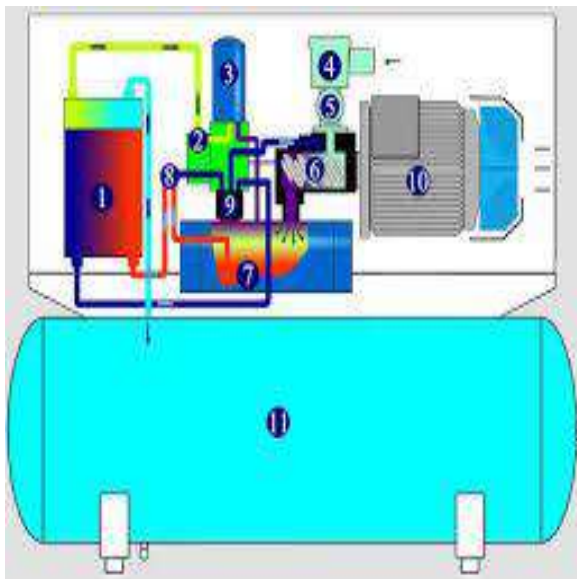
bu ifodada: 2 – kompressor silindrlarining soni; S-porshen yo'li, m; D-porshen diametri, m; n – kompressor valining aylanish soni, marta/min, b) Shu kompressorning haqiqiy ishlab chiqarish quvvati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

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

Nazorat savollar

1. Kompressor deb nimaga aytiladi?
2. Kompressor turlarini sanab bering?
3. Porshenli kompressor deb nimaga aytiladi?
4. Porshenli kompressor afzalliklari nimada?
5. Porshenli kompressor kamchiligi nimada?
6. Kompressor ishlab chiqarish quvvatini qanday?
7. Tajriba ishini bajarish ketma-ketligi qanday?
8. Kerakli asbob uskunalarni sanab bering?
9. Olingan natijalarni taqqoslang?

KOMPRESSORLAR HAQIDA QO'SHIMCHA MA'LUMOTLAR



VI- LABORATORIYA ISHI.

NAM HAVONING PARAMETRLARINI ANIQLASH

Ishdan maqsad.

Nam havoning holatini o'rganish laboratoriyani bajarishda qo'shimcha malakaga ega bo'lish va vazifani yechish uchun holat $i - d$ diagrammasini qo'llash.

Nazariy ma'lumotlar

Quruq havo bilan suv bug'ining aralashmasiga nam havo deb ataladi. Nam havo sovutish qurilmalari, havoni kondisionerlash sistemalarida va texnikaning boshqa soxalarida ishlatiladi. Shuning uchun nam havoning termodinamik xossalarini bilish juda muhimdir. Uzining fizikaviy xolatiga ko'ra nam havo ideal gazga yaqin. Quruq havo bilan tuyingan suv bug'i aralashmasiga tuyingan nam havo deb ataladi. Nam havoning umumiy bosimi Dalton qonunidan aniqlanadi. Ya'ni, nam havoning bosimi tarkibidagi quruq havo va suv bug'ining parsial bosimlarining yig'indisiga teng:

$$R_{nam} = R_q + R_{suv}, \quad (1)$$

bunda, R_q – quruq havoning parsial bosimi, R_{suv} – suv bugining parsial bosimi.

Parsial bosimda 1 m^3 nam havodagi bug' massasiga absolyut namlik deb ataladi. Absolyut namlik son jihatdan bug'ning parsial bosimdagi zichligiga ρ_p teng kattaligidir. (kg/m^3 ; g/m^3). Agar tuyingan havoni o'zgaras bosimda sovuta boshlasak, shunday harorat hosil bo'ladiki, bunda bug' tuyina boshlaydi. Bu harorat nam havoning **shudring nuqtasi** deb ataladi.

Shudring nuqtasi τ yoki t_r bilan belgilanadi. Agar havoni shudring nuqtasidan past haroratda sovutilsa, bug' kondensatsiyalana boshlaydi va tuman hosil bo'lib, havo o'ta tuyingan xolatni oladi. Nam havoning nam saqlami deb nam havo tarkibidagi bug' massasining quruq havo massasiga nisbatiga aytiladi:

$$d = \frac{m_p}{m_v}; \quad (2)$$

bunda, m_p – nam havo tarkibidagi bug' massasi, kg; m_v – quruq havo massasi, kg.

Nam saqlami g/kg, kg/kg da o'lchanadi.

Namlik saqlami parsial bosim orqali quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$d = 0,622 \cdot \frac{P_b}{(P - P_b)}; \quad (3)$$

bundan,
$$P_b = P \frac{d}{0,622 + d}; \quad (4)$$

Tuyinmagan havo absolyut namligining shu haroratdagi havoning mumkin bo'lgan eng katta absolyut namligiga nisbatiga havoning nisbiy namligi deb ataladi.

$$\varphi = \frac{\rho_b}{\rho_{\max}} \quad (5)$$

a) tuyinmagan havoda $\varphi < 1$ yoki $\varphi < 100\%$

b) tuyingan havoda $\varphi = 1$; $\varphi = 100\%$

Agar $\varphi = 0$ bo'lsa – quruq havo, $\varphi = 1$ – namlik bilan tuyingan havo tushuniladi.

Nisbiy namlik nam saqlami orqali quyidagi tenglamadan topiladi:

$$\varphi = \left[\frac{d}{(0,622 + d)} \right] \left(\frac{P}{P_{\max}} \right) \quad (6)$$

Nam havoning zichligi, gaz doimiysi va entalpiyasi

1) zichligi:

$$\rho = \rho_b + \rho_v, \quad (7)$$

2) Gaz doimiysi

$$R = \frac{8314,2}{\mu} = \frac{8314,2}{(\mu_v r_v + \mu_p r_p)}; \quad (8)$$

3) Entalpiyasi

$$i = i_v + d i_p \quad (9)$$

1 kg quruq tuyingan bugning kichik bosimlardagi entalpiyasi

$$i_p = 2490 + 1,97 t_p, \quad (10)$$

U holda nam havoning entalpiyasi quyidagiga teng:

$$i = t + (2490 + 1,97 t_p) d, \quad (11)$$

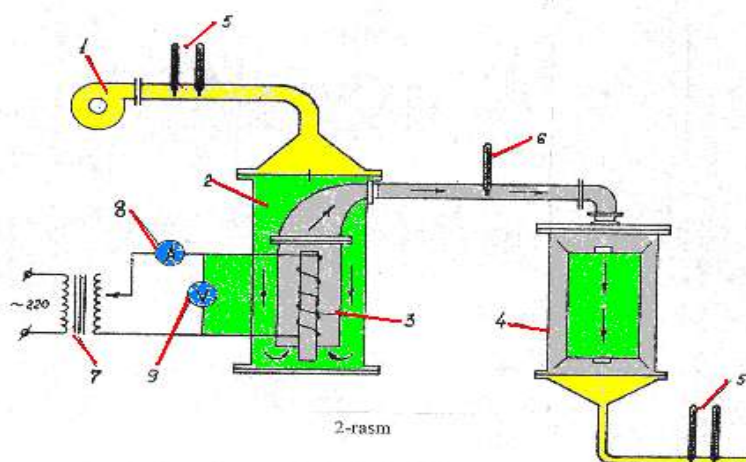
Biroq nam havodagi jarayonlarni hisoblash uchun *id* diagramma katta qulaylik tug'diradi. Bu diagrammada ordinata o'qi boyicha nam havoning entalpiyasi qiymatlari joylashtirilgan absissa o'qi boyicha esa nam saqlash qiymatlari, qaysiki ordinata o'qiga nisbatan 135° burchak ostida o'tkazilgan. Diagrammada (1 – rasm) quyidagi chiziqlar o'tkazilgan: o'zgarmas entalpiyalar chizig'i (to'g'ri, ordinata o'qiga parallel) nam havoning o'zgarmas harorat chiziqlari, havoning nisbiy namligi chiziqlari diagrammada, shuningdek, uzuk – uzuk ho'l termometr izoterma chiziqlari ham joylashtirilgan. Diagrammaning pastki qismida o'ng tomonda joylashgan ordinata o'qi bilan bug'ning parsial – ulush bosimi chiziqlari ko'rilgan.

Nam havoni isitish (sovitish) jarayoni – havoning namlik saqlashi o'zgarmas bo'lganda amalga oshiriladi. *i – d* diagrammada bu jarayonni tik A–B to'g'ri chizig'i aks ettiradi. Nam havoni sovutish jarayoni faqat havoni tula tuyinish C–D chiziq $\varphi = 100$ holatigacha bo'ladi.

Havoni sovutishni yanada davom ettirilsa namlik o'ta tuyingan xolatga keladi va suv bug'larining kondensatsiylanishi materialda shudring ko'rinishda kechadi. Kondensatsiylanish – bug'ni qayta suyuqlikka aylanish jarayoni D–E shartli ravishda $\varphi = 100$ chiziq boyicha namlik saqlashni kamayish tomonga qarab kechadi deyish mumkin. Bunda kondensatsiylanish natijasida hosil bo'lgan namlik miqdori namlik saqlashlar ayirmasi bilan aniqlanadi. Moddani kuritish jarayoni V– issiqlik yo'qotishlar va suyuqlikni qizitish G sarflanadigan issiqlik yo'q bo'lganda nam havoning entalpiyasi o'zgarmas bo'lganda roy beradi. Issiqlik yuqotishlar bo'lganda esa, kuritish jarayonini sharti ravishda V – K chizig'i

bilan aks ettirish mumkin. Laboratoriya qurilmasini tavsifi. Laboratoriya qurilmasini prinsipial tasviri 3.1- rasmda ko'rsatilgan. Havo ventillar (1) yordamida aerodinamik quvur (2) ga purkaladi. Aerodinamik quvur ichida kalorifer (elektr qizdirgich) (3) o'rnatilgan, so'ng quritish kamerasidan (4) o'tadi. Kaloriferga kirayotgan havoning namligini psixometr (5) yordamida aniqlanadi. Termometr 6 kalorifer yoki quritish kamerasidan keyin havoning haroratini o'lchashga xizmat qiladi. Elektr qizdirgich (3) avtoransformator (7) orqali o'zgaruvchan 220 voltli tarmoqqa ulangan. Zanjirdagi tok kuchini ampermetr 8, kuchlanishni 9 bilan o'lchanadi. Quritish kamerasiga quritishi lozim bo'lgan ip – gazlama maxkamlangan ushlagich joylashtirilgan.

Laboratoriyani bajarish tartibi. Havoning isitish jarayoni. Shamolparrakning (1) elektromotori (10) yoqiladi. Havo quvur boyicha ma'lum tezlik bilan harakatlanib birin – ketin psixometr (5) kalorifer (3) va termometr (6) ni yuvib utadi. Tarmoq kalorifer (3) ni ulab, avtoransformator (7) yordamida berilgan tok kuchini (ampermetr 8 boyicha) va kuchlanishni (voltmetr 9 boyicha) o'rnatiladi. Butun laboratoriya davomida ampermetr va voltmetr ko'rsatishlari o'zgarmasligi zarur.



1 – rasm. Laboratoriya qurilmasini prinsipial tasviri.

Turg'un holatga erishilganda, ya'ni psixometr (5) va termometr (6) ko'rsatishlari o'zgarmasdan qolganda, jarayonning barcha parametrlarini o'lchash belgilanadi. Psixrometr, termometr, ampermetr va voltmetrlarning birinchi

ko'rsatishini yozib olinadi. Laboratoriya davomida laboratoriyaning muddati (15) daqiqa: har (3) daqiqadan so'ng aytib o'tilgan barcha parametrlar o'lchashlarini 1 – jadvalga yozib borilishi kerak.

Psixrometr		Termometr	1 – jadval Kalorifer	
$t_k^1, ^\circ C$	$t_x^1, ^\circ C$	$t_2, ^\circ C$	U	B

Havoni namlashtirish jarayoni.

Laboratoriyani boshlashdan oldin gazlamani namlab aerodinamik quvurga kiritiladi va mahkamlanadi. Shamolparrak yurgiziladi. Turg'un holatga erishilgandan so'ng psixrometr va termometr ko'rsatishlari yoziladi. Keyin har bir 3 daqiqa davomida barcha asboblarni ko'rsatishlarini 2 – jadvalgi yoziladi.

2 –

Psixrometr		Termometr	jadval Kalorifer	
$t_k^3, ^\circ C$	$t_x^3, ^\circ C$	$T_2, ^\circ C$	U, V	

--	--	--	--	--	--

O'lchashlar natijalariga ishlav berish.

Laboratoriya bajarilib bo'lingandan so'ng, ulchash natijalarini o'rtacha qiymatiga ketirilsin va havoni isitish va namlashtirishda kechayotgan jarayonlarni $i - d$ diagrammaga ko'rilsin. Ho'l termometr ko'rsatishi va haroratlarni psixrometrik ayirmasi boyicha jadvaldagi havoning nisbiy namligini aniqlang, 1 – xolda kaloriferga kirishdagi (isitish jarayoni) hamda 2 – xolda quritish kamerasiga kirishda (havoni namlantirish jarayoni) 3.1 – rasmdagi 1 – nuqta, «quruq» va «ho'l» termometrlar ko'rsatishlari boyicha aniqlanadi va qurilmaga kelayotgan havoning xolatini ifodalaydi. Havo kaloriferga qizdirilgandan keyingi xolatini 2 – nuqta belgilaydi. 2 – nuqtaning joyi $d_1=d_2=const$ izoterma t_2 kesishgan joyga

aniqlanadi. Qurilmadan chiqayotgan havoning 4 – nuqtadagi xolatini quruq va ho'l termometrlar ko'rsatishlari boyicha aniqlanadi. Havoni chiqishi qisqa quvurdagi sovutish jarayoni namlik saqlashni o'zgarmasligi bilan ifodalanadi, shuning uchun

3 – nuqta $i - d$ diagrammada $d_4=d_3=const$ izoterma t_3 kesishgan nuqtada topiladi. Havoni namlantirish (gazlamani quritish) jarayoni $i - d$ diagrammada shartli 2 – 3 to'g'ri chiziqda ifodalanadi. (3.6) va (3.7) tenglamalar boyicha kattaliklar qiymatlarini hisoblab, 3 – va 4 – jadvallarga nam havoning barcha parametrlari qiymatlarini yozing.

Havoni isitish jarayoni

3 – jadval

φ , %	t , °C	i kJ/kg	d g/kg	ρ mm.sim.ust.	Rj kg·K	γ kg/m ³

Havoni namlantirish jarayoni

4 – jadval

φ , %	t °C	i kJ/kg	d g/kg	ρ mm.s im.ust.	R j/kg·K	γ kg/m ³

Nazorat savollar

1. Nam havoning holatini belgilovchi asosiy parametrlarni sanab chiqing.
2. Havoning mutloq namligini ta'riflang.
3. Havoning nisbiy namligini ta'riflang.
4. Nam havoning «namlik saqlami» atamasini nimaligini tushuntirib va uning o'lchov birligini ko'rsating.
5. $i - d$ diagramma chiziqlari ma'nosini tushuntiring.

VII-LABORATORIYA ISHI.

STANDART DIAFRAGMA ORQALI HAVO SARFINI ANIQLASH

Ishdan maqsad

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.

Nazariy ma'lumotlar

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 erda 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 potensial 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 differensial 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 diafragmadir. Bu diafragmani 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 silindrik, chiqishida konussimon kengayuvchi shaklda yasalgan.

Diafragmadan oldingi va keyingi statik bosimlarni olish uchun halqaviy kameralar o'rnatilgan.

Quvurlardagi xalqaviy kamerali diafragmaning chizmasi 1- rasmda ko'rsatilgan.

Oqib o'tgan moddaning sarfi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$G = 0,004 \alpha \varepsilon K_t d^2 \sqrt{\Delta p \cdot \rho}, \text{kg/soat} \quad (1)$$

bu ifodada α – sarfiy koeffisient, tajriba yo'li bilan aniqlanadi; (1-ilova);

ε – muhitning issiqlikdan kengayishini xarakterlaydigan tuzatma koeffisienti (1-ilova);

K_t – diafragma va quvur ko'ndalang kesimining issiqlikdan kengayishini xarakterlaydigan tuzatma koeffisienti (agar o'lchanayotganda moddaning harorati 100°C 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:

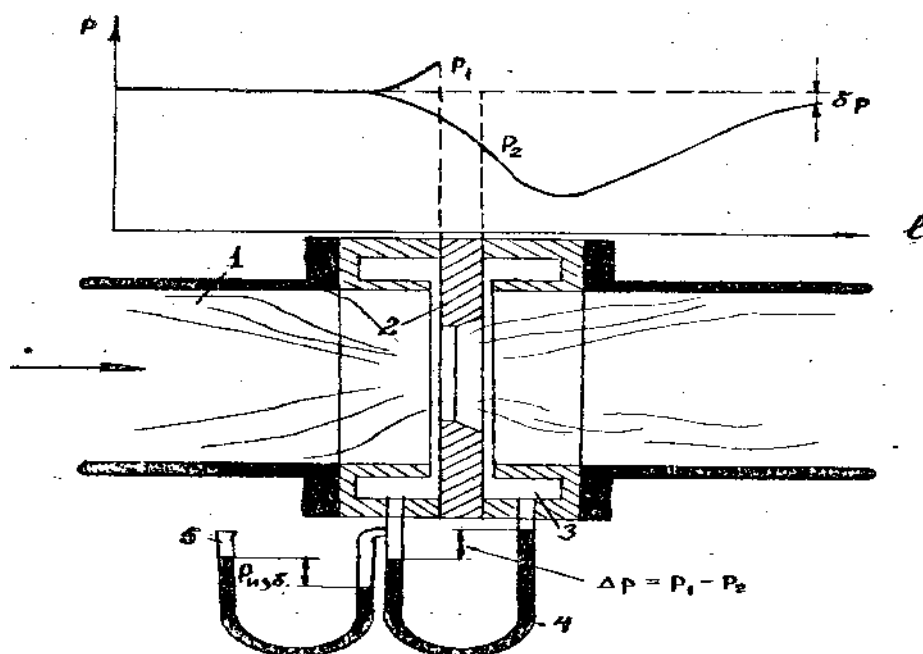
$$\rho = \frac{1}{T} \left(\frac{P_{\text{mut}}}{287} - 0,00131 \varphi P_m \right), \quad \text{kg/m}^3 \quad (2)$$

bu erda 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.

Tajriba qurilmasining bayoni

Havo ventilyator yordamida quvur (1) bo'ylab harakatlanadi (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 differensial 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.

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 R_{ort} , ΔR va undan tashqari barometrik bosimni (R - mm sim.ust.), havoning haroratini ($t, ^\circ C$) 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

№ / №	n ayl/m in	R_{ort} mm suv ust.	R_{ort} N/m ²	R_{bar} mm sim. ust.	R_{bar} N/m ²	R_{mut} N/m ²	ΔR mm suv ust.	ΔR N/m ²	T, K	G kg/soat

Hisoblash tartibi

R_{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.

$$R_{mut} = R_{ort} + R_{bar}$$

Sarfiy koeffitsient α ni aniqlash uchun (4.1-ildovadan) 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 2-ildovadan aniqlanadi. 3-ildovadan R_n ning qiymati havoning harorati bo'yicha aniqlanadi va 2-ildovadan 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 grafisini quramiz.

Standart diafragma uchun sarfiy koeffitsient - α 1-ildova

$m = \left(\frac{d}{\delta} \right)^2$	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 koefitsienti

2-ilova

$m = \left(\frac{d}{D}\right)^2$ $\frac{\Delta P}{P_{mut}}$	0,05	0,4	0,7
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

3-ilova

t, °C	R _m , N/m ²
10	1228
15	1704
20	2337
25	3166
30	4241

1 mm sim.ust. = 133,3 N/m²

1 mm suv ust. = 9,8 N/m²

Nazorat savollar

1. Ctandart diafragmaning tuzilishini tushuntiring.
2. Bug'ning sarfi qanday kattaliklarga bog'liq?
3. Hajmiy va massaviy sarflar qanday farqlanadi?
4. Tajribada aniqlangan sarf qiymatlarini o'zaro taqqoslang.

III – LABORATORIYA ISHI

GORIZONTAL SILINDRNING ERKIN KONBEKSIYA YORDAMIDA ISSIQLIK BERUVCHANLIGI

Ishning maqsadi.

Yotiq quvur yuzasining tabiiy konvektsiya sharoitida issiqlik berish koefitsiyentlarini aniqlash va laboratoriya natijalarini umumlashtirish.

Nazariy ma'lumotlar.

Issiqlik o'tkazuvchanlik va konvektsiya jarayonini birgalikda sodir bo'lishiga konvektiv issiqlik almashinuvi deb yuritiladi. Qattiq jism yuzasi bilan suyuqlik yoki gaz o'rtasidagi konvektiv issiqlik almashinuvi issiqlik berish deyiladi.

Issiqlik berish jadalligi issiqlik berish koefitsiyenti bilan baholanadi va Nyuton Rixman tenglamasidan aniqlanadi:

$$q = \alpha(T_s - T_d); \quad (1)$$

bu yerda α - issiqlik berish koefitsiyenti Vt/m²·K, T_s – suyuqlikning harorati, °K

T_d – devorning issiqlik almashinuv yuzasining harorati, °K., Issiqlik berish koefitsiyenti konvektiv issiqlik almashinuvi turli sharoitlar uchun quyidagi yusinga ega Vt/m² °K:

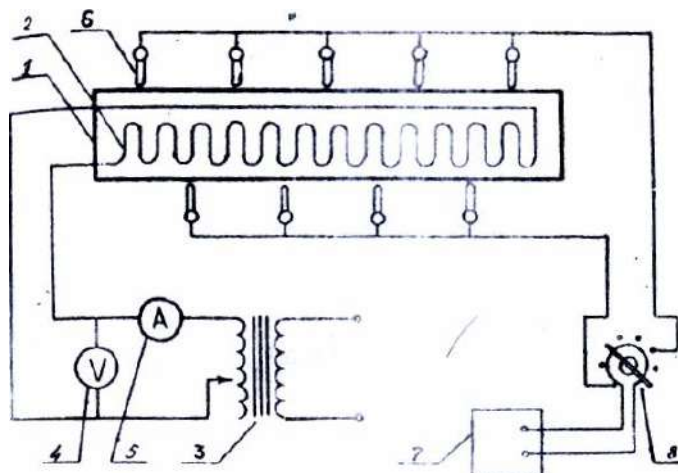
gazlarda erkin konveksiya $5 - 30$, Suvning erkin konveksiyasi $10^2 - 10^3$
 Gazlardagi majburiy konveksiya $10 - 500$, Suvning majburiy konveksiyai $500 \div 210^4$
 Suvning qaynashi $210^3 - 410^4$, Suv bug'larining yupqa qatlami kondensatsiyasi $410^3 - 1,5 \cdot 10^4$, Suv bug'larining tomchili kondensatsiyasi $5 \cdot 10^4 - 1,2 \cdot 10^5$

Laboratoriya qurilmasining tavsifi.

Qurilmaning ishchi qism yotiq joylashtirilgan quvur 1 bo'lib hisoblanadi (1-rasm). Quvur ichiga joylashtirilgan elektr qizdirgich 2 yordamida bir tekis qizdiriladi. Qizdirgich tomonidan iste'mol qilinayotgan quvvat avtotransformator 3 bilan rostlanadi va ampermetr 5 va 4 bilan o'lchanadi. Issiqlik yo'qotishlarni kamaytirish maqsadida quvurning yonlari issiqlik himoyalangan. Issiqlik beruvchi yuza haroratini o'lchash uchun quvur yuzasiga termojuftlarning E.Yu.K ko'p vaziyatli qayta ulagich 8 orqali ulangan potensiometr 7 yordamida o'lchanadi. Havo harorati laboratoriya 6 termometrida o'lchanadi. Ishning nazariy asoslari va laboratoriya qurilmasi tavsiflari bilan tanishgandan so'ng kuzatishlarni yozish uchun 1-jadvalga tayyorlaniladi.

1 – jadval

Rejim №	O'lchash №	Tok kuchi I, A	Kuchlanish U, V	Termojuftlar ko'rsatishi									
				t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆	t ₇	t ₈	t ₉	t ₁₀



1 – rasm. Laboratoriya qurilmasining tasviri.

Barcha o'lchashlar muvozanatlashgan issiqlik holatda bajariladi. Bu holat asboblari ko'rsatishini vaqt bo'yicha o'zgarmasligi bilan harakterlanadi. Qurilma ishga tushirilgandan so'ng 30 – 40 daqiqa ichida o'rnatiladi.

Issiqlik holat muvozanatlashgandan so'ng berilgan rejim uchun 3 ta o'lchash bajariladi. Asboblarni ko'rsatishini har 2 – 5 daqiqada yozib boriladi. Qurilmaning ish faoliyati 3 martadan ko'p o'zgartiriladi.

Laboratoriya natijalariga ishlov berish.

Doimiy haroratli yotiq quvur atrofidagi tabiiy konveksiya hodisasida mezoniy tenglama quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$Nu_m = C(Gr \cdot Pr)_m^n; \quad (2)$$

bu yerda $Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$, $Gr = (gd\beta^3 / \nu^2) \cdot \Delta t$; $Pr = \frac{\nu}{a}$, ν - kinetik qovushqoqlik m/s;

α - havoning harorat o'tkazuvchanligi m²/s; λ - issiqlik o'tkazuvchanligi Wt/m K;

d – quvurni tashqi diametri m; g – erkin tushish tezlanishi m^2/s .

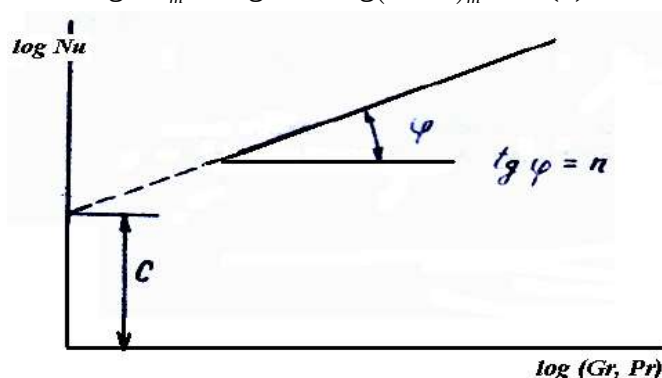
$\beta = \frac{1}{t + 273}$ - hajmiy kengayish koeffitsiyenti, K^{-1} . Tenglama 2 dagi indeks – m , mezoniy o'xshashlikka kiruvchi fizik ko'rsatkich chegara qatlamining o'rtacha haroratga ekanligini ko'rsatadi;

$$t_m = \frac{t_g + t_c}{2} \quad (3)$$

bu yerda: t_g – silindr yuzasining harorati, $^{\circ}C$ (devor), t_c – xonadagi havoning harorati, $^{\circ}C$. C va n doimiylari laboratoriyadan quyidagicha aniqlanadi, tenglama (2) logarifmik koordinatada daraja ko'rsatkichi n ga teng bo'lgan burchak koeffitsiyentli to'g'ri chiziqni o'zida ifodalaydi.

C doimiy to'g'ri chiziq bilan ordinata o'qi hosil bo'lgan kesmani ifodalaydi. (2– rasm)

$$\lg Nu_m = \log c + n \log (Gr Pr)_m \quad (4)$$



2 – rasm. $\log Nu$, $\log (Gr, Pr)$ o'rtasidagi bog'liqlik grafigi

Olingan eksperimental natijalarni ikki ko'rinishdagi bog'liqlik bilan ifodalash uchun ushbul kerak.

- a) Nyuton tenglamasi (1) bo'yicha issiqlik berish koeffitsiyenti α , W/m^2K aniqlanadi.

$$\alpha = \frac{q}{(t_g - t_c)} \quad (5)$$

bu yerda q – quvur yuzasida normal bo'yicha atrof – muhitga yo'nalgan issiqlik oqimi, W/m^2 .

- b) Issiqlik oqimi elektr quvvati bo'yicha aniqlanadi:

$$q = UI = \frac{U^2}{RF} \quad (6)$$

bu yerda U – kuchlanishni tushishi, V ;

I – tok kuchi, A .

Hisoblangan issiqlik berish koeffitsiyenti yig'indidan iboratdir. Chunki issiqlik silindr yuzasidan nafaqat konveksiya bilan balki nurlanish bilan ham beriladi:

1. Nurlanish bilan issiqlik berish koeffitsiyenti hisoblash yo'li bilan aniqlanadi.

$$\alpha_{nur} = 5,67\varepsilon \frac{\left(\frac{T_g}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_c}{100}\right)^4}{t_g - t_c} \quad (7)$$

bu yerda $\varepsilon = 0,6$ – yuzaning oraliq darajasi;

T_g va T_c – quvur yuzasining va havoning harorati, °K.

1. Issiqlik berish koeffitsiyenti erkin konveksiyaga to'g'ri kelgan qismi hisoblanadi.

$$\alpha_k = \alpha - \alpha_{nur} \quad (8)$$

2 – jadval

Normal bosimdagi quruq havoning fizik xossalari.

0	t, °C	$Gr \frac{kDj}{K} C$	$\rho, \text{kg/m}^3$	$\lambda \cdot 10^2, \text{BT/M}$	$\mu \cdot 10^6 \text{ Pas}$	$\nu \cdot 10^6$	Pr
	10	1,005	1,247	2,51	20,66	14,16	0,705
	20	1,005	1,205	2,59	21,42	15,06	0,703
	30	1,005	1,165	2,67	22,54	16,00	0,701
	40	1,005	1,128	2,75	24,26	16,96	0,699
	50	1,005	1,093	2,82	25,72	17,95	0,698
	60	1,005	1,060	2,89	27,26	18,97	0,696
	70	1,009	1,029	2,96	28,85	20,02	0,694
	80	1,009	1,000	3,04	30,48	21,09	0,692
	90	1,009	0,972	3,12	32,03	22,10	0,690
	100	1,009	0,946	3,20	33,62	23,13	0,688

2. Hajmiy kengayish koeffitsiyenti hisoblanadi. β_m , fizik konstantalar ν_m , λ_m va P_{rm} mezonini qiymatlari 2 – jadvaldan yozib olinadi.

3. Nu_m ($Gr \cdot Pr$)_m mezonlarini qiymatlarini va 3 ta rejim uchun ularning logarifmlari hisoblansin.

4. Quyidagi bog'liqliklarni logarifmik koordinatada qurilsin.

$$Nu_m = C(Gr \cdot Pr)_m^n \quad (9)$$

Nazorat savollari.

1. Tabiiy konveksiya nima?
2. Nu , Gr , Pr mezonlar nimani aniqlaydi?
3. Nima uchun silindr uzunligi bo'yicha ishchi uchastkada qabul qilingan 1 qizdirish uslubida issiqlik oqimi o'zgarmas?
4. Quvurning yon tomonlaridagi issiqlik yo'qotishlarni inobatga olish kerakmi?
5. Hajmiy kengayish koeffitsiyentini tushuntiring?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Draganov V.X., Kuznetsov A.V. Teplotexnika i primeneniye teplot v selskom xozyaystve. M. 1990 g
2. Madaliev E.U. «Issiqlik texnikasi» Farg'ona 2002 y-266b.
3. Afanasev V.N. Laboratorny praktikum po termodinamike i teploperedachi M. 1988 g
4. Uzoqov G'.N. «Issiqlik texnikasi nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlarini bajarish uchun uslubiy ko'rsatma. Qarshi. 2008y.59b
5. Zahidov R.A., Avezov R.R., Vardiyashvili A.B., Alimova M.M. «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» o'quv qo'llanma, 1 qism, TGTU, 2005 y.
6. Uzoqov G'.N., Qodirov I.N., Isoxodjaev X.S. Termodinamika. O'quv qo'llanma. Toshkent. "Voriz" 2018.190b.
7. Tursunov Q.Sh., Toshpo'latov Ch.X. Fizikadan laboratoriya mashg'ulotlari. O'quv qo'llanma. Toshkent. "Tafakkur qanoti". 2017.-230 b.

- 8.Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. Учебное пособие. – М: Высшая школа, 1980 – 469 с.
9. Қодиров С.М., Автотрактор двигателлари - Тошкент, “Toshkent Tezkor bosmaxonasi”, 2010. – 572 б.
10. Lukanin V.N. va boshq. Ichki yonuv dvigatellari.-Т.: “Turon-Iqbol”, 2007-608 b.
11. Зоҳидов Р.А., Алимова М.М. ва Мавжудова Ш.С. Иссиқлик техникаси. – Т.: “Ўзбекистон файласуфлари миллий жамияти”, 2010. – 200 б.
12. Худойбердиев Т.С. Иссиқлик техникаси асослари. – Тошкент.: Чўлпон, 2008. – 206 б.
13. Kadirov S.M., Paswan N.K. Internal combustion engines. APH Publishing Corporation. New-Delhi-110002.2013. 459p.
- 14.NurmatovJ. va boshqalar. Issiqlik texnikasi. Oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun o‘quv qo‘llanma.–Т.: «O‘qituvchi», 1998.- 256 b.
15. Kern D.Z., Kraus A.D. Extended surface Heat Transfer.London.987, 464 p.
- 16.Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjaev X.S Issiqlik texnikas. Kasb – hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma, Toshkent. Cho‘lpon – 2006.
- 17.Андреанова Т.Н. и др. Сборник задач по технической термодинамике, М.: 2006
- 18.Под ред. Захаровой А.А. Техническая термодинамика и теплотехника. – М: Академия, 2006.
- 19.Теплотехника: Учеб. для вузов/ В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др.; Под ред. В.Н. Луканина. - 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2002. – 671 с.
- 20.Теплоэнергетика и теплотехника: Общие вопросы: Справочник / Под общ. Ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. – 3-е изд., перераб. – М.: Изд-во МЭИ, 1999 – 528 с.: ил. – (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 1).
- 21.Техническая термодинамика и теплотехника: учеб. пособие для вузов / [Л.Т. Бахшиева, Б.П. Кондауров, А.А. Захарова, В.С. Салтыкова]; под ред. А.А. Захаровой. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с.
- 22.Qodirov I.N. “Termodinamika ” fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga oid uslubiy qo‘llanma. Uslubiy qo‘llanma. Qarshi.2018 yil. 47b.
- 23.Qodirov I.N.«Issiqlik texnikasi» fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uslubiy uchun qo‘llanma. Uslubiy qo‘llanma.Qarshi.2019 yil. 27b.
- 24.Qodirov I.N. “Termodinamika va issiqlik texnikasi ” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlari. O‘quv qo‘llanma.Toshkent.“Voriz” nashriyoti,2020 yil. 150 b.
- 25.Uzaqov G‘.N., ZoxidovR.A., Qodirov I.N., Isoxodjayev X.S., Fayziyev T.A., YaxshiboyevSh.K. Termodinamika va issiqlik texnikasi. Darslik. Тошкент. “Intellect” nashriyoti, 2021. 408 b.
- 26.Полищук Г.С.,Межерский С.М.,Тактаева Л.Н.,Короли М.А.Сборных лабораторных работ по дисциплине “Теоретические основы теплотехники”.Част II.Ташкент.ТашГТУ,2007,75 с.
- 27.Alimova M.M.,Mavjudova Sh.S.,Isoxodjaev X.S.,Raximjonov.,Umarjonova F.Sh.“Issiqlik texnikasining nazariy asoslari” fanidan tajriba ishlari to‘plami.1-qism.Uslubiy qo‘llanma.Toshkent, TDTU, 2006.-50 b.
- 28.Alimova M.M.,Mavjudova Sh.S.,Isoxodjaev X.S.,Raximjonov.,Umarjonova F.Sh.“Issiqlik texnikasining nazariy asoslari” fanidan tajriba ishlari to‘plami.2-qism.Uslubiy ishlanma.Toshkent, TDTU, 2007.-79 b.

Internet manbalari

1. www.ziyo.edu.uz - O‘zR Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi sayti.
2. www.texhologiy.ru
3. [www. Ziyonet.uz](http://www.Ziyonet.uz)
4. www.bilimdon.uz .
5. www.ref.uz
- 6.www.dhes.mrsu.ru/studies/tot/iit.htm;
7. www.bilimdon.uz.

Mundarija

1. Kirish.....	3
2. Texnika xavfsizligi qoidalari.....	4
3. 1- laboratoriya ishi.Ishchi jism parametrlarini aniqlash asboblari va uslublari.....	5
4. II-laboratoriya ishi.Izobarik issiqlik sig'imini aniqlash.....	13
5.III-laboratoriya ishi. Termodinamikaning birinchi qonunini o'rganish.....	16
6. IV-laboratoriya ishi. Havoning adiabata ko'rsatgichini aniqlash.....	22.
7.V-laboratoriya ishi. Kompessor tuzilishi va ishlash prinsiplarini urganish	24
8.VI-laboratoriya ishi. Nam havoning parametrlarini aniqlash.....	29
9. VII-laboratoriya ishi. Standart diafragma orqali havo sarfini aniqlash.....	32
10.VIII-laboratoriya ishi. Gorizonta silindrning erkin konbeksiya yordamida issiqlik beruvchanligi.....	35
11. Foydalanilgan adabiyotlar.....	39

1.3.XORIJIY VA ASOSIY ADABIYOTLAR RO'YXATI

xorijiy adabiyotlar ro'yxati

- 1.Под ред.Захаровой А.А.Техническая термодинамика и теплотехника.-М.:Академия,2006.
2. Драганов В.Х., Кузнецов А.В. Теплотехника и применение теплот в селском хозяйстве. М. 1990 г
3. Нашокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередачи . М 1989 г
- 4.Андрианова Т.Н. и др. Сборник задач по технической термодинамике, М.: 2006
- 5.Под ред. Захаровой А.А. Техническая термодинамика и теплотехника. – М: Академия, 2006.
- 6.S.Kleeein.,G.Nellis.Thermodynamics.Cambridge,2012.
- 7.Теплотехника. / Под ред. В.Н.Луканина. - М.: Высшая школа, 2000
- 8.В.П.Исаченко, В.А.Осипова, А.С.Сукомел. Теплопередача. М.: Энергия, 1975.
- 9.Ляшков В.И. Теоретические основы теплотехники. –М.: Машиностроение –1, 2002
- 10.Баскаков А.П. Теплотехника. – М.:Энергоатомиздат , 1999

Asosiy adabiyotlar:

1. Qodirov S.M., Avtotraktor dvigatellari - Toshkent, "Toshkent Tezkor bosmaxonasi", 2010. - 572 b.
2. Lukanin V.N. va boshq. Ichki yonuv dvigatellari.-T.: "Turon-Iqbol", 2007608 b.
3. G'.N. Uzoqov, R.A.Zohidov, I.N. Qodirov, X.S. Isaxodjaev,T.A.Fayziev, Sh.K.Yaxshiboev; Termodinamika va issiqlik texnikasi. Darslik. Qarshi, "Intellect" nashriyoti, T.:2021. – 408 b.

4. Zoxidov R.A., Alimova M.M. va Mavjudova Sh.S. Issiqlik texnikasi. T.: “O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati”, 2010. - 200 b.
5. Xudoyberdiyev T.S. Issiqlik texnikasi asoslari. - Toshkent. Cho‘lpon, 2008. 206.
6. J. Nurmatov, N.A. Xalilov, U.K. Tolipov. Issiqlik texnikasi. - Toshkent: O‘qituvchi, 1998 y.
7. S.M. Kadirov, N.K. Paswan, Internal combustion engines. APH Publishing Corporation. New-Delhi-110002. 2013. 459 p.

Qo‘shimcha adabiyotlar:

8. Mirziyoyev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik - har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollari bag‘ishlangan majlisidagi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. //Xalq so‘zi gazetasi. 2017 yil 16 yanvar, №11.
9. Turevskiy I.S. Teoriya dvigatel’Y. -M.: Vis. shk. 2005 - 238 s
10. Lejda K.P. Internal combustion engines. Second Edition. ITAvE. 2016. 234p.
11. Kolchin A.I., Demidov V.P. Raschet avtomobilnix i traktornix dvigateley. - Vissh.shk. 2008, - 340 s.
12. Ichki yonuv dvigatellari 3-kitob. Kompyuter amaliyoti. Lukanin V.N. tahriri ostida. - Toshkent.: TAYI, 2004 y. 286 b.
13. Milton B.E. Thermodynamies. C and E. School of mechanical and manufacturing engineering. 2005. 277p.
14. Teplotexnika. Uchebnik dlya Vuzov/V.N. Lukanin, M.G. SHatrov, G.M. Kamfer i dr. - M.: Visshaya shkola, 2000. - 671 s.
15. Dvigateli vnutrennego sgoraniY. V 3 kn. Kn. 3. Kompyuterniy praktikum: Ucheb./ Lukanin V.N. i dr. - M.: Visshaya shkola, 1995- 256 s.
16. Qodirov I.N. Termodinamika va issiqlik texnikasi. Amaliy mashg‘ulotlar. O‘quv qo‘llanma. Toshkent. “Voriz” nashriyoti, 2020 yil. 184 b.
17. V.V. Nashokin. Texnicheskaya termodinamika i teploperedacha. -M.: Visshaya shkola, 1980 y.
18. Teplotexnika. V.I. Krutov tahriri ostida - M.: Visshaya shkola, 1986 y.

Axborot manbaalari:

1. www.gov.uz – O‘zbekiston Respublikasining hukumat portali.
2. www.catback.ru – xalqaro ilmiy maqola va materiallar sayti.
3. www.google.ru – xalqaro o‘quv materiallarini qidiruv sayti.
4. www.ziynet.uz – milliy o‘quv materiallarini qidiruv sayti.
5. www.ziynet.uz;
6. www.bilim.uz;
7. www.edu.uz;

2. MUSTAQIL TA’LIM MASHG’ULOTLARI

2.1. Mustaqil ta’lim mashg‘ulotlari mavzulari va mashg‘ulotlarni bajarish uchun uslubiy ko‘rsatmalar (kur ishi va loyihasi)

T/r	Mavzular nomi	
1	Ideal gazlar aralashmasining xususiyatlari	
2	Ideal gazlarning xususiyatlari	
3	Real gazlarning xususiyatlari	
4	Qaytar va qaytmas jaraenlar uchun ideal gazning entropiyasi	
5	Politropik jaraen	

6	Karno teoremasi	
7	Eksergiya	
8	Termodinamik tizim muvozanati	
9	Nerstning issiqlik teoremasi	
10	Suv bug'i holati o'zgarishining termodinamik jara'nlari	
11	Nam havo	
12	Reaktiv dvigatellar sikllari	
13	Bug' turbinali qurilmalar	
14	Atom elektrostansiyalar sikllari	
15	Magnitogidrodinamik qurilmalar sikllari	
16	Suyuq metallarda issiqlik almashish	
17	Suyuqliklar qaynash paytida issiqlik almashish	
18	Gazlarning nurlanishi	
19	Issiqlik va massa ko'chishini asosiy qonuniyati	
20	YONish mahsulotlari	
21	Gaz va bug'lar oqishining umumiy qonuniyatlari	
22	Sikllar termik FIK taqqoslash usullari	
23	Qaytmas sikllarda ish qobiliyati yo'qotilishini xisoblashning entropik usullari	
24	Ish qobiliyati yo'qotilishini xisoblashning eksergetik usullari	
25	Issiqlikni to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga uzgartirish usullari	
26	Issiqlik nasosining ishlash prinsipi	
27	Gazlarning suyultirish usullari	
28	Moddalarning termodinamik xususiyatlari	
29	Drossellanish. Joul Tompson effekti	
30	Entropiya va termodinamik ehtimollik	
31	Gazlarning soplolardan oqishi	
32	Kimyoviy termodinamika va termodinamikaning ikkinchi qonuni	
33	Termoelektrik sovitish qurilmasi	
34	Murakkab issiqlik almashish	
35	O'xshashlik nazariyasi	
36	Nurlanishli issiqlik almashish qonunlari	
37	Nurlanishdan himoyalalanish	
38	Issiqlik izolyasiyasi	
39	Issiqlik almashish apparatlari	
40	Suyuqlikning erkin oqimida issiqlik almashish	
41	Suyuqlikning majburiy oqimida issiqlik almashish	
42	Bargaror rejimda issiqlik utkazuvchanlik	
43	Nobargaror rejimda issiqlik utkazuvchanlik	
44	Tekis devor orqali issiqlik utkazuvchanlik	
45	Silindrik devor orqali issiqlik utkazuvchanlik	
46	Issiqlik uzatish koeffitsieniti	
47	O'ta sovitish	
48	Suv bug'ining asosiy termodinamik jara'nlari	
49	Termodinamik differensial tenglamalar	
50	Ko'p bosqichli kompressor	

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI
QARSHI MUXANDISLIK IQTODIYOT INSTITUTI
“Muqobil energiya manbalari”
kafedrasi**

**Mustaqil ish bajarish uchun
("Karno sikli" mavzusi misolida)**

USLUBIY KO'RSATMA

Qarshi – 2022 y

Tuzuvchi

I.N. Qodirov

Taqrizchilar

Qarshi Davlat Universiteti
Kasb ta'lim" kafedrası mudiri
dots.Af.B. Vardiyashvili

Qarshi Muhandislik Iqtisodiyot
Instituti "Muqobil energiya manbalari"
kafedrası katta o'qituvchisi B.M.Toshmamatov

Uslubiy ko'rsatma Institut uslubiy kengash (bayon №__ " __" __ 20__
yil) yig'ilishi qaroriga asosan o'quv jarayonida foydalanishga va ko'p nusxada
ochiq usulda chop etishga tavsiya etilgan.

@ Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti

KIRISH

Respublikamiz ravnaqi yoshlarimizning qanchalik bilimli va barkamol bo'lishi bilan chambarchas bog'liqdir. Shuning uchun "Kadrlar tayyorlash milliy dasturlari" qabul qilingan va bu borada ona yurtimizning barcha jabxalarida yoshlar bilan uzluksiz ishlar olib borilmoqda. Bu borada ilm – fan maskanlarida ayniqsa ishlar qizg'in. Yoshlarimiz har bir sohada zukko, bilimdon va yaratuvchan bo'lishlari uchun o'z sohalarini mustahkam va chuqur bilishlari zarur.

"Issiqlik texnikasi " fani ham hayotimizning umidli yoshlariga ko'p narsa haqida ma'lumotlar beribgina qolmasdan, undan yoshlarimiz unumli foydalanib, o'zlari yaratadigan ixtirolar, yangiliklarda uni qo'llay olishlariga ishonchimiz komil. Biz taqdim etayotgan mavzu "Karno sikli" bilan bog'liq bo'lib, talabalarimiz bu borada "auditoriyalarda" ololmagan to'liq bilimlarini mustaqil holda bajarishi lozim bo'lgan ishlarni bajarib, nazariy bilimlarini yana bir bor sinab ko'rib, mustahkamlaydi degan umiddamiz.

Karno sikli

Nazariy ma'lumotlar.

Ma'lumki, jismning bosimi va hajmi bilan xarakterlanadigan holati PV – diagrammada nuqta bilan tasvirlanadi. Bunday diagrammada jism holatining o'zgarishi termodinamikaviy proses egri chizig'i bilan ifodalanadi. Jism bir qancha o'zgarishlarga uchrab, yana boshlang'ich holatiga qaytib keladigan ketma – ket qator proseslar aylanma proses, boshqacha aytganda sikl deyiladi.

Hozirgi zamon issiqlik dvigatellarini hisoblash issiqlik mexanikaviy ishga aylantiriladigan ideal aylanma proseslarga, ya'ni ideal sikllarga asoslangan. Real dvigatellarga sodir bo'ladigan haqiqiy issiqlik proseslarining mukammalligini baholash uchun ideal sikllarni o'rganish zarur. Ideal sikllarda proseslar qaytar bo'ladi. Ularda ishqalanish bo'lmasligi va ideal issiqlik izolyatorlari yo'qligi tufayli isroflar bo'lmaydi.

Ideal sikllarda sistemaga issiqlik keltirish prosesida ish jismining ximiyaviy tarkibi o'zgarmaydi, deb qaraladi. Real sikllarda issiqlik keltirish yoqilg'ining yonish prosesida amalga oshiriladi. Bunda ichki yonuv dvigatellarida yoqilg'ining yonish mahsulotlari, bug' turbinasida esa yuqori bosimli bug' ish jismi hisoblanadi.

Ideal sikllarda sistemadan issiqlik olib ketilishi processi bu issiqlikni sovutgichga berish sifatida qaraladi. Real sikllarda esa sistemadan issiqlik olib ketilishi ishlab bo'lgan gaz yoki bug'ni chiqarib yuborish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Ideal sikllarda adiabatik siqilish va kengayish proseslarida ish jismi bilan tashqi muhit orasida issiqlik almashinuvi bo'lmaydi. Real sikllarda kengayish va siqilish proseslarida esa issiqlik almashinuvi bo'ladi va ular adiabatik proseslarga to'la mos kelmasligi mumkin.

Barcha ideal sikllar orasida mantiqan ustivor va mazmunan sodda bo'lgan sikl – bu Karno sikli hisoblanadi. Bu sikl 1824 yili frantsuz dengiz ofitseri, injeneri – olimi Karno Nikola Leonar Sadi "Olovning xarakatlantiruvchi kuchi haqida mulohazalar" asarida issiqlik va ishning o'zaro bir – biriga o'zgarishi to'g'risidagi masala yechimini to'g'ri hal qilish natijasida kashf etgandir.

Karno sikli – qaytar sikldir. U asosan 4 ta prosesdan, ya'ni 2 ta izotermik va 2 ta adiabatik prosesdan iborat.

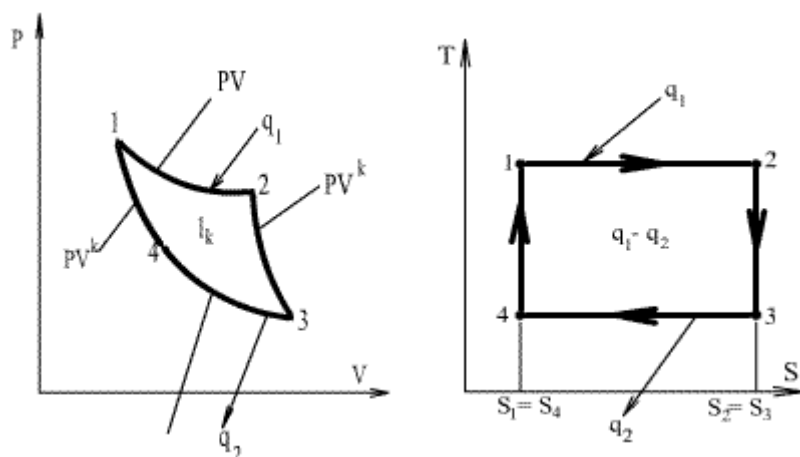
Sistema (ideal gaz) devorlari va porshenli mutlaqo issiqlik o'tkazmaydigan tsilindrda joylashtirilgan deb faraz qilaylik. Tsilindr tubi qanday proses borishiga qarab, tashqi muhitdan termik izolyatsiyalanadi. Sistemaga undagi T_1 temperatura isitgich (issiqlik manbai) dan q_1 issiqlik miqdori uzluksiz keltirilib turishi hisobiga o'zgarmas saqlanadi. Sistemada kechadigan jarayon (proses) o'zgarmas ($T=\text{const}$) temperaturada sodir bo'ladi. Qoldiq (ish bajarmagan) issiqlik miqdori q_2 sistemadan uzluksiz ravishda tashqi muhit – sovutgichga chiqariladi. q_2 issiqlik miqdori xam $T_2=\text{const}$ temperaturada uzatiladi. Shuning uchun q_1 ning ishorasi musbat, q_2 ning manfiy deb qabul qilinadi.

Sistema holati keskin o'zgarganda (gaz kengayganida yoki siqilganida) tashqi muhitdan mutlaqo izolyatsiyalangan, ya'ni $dq=0$ bo'lishi shart. Shu shart bajarilsa sistemada kechadigan jarayon bizga ma'lumki adiabatik bo'ladi.

Karno tsikli ikkita tsikldan iborat:

- 1). Karnoning to'g'ri qaytar tsikli.
- 2). **Karnoning teskari qaytar tsikli.**

Yuqorida ta'kidlaganimizdek, Karno tsikli issiqlik dvigatellarining ideal tsikli bo'lib, 2 ta izotermik va 2 ta adiabatik jarayondan tashkil topgan. **1).Karnoning to'g'ri qaytar tsiklining diagrammasini chizamiz:** $PV=\text{const}$; $PV_k=\text{const}$



1-rasm Karno tsiklining PV va TS diagrammalari

$$q_1 = RT_1 \ln \frac{v_2}{v_1} \text{ yoki } q_1 = T_1 (S_2 - S_1) \quad q_1 = l_{12}$$

2- nuqtada issiqlik manbai ajratilib, gaz adiabatik bo'yicha kengayadi (2-3. $PV^k = \text{const}$) $q = 0$

$$l_{23} = \frac{R}{k-1} (T_1 - T_2)$$

Adiabatik kengayishda gazning temperaturasi T_1 dan T_2 gacha pasayadi.

3- nuqta da sovuqlik manbai ulanadi va gaz 3 - 4 chiziqli bo'yicha izotermik siqiladi $PV = \text{const}, T_2 = \text{const}$.

Bunda q_2 issiqlik sovuqlik manbaiga beriladi

$$q_2 = RT_2 \ln \frac{v_3}{v_4} = -l_{34} \quad \text{yoki TS diagramma bo'yicha}$$

$$q_2 = T_2 (S_3 - S_4), \text{ КДЖ/КГ}$$

4- nuqta da sovuqlik manbai ajratiladi va gaz 4-1 adiabatik bo'yicha siqiladi bajarilgan ish

$$l_{41} = \frac{R}{k-1} (T_1 - T_2)$$

Gazning kengayishda bajarilgan ishi 2-3 va 4-1 adiabatik jarayonlarda son qiymatlari bir xil bo'lib, biri musbat ikkinchisi manfiy ya'ni ishoralari qarama-qarshi bo'lgani uchun tsiklni ishga ta'sir qilmaydi.

Karno tsiklini termik foydali ish koeffitsientini hisoblaymiz.

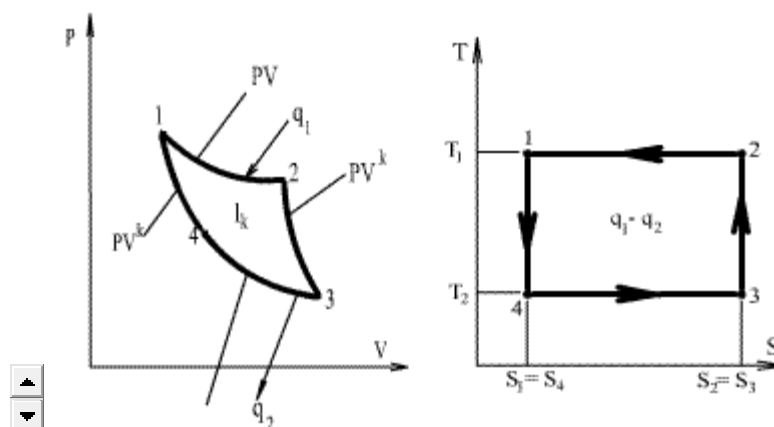
$$\eta_1 = 1 - \frac{q_2}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{RT_1 \ln \frac{v_2}{v_1} - RT_2 \ln \frac{v_3}{v_4}}{RT_1 \ln \frac{v_2}{v_1}} \text{ bundan } \eta_t^k = \frac{T_2}{T_1}$$

Xulosa:

1. To'g'ri qaytar Karno tsiklining termik f.i.k. gazning tabiatiga bog'liq emas.
2. Karno tsiklining f.i.k. T_1 issiqlik manbai temperaturasi qancha katta bo'lsa, shunga katta bo'ladi va T_2 qancha (sovuqlik manbai) kichik bo'lsa shuncha katta bo'ladi.
3. T_1 va T_2 - temperaturalar oralig'ida Karno tsiklining f.i.k. boshqa har qanday tsiklga nisbatan kattadir. Buni TS diagrammadan ko'rishimiz mumkin

2). Karnoning teskari qaytar tsikli.

Bu tsikl sovitish mashinalarining ideal tsikli bo'lib soat strelkasiga teskari yo'nalishda kechadi. to'g'ri tsikl kabi ikkita izotermik va ikkita adiabatik jarayonlardan tashkil topgan.



2-rasm. Teskari qaytar Karno tsiklining PV va TS diagrammalari.

Karnoning teskari qaytar tsiklida 4-3 jarayon chizig'i bo'yicha issiqlik manбайдan $q_2 = T_2(s_3 - s_4)$ issiqlik beriladi.

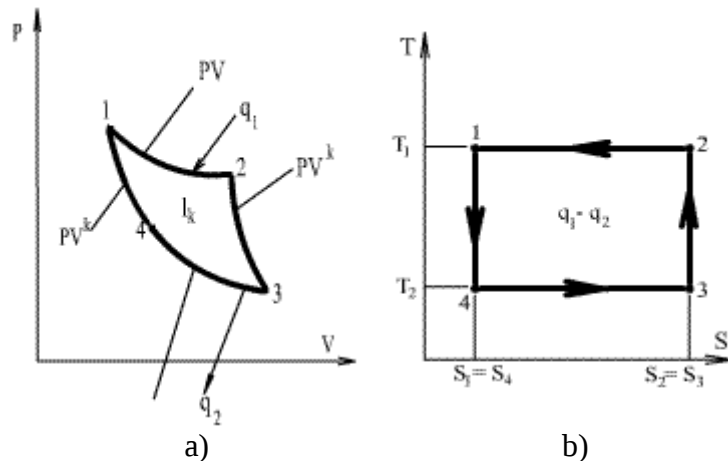
2-1 jarayon chizig'i bo'yicha esa manbaga issiqlik beriladi $q_1 = T_1(s_2 - s_1)$

Karno tsiklining sovitish koeffitsientini aniqlaymiz.

$$\varepsilon = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{T_2(S_3 - S_4)}{T_1(S_2 - S_1) - T_2(S_3 - S_4)}$$

$$\varepsilon = \frac{T_2}{T_1 - T_2} \quad \varepsilon > 0$$

Temperaturalar farqiga qarab ε birdan katta, kichik va teng bo'lishi mumkin. Ko'pchilik real holda $\varepsilon > 1$ bo'ladi.



1 – rasm, a) da Karno siklining grafikaviy (PV – diagrammasi) tasviri keltirilgan bo'lib, unga nazar tashlaydigan bo'lsak, sistemaning boshlang'ich holati parametrlari P_1 , V_1 , T_1 bo'lgan 1 nuqta bilan aniqlanadi. Karno siklini hosil qiluvchi 4 tala siklini ko'rib chiqamiz.

Birinchi proses – izotermik kengayish.

Tsilindrning tubi issiqlik manbai bilan termik kontaktda bo'ladi. Sistema q_1 issiqlik oladi va 1,2 chiziq bo'yicha izotermik kengayadi, bunda u tashqaridan berilgan issiqlik hisobiga ish bajaradi. 2 nuqtada issiqlik manbai tsilindrdan ajratib qo'yiladi va sistema termik izolyatsiyalanadi (tsilindrning tubi ideal issiqlik izolyatsiya materiali bilan qoplanadi).

Ikkinchi proses – adiabatik kengayish.

Gaz tashqi muhit bilan issiqlik almashmay 2,3 chiziq bo'yicha kengayadi, porshen siljiydi va gaz o'zining ichki energiyasi hisobiga ish bajaradi. Bunda temperatura va bosim pasayadi. Sistemaning temperaturasi sovitgichning temperaturasi T_2 ga yetgach, porshenning harorati 3 nuqtada to'xtaydi. Shundan keyin tsilindr sovitgich bilan termik kontaktga keltiriladi va uchinchi proses boshlanadi.

Uchinchi proses – izotermik siqilish.

Porshen dastlabki holatiga shunchalik sekin qaytadiki, gaz sovitgich temperaturasida issiqlikni uzatadi. Bunda tashqi kuchlar gaz ustidan ish bajaradi. Uning hajmi kamayadi, temperaturasi o'zgarmay proses bosimi esa ortadi. 4 nuqtada sistema termik izolyatsiya qilinadi.

To'rtinchi proses – adiabatik siqilish.

Tashqi kuchlar tomonidan gazning siqilishi davom etadi, lekin bunda issiqlik almashinuv bo'lmaydi. Gazning hajmi kamayadi, temperaturasi va bosimi ortadi. Temperatura issiqlik manbaining T temperaturasi T_1 ga yetgach, siqilish prosessi to'xtaydi va Karno sikli yopiladi.

Shunday qilib, diagrammada Karno sikli yopiq egri chiziq 1,2,3,4,1 bilan tasvirlanadi. Bunda shu egri chiziq bilan chegaralangan yuzaga son jihatdan teng ish L bajariladi. (1 – rasm,a).

1 – rasmda, b) da Karno siklining $T - S$ diagrammasi keltirilgan. $T - S$ diagrammada 1,2,3,4,1 yuza son jihatdan Karno siklining foydali ishiga aylantirilgan issiqlik miqdoriga teng. Ikkala diagrammada yuzalar o'zaro teng.

Karno siklining termik foydali ish koeffitsienti ushbu formuladan topiladi:

$$\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Xulosa:

- 1) Karno siklining termik f.i.k. ish jismining xossalriga bog'liq emas, balki, faqat absolyut T_1 va T_2 ning qiymati bilan aniqlanadi (Karno teoremasi);
- 2) Karno siklining termik f.i.k. qiymati T_1 ortishi T_2 ga kamayishi bilan kattalashadi;
- 3) Karno siklining termik f.i.k. doimo birdan kichik bo'ladi, chunki u $T_2=0$ yoki $T_2=\infty$ bo'lgandagina birga teng bo'lishi mumkin edi, ideal siklda ham bunday temperatura hosil qilib bo'lmaydi.

Karno sikli **etalon** bo'lib xizmat qiladi, real mashinalar yaratishga shu etalonga yaqinlashtirishga harakat qilish lozim.

Karno siklining termik f.i.k. ni oshirish uchun issiqlik manbai bilan sovutgich orasidagi temperaturalar farqini iloji boricha kattalashtirish kerak. Real sharoitlarda shu maqsadda ish jismining temperaturasi prosessning oxirida kamaytiriladi.

Real issiqlik dvigatelining f.i.k. qiymati shu temperaturalar chegarasida sodir bo'ladigan Karno siklining f.i.k. ga qanchalik yaqin bo'lsa, bu dvigatel shunchalik takomillashgan bo'ladi.

Karno sikliga oid mutaqil ishlar, topshiriqlar bajarishdan namunalar

1 – topshiriq

Ixtiyoriy siklda jismga 2500 j issiqlik berildi va bunda 780 j foydali ish olindi. Karno siklining foydali ish koeffitsientini aniqlang.

Topshiriqni bajarish

Ushbu formuladan foydalanamiz:

$$\eta_t = \frac{L}{Q_1} = \frac{780}{2500} = 0,312$$

Demak, ish jismiga berilgan issiqlikning 31,2 foizi foydali ishga aylangan. Qolgan 68,8 % foizi issiqlik sovutgichga berilgan.

2 – topshiriq

Agar issiqlik manbaining harorati $t_1=327^0\text{C}$, issiqlik qabul qiluvchiniki esa $t_2=27^0\text{C}$; eng katta bosim 2 MPa va eng kichik bosim 0,12 MPa bo'lsa, Karno siklining xarakterli nuqtalarda:

- 1) 1 kg havoning holat parametrlari;

- 2) Bajargan ishi;
- 3) Issiqlik (termik) f.i.k.;
- 4) Keltirilgan va chiqarilgan issiqlik miqdori aniqlansin.
- 5) Karno siklining T – S diagrammasi qurilsin.

Topshiriqni bajarish

1. Xarakterli nuqtalardagi parametrlarni aniqlaymiz:

I – nuqta uchun (1 – rasm)

Topshiriq shartiga ko'ra:

$$P_1 = 2MPa$$

$$T_1 = t_1 + 273 = 600K$$

Solishtirma hajmini ideal gaz holat tenglamasidan topamiz:

$$V_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{287 \cdot 600}{2 \cdot 10^6} = 0,026 \text{ m}^3/\text{kg}$$

2 – nuqta uchun (1 – rasmdagi Karno siklining PV – diagrammasidan foydalanamiz):

Karno siklining shartiga ko'ra

$$T_1 - T_2 = 600K$$

2 – 3 adiabatik jarayon bo'lgani uchun:

$$\frac{P_3}{P_2} \left(\frac{T_{32}}{T_2} \right)^{\frac{K}{K-1}} = \left(\frac{27 + 273}{600} \right)^{\frac{1,4}{1,4-1}} = 0,089$$

bundan:

$$P_2 = \frac{P_{3,2}}{0,089} = \frac{0,12}{0,089} = 1,35MPa$$

1 – 2 izotermik jarayon bo'lgani uchun:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

bundan

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{2 \cdot 0,026}{1,35} = 0,12m^3 / kg .$$

3 – nuqta uchun:

Topshiriqning shartiga ko'ra:

$$P_3 = 0,12MPa$$

$$T_3 = 27 + 273 = 300K$$

Solishtirma hajmni holat tenglamasidan topamiz

$$V_3 = \frac{RT_3}{P_3} = \frac{287 \cdot 300}{0,12 \cdot 10^6} = 0,71 m^3 / kg$$

4 – nuqta uchun:

3 – 4 izotermik jarayon bo'lgani uchun:

$$T_3 = T_4 = 300K$$

4 – 1 adiabatik jarayon bo'lgani uchun:

$$\frac{P_1}{P_4} = \left(\frac{T_1}{T_4} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = \left(\frac{600}{300} \right)^{\frac{1,4}{1,4-1}} = 11,2$$

bundun

$$P_4 = \frac{P_1}{11,2} = 0,18 MPa$$

Solishtirma hajmni holat tenglamasidan topamiz:

$$V_4 = \frac{RT_4}{P_4} = \frac{287 \cdot 300}{0,18 \cdot 10^6} = 0,48 m^3 / kg$$

2) Sikldagi bajarilgan ish.

$$l = q_1 - q_2$$

bunda: q_1 – keltirilgan issiqlik;

q_2 – chiqarilgan issiqlik.

$$q_1 = RT_3 \ln \frac{P_1}{P_2} = 287 \cdot 600 \ln \frac{2}{1,35} = 67400 \frac{J}{kg} = 67,4 kJ / kg$$

$$q_2 = R \cdot T_3 \ln \frac{P_4}{P_3} = 287 \cdot 300 \ln \frac{0,18}{0,12} = 33700 \frac{J}{kg} = 33,7 kJ / kg$$

u holda $l = 67,4 - 33,7 = 33,7 kJ / kg$

3) Siklning issiqlik f.i.k.

$$\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{600 - 300}{600} = 0,5.$$

4) Siklning jarayonlarida entropiyaning o'zgarishini aniqlaymiz va Karno siklini T – S diagrammasini ko'ramiz.

1 – 2 izoterma uchun:

$$S_2 - S_1 = R \ln \frac{P_1}{P_2} = 287 \cdot \ln \frac{2}{1,35} = 112 kJ / kg \cdot S = 0,112 \frac{kJ}{kg^0 S}$$

2 – 3 adiabata uchun:

$$S_3 - S_2 = 0$$

3 – 4 izoterma uchun:

$$S_4 - S_3 = R \ln \frac{P_3}{P_4} = 287 \ln \frac{0,12}{0,18} = -0,112 \frac{kJ}{kg^0 S}$$

4 – 1 adiabata uchun:

$$S_1 - S_4 = 0$$

Siklning $T - S$ diagrammasini ko'rish uchun uning xarakterli nuqtalaridagi entropiyalarning qiymatlarini aniqlaymiz.

$$S_1 = S_p \ln \frac{T_1}{T_H} - R \cdot \ln \frac{P_1}{P_H} = 1,01 \cdot \ln \frac{600}{273} - 0,287 \cdot \ln \frac{2}{0,101} = -0,065 \text{ kJ/kg}^\circ\text{S}.$$

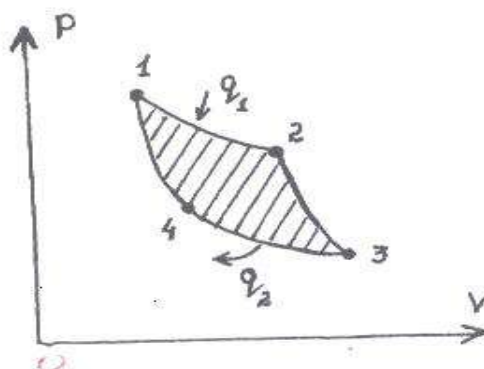
$S_2 - S_1 = 0,112 \text{ kJ/kg}^\circ\text{S}$ bo'lgani uchun:

$$S_2 = S_1 + 0,112 = -0,065 + 0,112 = 0,047 \text{ kJ/kg}^\circ\text{S}$$

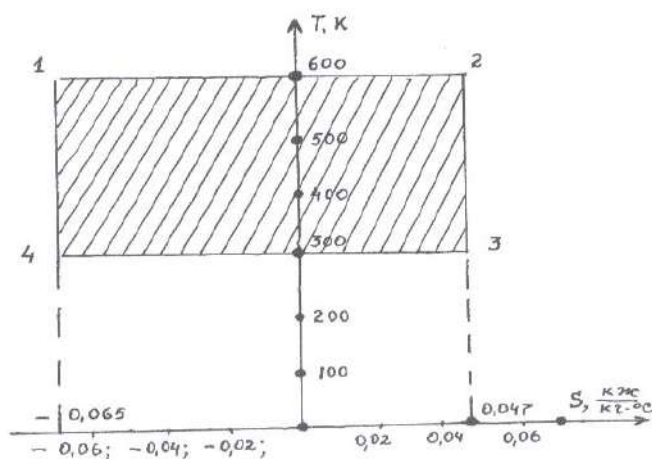
$$S_3 = S_2 = 0,047 \text{ kJ/kg}^\circ\text{S}$$

$$S_4 = S_1 = -0,065 \text{ kJ/kg}^\circ\text{S}.$$

Demak, Karno siklining $T - S$ diagrammasini quyidagicha ko'ramiz (2 – rasm).



1 – rasm



2 – rasm

MUSTAQIL HOLDA BAJARISH UCHUN TOPSHIRIQLAR.

1 – topshiriq

10 kg havo $t_1=1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ va $t_2=200\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperaturalar oralig'ida Karno siklini amalga oshirayati. Eng yuqori bosim 600 bar, minimal bosim 10 bar.

Havoning xarakterli nuqtalaridagi:

- 1) Parametrlarini;
- 2) Bajarilgan ishni;
- 3) Siklning termik f.i.k.ni;
- 4) Keltirilgan va olib ketilgan issiqlik miqdori aniqlang.

2 – topshiriq

Porshenli ichki yonuv dvigatelining termodinamik siklidagi xarakterli nuqtalarida ishchi jism parametrlari, sikldagi bajarilgan ish, siklga keltirilgan va undan olib ketilgan issiqlik miqdorini, siklning issiqlik f.i.k, sikldagi jarayonlarda entropiyaning o'zgarishi aniqlansin va masshtabda siklning P – V va T – S diagrammalari ko'rilsin.

Hisoblash uchun kerakli ma'lumotlar:

Siklning shartli belgilari:

- o'zgarmas hajmda issiqlik keltiriladigan sikl – I, o'zgarmas bosimda issiqlik keltiriladigan sikl – II, aralash sikl – III;
- Ishchi jism – 1 kg havo;
- Ishchi jismning dastlabki parametrlari P va t_2 ;
- Sikldagi maksimal bosim P max;
- O'zgarmas hajmda keltirilgan issiqlik miqdori q_{1v} ;
- O'zgarmas bosimdagisi esa q_{1p} ;
- Siqish darajasi – ϵ
- Bosimni ortish darajasi - λ
- Taqriban kengayish darajasi - ζ
- Siqilish va kengayishning adiabatik ko'rsatkichi K – 1,4;
- Havoning issiqlik sig'implari C_p yoki C_v ;
- Havoning o'zgarmas gaz doimiysi $R=287\text{ J/kg }^{\circ}\text{S/}$

3 – topshiriq

Agar $P_1 = 0,24\text{ MPa}$, $t_1=34\text{ }^{\circ}\text{S}$, siqish darajasini $\epsilon=9$ va siklga keltirilgan issiqlik miqdori $q_1=2680\text{ kJ/kg}$ bo'lsa, issiqlikni $V=\text{const}$ bo'lganda keltiruvchi porshenli ichki yonuv dvigatelining ideal sikli uchun xarakterli nuqtalardagi parametrlar:

- a) bajarilgan ish;
- b) issiqlik f.i.k.
- v) siklning jarayonlarida entropiya o'zgarishi topilsin
- s) siklning T – S diagrammasi qurilsin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Draganov V.X., Kuznetsov A.V. Teplotexnika i primeneniye teplot v selskom xozyaystve. M. 1990 g
2. Nurmatov J. va boshqalar. Issiqlik texnikasi . T. 1998 y
3. Madaliev E.U. «Issiqlik texnikasi» Farg’ona 2002 y
4. Nashokin V.V. Texnicheskaya termodinamika i teploperedachi . M 1989 g
5. Afanasev V.N. Laboratorny praktikum po termodinamike i teploperedachi M. 1988 g
6. Zaxidov R. va boshqalar. Issiqlik texnikasi asoslari. T. 2005 y.
7. Uzoqov G’N. «Issiqlik texnikasi nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlarini bajarish uchun uslubiy ko’rsatma. Qarshi. 2008y.
8. Alimova Mamlakat Mirxodievna, Mavjudova Shahlo Saidgapparovna, Isaxodjaev Xayrulla Sunnatillaevich, Raximjonov Rustam To’xtaevich, Umarjonova Feruza Sharafutdinovna «Issiqlik texnikasining nazariy asoslari» fanidan tajriba ishlari uslubiy qo'llanmasi. 1-2-3-qism. TDTU-2004 yil
9. Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S., Isaxodjaev X.S Issiqlik texnikas. Kasb – hunar kollejlari uchun o’quv qo’llanma, Toshkent. Cho’lpon – 2006.
10. Андрианова Т.Н. и др. Сборник задач по технической термодинамике, М.: 2006
11. Под ред. Захаровой А.А. Техническая термодинамика и теплотехника. – М: Академия, 2006.
12. Taktaeva L.N., Koroli M.A., Mavjudova Sh.S.O'zlashtirish natijalarini baholash uchun test topshiriqlari. Tosh.dav.tex.un – ti. 2004.
13. Koroli M.A., Islomov O.N. Texnika fanlarini o'rganishga zamonaviy yondashuvlar. Metodik ishlanma, Tashkent, TDTU, 2003.
14. <http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot/Jit.htm>
15. www.Ziyo.net
16. <http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot lit.htm>
17. <http://rbip.bookchamber.ru/description.aspxproduct no=854>
18. <http://energy – mgn.nm.ru/progr36.htm>

Mundarija

1. Kirish.....	3
2. Karno sikli . Nazariy ma’lumotlar.....	4
3. Karno sikliga oid mustaqil ishlar, topshiriqlar bajarishdan namunalar.....	9
4. Mustaqil holda bajarish uchun topshiriqlar.....	13
5. Foydalanilgan adabiyotlar.....	16

3.GLOSSARIY

- 1) **Temperatura** – temperatura, harorat. Jismni isitilganlik darajasini o‘lchovchi me’er.
- 2) **Termometr** – harorat o‘lchagich, termometr.
- 3) **Termopara** – termojuft, haroratni o‘lchaydigan yarim o‘tkazgichlarning kavshirlangan uchlari.
- 4) **Atmosfera** – atmosfera, havo (bosim o‘lchash birligi).
- 5) **Vakuum** – vakuum, havosiz bo‘shliq.
- 6) **Adiabata** – (yunoncha “adiabatos” – o‘tib bo‘lmas) – istalgan termodinamik diagrammada qaytar adiabatik jarayonni ifodalovchi chiziq.
- 7) **Aylanma jarayon, sikl** – ish jismi yana boshlang‘ich holatga qaytadigan termodinamik jarayon.
- 8) **Bar** – sistemaga kirmagan bosim birligi, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa}$.
- 9) **Barometr** – atmosfera bosimini o‘lchaydigan asbob.
- 10) **Bug‘ turbinasi** – bug‘ning potensial energiyasini kinetik energiyaga, so‘ngra aylanuvchi valning mexanik ishiga aylantiruvchi turbina.
- 11) **Bug‘ qozoni** – yoqilgi yoqqanda o‘choqda ajraladigan issiqlik xisobiga bosimi atmosfera bosimidan yuqori bug‘ olinadigan qurilma.
- 12) **Issiqlik dvigateli** – issiqlik energiyasini mexanik ishga aylantiruvchi mashina.
- 13) **Dvigatel sikli** – porshenli yoki boshqa turdagi dvigatelda davriy qaytarilib turadigan jarayonlar ketma – ketligi.
- 14) **Diagramma** – taqqoslanayotgan fizik kattaliklar orasidagi bog‘lanishni yaqqol ko‘rsatuvchi grafik tasvir.
- 16) **Issiqlik texnikasi** – issiqlik mashinalari, apparatlari va qurilmalari yordamida issiqlik energiyasini xosil qilish, uni boshqa turdagi energiyaga aylantirish, taqsimlash, uzatish metodlarini o‘z ichiga oladigan ilmiy fan soxasi va texnika tarmog‘i.
- 17) **Issiqlik elektr stansiyasi** – organik yoqilgi yonganda ajraladigan issiqlik energiyasini o‘zgartirish natijasida elektr energiyasini ishlab chiqaradigan inshoot.
- 18) **Ishchi jism** – energiyani bir turdan ikkinchi turga aylantirish, ish bajarish va boshqalar uchun mashinalarda ishlatiladigan gazsimon yoki suyuq moddalar.
- 19) **Kelvin** – (ingliz fizigi U.Tomson, lord Kelvin) SI dagi haroratning o‘lchov birligi.
- 20) **Porshen** – mashina yoki biror qurilmaning xarakatlanuvchi detali.
- 21) **Psihrometr** – havoning harorati va namligi aniqlanadigan o‘lchov asbobi.
- 22) **Soplo** – suyuqlik yoki gazning bosimini kamaytirib, tezligini oshiradigan o‘zgaruvchan kesimli kanal.

- 23) **Xarorat bosimi** – oralarida issiqlik almashinuvi bo‘ladigan ikki muhitning harakterli haroratlari farqi.
- 24) **Temperatura shkalalari** – o‘lchamlari xar xil haroratlarning tartibli majmuini aks ettiradigan qiymatlar tartibi.
- 25) **Termodinamik jarayon** – termodinamik sistemada sodir bo‘ladigan va uning holat parametrlaridan loaqal bittasi o‘zgarishi bilan bog‘liq har qanday o‘zgarish.
- 26) **Termodinamik sistema** – o‘zaro va tashqi muhit bilan energiya va modda almasha oladigan jismlar majmui.
- 27) **Energetika** – mamlakatning issiqlik – energetika kompleksi; energiya va energetika resurslarining turli xillarini hosil qilish, uzatish, o‘zgartirish va ulardan foydalanishni o‘z ichiga oladi. (Gidroenergetika, issiqlik energetikasi, yadro energetikasi, elektr energetikasi).
- 28) **Energiya** – (yunoncha energiea – harakat, faoliyat) – harakat va turli xil materiyaning o‘zaro ta’sirining umumiy miqdoriy o‘lchami. Energiyaning quyidagi ko‘rinishlari mavjud: mexanik, ichki, gravitasion, elektromagnit, yadro va b.
- 29) **Entalpiya** – termodinamik sistemaning holat funksiyasi. Sistemaning ichki energiyasi bilan sistema bosimining hajmiga ko‘paytmasi yig‘indisiga teng.
- 30) **Entropiya** – termodinamik sistemaning holat funksiyasi; sistema bilan tashqi muhit orasidagi issiqlik almashinish jarayonining borishi yo‘nalishini belgilaydi.
- 31) **Shartli yoqilgi** – turli organik yoqilgilarni taqqoslash va ular yig‘indisini xisoblash uchun ishlatiladigan tushuncha; shartli yoqilgi birligi sifatida yonish issiqligi 29,3 MJ (7000 Kkal) bo‘lgan 1 kg yoqilgi qabul qilinadi.

4. ILOVALAR

MA'RUZA MASHG'ULOTLARINING TA'LIM BERISH TEKNOLOGIYASINING MODULI VA MASHG'ULOTLARNING TEKNOLOGIK XARITASI

MA'RUZA MASHG'ULOTLARI

1-Mab3y

Issiqlikning ishga aylanishidagi qonunlar.Texnik termodinamikani asosiy tushunchalari

1.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

Mashg'ulot vaqti-2

Talabalar soni:50 nafar

soat	
Mashg'ulot shakli	Axborot berish asosidagi kirish ma'ruzasi
Ma'ruza rejasi	<u>1.1.Issqlik texnikasi fani, uning maqsad va vazifalari.</u> <u>1.2.Gazning xossalari va energiyasi.</u> <u>1.3 Texnik termodinamikani asosiy tushunchalari.</u> <u>1.4.Ideal gazning holat tenglamasi.</u> <u>1.5. Real gazning holat tenglamasi.</u>
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Fanning kelib chiqish tarixi, fanning maqsadi va vazifalari, shuningdek texnik termodinamikaning asosiy tushunchalari, gazlarning holat tenglamalarini o'rganish.	
Pedagogik vazifalar: *Fanning maqsadi va vazifalari, o'tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida tushuncha berish; *Gazlarning asosiy xossalari va energiyasi, termodinamik sistema haqida tushunchalar berish; *Texnik termodinamikaning asosiy tushunchalari bilan tanishtirish; *Ideal va real gazlar haqida ma'lumotlar berish va ularning holat tenglamalarini keltirib chiqarishni tushuntirib berish.	O'quv faoliyati natijalari: • Fanning maqsadi va vazifalari, o'tiladigan mavzularga tuzilmaviy mantiqiy chizma asosida sharhlab beriladi; • Gazlarning asosiy xossalari va energiyasi, termodinamik sistema haqida tushunchalar beradi; • Texnik termodinamikaning asosiy tushunchalari bilan tanishtiradi; • Ideal va real gazlar haqida ma'lumotlar berish va ularning holat tenglamalarini keltirib chiqarishni tushuntirib beradi.
Ta'lim berish usullari	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat, taqdimot, tushuntirish
Ta'lim berish shakllari	Ommaviy,
Ta'lim berish vositalari	O'quv qo'llanma, proyektor, klaster, ko'rgazmali qurollar
Ta'lim berish sharoiti	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
Monitoring va baholash	Og'zaki nazorat: savol-javob

1.2. “Kirish. Issiqlikning ishga aylanishidagi qonunlar.Texnik termodinamikani asosiy tushunchalari” ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi

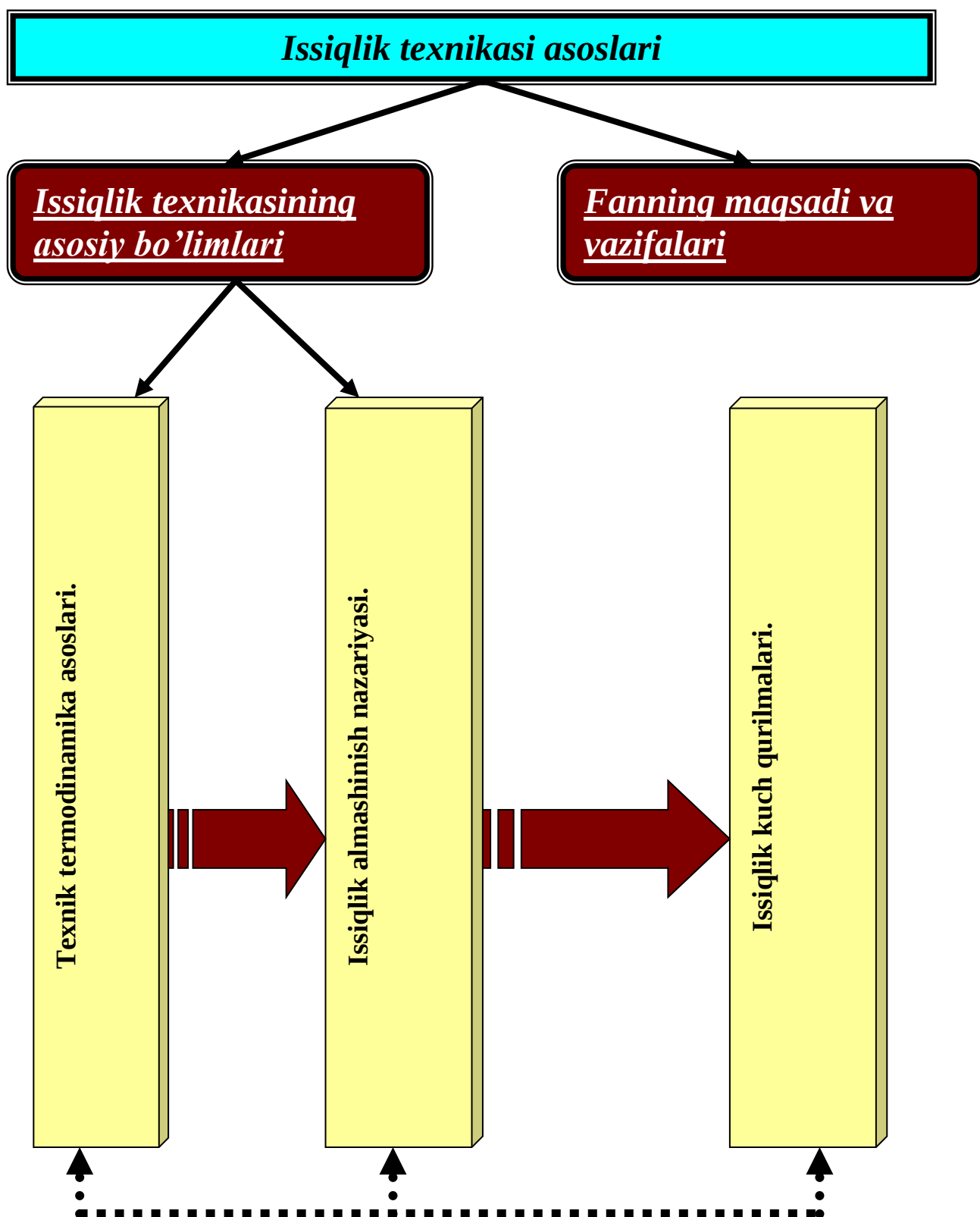
Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Fanning nomini aytadi. Ekranga birinchi mavzuni nomi va ularni qisqacha mazmuni beriladi.(1-ilova). 1.2. Birinchi mashg'ulot mavzusi, uning maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.3.Asosiy mavzu mazmuni bo'yicha ma'lumotlar bayon qilishga o'tadi.	Tinglaydi. Tinglaydi

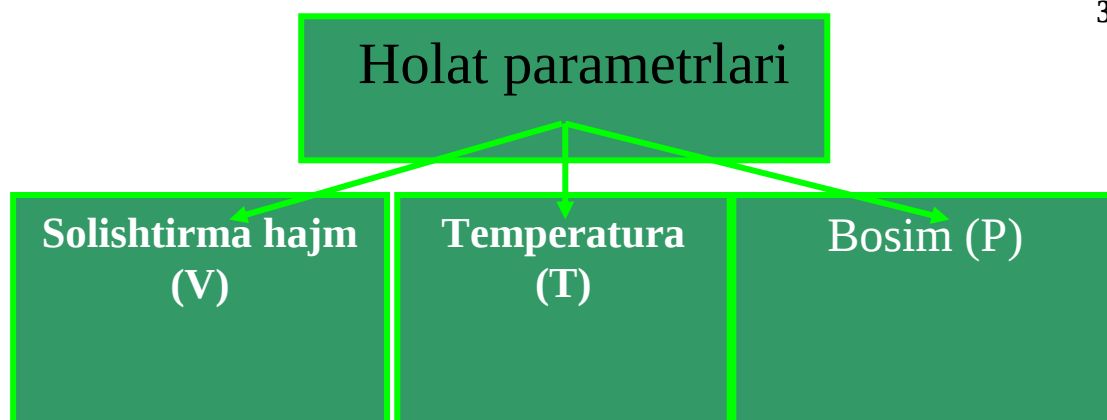
2- bosqich Aso siy bosqich (55 daqiq)	2.1. Talabalar bilimini faollashtirish maqsadida savol beradi: “Issiqlik texnikasi asoslari” fanining maqsadi va vazifalarini aytib bera olasizmi?” 2.2. Javoblarni umumlashtirib, “Issiqlik texnikasi asoslari” fanining maqsadi va vazifalarini yoritib beruvchi slayd namoyishi orqali ma'lumotlarni kengroq yoritib beradi (2-<i>ilova</i>). 2.3. Gazlarning asosiy xossalari va energiyasi, termodinamik sistema, sistemaning holatini xarakterlovchi kattaliklar, gazlarning holat tenglamalari to'g'risida umumiy ma'lumotlarni beradi va shundan so'ng savollar beradi: Ideal va real gazlarning xossalari bir – biridan nimasi bilan farq qiladi? , Issiqlik texnikasi qanday bo'limlarga bo'linadi? 2.4. Berilgan javoblarni umumlashtirib, texnik termodinamikaning asosiy tushunchalari, gazlarning xossalari, holat tenglamalari slaydlar orqali kengroq tushuntirib beradi (3-<i>ilova</i>). 2.5. Ideal va real gazlar holat tenglamalari keltirib chiqariladi. (4-<i>ilova</i>).	Savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi. Talabalar berilgan savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi.
3. Yak uniy bosqich (10 daqiq)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining 1-3 savolini o'rganish vazifasini beradi: (5-<i>ilova</i>).	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

O'QUV- VIZUAL MATERIALLAR
“Issiqlik texnikasi asoslari” fanining maqsadi va vazifalari

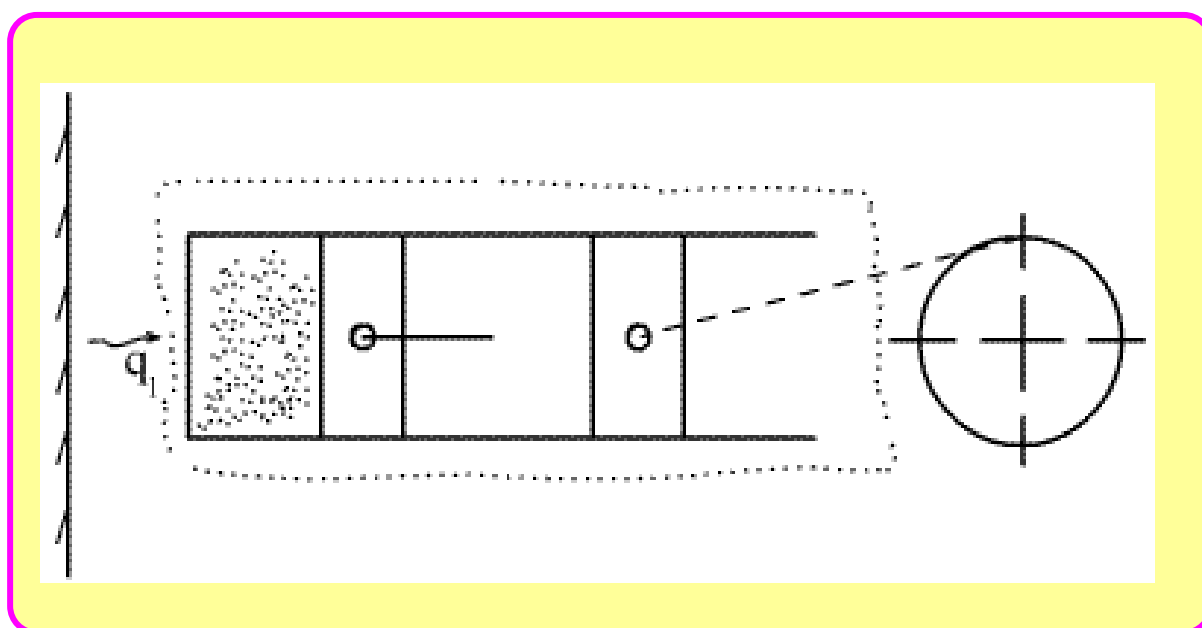
I.1.Fanning maqsadi: *Fanni o'qitishdan maqsad, talabalarda issiqlik mashinalari, qurilmalari va agregatlari yordamida issiqlik energiyasi hosil qilish, uni boshqa turdagi energiyaga aylantirib berish, taqsimlash uzatish usullarini nazariyasi va amaliy tomonlari, yoqilg'ilar yonish nazariyasi haqida fundamental bilimlarni, ularni muayyan sharoitlarga mos holda tanlash usullari bo'yicha yo'nalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malakalar shakllantirish.*

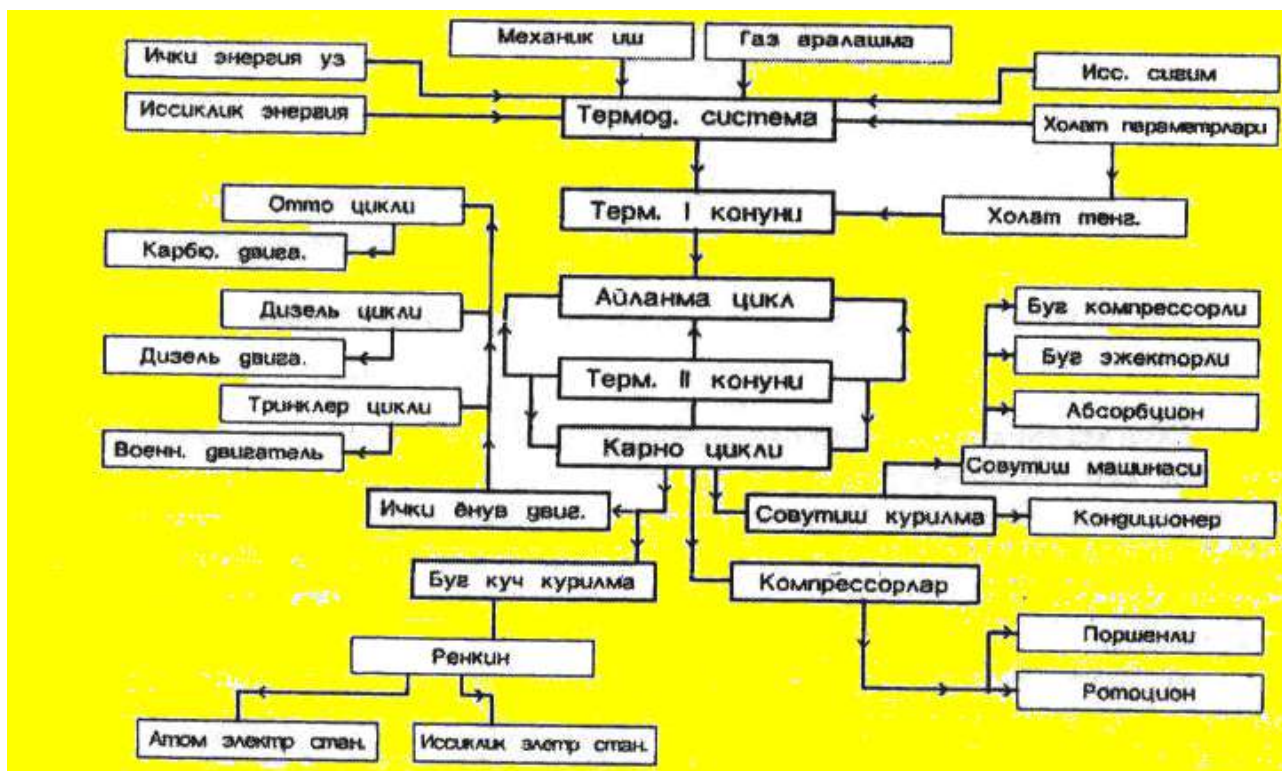
I.2.Fanning vazifalari: – *talabalarga termodinamikaning asoslari – termodinamikaning 1 va 2chi qonunlari, issiqlik almashinish jarayonlari, yoqilg'i: yonish asoslari va o'txonalari, issiqlik elektrostantsiyalari va ularning energobloklari, bug' va gaz turbinalari va jarayonni amalga oshiruvchi mashina va agregatlar tuzilishi, ishlash printsiplarini o'rganishdan iborat.*





TERMODINAMIK SISTEMA.





1. Issiqlik energiyasini mexanik energiyaga qanday qilib aylantirish mumkin?
2. O'zbekistonda qanday energiya manbaalari mavjud?

IDEAL VA REAL GAZLARNING HOLAT TENGLAMALARI .

Ideal gazning holat tenglamasini keltirib chiqarish uchun Boyl Moriott va Gey-Lyussak qonunlaridan foydalanamiz.

Massasi 1 kg ga teng bo'lgan gaz oldin izotermik kengayib, so'ng izobarik kengayishi

$T = \text{const}$ bo'lganda

$$P_1 V_1 = P_2 V^1 \text{ yoki } V^1 = \frac{V_1 P_1}{P_2} \quad (1.4)$$

$= \text{const}$ bo'lganda

$$\frac{V^1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ yoki } V^1 = \frac{V_2 T_1}{T_2} \quad (1.5)$$

Topilgan ifodalar uchun taqqoslasak qo'yidagini olamiz:

$$\frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{V_2 T_1}{T_2} \text{ yoki } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \text{CONST} \quad (1.6)$$

Bundan, gazning absolyut bosimi bilan hajmi ko'paytmasining absolyut temperaturaga nisbati o'zgarmaydi degan xulosa kelib chiqadi. 1 kg gaz uchun bu o'zgarish kattalik gaz doimiysi deyiladi va R harfi bilan belgilanadi

$$\frac{PV}{T} = R \text{ yoki } PV = RT \quad (1.7)$$

Bu tenglama ideal gazning holat tenglamasi yoki Klapeyron-Mendeleev tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$\frac{PV}{T} = \frac{\mathcal{K}}{\kappa z, \text{spad}} \quad (1.8)$$

Real gazning molekulari ideal gaz molekularidan aniq hajmi va o'zaro ta'sir kuchlari borlig'i bilan farq qiladi.

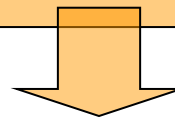
Real gazlar uchun holat tenglamasini golland fizigi Van-der-Vaals keltirib chiqargan

$$(P + a/v^2)(v - b) = RT \quad (1.9)$$

bu yerda

a, b - Klapeyron tenglamasi uchun tuzatish koeffitsientlari bo'lib, a/v^2 - real gaz molekularining o'zaro tortishish kuchini ifodalaydi, b - real gaz siqilishi mumkin bo'lgan minimal hajmni harakterlaydi.

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;
- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.

O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - haqidagi bilimlarimga javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlarimga zid;

+ - yangi ma'lumotlar

? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

V	+	-	?

MA'LUMOT-AXBOROT MATERIALLAR

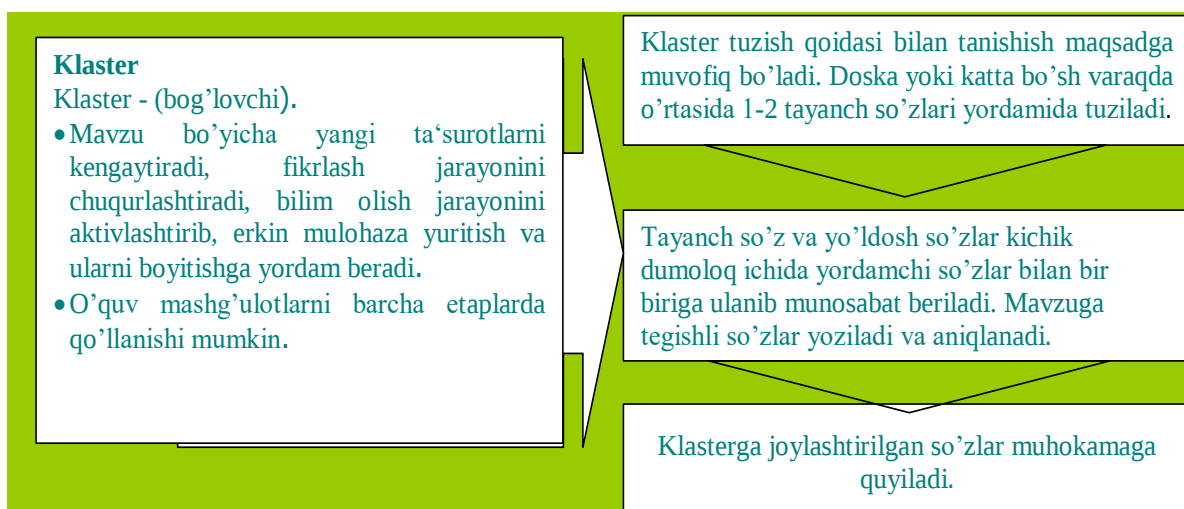
O'QUV TOPSHIRIQLAR

“Aqliy hujum”ning asosiy qoidalari:

- olg'a surilgan g'oyalar baholanmaydi va tanqid ostiga olinmaydi;
- ish sifatiga emas, soniga qaratiladi, g'oyalar qancha ko'p bo'lsa shuncha yaxshi;
- istalgan g'oyalarni mumkin qadar kengaytirish va rivojlantirishga harakat qilinadi;
- muammo yechimidan uzoq g'oyalar ham qo'llab-quvvatlanadi;
- barcha g'oyalar yoki ularning asosiy mag'zi (farazlari) qayd etish yo'li bilan yozib olinadi;
- “hujum”ni o'tkazish vaqti aniqlanadi va unga rioya qilinishi shart;

- beriladigan savollarga qisqacha (asoslanmagan) javoblar berish ko'zda to'atilishi kerak.

Klaster tuzish qoidalari



O'z – o'zini tekshirish uchun savollar

1. *Texnikaviy termodinamika nimani o'rganadi?*
2. *Ideal gazning xossalari real gazning xossalari bilan nimasi bilan farq qiladi?*
3. *Partial bosim deb nimaga aytiladi?*
4. *Real gazning holat tenglamasini ayting.*
5. *Issiklik energetikasi qanday bo'limlarga bo'linadi?*
6. *Asosiy energiya manbalari qaysilari?*

2-Mavzu	Termodinamikaning I-qonuni . Ideal va real gaz qonunlari. Issiqlik, ish, ichki energiya, entalpiya, entropiya
----------------	--

2.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50 nafar.	
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza	
Ma'ruza rejasi	<u>2.1 Gazlarning issiqlik sig'imi</u> <u>2.2 Gazlar aralashmasining issiqlik sig'imi</u> <u>2.3 Sistemaning ichki energiyasi</u> <u>2.4 Entalpiya va Entropiya</u> <u>2.5 Termodinamikaning birinchi qonuni</u>	
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Termodinamikaning I-qonuni . Ideal va real gaz qonunlari. Issiqlik, ish, ichki energiya, entalpiya, entropiya to'g'risida tushunchalar berish.		
Pedagogik vazifalar: • Gazlar va ular aralashmalarining issiqlik sig'implari to'g'risida umumiy tushunchalar berish; • Sistemaning ichki energiyasi, gazning izobaraviy kengayish ishini sxema asosida tushuntirib berish; • Entalpiya va entropiya tushunchalari to'g'risida tushunchalar berish; • Termodinamikaning 1 – qonunini tushuntirib berish va qo'llanilishiga misollar keltirish;		O'quv faoliyati natijalari: • Gazlar va ular aralashmalarining issiqlik sig'implari to'g'risida umumiy tushunchalar beriladi; • Sistemaning ichki energiyasi, gazning izobaraviy kengayish ishini sxema asosida tushuntirib beriladi. • Entalpiya va entropiya tushunchalari to'g'risida tushunchalar beriladi; • Termodinamikaning 1 – qonunini tushuntirib berish va qo'llanilishiga misollar keltiradi;
Ta'lim berish usullari		Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, blits-so'rov
Ta'lim berish shakllari		Ommaviy
Ta'lim berish vositalari		O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proyektor, slayd
Ta'lim berish sharoiti		O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
Monitoring va baholash		Og'zaki nazorat: savol-javob

2.2. “Termodinamikaning I-qonuni . Ideal va real gaz qonunlari. Issiqlik, ish, ichki energiya, entalpiya, entropiya” ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi

<i>Ish bosqichlari va vaqti</i>	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta'lim beruvchi</i>	<i>Ta'lim oluvchilar</i>

1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1 Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2. Yangi mavzuni nomi va uni qisqacha mazmuni beriladi.	Tinglaydi. Tinglaydi
2- bosqich Aso siy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Talabalar bilimini faollashtirish maqsadida savol beradi: “Gazlar va ularning issiqlik sig’imlari to’g’risida tushuncha bering?” 2.2. Javoblarni umumlashtirib, gaz va ularning sig’imlarini slayd yordamida kengroq yoritib beradi (1-ilova). 2.3. Sistemaning ichki energiyasi bo'yicha umumiy ma'lumotlarni beradi va talabalarni faollashtirish uchun savol beradi: “Potensial va kinetik energiya, gazni izobaraviy kengayish ishi deganda nimani tushunasiz?”. 2.4. Berilgan javoblarni umumlashtirib, slaydlar orqali ichki energiya va bajarilgan ishni kengroq tushuntirib beradi (2-ilova). 2.5. Termodinamikaning 1 – qonuni to'g'risida umumiy ma'lumotlarni beradi(3-ilova). 2.6. Entalpiya va entropiyani tushuntirib beradi.(4-ilova).	Savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi. Talabalar berilgan savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi Tinglaydi, qatnashadi,yozadi.
3.Yak uniy bosqich (10 daqiqa)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1.Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining 1-3 savolini o'rganish vazifasini beradi: (5-ilova).	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

Issiqlik sig'implari.

Issiqlik sig'imi har xil jarayonlarda quyidagicha ifodalanadi:

C_{pm} - P-const bo'lganda o'rtacha massaviy issiqlik sig'imi, -

C_{vm} - V-sonst bo'lganda o'rtacha massaviy issiqlik sig'imi,

C_{pm}^1 - R-const, bo'lganda o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imi,

C_{vm}^1 - V-sonst bo'lganda o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imi,

C_{pm} -r-const bo'lganda o'rtacha molyar issiqlik sig'imi

C_{vm} -V-const bo'lganda o'rtacha molyar issiqlik sig'imi

Molyar issiqlik sig'imi gazning atomlar soniga qarab quyidagicha o'zgaradi(2.1 - jadval)

Gazning atomlar soni	μC_v	μC_p
Bir atomli gazlar uchun	12,6	20,9
Ikkiatomli gazlar uchun	20,9	29,2
Uch va undan ortiq atomli gazlar uchun	29,2	37,5

Agar aralashmaning tarkibi gazning massasi bo'yicha berilgan bo'lsa, u holda aralashmaning issiqlik sig'imi ushbu tenglikdan aniqlanadi.

$$C_{cm} = g_1 c_1 + g_2 c_2 + \dots + g_n c_n. \quad (2.6)$$

bu yerda

c_1, c_2, c_n -aralashma komponentlarining massaviy issiqlik sig'imi,

g_1, g_2, g_n -aralashma komponentlarining massaviy ulushi.

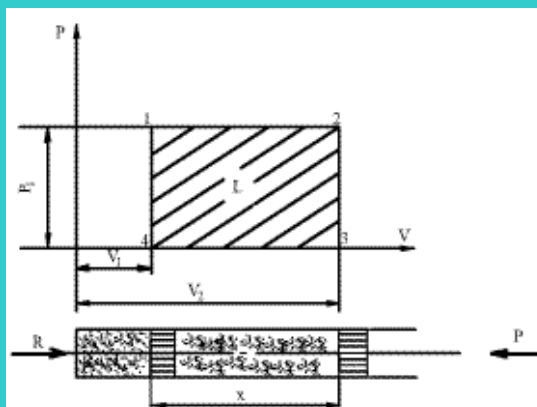
Agar aralashmaning tarkibi hajmiy ulushlarda berilgan bo'lsa, u holda aralashmaning hajmiy issiqlik sig'imini quyidagi formuladan hisoblab topiladi

$$c_{cm}^1 = r_1 c_1^1 + r_2 c_2^1 + \dots + r_n c_n^1 \quad (2.7)$$

bu yerda

r - aralashma komponentining hajmiy ulushi.

Sistemaning ichki energiyasi.



2.2-rasm. Gazni izobaraviy kengayish ishi

Molekulalarning mikroskopik issiqlik harakatining kinetik energiyasi bilan ularning o'zaro ta'sir etish potentsial energiyasi jismning ichki energiyasi deyiladi.

Molekulalar harakatining kinetik energiyasi temperatura T ga bog'liq. Molekulalarning o'zaro ta'sir potentsial energiyasi hajm V ga bog'liq.

Shunga asosan

$$U = f_1(p, V) = f_2(p, T) = f_3(v, T) \quad (2.8)$$

ekanligini aniqlaymiz.

1kg gazning ichki energiyasi solishtirma ichki energiya deyiladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$u = U/m, \text{ Дж/кг} \quad (2.9)$$

Gazning 1-2 holatlari uchun

$$\Delta u = \int_1^2 du = u_2 - u_1 \quad (2.10)$$

Aylanma qaytar jarayon uchun

$$\oint du = 0 \text{ bo'ladi.}$$

$$U = f_3(v, T)$$

tenglamani differentsiallasak

$$du = \left(\frac{\partial u}{\partial T} \right)_v dT + \left(\frac{\partial u}{\partial v} \right)_T dv \quad (2.11)$$

Ideal gaz uchun esa, molekulalar orasidagi tortishish kuchi bo'lmagani uchun, gazning ichki energiyasi faqat temperaturaga bog'liq

bo'ladi, hajmga esa bog'liq bo'lmaydi. Shuning uchun $\left(\frac{\partial u}{\partial v} \right)_T = 0$

Bundan $\left(\frac{\partial u}{\partial T} \right)_v = \frac{du}{dT}$ kelib chiqadi

yoki

$$u = \sum_{i=1}^n u_i$$

bu yerda u_i - sistemaning alohida qismlarini ichki energiyasi.

Termodinamikaning I – qonuni.

Termodinamikaning birinchi qonuni energiyaning saqlanish qonunining xususiy holdir. Sistemaga keltirilgan barcha issiqlik sistema ichki energiyasining o'zgarishiga va tashqi ish bajarishga sarflanadi:

$$Q = U_2 - U_1 + L \quad (2.32)$$

bu yerda

Q- sistemaga keltirilgan issiqlik

U1- jarayonning boshlanishidagi sistemaning ichki energiyasi,

U2- jarayonning oxiridagi sistemaning ichki energiyasi,

L- sistema bajargan ish.

Agar birinchi qonunni formulasini differentsial shaklda ifodalasak va gaz bajargan ishni 1kg gaz uchun taalluqli desak, u holda (3.15) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$dq = du + dl \quad (2.33)$$

(3.13) va (3.16) tengliklardan

$$dq = du + Pdv \quad (2.34)$$

hosil bo'ladi.

Agar $PV = RT$, va $s = dq/dT$ dan foydalansak

$$c = \frac{du}{dT} + \frac{pdv}{dt} \quad (2.35)$$

bundan $V = \text{const}$ bo'lganda $pdv/dT = 0$ ekanligini e'tiborga olsak,

$$c = du/dT \quad \text{ёки} \quad du = c dT \quad (2.36)$$

ekanligini aniqlaymiz.

Agar, $P = \text{const}$ bo'lganda ekanligini e'tiborga olib va Klapeyron tenglamasidan foydalanib $PV = RT$ differentsiallasak

$$PdV = RdT, \quad \text{bundan} \quad R = \frac{pdv}{dT} \quad (2.37)$$

(3.20) va (3.21) tengliklardan foydalanib quyidagi, bosimi o'zgarmas jarayondagi issiqlik sig'imi bilan, hajmi o'zgarmas jarayondagi issiqlik sig'imi orasidagi bog'lanishni aniqlaymiz:

$$c_p = c_v + R \quad (2.38)$$

Bu formula Mayer formulasi deyiladi.

Entalpiya va entropiya.

Entalpiya texnikaviy termodinamikaning eng muhim funktsiyalaridan biri hisoblanadi. Termodinamikada va issiqlik texnikasida hisoblashlarda ko'pincha sistemaning ichki energiyasi va bosimni hajmga ko'paytmasini yig'indisi ishlatiladi va bu kattalik entalpiya deb ataladi.

$$h = u + pv \quad (2.23)$$

jaormulaga kiruvchi kattaliklar gaz holatini xarakterlovchi kattaliklar bo'lgani uchun entalpiya ham gaz holatini xarakterlovchi kattalikdir. Bundan entalpiyani o'zgarishi jarayonning kechish xarakteriga bog'liq emas va faqat jarayonning boshlang'ich va oxirgi holatlarining o'zgarishi bilan xarakterlanadi degan xulosa kelib chiqadi, ya'ni

$$\Delta h = \int_1^2 dh = h_2 - h_1 \quad (2.24)$$

Agar entalpiyani aniqlovchi (2.10) formulani differentsiallasak

$$dh = d(u + pv) = du + pdv + vdp = dq = vdp \quad (2.25)$$

bu formula termodinamikaning birinchi qonunini formulasini boshqacha ko'rinishidir.

Agar ish jismining holatini o'zgarish jarayoni $p = \text{const}$ bo'lganda kechsa, () tenglikdan $dh = dq$ hosil bo'ladi. Ushbu jarayon uchun ekanligini hisobga olib $dh = c_v dT$ ni hosil qilamiz.

Bu tenglik har qanday termodinamik jarayon uchun o'rindir. Agar $t = 0$ bo'lsa entalpiyaning qiymati ham nolga teng bo'ladi. Entropiya. Termodinamik hisoblashlarni osonlashtirish maqsadida entropiya tushunchasi kiritilgan va quyidagicha aniqlanadi

$$ds = \frac{\delta Q}{T} \quad (2.26)$$

bu yerda T - termodinamik temperatura, S - entropiya. Ish jismi 1kg bo'lganda

$$ds = \frac{\delta q}{T} \quad (2.27)$$

bo'ladi

va bu solishtirma entropiya deb ataladi.

Entropiyaning o'zgarishi Termodinamikaning birinchi qonunini tenglamasidan

$$dq = c_v dT + p dv \quad (2.28)$$

Bu tenglamani ikkala qismini T ga bo'lsak

$$\frac{dq}{T} = c_v \frac{dT}{T} + \frac{p}{T} dv$$

$$\text{Klapeyron tenglamasiga ko'ra } \frac{p}{RT} = \frac{R}{v} \quad (2.29)$$

(2.28)ni (2.29) ga qo'yib

$$\frac{dq}{T} = c_v \frac{dT}{T} + R \frac{dv}{v} \quad (2.30)$$

hosil qilamiz. $dq = T ds$ ekanlini e'tiborga olib, integrallasak,

$$s_2 - s_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{v_2}{v_1} \quad (2.31)$$

Entropiya ham solishtirma issiqlik sig'imi kabi $J/(kg \cdot grad)$ lprda o'lchanadi.

1. Harakatlanayotgan vagonning kinetik energiyasi tuxtash vaqtida qayerga sarflanadi?

2. Nima uchun velosiped nasosi havoni kamerga haydash vaqtida isiydi?

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;

- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.

O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - xaqidagi bilimlarimga javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlarimga zid;

+ - yangi ma'lumotlar

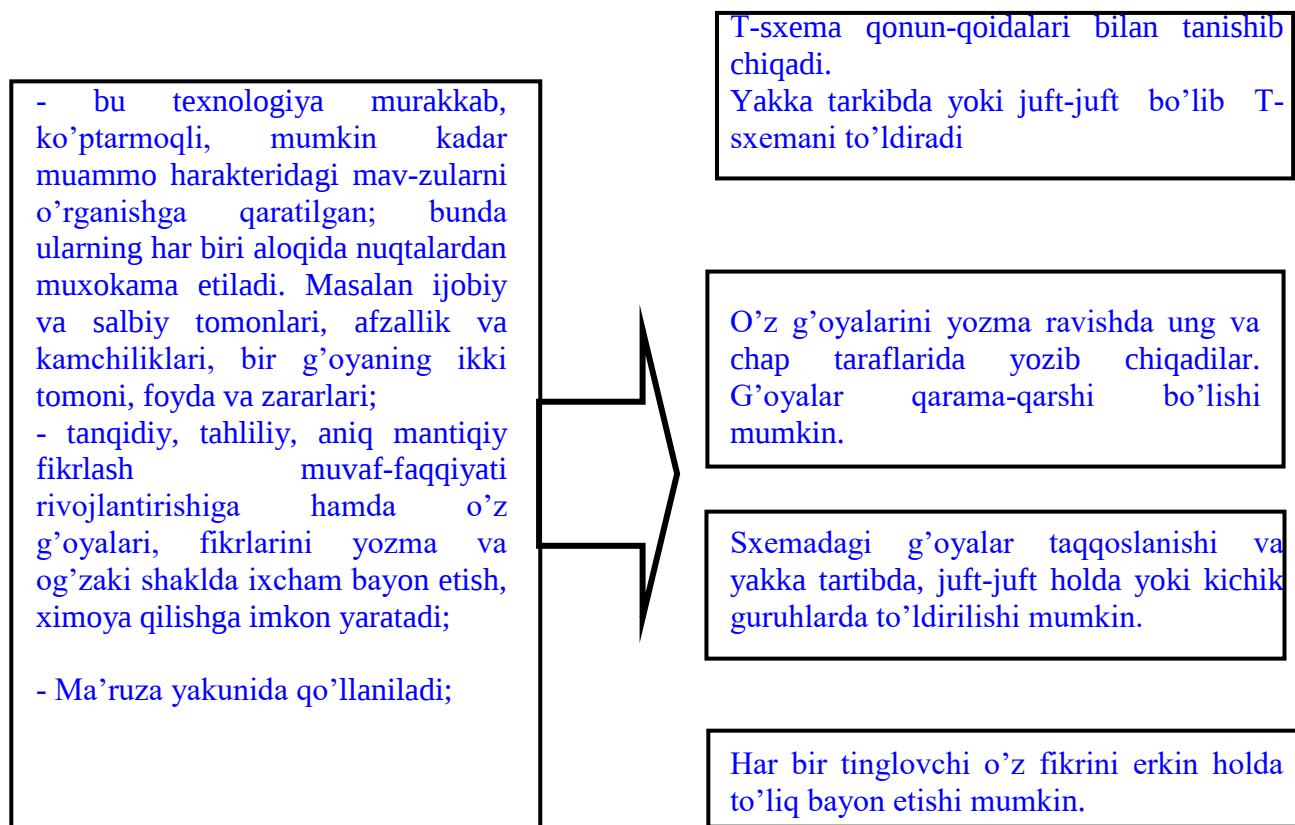
? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

V	+	-	?

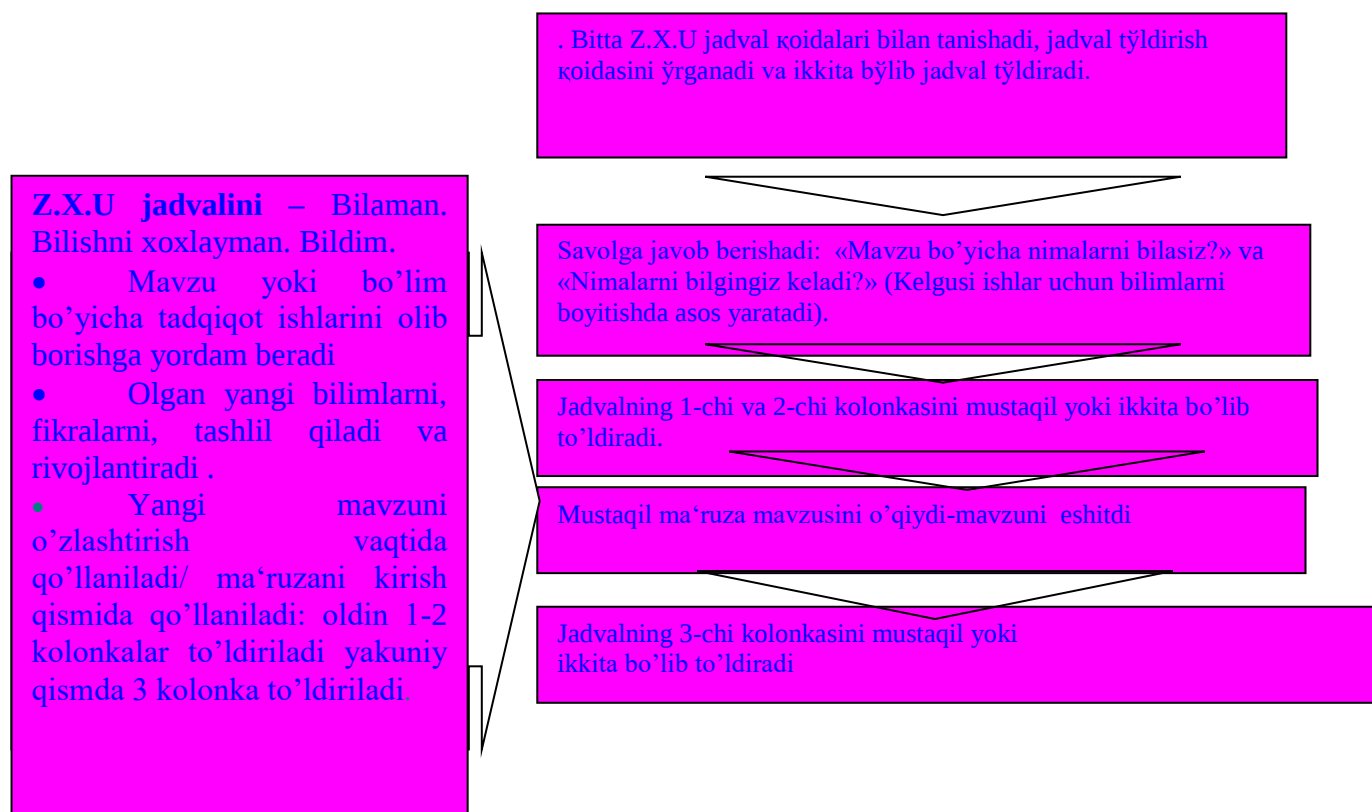
O'QUV TOPSHIRIQLAR

"T - sxema" texnikasi



1. Toifalar bo'yicha ma'lumotlarni taqsimlashning yagona usuli mavjud emas.
2. Bitta mini - guruhda toifalarga ajratish boshqa guruhda ajratilgan toifalardan farq qilishi mumkin.
3. Ta'lim oluvchilarga oldindan tayyorlab qo'yilgan toifalarni berish mumkin emas bu ularning mustaqil tanlovi bo'la qolsin.

Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bildim. (B/BX/B) – Z.X.U. (Знаю. Хочу узнат. Узнал) tuzish qoidasi



Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bildim. (B/BX/B) – Z.X.U. (Знаю. Хочу узнат. Узнал) tuzish jadvali

Bilamiz	Bilishni xoxlaymiz	Bildik

1. Dalton qonuni qanday ta'riflanadi?
2. Issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi?
3. Entalpiya va entropiya gaz holatini xarakterlovchi parametrlarga kiradimi?
4. Sistemaning ishi va ichki energiyasini tushuntirib bering.
5. Termodinamika 1-qonunini qanday issiqlik mashinalariga ishlatish mumkin?
6. Termodinamikaning asosiy parametrlar birliklari?

3-MAVZU

Tsiklda bajarilgan ish . Issiqlik dvigatellari tsikli
Termodinamikaning II-qonuni. Termik F.I.K.
Karno sikli

3.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50 nafar.
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza
Ma'ruza rejasi	<u>3.1. Issiqlik dvigatelining aylanma jarayoni.</u> <u>3.2. Karnoning to'g'ri qaytar sikli.</u> <u>3.3. Karnoning teskari qaytar sikli.</u> <u>3.4. Termodinamika ikkinchi qonuni mohiyati.</u>
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Siklda bajarilgan ish. Issiqlik dvigatellari sikli Termodinamikaning II-qonuni. Termik F.I.K. bo'yicha umumiy ma'lumotlar berish.	
Pedagogik vazifalar: • Issiqlik dvigatelining aylanma jarayoni bo'yicha umumiy ma'lumotlar berish; • Karnoning to'g'ri va teskari qaytar sikllari to'g'risida tushuncha berish;	O'quv faoliyati natijalari: • Issiqlik dvigatelining aylanma jarayoni bo'yicha umumiy ma'lumotlar beriladi; • Karnoning to'g'ri va teskari qaytar sikllari to'g'risida tushuncha beriladi;

• Termodinamikaning 2 – qonunini mohiyatini tushuntirib berish.	• Termodinamikaning 2 – qonunini mohiyatini tushuntirib beradi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, blits-so'rov
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proyektor, slayd
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

3.2. “Siklda bajarilgan ish. Issiqlik dvigatellari sikli Termodinamikaning II-qonuni. Termik F.I.K. Karno sikli” ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi

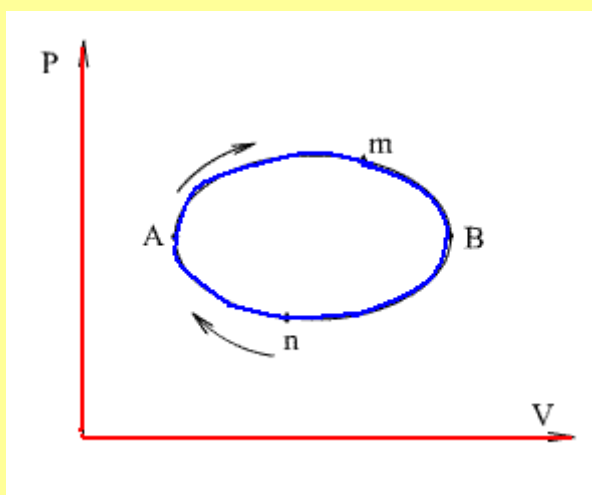
<i>Ish bosqichlari va vaqti</i>	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta'lim beruvchi</i>	<i>Ta'lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1 Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2. Yangi mavzuni nomi va uni qisqacha mazmuni beriladi.	Tinglaydi. Tinglaydi
2- bosqich Aso siy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Talabalar bilimini faollashtirish maqsadida savol beradi: “Aylanma qaytar jarayon va sikl deb nimaga aytiladi?” 2.2. Javoblarni umumlashtirib, Aylanma siklda bajarilgan ishni slayd yordamida kengroq yoritib beradi (1-ilova). 2.3. Karno sikli bo'yicha umumiy ma'lumotlarni beradi va talabalarni faollashtirish uchun savol beradi: “Karno to'g'ri va teskari sikllari nima bilan farq qiladi?”. 2.4. Berilgan javoblarni umumlashtirib, Karno sikli haqida to'liq ma'lumot beradi (2-ilova). 2.5. Termodinamikaning – II qonunining ta'riflari (3-ilova).	Savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi. Talabalar berilgan savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi
3. Yak uniy bosqich (10 daqiqa)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining 1-3 savolini o'rganish vazifasini beradi: (4-ilova).	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

3.1-rasmda tasvirlangan aylanma qaytar jarayonni ko'rib chiqamiz.

Ish jismi kengayganda ya'ni sistemaga Q , issiqlik keltirilganda A_{mB} va A yuzaga teng musbat ish bajarildi.

Ish jismi siqilganda tashki kuchlarning son jihatdan A_{nB} va A yuza teng manfiy ishi sarflangan.

Foydali ish olish uchun kengayish ishi siqilish ishidan katta bo'lishi kerak.



3.1-rasm. Aylanma jarayonni PV diagrammasi.

Foydali ish kengayish va siqilish ishlarining ayirmasiga teng

$$L = L_1 - L_2$$

Termodinamikning birinchi qonuniga muvofiq

$$Q_1 - Q_2 = U + L \quad (3.1)$$

Aylanma jarayonda $U = 0$ bo'ladi shuning uchun $Q_1 - Q_2 = L$

Ishga aylangan issiqlikning aylanma tsiklni amalga oshirishga sarflangan issiqlik Q_1 - ga nisbati termik f.i.k. deyiladi.

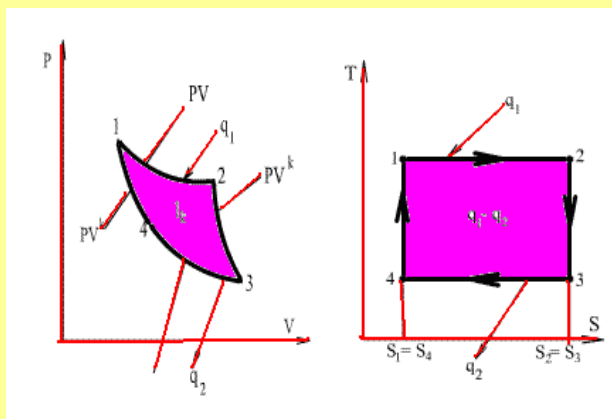
$$\eta_1 = \frac{L}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \text{ yoki } \eta_1 = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad (3.2)$$

Agar A_{mB} va A egri chiziqli bo'yicha yopiq tsikl olishning iloji bo'lsa, u holda bunday tsiklda issiqlik miqdori nolga teng va termik f.i.k. birga teng bo'lar edi. Lekin bunday tsiklni amalga oshirib bo'lmaydi, chunki jarayon va chiziqli bo'yicha absolyut nolga (-273°S) teng temperaturada borishi kerak edi, dvigatellarda haqiqatda buni amalga oshirib bo'lmaydi.

Barcha ideal tsikllar orasida 1824 yilda fransuz olimi Sadi Karno taklif etgan va uning nomi bilan atalgan tsikl - Karno tsikli eng mukammalidir.

Karoning to'g'ri va teskari qaytar sikllari.

Bu tsikl 1924 yilda frantsuz dengiz ofitseri Sadi Karno tomonidan taklif qilingan Karno tsikli issiqlik dvigatellarining ideal tsikli bo'lib, 2 ta izotermik va 2 ta adiabatik jarayondan tashkil topgan. Karno tsiklining diagrammasini chizamiz: $PV=const$; $PV^k=const$



3.2-rasm Karno tsiklining PV va TS diagrammalari

Karno tsiklining termik f.i.k. quyidagicha ifodalanadi.

$$\eta_t^k = \frac{T_2}{T_1} \quad (3.4)$$

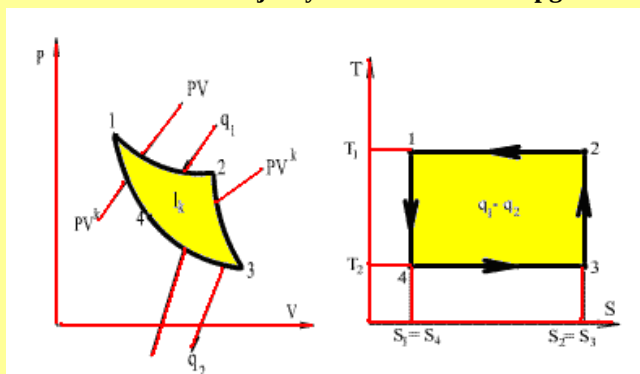
Xulosa: 1. To'g'ri qaytar Karno tsiklining termik f.i.k. gazning tabiatiga bog'liq emas.

2. Karno tsiklining f.i.k. T_1 issiqlik manbai temperaturasi qancha katta bo'lsa, shunga katta bo'ladi va T_2 qancha (sovuqlik manbai) kichik bo'lsa shuncha katta bo'ladi.

3. T_1 va T_2 - temperaturalar oralig'ida Karno tsiklining f.i.k. boshqa har qanday tsiklga nisbatan kattadir. Buni TS diagrammadan ko'rishimiz mumkin

3.3. Karoning teskari qaytar tsikli.

Bu tsikl sovitish mashinalarining ideal tsikli bo'lib soat strelkasiga teskari yo'nalishda kechadi. to'g'ri tsikl kabi ikkita izotermik va ikkita adiabatik jarayonlardan tashkil topgan.



3.3-rasm. Teskari qaytar Karno tsiklining PV va TS diagrammalari.

Bu tsiklda 4-3 jarayon chizig'i bo'yicha issiqlik manbaidan $q_2 = T_2(s_3 - s_4)$ issiqlik beriladi.

2-1 jarayon chizig'i bo'yicha esa manbaga issiqlik beriladi $q_1 = T_1(s_2 - s_1)$

Karno tsiklining sovitish ko'effitsientini aniqlaymiz.

$$\varepsilon = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{T_2(s_3 - s_4)}{T_1(s_2 - s_1) - T_2(s_3 - s_4)}$$

$$\varepsilon = \frac{T_2}{T_1 - T_2} \quad \varepsilon > 0 \quad (3.5)$$

Temperaturalar farqiga qarab ε birdan katta, kichik va teng bo'lishi mumkin. Ko'pchilik real holda $\varepsilon > 1$

TOMSON TA'RIFI

1. Issiqlikni mexanikaviy ishga aylantirish uchun issiqlik manbai va temperaturasi shu manba temperaturasidan pastroq bo'lgan sovitgich bo'lishi ya'ni temperaturalar farqi bo'lishi zarur.

KLAUZIS TA'RIFI

II. Dvigatelga keltirilgan issiqlikning hammasini butunlay ishga aylantirib bo'lmaydi. Bu issiqlikning bir qismi temperaturasi pastroq bo'lgan tashqi jismlarga o'tadi.

BOLSMAN TA'RIFI.

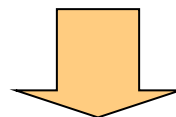
III. Issiqlik kamroq qizigan jismdan ko'proq qizigan jismga tashqi ish sarflamay turib o'z-o'ziga o'tkaza olmaydi.

Uchinchi ta'rif bevosita sovitish qurilmalariga taalluqlidir. Sovitgich ichida tevarak muhit temperaturasiga nisbatan past temperatura hosil qilish uchun muayyan miqdorda energiya sarflash lozim

1. *Raketa dvigatelida isitgichning va sovitgichning vazifasini nima bajaradi?*
2. *Karno siklining termik foydali ish koeffisienti nega 1 dan kichik bo'ladi?*

4-ilova

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- *ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;*
 - *o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.*

O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:
 V - xaqidagi bilimlarimga javob beradi;
 «-» - xaqidagi bilimlarimga zid;
 + - yangi ma'lumotlar
 ? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

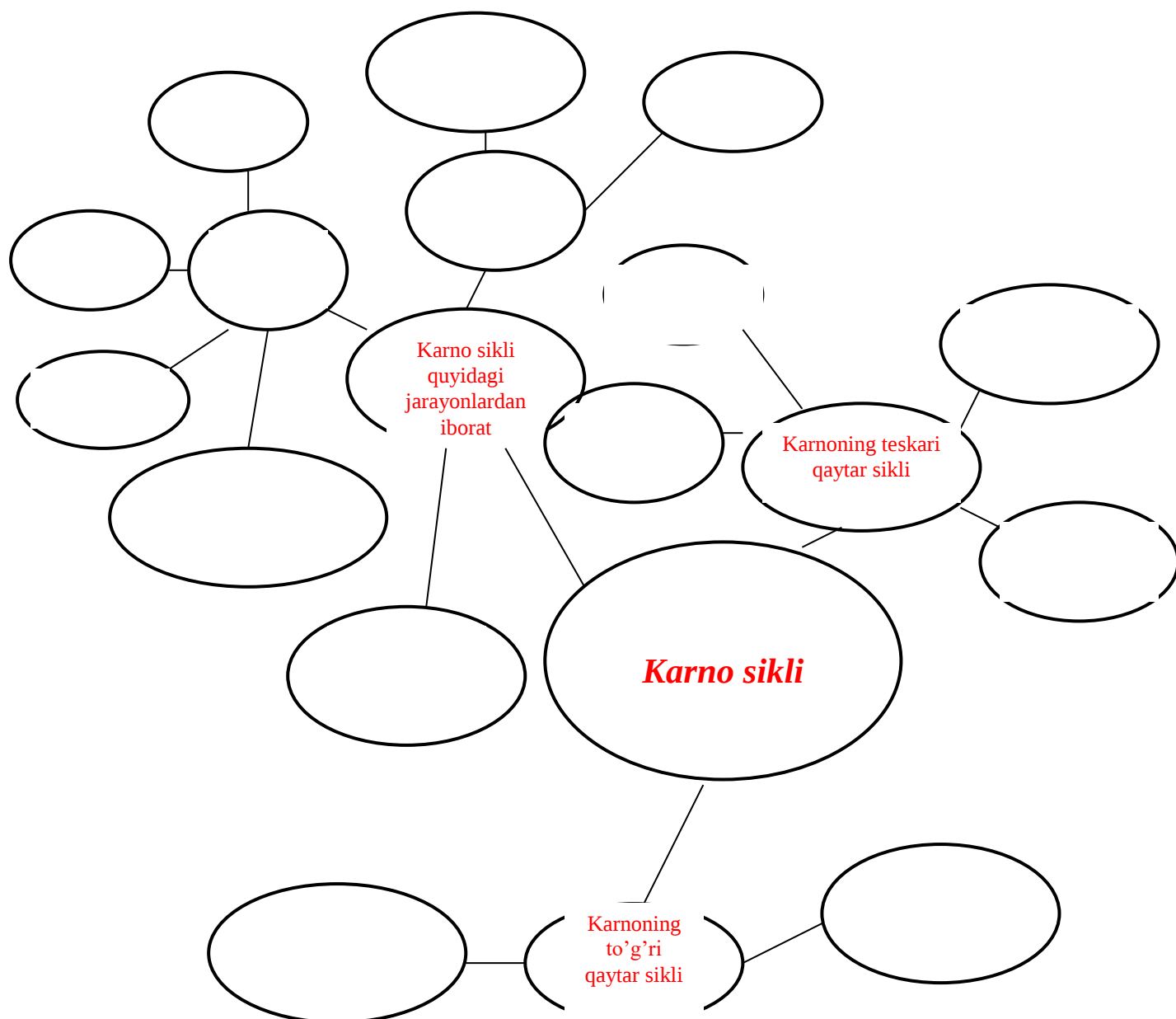
V	+	-	?

O'QUV-USLUBIY MATERIALLAR

O'QUV TOPSHIRIQLAR

“Klaster” organayzerini to'ldiring

“Karno sikli”



Klaster tuzish qoidalari

Klaster

Klaster - (bog'lovchi).

- Mavzu bo'yicha yangi ta'surotlarni kengaytiradi, fikrlash jarayonini chuqurlashtiradi, bilim olish jarayonini aktivlashtirib, erkin mulohaza yuritish va ularni boyitishga yordam beradi.
- O'quv mashg'ulotlarni barcha etaplarda qo'llanishi mumkin.

Klaster tuzish qoidasi bilan tanishish maqsadga muvofiq bo'ladi. Doska yoki katta bo'sh varaqda o'rtasida 1-2 tayanch so'zlari yordamida tuziladi.

Tayanch so'z va yo'ldosh so'zlar kichik dumoloq ichida yordamchi so'zlar bilan bir biriga ulanib munosabat beriladi. Mavzuga tegishli so'zlar yoziladi va aniqlanadi.

Klasterga joylashtirilgan so'zlar muhokamaga quyiladi.

1. Miyaga nima kelsa shu yoziladi. Kelgan g'oya muhokama qilinmasdan yoziladi.

2. Ajratilgan vaqt tugamaguncha yozishdan to'xtalmaydi. Yangi fikrlar kelgunda qadar qog'ozga chizish tavsiya etiladi.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar

1. Dalton qonuni qanday ta'riflanadi?

2. Issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi?

3. Entalpiya va entropiya gaz holatini xarakterlovchi parametrlarga kiradimi?

4. Tsiklning ishi nimadan iborat?

5. Issiqlik dvigatellar tsiklini ko'rsating?

6. Izotermik jarayonida F.I.K. nechaga teng?

4-MAVZU

TEROMODINAMIK JARAYONLAR

4.1.Ta'lim berish texnologiyasining modeli

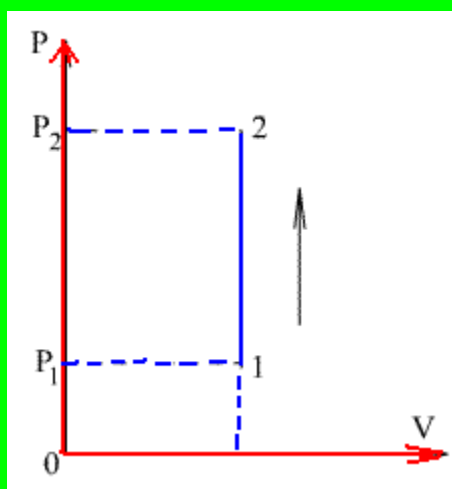
Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50- nafar.
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza
<i>Ma'ruza rejası</i>	<u>4.1.Termodinamik jarayonlarni tadqiqot qilish tartibi</u> <u>4.2.Izoxorik jarayon</u> <u>4.3.Izobarik jarayon</u> <u>4.4.Izotermik jarayon</u> <u>4.5.Adiabatik jarayon</u> <u>4.6.Politropik jarayon</u>
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: Talabalarga termodinamik jarayonlar to'g'risida tushuncha berish.</i>	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> • <u>Termodinamik jarayonlarni tadqiqot qilish tartibini o'rgatish.</u> • <u>Izoxorik, izobarik, izotermik, adiabatik, politropik jarayonlar to'g'risida tushuncha berish.</u>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> • <u>Termodinamik jarayonlarni tadqiqot qilish tartibi o'rgatiladi.</u> • <u>Izoxorik, izobarik, izotermik, adiabatik, politropik jarayonlar to'g'risida tushuncha beriladi.</u>
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, bltis-so'rov
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proektor, slayd
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

4.2 “Termodinamik jarayonlar” ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi

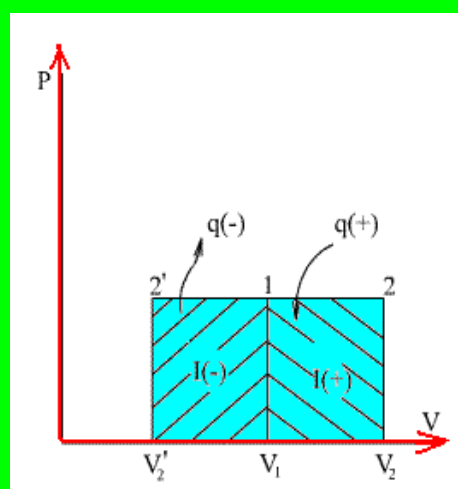
Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1 Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2. Yangi mavzuni nomi va uni qisqacha mazmuni beriladi.	Tinglaydi. Tinglaydi
2- bosqich Aso siy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Talabalar bilimini faollashtirish maqsadida savol beradi: “Termodinamik jarayonlar qanday ketma – ketlikda tadqiqot qilinadi?” 2.2. Javoblarni umumlashtirib, jarayonlarni tadqiqot qilishni kengroq yoritib beradi . 2.3. Termodinamik jarayonlar bo'yicha umumiy ma'lumotlarni beradi va talabalarni faollashtirish uchun savol beradi: “Jarayonlarning qo'llanilishi haqida qanday misollar keltira olasiz?” 2.4. Berilgan javoblarni umumlashtirib, barcha jarayonlarning PV va TS diagrammalari to'g'risida ma'lumotlar beradi (1-2 ilova).	Savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi. Talabalar berilgan savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi
3. Yak uniy bosqich (10 daqiqa)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining 1-3 savolini o'rganish vazifasini beradi: (3-ilova).	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

TERMODINAMIK JARAYONLAR QUYIDAGIGA BO'LINADI:

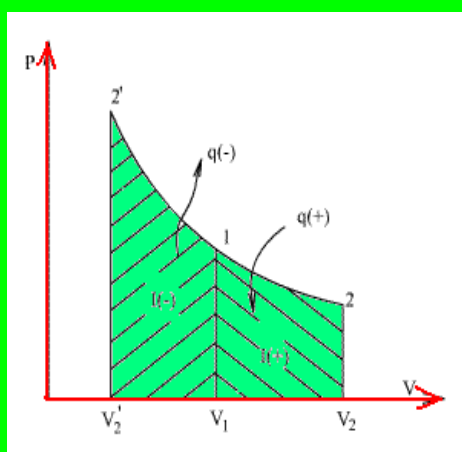
1. Izoxorik jarayon ($v = \text{const}$)
2. Izobarik jarayon ($p = \text{const}$)
3. Izotermik jarayon ($T = \text{const}$)
4. Adiabatik jarayon ($S = \text{const}, dq = 0$)
5. Politropik jarayon ($c = \text{const}$)



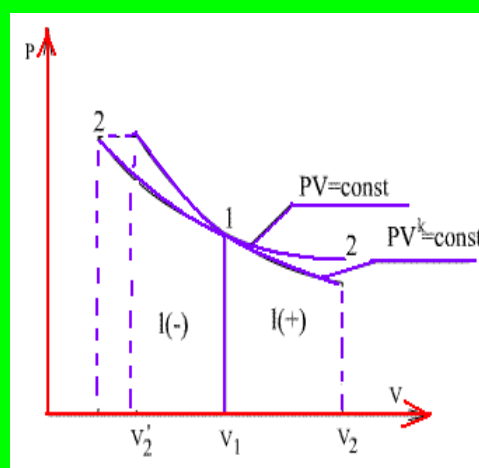
4.2-rasm. Izoxorik jarayonni PV diagrammasi



4.4-rasm. Izobarik jarayonni PV -diagrammasi



4.6-rasm. Izotermik jarayonni PV -diagrammasi



4.8-rasm. PV-diagrammada adiabatik va izotermik jarayonlar.

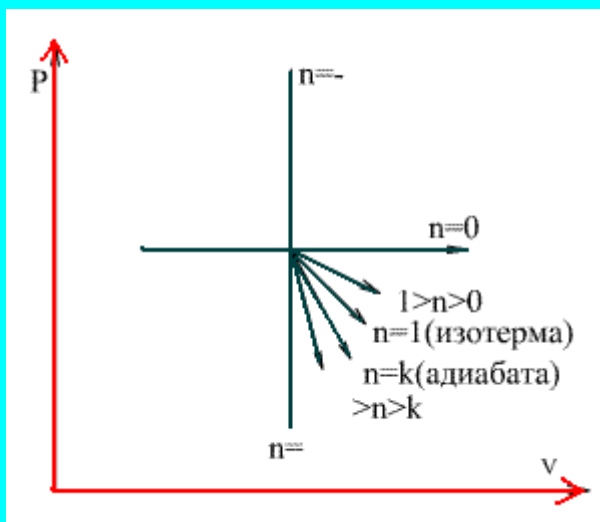
Haqiqiy jarayonlarda gaz hajmining hamma parametrlari o'zgaradi va bunday jarayonlar politropik jarayonlar deyiladi.

$PV^n = \text{const}$ bu yerda

Boshqa ko'rib o'tilgan jarayonlar politropik jarayonni xususiy holi hisoblanadi.

Masalan: $n = 0$ da politropik jarayon izobarik jarayonga, $n = 1$ da izoxorik jarayonga, $n = k$ da adiabatik jarayonga aylanadi.

Politropik va adiabatik jarayonlarning tenglamasi o'xshash bo'lgani uchun parametrlar orasidagi bog'lanish o'xshash bo'ladi.



4.10-rasm.Politropik jarayonni PV – diagrammasi

$$\frac{p_1}{p_2} = \left[\frac{v_2}{v_1} \right]^n \quad \text{ba} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left[\frac{v_2}{v_1} \right]^{n-1} \quad \text{ba} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left[\frac{p_1}{p_2} \right]^{\frac{n-1}{n}}$$

$$\Delta u = c_v (T_2 - T_1)$$

$$l = \frac{1}{n-1} (p_1 v_1 - p_2 v_2) \quad (4.17)$$

bu yerda

C_n -gazning politropik jarayondagi massaviy issiqlik sig'imi.

Termodinamikaning birinchi qonunidan foydalanib C_n ni hisoblash formulasini keltirib chiqaramiz: $q = u_2 - u_1 + l$

$$c_n (T_2 - T_1) = c_v (T_2 - T_1) + \frac{R}{n-1} (T_2 - T_1)$$

Tenglamani har ikkala tamoni $(T_2 - T_1)$ ga bo'lsak

$$c_n = c_v + \frac{R}{n-1}$$

ni hosil qilamiz. Bundan $R = c_p - c_v$

ekanligini hisobga olamiz,

$$c_n = c_v + \frac{c_p - c_v}{n-1} = c_v + \frac{k c_v - c_v}{n-1} = c_v \left(1 + \frac{k-1}{n-1} \right)$$

va soddalashtirib quyidagini hosil qilamiz

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

$$\alpha = \frac{\Delta u}{q} = \frac{c_v (T_2 - T_1)}{c_n (T_2 - T_1)} = \frac{c_v (T_2 - T_1)}{c_v \frac{n-k}{n-1} (T_2 - T_1)} \quad \text{bunda} \quad \alpha = \frac{n-1}{n-k} \quad (4.18)$$

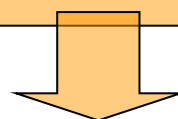
Politropik jarayonni TS – diagrammasi va sifat ko'rsatgichlari umumlashgan holda bo'ladi.

1. Nima uchun siqilgan gaz bilan tuldirilgan balon havoli, yuqori bosimli tuldirilgan quvur havoli emas?

2. Nima uchun yonayotgan o'tindan uchqin chiqadi?

3. Ba'zi hollarda gazlangan suv bilan tuldirilgan butilka propkasi otilib ketadi, nima uchun?

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;

- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.

O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - xaqidagi bilimlarimga javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlarimga zid;

+ - yangi ma'lumotlar

? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

V	+	-	?

O'QUV-USLUBIY MATERIALLAR

O'QUV TOPSHIRIQLAR

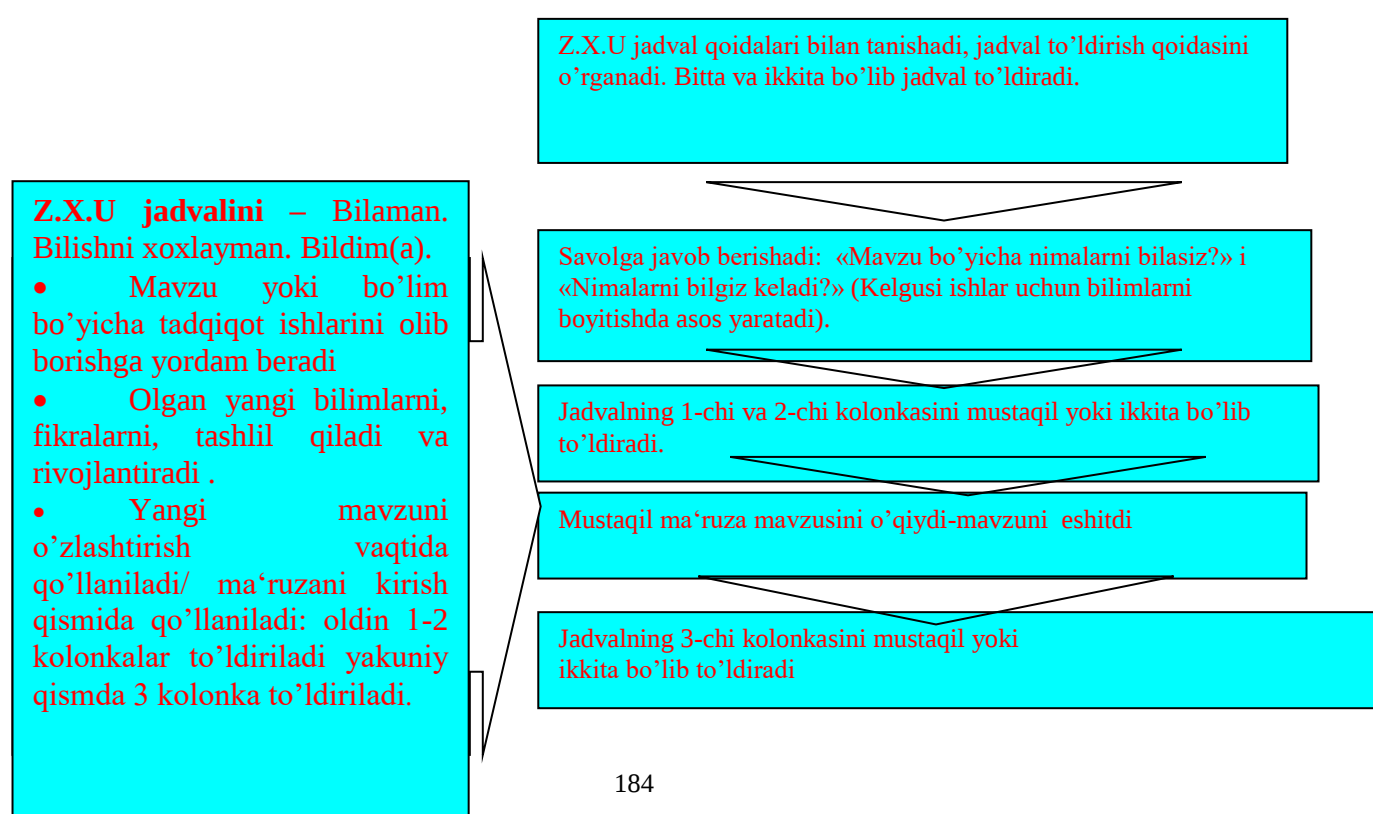
Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bildim. (B/BX/B) – Z.X.U. (Знаю. Хочу узнать. Узнал) tuzish qoidasi

Bilamiz	Bilishni xoxlaymiz	Bildik

TOIFALASH JADVALI

Termodinamik jarayonlar	Termodinamik jarayonlarni tadqiqot qilish tartibi	Termodinamik jarayonlarni tenglamasi
1. Izoxorik jarayon	1. Termodinamik jarayon (TDJ) tenglamasini aniqlash.	1. TDJ ning tenglamasi $V = \text{const}$
2. Izobarik jarayon	2. Jarayonni PV diagrammada tasvirlash.	2. TDJning tenglamasi $P = \text{const}$
3. Izotermik jarayon	3. Shu jarayonda holat parametrlari orasidagi bog'lanish.	3. TDJning tenglamasi $T = \text{const}$
4. Adiabatik jarayon	4. Gazning ichki energiyasining o'zgarishini, kengayishda bajargan ishini va jarayondagi issiqlik q ni aniqlash.	4. TDJning tenglamasi $PV^k = \text{const}$
5. Politropik jarayon	5. Jarayonda gazning entropiyasi bilan holat parametrlari orasidagi bog'lanishni aniqlash	5. TDJning tenglamasi $PV^n = \text{const}$

Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bildim. (B/BX/B) – Z.X.U. (Знаю. Хочу узнать. Узнал) tuzish qoidasi





1. Toifalar bo'yicha ma'lumotlarni taqsimlashning yagona usuli mavjud emas.
2. Bitta mini - guruhda toifalarga ajratish boshqa guruhda ajratilgan toifalardan farq qilishi mumkin.
3. Ta'lim oluvchilarga oldindan tayyorlab qo'yilgan toifalarni berish mumkin emas bu ularning mustaqil tanlovi bo'la olsin

O'z - o'zini tekshirish uchun savollar

1. Adiabatic jarayon deb qanday jarayonga aytiladi?
2. Izoxoraviy jarayonda entropiyaning o'zgarishi qanday aniqlanadi?
3. Politropik jarayonda issiqlik sig'imi qanday aniqlanadi?
4. Izoxorik jarayonda ish nimaga teng?
5. Izobarik jarayonda issiqlik ishga qanday aylanadi?

5-MAVZU

SUV BUG'I VA BUG' HOSIL BO'LISHNING ASOSIY JARAYONLARI . NAM HAVO

5.1.Ta'lim berish texnologiyasining modeli

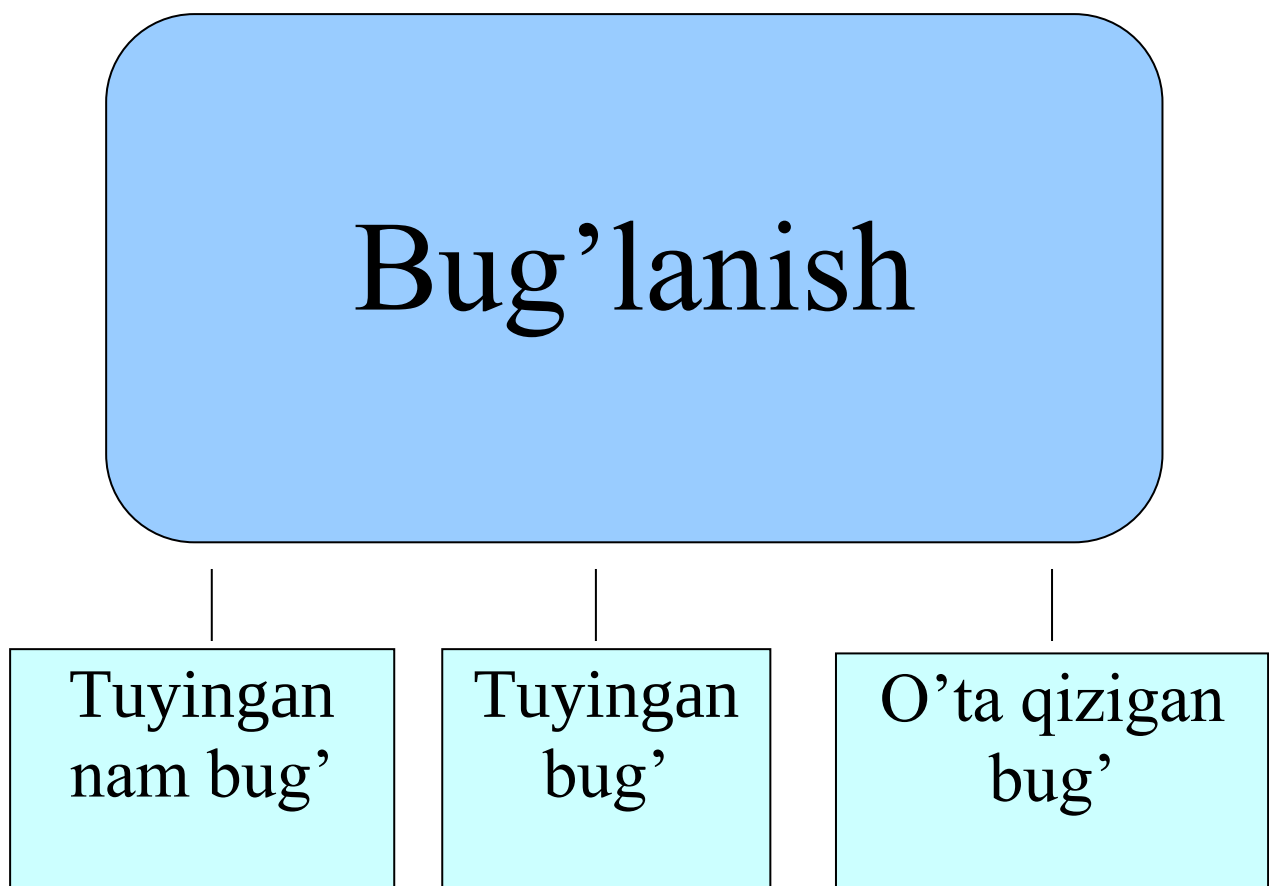
Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50 - nafar.
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza
Ma'ruza rejasi	<u>5.1. Suyuqlik va quruq bug'ning asosiy parametrlari.</u> <u>5.2. Bug' hosil bo'lish issiqligi.</u> <u>5.3. Nam havo.</u> <u>5.4. Nam havoning termodinamik parametrlari.</u>
O'quv mashg'ulotining maqsadi: "Suv bug'i va bug' hosil bo'lishning asosiy jarayonlari . Nam havo" mavzusi bo'yicha talabalarda bilim ko'nikmalarini hosil qilish.	
Pedagogik vazifalar: - Suyuqlik va quruq bug'ning asosiy parametrlari to'g'risida umumiy tushuncha berish; - Bug' hosil bo'lish issiqligi haqida tushuncha berish; Nam havo va uning termodinamik parametrlarini hisoblashni o'rgatish;	O'quv faoliyati natijalari: - Suyuqlik va quruq bug'ning asosiy parametrlari to'g'risida umumiy tushuncha beriladi; - Bug' hosil bo'lish issiqligi haqida tushuncha beriladi; - Nam havo va uning termodinamik parametrlarini hisoblashni o'rgatiladi;
Ta'lim berish usullari	Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, blits-so'rov
Ta'lim berish shakllari	Ommaviy
Ta'lim berish vositalari	O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proyektor, slayd
Ta'lim berish sharoiti	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
Monitoring va baholash	Og'zaki nazorat: savol-javob

5.2"“Suv bug'i va bug' hosil bo'lishning asosiy jarayonlari . Nam havo” ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1 Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2.Yangi mavzuni nomi va uni qisqacha mazmuni beriladi.	Tinglaydi. Tinglaydi

2- bosqich Aso siy bosqich (55 daqiq)	2.1. Talabalar bilimini faollashtirish maqsadida savol beradi: “Absolyut va nisbiy namlik nima?”. 2.2.Javoblarni umumlashtirib, bug’ hosil bo’lish jarayonlari to’g’risida batafsil ma’lumot beradi (1-ilova) 2.3. Nam havoning parametrlari to’g’risida tushuncha beradi va talabalar bilimini sinab ko’rish maqsadida savol beradi: “Nam saqlami va quruq tuyingan bug’ deb nimaga aytiladi?”. 2.4.Javoblarni umumlashtiradi va slayd yordamida olingan bilim ko’nikmalarini mustahkamlaydi.(2-ilova)	Savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi. Talabalar berilgan savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi
3.Yak uniy bosqich (10 daqiq)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo’yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o’quv materialining 1-3 savolini o’rganish vazifasini beradi: (3-ilova).	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

1-ILOVA



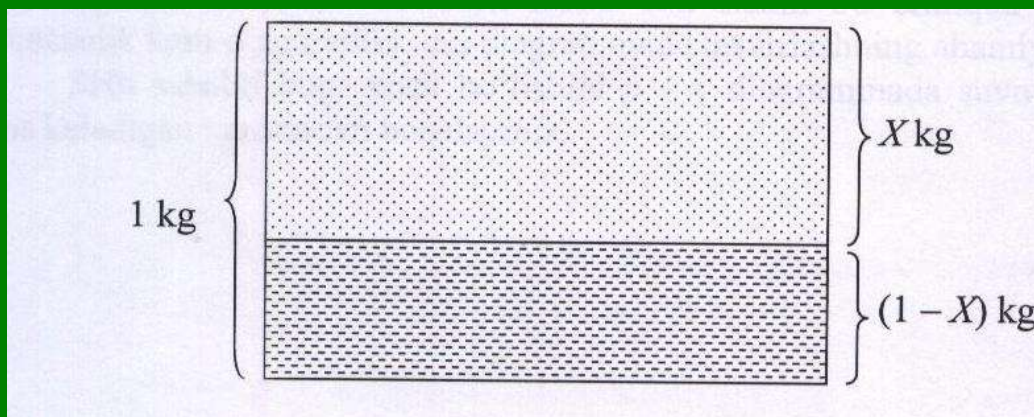
Bug'lanish: Moddaning suyuq holatdan bug' holatiga o'tishi bug'lanish deyiladi.

Xarorat va bosimi to'yinish bosimi va xaroratiga teng, lekin tarkibida suv zarralari bo'lmagan bug' quruq to'yingan bug' deb ataladi.

To'yingan bug'ning bug' saqlami: Bug' xosil bo'lish jarayonida nam 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.

$(1 - X)$ – 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 xarorati ko'tariladi, hajmi ortadi va to'yingan quruq bug' o'ta qizigan bug'ga aylanadi. Bug'ning o'ta qizish darajasi (t xaroratlar ayirmasidan aniqlanadi:

$$\Delta t = t - t_m$$

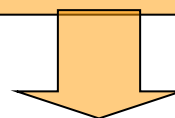
t – o'ta qizigan bug'ning xarorati;

t_m – to'yingan quruq bug'ning xarorati.

1. Qizdirilgan plitaga tushgan suv tomchisi irg'ib turadi, nima uchun?
2. Nima uchun yangi yopilgan non sovigan nondan og'irroq?
3. Nima uchun nam gugurt yonmaydi? Inson organizmiga ter chiqishini qanday ahamiyati bor?

3-ilova

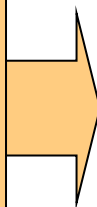
Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;

- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.



O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - xaqidagi bilimlarimga javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlarimga zid;

+ - yangi ma'lumotlar

? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

V	+	-	?

O'QUV-USLUBIY MATERIALLAR

O'QUV TOPSHIRIQLAR

Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bildim. (B/BX/B) – Z.X.U. (Знаю. Хочу узнат. Узнал) tuzish jadvali

Bilamiz	Bilishni xoxlaymiz	Bildik

Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bildim. (B/BX/B) – Z.X.U. (Знаю. Хочу узнат. Узнал) tuzish qoidasi

Z.X.U jadvalini – Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bildim(a).

- Mavzu yoki bo'lim bo'yicha tadqiqot ishlarini olib borishga yordam beradi

- Olgan yangi bilimlarni, fikralarni, tashlil qiladi va rivojlantiradi.

- Yangi mavzuni o'zlashtirish vaqtida qo'llaniladi/ ma'ruzani kirish qismida qo'llaniladi: oldin 1-2 kolonkalar to'ldiriladi yakuniy qismida 3 kolonka to'ldiriladi.

Z.X.U jadval qoidalari bilan tanishadi, jadval to'ldirish qoidasini o'rganadi. Bitta va ikkita bo'lib jadval to'ldiradi.

Savolga javob berishadi: «Mavzu bo'yicha nimalarni bilasiz?» i «Nimalarni bilgiz keladi?» (Kelgusi ishlar uchun bilimlarni boyitishda asos yaratadi).

Jadvalning 1-chi va 2-chi kolonkasini mustaqil yoki ikkita blib to'ldiradi.

Mustaqil ma'ruza mavzusini o'qiydi-mavzuni eshitdi

Jadvalning 3-chi kolonkasini mustaqil yoki ikkita bo'lib to'ldiradi

1. Ideal gazning va bug'ning farqi nimadan iborat?
2. To'yingan bug'ning namligi nechaga teng?
3. Suv bug'ining hosil qilish jarayoni.
4. Absolyut namlik va nisbiy namlik nima?
5. Nam saqlami deb nimaga aytiladi?
6. Quruq to'yingan bug' deb nimaga aytiladi?

6-MAVZU

SUV BUG'INING PV, TS DIAGRAMMALARI. BUG' KUCH QURILMASINING SIKLI. RENKIN SIKLI.

6.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50- nafar.
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza
Ma'ruza rejasi	<u>6.1. Bug' hosil bo'lish jarayonining RV diagrammada tasvirlanishi.</u> <u>6.2 Bug' hosil bo'lish jarayonining TS diagrammalar tasvirlanishi.</u> <u>6.3.Renkinning ideal sikli</u> <u>6.4.Bug' kuch siklining tejamliligini oshirish usullari.</u>
O'quv mashg'ulotining maqsadi.: Suv bug'ining pv, ts diagrammalari. bug' kuch qurilmasining sikli. renkin sikli to'g'risida bilimlarga ega bo'lish	
Pedagogik vazifalar: Bug' hosil bo'lish jarayonining PV diagrammasi to'g'risida ma'lumot berish;	O'quv faoliyati natijalari: Bug' hosil bo'lish jarayonining PV diagrammasi to'g'risida ma'lumot beriladi;

• Bug' hosil bo'lish jarayonining TS diagrammasi to'g'risida ma'lumot berish; • Renkin siklining ishlash jarayonini o'rgatish; • Bug' kuch siklining tejamliligini oshirish usullari to'g'risida tushuncha berish;	• Bug' hosil bo'lish jarayonining TS diagrammasi to'g'risida ma'lumot beriladi; • Renkin siklining ishlash jarayoni o'rgatiladi; • Bug' kuch siklining tejamliligini oshirish usullari to'g'risida tushuncha beriladi;
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, blits-so'rov
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proyektor, slayd
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

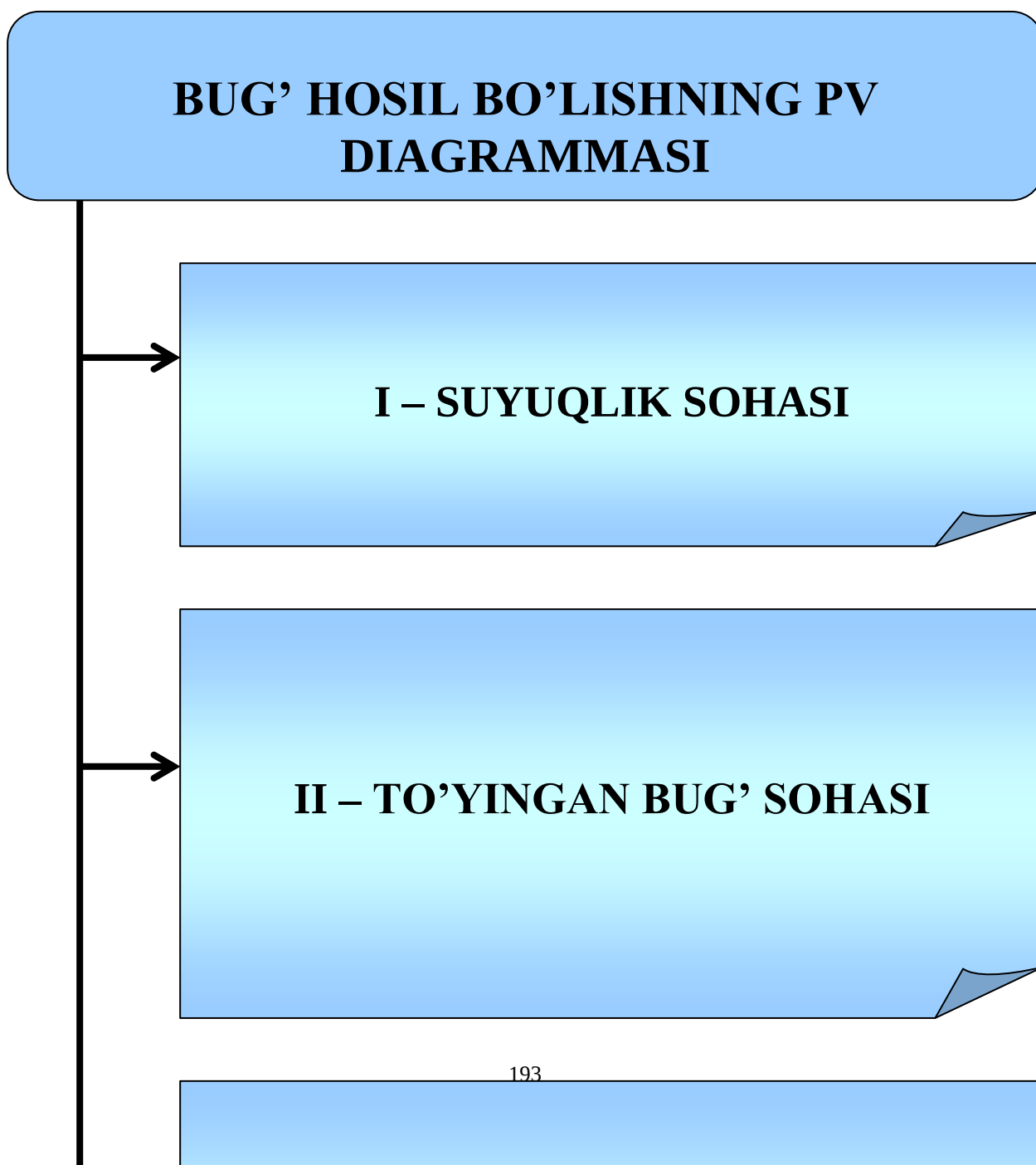
6.2. "SUV BUG'NING PV, TS DIAGRAMMALARI. BUG' KUCH QURILMASINING SIKLI. RENKIN SIKLI".

mavzusi bo'yicha ma'ruzaning texnologik xaritasi

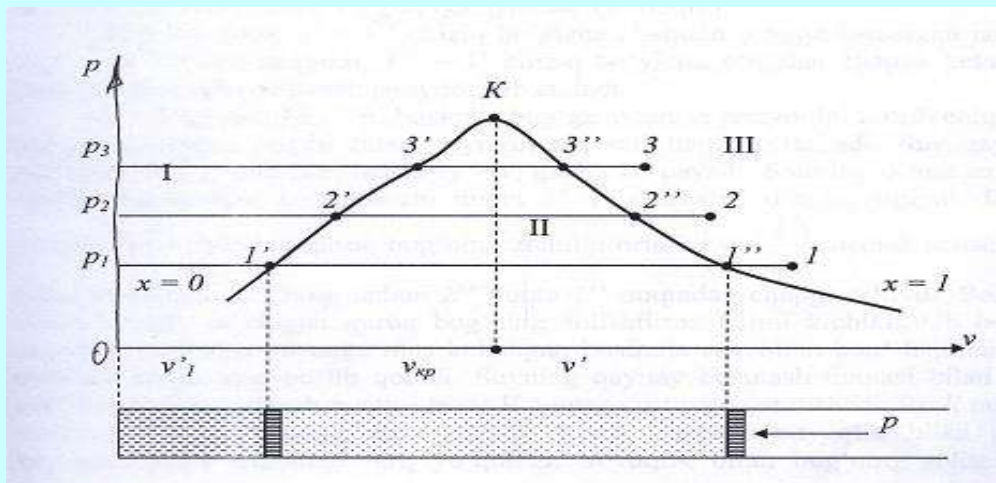
Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish bosqichi (10 daqiqa)	1.1. Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2. Mavzu nomi, uning maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.3. Mavzu rejasi savollarini ekranga chiqaradi va ularga qisqacha sharh beradi.	Tinglaydi.
2. Asosiy bosqich (60 daqiqa)	2.1. Talabalar ishtirokini faollashtirish maqsadida savol beradi: "Qaynash deb nimaga aytiladi va qaynash temperaturasi bosimga bog'liqmi?" 2.2. Talabalar bergan javoblarni umumlashtirib, bug' hosil bo'lishning PV diagrammasi to'g'risida batafsil ma'lumot beradi. (1-2 - ilova). 2.3. Renkin silki to'g'risida umumiy ma'lumotlar berib talabalar bilimini sinash maqsadida savol beradi: "Renkin sikli qanday ishlaydi?"	Talabalar berilgan savollarga javob beradi. Tinglaydi va yozadi. Savollarga

	2.4.Javoblarni umumlashtiradi va Renkin sikli va uning PV diagrammasi to'g'risida slaydlar yordamida ma'lumot beradi (3-ilova).	javob beradi Tinglaydi va yozadi
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining savolini o'rganish vazifasini beradi: (4-ilova). Insert texnikasidan foydalanish qoidasini eslatadi	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

1-ILOVA



BUG' HOSIL BO'LIHNING PV DIAGRAMMASI



6.1. – rasm.

Bug' hosil bo'lishining boshlanishi diagrammada 1' nuqta bilan belgilanadi. Bu 1 kg suv to'yinish harorati va bosimida (r_1 ; t_1 da) tsilindrda v'_1 hajmni egallaydi degan so'z. Xuddi shu paytda tsilindrda faqat bir fazali sistemaning o'zi – suv bo'ladi, xolos.

Tsilindrda yana issiqlik keltirilganda suv asta – sekin bug'ga aylanadi. Bug' hosil bo'lish jarayoni o'zgarmas bosimda 1' – 1'' 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.

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

1'' nuqta da suyuqlikning oxirgi zarrasi ham bug'ga aylanadi. Bu nuqta da berilgan 1 kg suv to'liq 1 kg to'yingan quruq bug'ga aylanadi. Tsilindrda yana bir fazali muhit paydo bo'ladi – bu to'yinish harorati va bosimidan, parametrlari v''_1 , p_1 , t_1 bo'lgan to'yingan quruq bug'dir.

To'yingan quruq bug'ning holati beqarordir. Nuqta 1'' dan jarayon bug'ning o'ta qizish yo'nalishida yoki, aksincha kondensatlanishi yo'nalishida ketishi mumkin.

Agar tsilindrda o'zgarmas bosimda issiqlik keltirilishi davom ettirilsa, u holda to'yingan quruq bug' o'ta qizigan bug'ga aylanishi 1'' – 1 izobara bo'yicha davom etadi; bu izobara endi izoterma bo'la olmaydi, chunki keltirilgan issiqlik bug'ning qizishiga, haroratini oshirishga sarf bo'ladi.

Agar to'yingan quruq bug'dan (1'' nuqta) o'zgarmas bosimda va haroratda issiqlik olib ketilsa, u holda 1 kg to'yingan bug' asta – sekin 1'' – 1' chiziqli bo'yicha kondensatlanib, 1 kg suvga aylanadi (1' nuqta).

Shunday qilib, 1' – 1'' chiziqli bo'yicha chapdan o'ngga ketadigan jarayon bug' hosil bo'lish jarayoni, 1'' – 1' chiziqli 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' nuqta dan o'ngga siljiydi.

Bosim o' $\left(v = \frac{1}{\rho} \right)$, demak solishtirma hajmi kamayadi. Shuning uchun 2'' nuqta 1'' nuqta dan chapga

siljiydi. rtishi bilan to'yingan quruq bug'ning zichligi ortadi

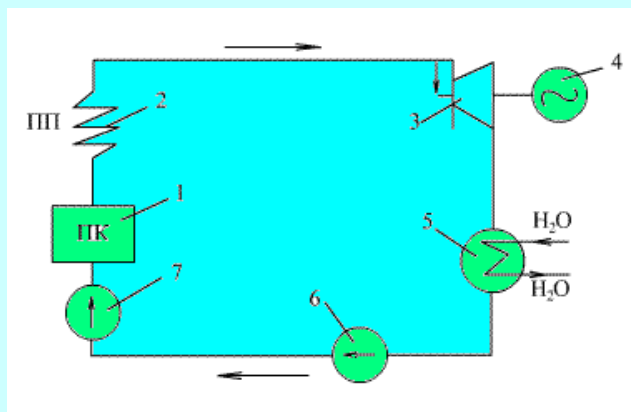
Shunday qilib, kritik holatdagi modda bir fazali bo'lib, bir vaqtning o'zida ham gaz holatidagi, ham suyuq jismlarning xossalari ega bo'ladi.

I – suyuqlik sohasi;

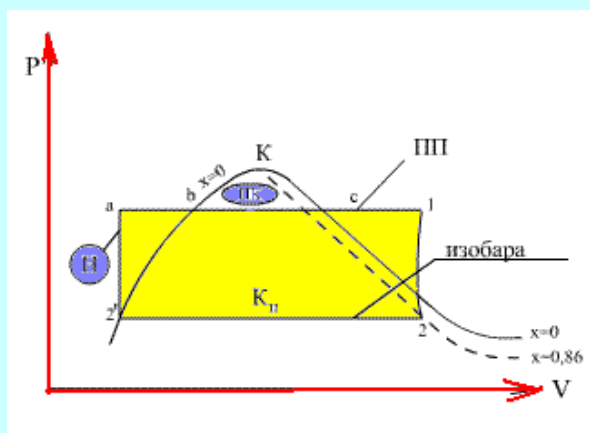
II – to'yingan bug' sohasi;

III – o'ta qizigan bug' sohasi

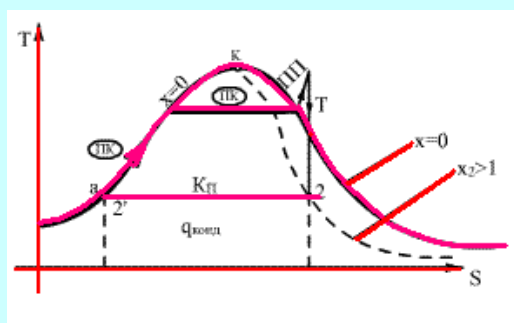
RENKIN SIKLI SXEMASI VA UNING PV, TS DIAGRAMMASI



8.1-rasm. Bug' kuch ustanovkasining elementar sxemasi:
1 - bug' qozoni, 2 - bug' qizdirgich, 3 – turbina, 4 – generator,
5 – kondensator, 6 - kondensat nasosi, 7 - taminlash nasosi.



.2-rasm. Renkin tsiklining PV diagrammasi:



8.3-rasm. Renkin tsiklining TS diagrammasi.

1. Qozon agregatining manitori 13 at. Bosimni ko'rsatayapti, temperatura 670°S bo'lsa, bug' qanday holatda bo'ladi?
2. Suv nasosi yordamida qaynayotgan suvni kutarsa bo'ladimi?
3. Bug'-kuch qurilmasida kondensator qanday vazifani bajaradi?
4. turbinagakelayotgan bug'ning bosimi bilan F.I.K. qanday bog'liq?

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.

Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;
- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.

O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

- V - xaqidagi bilimlarimga javob beradi;
- «-» - xaqidagi bilimlarimga zid;
- + - yangi ma'lumotlar
- ? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

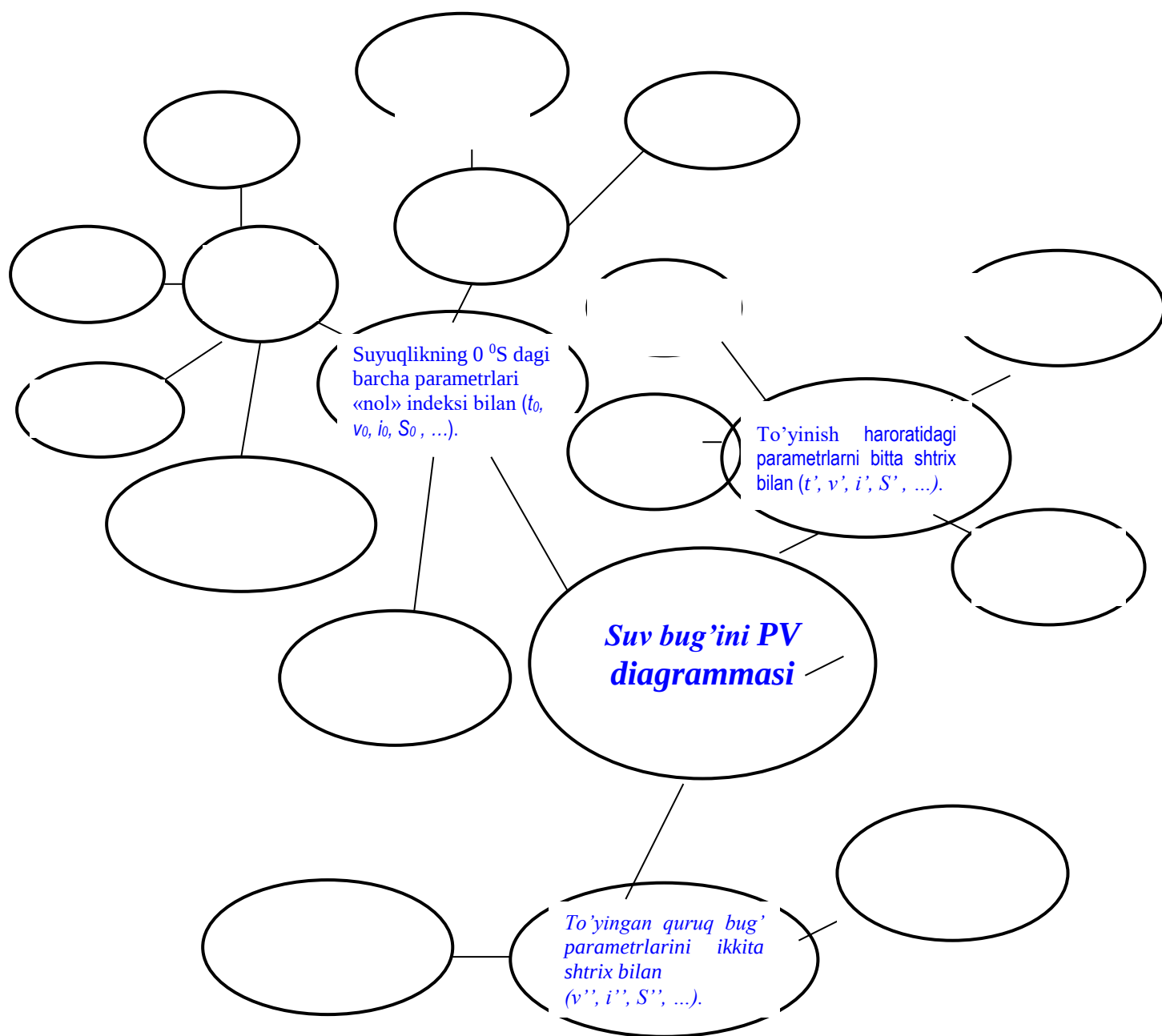
	+	-	?

O'QUV-USLUBIY MATERIALLAR

O'QUV TOPSHIRIQLAR

“Klaster” organayzerini to'ldiring

“Suv bug'ini PV diagrammalari”.



Klaster tuzish qoidalari

Klaster

Klaster - (bog'lovchi).

- Mavzu bo'yicha yangi ta'surotlarni kengaytiradi, fikrlash jarayonini chuqurlashtiradi, bilim olish jarayonini aktivlashtirib, erkin mulohaza yuritish va ularni boyitishga yordam beradi.
- O'quv mashg'ulotlarni barcha etaplarda qo'llanishi mumkin.

Klaster tuzish qoidasi bilan tanishish maqsadga muvofiq bo'ladi. Doska yoki katta bo'sh varaqda o'rtasida 1-2 tayanch so'zlari yordamida tuziladi.

Tayanch so'z va yo'ldosh so'zlar kichik dumoloq ichida yordamchi so'zlar bilan bir biriga ulanib munosabat beriladi. Mavzuga tegishli so'zlar yoziladi va aniqlanadi.

Klasterga joylashtirilgan so'zlar muhokamaga quyiladi.

1. Miyaga nima kelsa shu yoziladi. Kelgan g'oya muhokama qilinmasdan yoziladi.

2. Ajratilgan vaqt tugamaguncha yozishdan to'xtalmaydi. Yangi fikrlar kelgunda qadar qog'ozga chizish tavsiya etiladi.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar

1. Qaynash deb nimaga aytiladi. Qaynash temperaturasi bosimga bog'liqmi?

2. Bug' hosil bo'lish jarayoni pV diagrammada qanday tasvirlangan?

3. Suv bug'ining is diagramasi qaerlarda qo'llaniladi?

4. Suv bug'ini PV , TS , HS -diagrammalarini ko'rsatib o'ting.

5. Bug'-kuch qkurilmasi sxesini tushuntiring.

6. Renkin tsikli sxemasini aytib o'ting.

7-MAVZU

ISSIQLIK ALMASHINISHI USULLARI. ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK.

7.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50- nafar.
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza
<i>Ma'ruza rejasu</i>	<u>7.1. Issiqlik o'zatish asoslari.</u> <u>7.2. Issiqlik o'tkazuvchanlik Asosiy tushunchalar.</u> <u>7.3. Fure qonuni.</u> <u>7.4. Yassi bir qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanligi.</u> <u>7.5. Yassi ko'p qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanligi.</u> <u>7.6. Tsilindrik devorning issiqlik o'tkazuvchanligi.</u>
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: Issiqlik almashinishi usullari. Issiqlik o'tkazuvchanlik tog'risida ma'lumot berish.</i>	
Pedagogik vazifalar: • Issiqlik uzatish asoslari, issiqlik o'tkazuvchanlik, Fur'e qonuni to'g'risida umumiy tushunchalar berish. • Yassi bir qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanligi to'g'risida tushuncha berish. • Yassi ko'p qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanligi to'g'risida tushuncha berish. • Slindrik devorning issiqlik o'tkazuvchanligi to'g'risida tushuncha berish.	O'quv faoliyati natijalari: • Issiqlik uzatish asoslari, issiqlik o'tkazuvchanlik, Fur'e qonuni to'g'risida umumiy tushunchalar beriladi. • Yassi bir qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanligi to'g'risida tushuncha beriladi. • Yassi ko'p qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanligi to'g'risida tushuncha beriladi. • Slindrik devorning issiqlik o'tkazuvchanligi to'g'risida tushuncha beriladi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, blits-so'rov
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proyktor, slayd
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

7.2. “Issiqlik almashinishi usullari. Issiqlik o'tkazuvchanlik” ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish bosqichi <i>(10 daqiqa)</i>	1.1. Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2. Mavzu nomi, uning maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.3. Mavzu rejasi savollarini ekranga chiqaradi va ularga qisqacha sharh beradi.	Tinglaydi.
2. Asosiy bosqich <i>(60 daqiqa)</i>	2.1. Talabalar ishtirokini faollashtirish maqsadida savol beradi: Fur'e qonunini qanday tushundingiz? 2.2. Javoblarni umumlashtirib, slayd yordamida issiqlik o'tkazuvchanlik usulini kengroq yoritib beradi <i>(1-ilova)</i> . 2.3. Jismlarning issiqlik o'tkazuvchanligi usulini batafsil tushuntiradi va talabalarni faolligini oshirish maqsadida savol beradi: Turli – xil devorlarning issiqlik o'tkazuvchanligi qanday farqlanadi? 2.4. Talabalar javobini umumlashtirib, slayd yordamida yassi bir qatlamli, yassi ko'p qatlamli, silindrik devorlarning issiqlik o'tkazuvchanligi kengroq tushuntiradi <i>(2-ilova)</i> .	Talabalar savollarga javob beradi. Tinglaydi. Talabalar savollarga javob beradi Tinglaydi va yozadi
3. Yakuniy bosqich <i>(10 daqiqa)</i>	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining savolini o'rganish vazifasini beradi: <i>(3-ilova)</i> . Insert texnikasidan foydalanish qoidasini eslatadi	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

1.Issiqlik o'tkazuvchanlik usuli -

Qattiq jism, suyuqlik va gazlarning o'zi orqali issiqlik o'tkazish qobiliyatiga issiqlik o'tkazuvchanlik deyiladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik jismning turli temperaturali ayrim qismlari bir-biriga bevosita tekanda issiqlik energiyasining tarqalish jarayoni. Issiqlik metal va qotishmalarda erkin elektronlari yordamida uzatiladi.

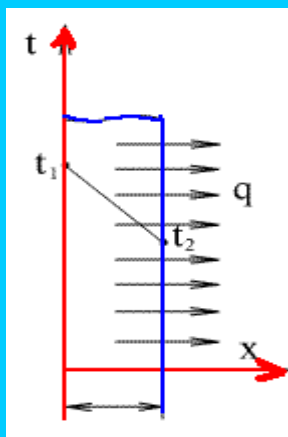
2.Konvektiv issiqlik almashinuv

usuli — *Suyuqlik va gazlarning fazoda vaqt birligida harakatlanishi tufayli issiqlik uzatishga aytiladi. Bunda suyuqlik va gaz oqimi ichida issiqlik o'tkazuvchanlik ham ro'y beradi shunga asosan konvektiv issiqlik almashinuvi konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlikning birgalikda ta'siridir.*

3Nuriy issiqlik almashinuv usuli—

Nurlanish (nuriy issiqlik almashinuvi) energiyaning elektrmagnitaviy to'lqinlar, fotonlar vositasida uzatilish jarayoni. Nurlanish bilan issiqlik uzatilishida energiya ikki marta o'zgaradi: ko'proq qizdirilgan jism elektrmagnitli to'lqinlar, fotonlar tarzida energiya chiqaradi (nurlanadi), kamroq qizdirilgan jism esa bu energiyani yutadi va isiydi. Faqat shu usulda vakuum orqali issiqlik uzatilishi mumkin.

TURLI XIL DEVORLARNING ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIGI

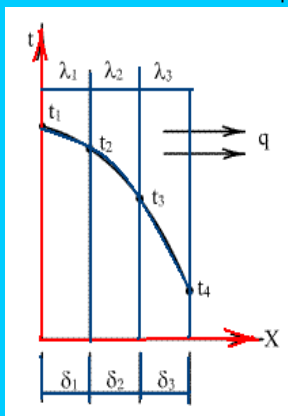


**Yassi bir qatlamli devorning
issiqlik o'tkazuvchanligi.**

Elementar qatlam uchun Fure tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \quad dt = -\frac{q}{\lambda} dx \quad \text{integrallasak} \quad t = -\frac{q}{\lambda} x + c \quad t^{x=0}=t_1 \text{ bo'lganda } t_1$$

$$t = -\frac{q}{\lambda} x + t_1 \quad t_2 - t_1 = -\frac{q}{\lambda} \delta \quad q = \frac{t_1 - t_2}{\delta / \lambda} \quad Q = q F \tau = \frac{\lambda}{\delta} \Delta t F \tau$$

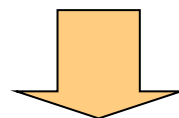


**Yassi ko'p qatlamli devorning
issiqlik o'tkazuvchanligi**

1. Gazlarning issiqlik o'tkazuvchanligi temperaturaga qanday bog'liq?
2. Bir qatlamli temperatura qanday o'zgaradi?
3. Xonadagi devorlar qatlamlari orasidagi temperatura qanday o'zgaradi?
4. Silindrik devorda temperatura qanday qonun bo'yicha o'zgaradi?

3-ILOVA

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;

- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.

O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - xaqidagi bilimlarimga javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlarimga zid;

+ - yangi ma'lumotlar

? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

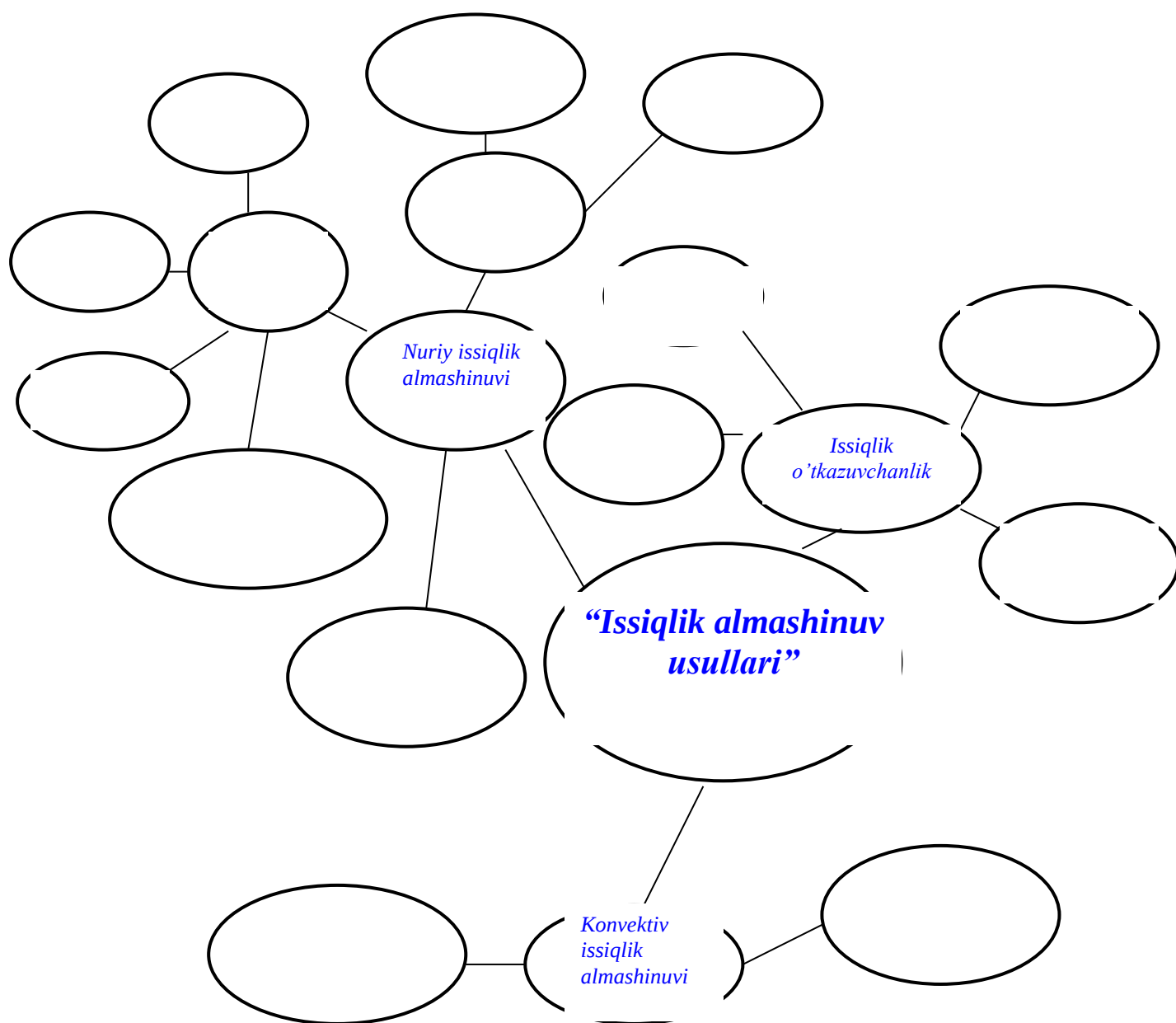
V	+	-	?

O'QUV-USLUBIY MATERIALLAR

O'QUV TOPSHIRIQLAR

“Klaster” organayzerini to'ldiring

“Issiqlik almashinuv usullari”



Klaster tuzish qoidalari

Klaster

Klaster - (bog'lovchi).

- Mavzu bo'yicha yangi ta'surotlarni kengaytiradi, fikrlash jarayonini chuqurlashtiradi, bilim olish jarayonini aktivlashtirib, erkin mulohaza yuritish va ularni boyitishga yordam beradi.
- O'quv mashg'ulotlarni barcha etaplarda qo'llanishi mumkin.

Klaster tuzish qoidasi bilan tanishish maqsadga muvofiq bo'ladi. Doska yoki katta bo'sh varaqda o'rtasida 1-2 tayanch so'zlari yordamida tuziladi.

Tayanch so'z va yo'ldosh so'zlar kichik dumaloq ichida yordamchi so'zlar bilan bir biriga ulanib munosabat beriladi. Mavzuga tegishli so'zlar yoziladi va aniqlanadi.

Klasterga joylashtirilgan so'zlar muhokamaga quyiladi.

1. Miyaga nima kelsa shu yoziladi. Kelgan g'oya muhokama qilinmasdan yoziladi.

2. Ajratilgan vaqt tugamaguncha yozishdan to'xtamaydi. Yangi fikrlar kelgunda qadar qog'ozga chizish tavsiya etiladi.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar

- 1. Issiqlik o'tkazuvchanlik deb nimaga aytiladi?**
- 2. Fure qonuni qanday ta'riflanadi?**
- 3. Yassi bir li devorning issiqlik o'tkazuvchanligi qanday aniqlanadi?**
- 4. Fure qonunining formulasini yozib bering.**
- 5. Issiqlik o'tkazuvchanlik jarayoni nimadan iborat?**
- 6. Issiqlik oqimi formulasini yozib bering.**

8-MAVZU

KONVEKTIV ISSIQLIK ALMASHINUVI

8.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50- nafar.
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza
Ma'ruza rejasi	<u>8.1. Asosiy tushunchalar.</u> <u>8.2. O'xshashliklar nazariyasi xakida tushuncha.</u> <u>8.3. Erkin xarakatlanishda issiqlik berilishi.</u> <u>8.4. Majburiy xarakatlanishda issiqlikning berilishi.</u>
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Konvektiv issiqlik almashinuvi usulini o'rganish.	
Pedagogik vazifalar: • Konvektiv issiqlik almashinuvi usuli to'g'risida ma'lumot berish; • <u>O'xshashliklar nazariyasi haqida tushuncha berish;</u> • <u>Erkin harakatlanishda issiqlik berilishini o'rganish;</u> • <u>Majburiy harakatlanishda issiqlik berilishini o'rganish.</u>	O'quv faoliyati natijalari: • Konvektiv issiqlik almashinuvi usuli <u>to'g'risida ma'lumot beriladi;</u> • <u>O'xshashliklar nazariyasi haqida tushuncha beriladi;</u> • <u>Erkin harakatlanishda issiqlik berilishini o'rganiladi;</u> • <u>Majburiy harakatlanishda issiqlik berilishini o'rganiladi.</u>
Ta'lim berish usullari	Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, blits-so'rov
Ta'lim berish shakllari	Ommaviy
Ta'lim berish vositalari	O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proyektor, slayd
Ta'lim berish sharoiti	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
Monitoring va baholash	Og'zaki nazorat: savol-javob

8.2. "Konvektiv issiqlik almashinuvi usulini" mavzusi bo'yicha ma'ruzaning texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish bosqichi (10 daqiqa)	1.1.Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2.Mavzu nomi, uning maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.3. Mavzu rejasi savollarini ekranga chiqaradi va ularga qisqacha sharh beradi.	Tinglaydi.

2. Asosiy bosqich (60 daqiqa)	2.1.Talabalar ishtirokini faollashtirish maqsadida savol beradi: “Konvektiv issiqlik almashinuvi deb nimaga aytiladi?” 2.2. Javoblarni umumlashtirib, “Konvektiv issiqlik almashinuvi to'g'risida slayd orqali ma'lumot beradi (1-ilova). 2.3.O'xshashliklar nazariyasi tushuntiradi va talabalar bilimini tekshirish maqsadida savol beradi: O'xshashliklar kriteriyalari deb nimaga aytiladi? 2.4.Javoblarni umumlashtirib slayd yordamida o'xshashliklar kriteriyalarini batafsil tushuntirib beradi.(2-ilova) 2.5.Slayd yordamida erkin va majburiy harakatlanishdagi issiqlik berilishlari tushuntiradi.(3-ilova)	Talabalar savollarga javob beradi. Tinglaydi va yozadi Tinglaydi va yozadi Savollar ga javob beradi. Tinglaydi va yozadi
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining savolini o'rganish vazifasini beradi: (4-ilova). Insert texnikasidan foydalanish qoidasini eslatadi	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

1-ILOVA

KONVEKTIV ISSIQLIK ALMASHINUV USULI

Yuqorida aytilganidek gaz va suyuqlik makrozarralarining bir joydan ikkinchi joyga siljishida issiqlikning uzatilish jarayoni konvektsiya deyiladi. Issiqlikning konvektiv va molequlyar uzatilishining birgalikda ta'sir etishi tufayli bo'ladigan issiqlik almashinishi konvektiv issiqlik almashinish deyiladi.

Xarakatlanuvchi muhit va uning qattiq jism bilan chegara sirti orasidagi konvektiv issiqlik almashinuvi issiqlik berish deyiladi.

Issiqlik berishni hisoblashda Nyuton qonunidan foydalaniladi.

$$Q = \alpha F(t_c - t_{\partial ee}) \quad (8.1)$$

Agar $F=1m^2$ deb qabul qilsak $1m^2$ yuzadan o'tadigan issiqlik oqimining vatt hisobidagi zichligini olamiz

$$q = \alpha(t_c - t_{\partial ee}) \quad (8.2)$$

yoki

$$q = \frac{t_c - t_{\partial ee}}{1/\alpha} \quad (8.3)$$

$1/L$ – kattalik issiqlik berish termik qarshiligi deyiladi.

$$\alpha = \frac{q}{t_c - t_{\partial ee}} \quad (8.4)$$

O'XSHASHLIKLAR NAZARIYASI HAQIDA TUSHUNCHA

O'xshashliklar nazariyasi konkret ustanovkada olingan tajriba natijalarini boshqa shunga o'xshash hodisalarga qachon tatbiq etish mumkinligini, ya'ni jarayonlarning o'xshashligini aniqlashga imkon beradi.

Bunda masshtablar shuningdek, masalaga kiruvchi fizikaviy konstantalar o'xshashlik sonlari yoki kriteriylari deyiladigan o'lchamsiz komplekslar holida birlashtiriladi.

Quyida ulardan ayrimlarini keltiramiz.

Nusselt soni, qattiq jism bilan suyuqlik chegarasida issiqlik almashinuvini xarakterlaydi.

$$N = \frac{\alpha l_0}{\lambda} \quad (8.5)$$

l_0 - o'ziga xos chizig'iy o'lchami.

Reynolds soni inertsia kuchlari bilan qovushqoqlik nisbatini xarakterlaydi. bu yerda - suyuqlikning kinematik qovushqoqligi

$$R = \frac{v_0 l_0}{\nu} \quad (8.6)$$

Grasgof soni zichliklarning farqi tufayli suyuqlikda paydo bo'ladigan ko'tarish kuchlarining qovushqoqlik kuchlariga nisbatini xarakterlaydi.

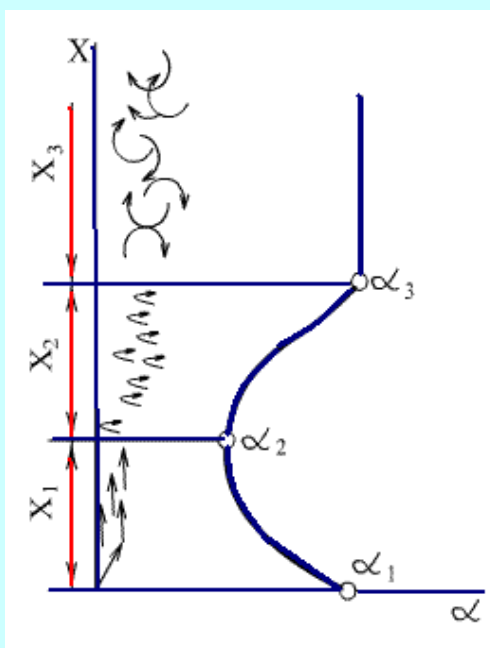
$$Gr = \frac{g \beta (t_{\text{d}} - t_c) l_0^3}{\nu^2} \quad (8.7)$$

b - suyuqlik yoki gazning hajmiy kengayish koeffitsienti (gazlar uchun $b=1/T$)

Prandtl soni suyuqlikning fizikaviy xossalarini xarakterlaydi.

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha}$$

ERKIN VA MAJBURIY HARAKATLANISHLARDA ISSIQLIKNING BERILISHI.



8.1-rasm. Havoning qizigan vertikal truba atrofida xarakatlanish sxemasi.

Majburiy harakatda issiqlik berish intensivligi, asosan muhitning (suyuqlik va gazning) harakatlanish xarakteri bilan aniqlanadi.

Amalda, ko'pincha, turbulent xarakat uchraydi, bunda issiqlik berish koeffitsienti laminar harakatdagiga qaraganda ancha katta bo'ladi.

Laminar oqimda (harakatda) trubalardagi issiqlik almashinuvi.

Gorizontall joylashgan trubalarda suyuqlikning majburiy laminar harakatlanishida issiqlik almashinishini hisoblash uchun Mixeev formulasi qo'llaniladi.

$$Nu_c = 0,17 Re_c^{0,33} Pr_c^{0,43} Gr_r^{0,1} \left(\frac{Pr_c}{Pr_{\partial ee}} \right)^{0,25} \varepsilon_c \quad (8.11)$$

bu yerda ε_c - truba uzunligining l uning diametri d ga nisbatini hisobga oluvchi tuzatma

e/d	1	2	5	10	15	20	30	40	50
ε_c	1,9	1,7	1,44	1,28	1,18	1,13	1,05	1,02	1,0

"S" indeksi fizikaviy konstantalar suyuqlikning o'rtacha temperaturasi t ga ta'luqli ekanligini "dev" indeksi esa fizikaviy konstantalar devor temperaturasi t_d olinganligini bildiradi.

$$t_c = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad (8.12)$$

bu yerda t_1 va t_2 - suyuqlikning trubaga kirishdagi va undan chiqishdagi temperaturalar

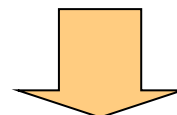
$$Nu = 0,021 Re_c^{0,8} Pr_c^{0,43} \left(\frac{Pr_c}{Pr_{\partial ee}} \right)^{0,25} \varepsilon_e \quad (8.13)$$

Muamoli vaziyat, savol yoki topshiq

1. Quvur ichidagi issiq suvdan issiqlik xonaga qanday uzatiladi?
2. Bir qatlamli devorda temperatura qanday o'zgaradi?
3. Xonadagi devorning orasidagi temperature qanday o'zgaradi?
4. Nima uchun issiqlik berish koeffisientini aniqlashda o'xshashlik nazariyasidan foydalaniladi?

4-ILOVA

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;
- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.



O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - haqidagi bilimlaringa javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlaringa zid;

+ - yangi ma'lumotlar

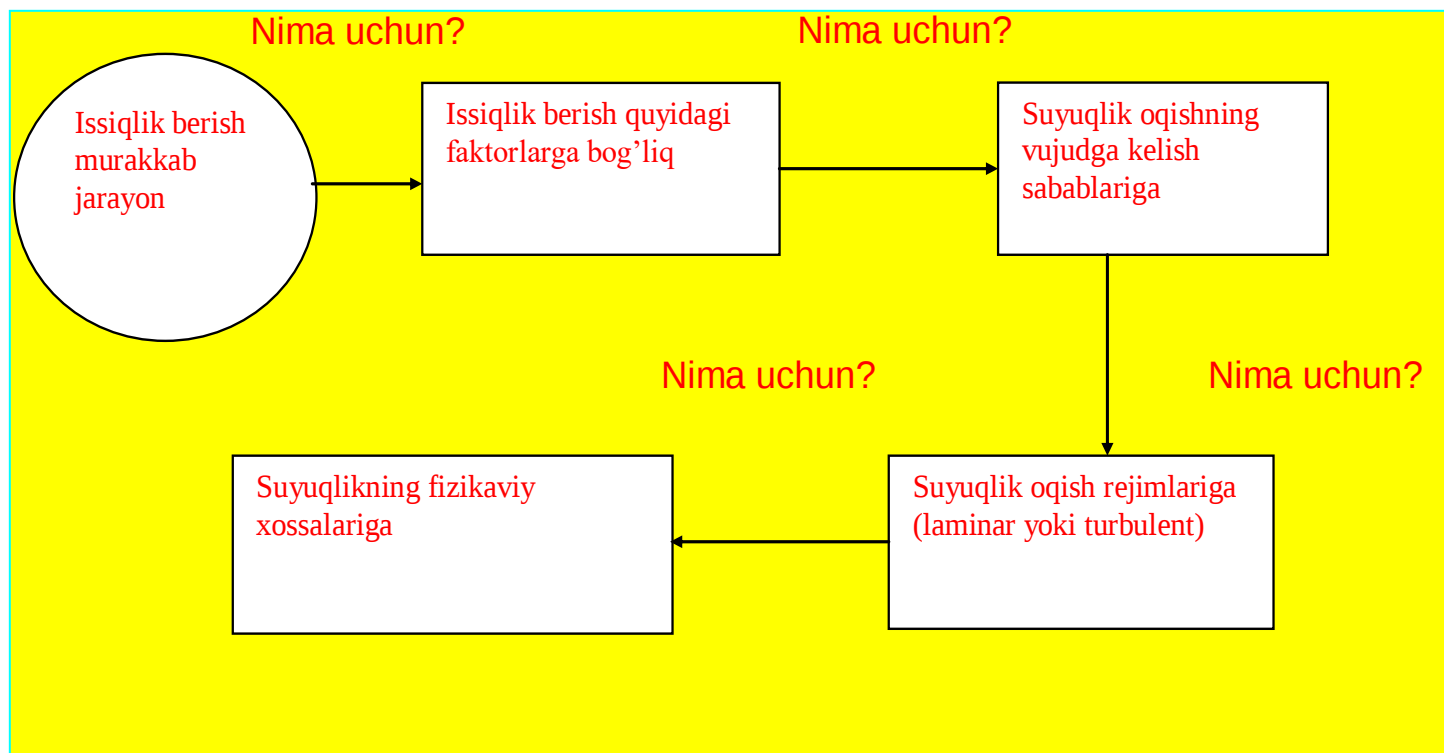
? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

V	+	-	?

O'QUV-USLUBIY MATERIALLAR

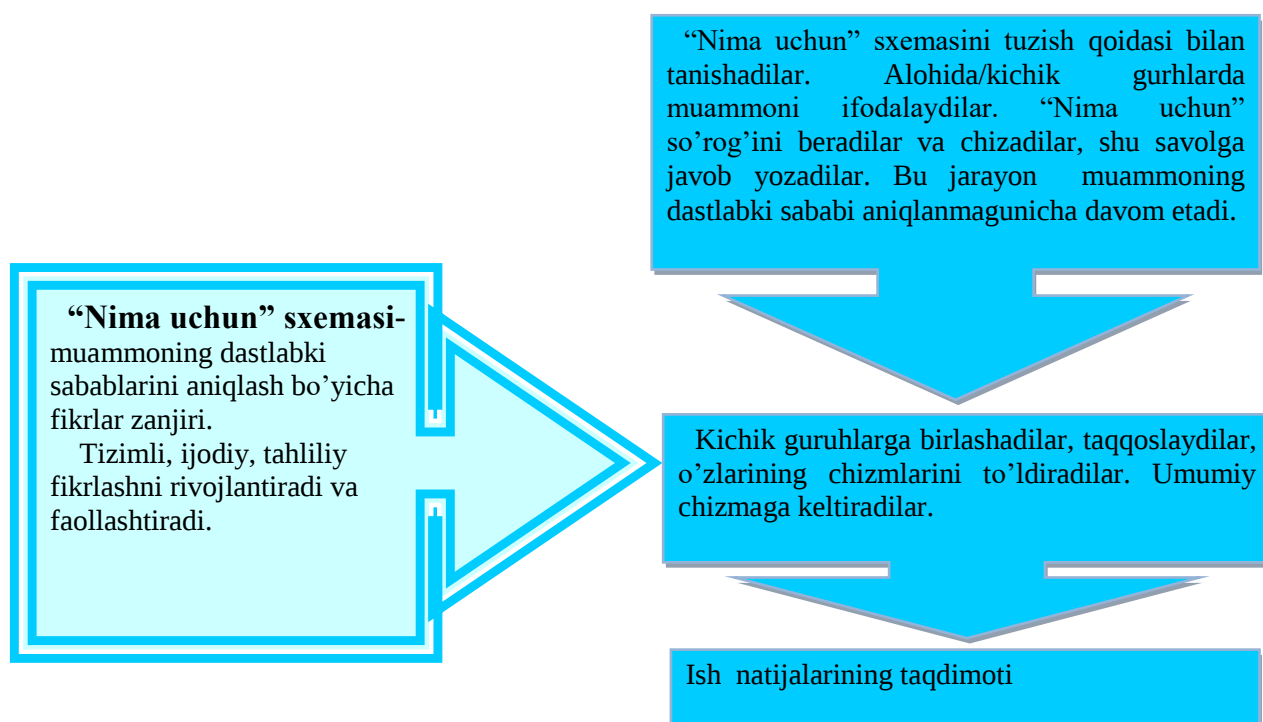
O'QUV TOPSHIRIQLAR



«Nima uchun?» chizmasini tuzish qidalari

1. Aylana yoki to'g'ri to'rtburchak shakllardan foydalanishni o'zingiz tanlaysiz.
2. Chizmaning ko'rinishini - mulohazalar zanjirini to'g'ri chiziqlimi, to'g'ri chiziqli emasligini o'zingiz tanlaysiz.
3. Yo'nalish ko'rsatkichlari sizning qidiruvlaringizni: dastlabki holatdan izlanishgacha bo'lgan yo'nalishingizni belailavdi.

“Nima uchun” sxemasi



O'z – o'zini tekshirish uchun savollar

- 1 Konvektiv issiqlik almashinuvi deb nimaga aytiladi?*
- 2 O'xshashliklar nazariyasi nimaga asoslanadi?*
- 3 Erkin va majburiy xarakatlanishlarda issiqlikni berilishini tushuntirib bering?*
- 4.Nyuton-rixman tenglamasining formulasini yozib bering.*
- 5.Issiqlik berish koefitsientining birligi?*
- 6.Issiqlik yuzasi qandan topiladi?*

9-MAVZU

Nuriy issiqlik almashinuvi. Qaynash. Issiqlik berish koefitsienti. Issiqlik almashinish apparatlari

9.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50 nafar.
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza
<i>Ma'ruza rejasi</i>	<u>9.1. Asosiy tushunchalar.</u> <u>9.2. Issiqlik nurlanishning asosiy qonunlari.</u> <u>9.3. Issiqlik uzatish.</u> <u>9.4. Issiqlik almashinuv apparatlari xaqida tushuncha.</u>
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Nuriy issiqlik almashinuvi. Qaynash. Issiqlik berish koeffitsienti. Issiqlik almashinish apparatlari to'g'risida tushuncha berish.	
Pedagogik vazifalar: • <u>Nuriy issiqlik almashinuvi to'g'risida tushuncha berish;</u> • <u>Issiqlik nurlanishining asosiy qonunlari to'g'risida tushuncha berish;</u> • <u>Issiqlik almashinuv apparatlari to'g'risida tushuncha berish;</u>	O'quv faoliyati natijalari: • <u>Nuriy issiqlik almashinuvi to'g'risida tushuncha beriladi;</u> • <u>Issiqlik nurlanishining asosiy qonunlari to'g'risida tushuncha beriladi;</u> • <u>Issiqlik almashinuv apparatlari to'g'risida tushuncha beriladi;</u>
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, blits-so'rov
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proyektor, slayd
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

9.2. “Nuriy issiqlik almashinuvi. Qaynash. Issiqlik berish koeffitsienti. Issiqlik almashinish apparatlari.” mavzusi bo'yicha ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1.Mavzuga kirish bosqichi (10 daqiqa)	1.1.Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2.Mavzu nomi, uning maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.3. Mavzu rejasi savollarini ekranga chiqaradi va ularga qisqacha sharh beradi.	Tinglaydi.
2. Asosiy bosqich (60 daqiqa)	2.1. Talabalar ishtirokini faollashtirish maqsadida savol beradi: “Nuriy issiqlik almashinuvi deb nimaga aytiladi?” 2.2. Javoblarni umumlashtirib, nuriy issiqlik almashinuvini slayd orqali tushuntirib beradi (1-ilova). 2.3. Issiqlik nurlanishining asosiy qonunlari bo'yicha	Talabalar savollarga javob beradi. Tinglaydi va yozadi

	talabalarga batafsil ma'lumot beradi. (2-ilova). 2.4. Issiqlik apparatlari bo'yicha talabalarga tushuncha beradi. (3-ilova)	Tinglaydi va yozadi Tinglaydi va yozadi
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining savolini o'rganish vazifasini beradi: (4-ilova). Insert texnikasidan foydalanish qoidasini eslatadi	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

1-ILOVA

NURIY ISSIQLIK ALMASHINUVI

Nur chiqarayotgan jismning faqat temperaturasi va optik xossalari bilan aniqlanadigan nurlanish issiqlik nurlanish deyiladi.

Jismga yutilgan issiqlik nurlari atom va molekulalarning tartibsiz issiqlik harakat energiyasiga aylanadi va jismning temperaturasini oshiradi.

Agar past temperaturalarda (taxminan 1000 C gacha) konventsiya va issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan issiqlik almashinuv asosiy rol o'ynasa, yuqoriroq temperaturalarda issiqlik almashinuvining asosiy turi nuriy issiqlik almashinuv bo'ladi.

Turli jismlarning nurlanish xususiyati turlicha bo'ladi. Nurlanish xususiyati E ayni temperaturada jismning birlik yuzasidan vaqt birligi ichida dan gacha barcha to'lqin uzunlikdagi chiqarilgan nuriy energiya miqdori Q bilan aniqlanadi.

$$E = \frac{Q}{F \tau} \quad (9.1)$$

bu yerda F-nurlanish sirt yuzasi, m t-nurlanish vaqti, sek.

Jism sirtiga tushgan barcha nuriy energiya miqdori Q ning bir qismi Q_A jismga yutiladi, bir qismi Q_V undan qaytariladi, qolgan qismi Q_R jism orqali o'tib ketadi.

$$Q = Q_A + Q_R + Q_D \quad (9.2)$$

$$\frac{Q_A}{Q} + \frac{Q_R}{Q} + \frac{Q_D}{Q} = 1 \quad (9.3)$$

Belgilashlar kiritib $A + R + D = 1$ - bu tenglik nurlanish energiyasi issiqlik balansining tenglamasi deyiladi. bu yerda A - yutilish ko'effitsienti yoki jismning yutish xususiyati.

R - qaytarish ko'effitsienti, boshqacha aytganda jismning qaytarish xususiyati.

D - o'tkazish ko'effitsienti, boshqacha aytganda jismning o'tkazish xususiyati.

R = D = 0 (1-hol)

A = 1 - bo'lsa absolyut qora jism. Neft kurimi uchun A=0,9-0,96; qor va muz uchun

A = 0,96-0,98;

A = D = 0 (2-hol)

R = 1 bo'lsa kuzgi sirt yoki (cachratib qaytarsa) absolyut ok deyiladi.

D = 1 (A = R= 0) (3-hol) bo'lsa absalyut tinik (diatermik) jism deyiladi.

Bir va ikki atomli gazalar diatermik jismlardir.

ISSIQLIKNURLANISHINING ASOSIY QONUNLARI.

Kirxgof qonuni. Jismning nurlanish xususiyatining yutish xususiyatiga nisbati jismning tabiatiga bog'liq emas, balki barcha jismlar uchun bir xil bo'lgan temperatura funktsiyasidir; u absolyut qora jismning shu temperaturadagi nurlanish xususiyatiga teng.

$$\frac{E_1}{A_1} = \frac{E_2}{A_2} = \dots = \frac{E_0}{A_0} = E_0(T) \quad (9.4)$$

bu yerda $E_0(T)$ absolyut qora jismning nurlanish xususiyati.

Stefan - Boltsman qonuni. Absolyut qora jismning nurlanish xususiyati uning absolyut temperaturasining to'rtinchi darajasiga tug'ri proporsional bo'ladi.

$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (9.5)$$

bu yerda $C_0 = 5,7 \text{ vt/(m}^2 \cdot \text{0K}^4)$ - absolyut qora jismning nurlanish koeffitsienti. Parallel devorlar orasidagi uzatilgan nuriy issiqlikning to'la miqdori ushbu formuladan hisoblab topiladi.

$$Q_H = F_H \varepsilon \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \quad (9.6)$$

C - issiqlik almashinuvida ishtirok etayotgan jismlar sistemasining keltirilgan nurlanish koeffitsienti

$$c = \frac{1}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} - \frac{1}{c_0}} \quad (9.7)$$

C_1 , C_2 va C_0 - birinchi, ikkinchi va absolyut qora jismlarning nurlanish koeffitsientlari.

ISSIQLIK ALMASHINUV APPARATLARI.

Issiqlik tashuvchini kizdirish va sovitish uchun mo'ljallangan qurilma issiqlik almashinuv apparati deyiladi.

Issiqlik almashinuv apparatlarini ishlash printsipiga ko'ra rekuperativ, regenerativ, aralashtirgichli va ichki issiqlik chiqaruvchi apparatlarga bo'lish mumkin.

Rekuperativ issiqlik almashinuv apparatlarida issiqlik devor orqali uzatiladi.

Tug'ri oqimli, qarshi oqimli, ayqash oqimli, aralash oqimli apparatlar bo'ladi. Qarshi oqimli apparatlar foydalirokdir.

Regenerativ issiqlik almashinuv apparatlarida bitta isitilish (yoki sovitilish) sirtining o'zi vaqt, vaqti bilan goh qaynoq, goh sovuq issiqlik tashuvchi bilan yuvilib turadi. Qizigan havo beriladigan pechlarda ishlatiladi.

Ichki issiqlik chiqarish apparatlariga yadro reaktorlari, elektr isitkichlar kiradi.

Aralashtirgichli apparatlarda sovuq va issiq issiqlik tashuvchilar aralashishi tufayli issiqlik uzatiladi. Masalan, aralashtirgichli kondensatorlar.

Issiqlik uzatish tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$Q=kF(t_1-t_2),BT \quad (9.13)$$

bu yerda

Q - issiqlik oqimi, vt

K - o'rtacha issiqlik uzatish koeffitsienti.

F - apparatning issiqlik uzatish yuzasi.

1. Qanday elektromagnit tulqinlarini bilasiz?
2. Qattiq, suyuq va gaz jismlarining nurlanish sektori qanday?
3. Qora jism o'ziga tushayotgan nurlarni yutsa, nima uchun u qora ko'rinadi?
4. Nima uchun iflos qor toza qorga nisbatan tezroq eriydi?
5. O't o'chiruvchilar boshlariga yaltiroq kaska kiyishadilar, nima uchun?
6. Issiqlik almashinish apparatlarida issiqlik tashuvchilar temperaturalari qanday o'zgaradi?

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.

Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;

- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.

O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - haqidagi bilimlaringa javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlaringa zid;

+ - yangi ma'lumotlar

? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

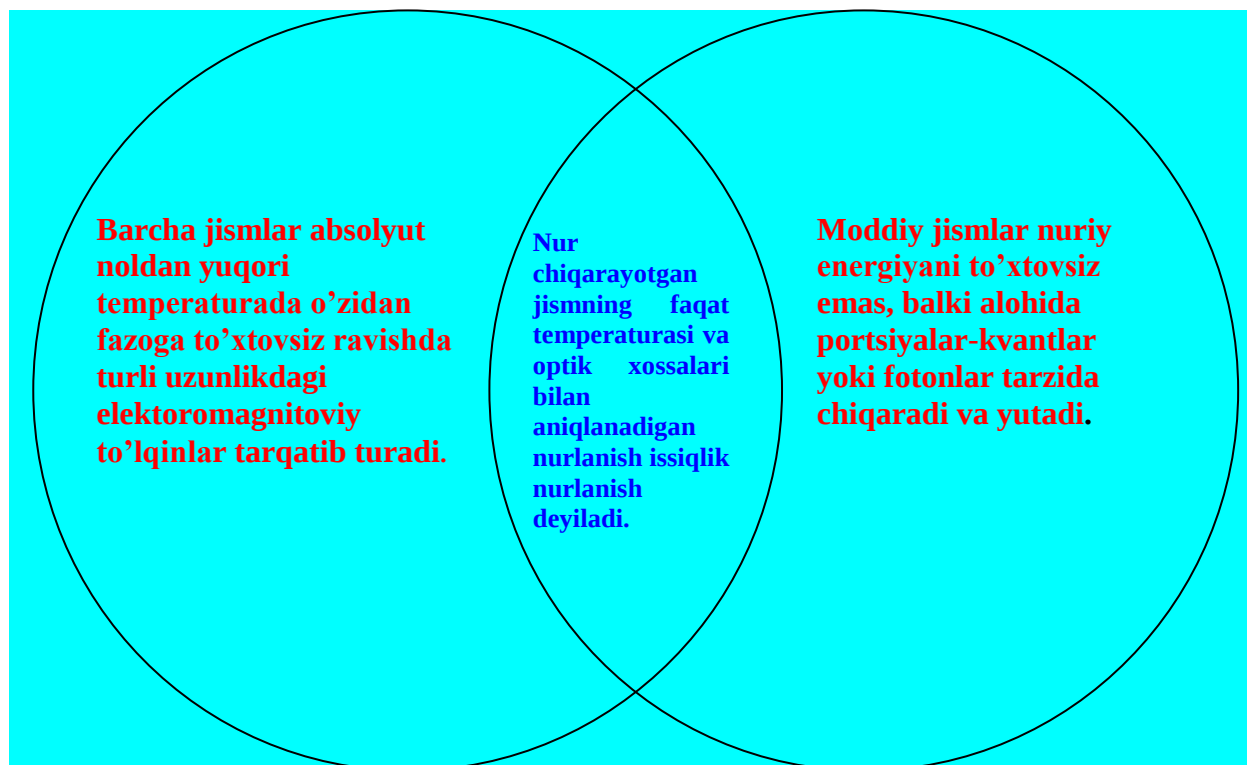
Insert jadvali

V	+	-	?

O'QUV-USLUBIY MATERIALLAR O'QUV TOPSHIRIQLAR

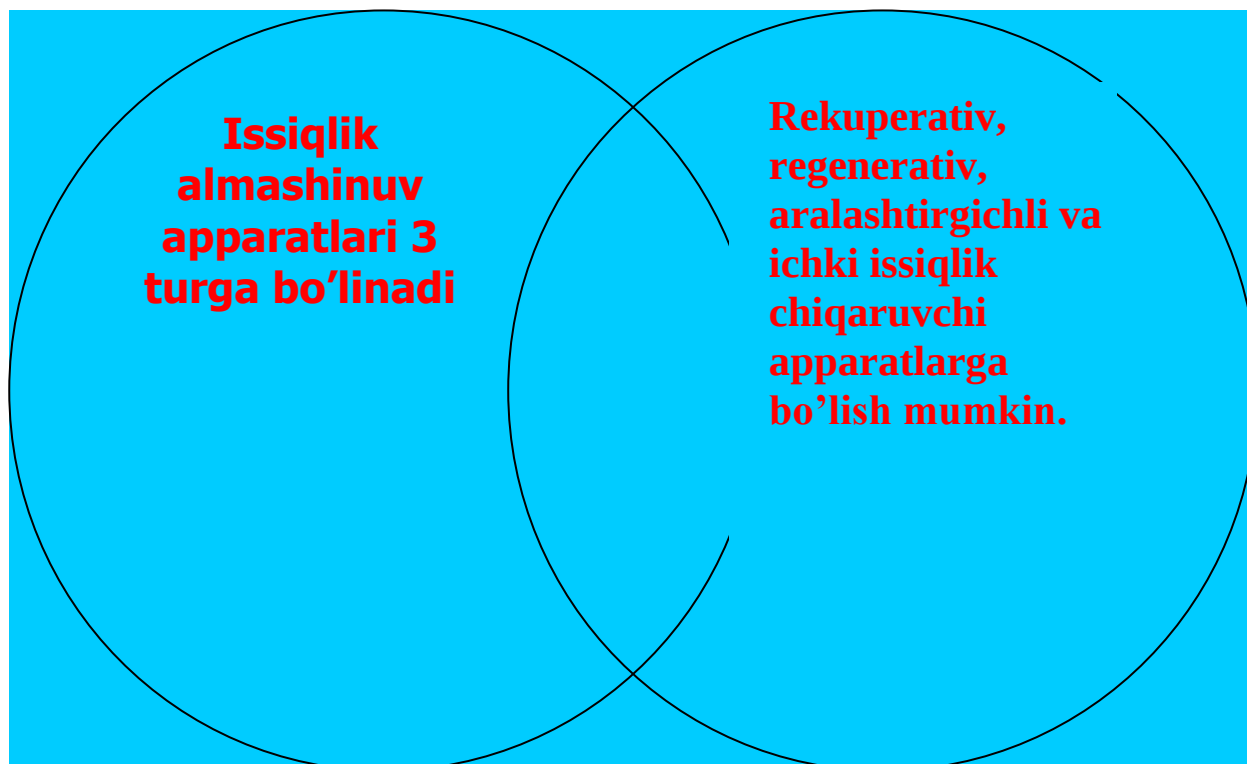
Nuriy issiqlik almashinuvi usulini umumlashtiruvchi ma'lumotlarning

Venn diagrammasi

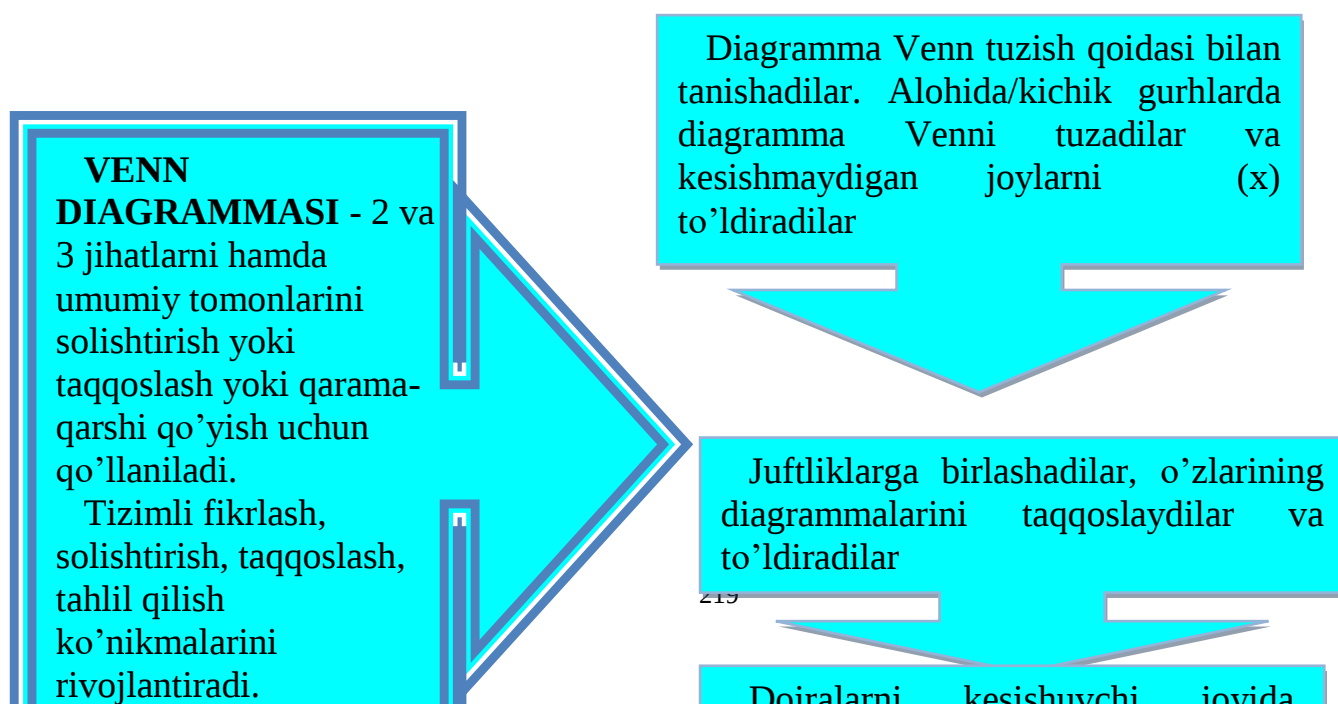


ISSIQLIK ALMASHINUV APPARATLARI HAQIDAGI MA'LUMOTLARNING

Venn diagrammasi



Venn diagrammasi



O'z – o'zini tekshirish uchun savollar

- 1.Nurlanish issiqlik almashinuvi deb nimaga aytiladi?
- 2.Kirxgohf qonuni qanday ta'riflanadi?
- 3.Devorning bir tomoni suv bilan sovo'tilsa ikkinchi tomoni gaz bilan isitilsa issiqlik oqimi qanday aniqlanadi?
- 4.Stefan-Boltsman qonuning formulasini tushuntirib bering.
- 5.Plank qonuning formulasini tushuntirib bering.
- 6.Vina qonuning formulasini tushuntirib bering.

10-Mavzu

YOQILG'I VA UNING XOSSALARI. UMUMIY MA'LUMOTLAR. O'TXONA QURILMALARI VA ULARDA YOQILG'INI YOQISH USULLARI

10.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50 nafar	
Mashg'ulot shakli	Axborot berish asosidagi kirish ma'ruzasi	
Ma'ruza rejasi	<u>10.1 Yoqilg'i va uning xossalari</u> <u>10.2 . Yoqilg'i turlari</u> <u>10.3. Yoqilg'ining yonishi va ortiqcha havo koeffitsienti</u> <u>10.4. Yonish maxsuli va uning tarkibi</u> <u>10.5.O'txona qurilmalari va ularda yoqilg'ini yoqish usullari</u>	
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Yoqilg'i va uning xossalari. umumiy ma'lumotlar. o'txona qurilmalari va ularda yoqilg'ini yoqish usullarini o'rganish.		
Pedagogik vazifalar: * Yoqilg'i turlari va uning xossalarini		O'quv faoliyati natijalari: * Yoqilg'i turlari va uning xossalarini tushuntirib

tushuntirib berish; *Yoqilg'ining yonishi va ortiqcha havo koeffitsiyentini tushuntirib berish; * Yonish mahsuli va uning tarkibini tushuntrib berish.	beriladi; *Yoqilg'ining yonishi va ortiqcha havo koeffitsiyentini tushuntirib beriladi; * Yonish mahsuli va uning tarkibini tushuntrib beriladi.
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Ko'rgazmali ma'ruza, suhbat, taqdimot, tushuntirish
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy,
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, proyektor, klaster, ko'rgazmali qurollar
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

102. Yoqilg'i va uning xossalari. umumiy ma'lumotlar. o'txona qurilmalari va ularda yoqilg'ini yoqish usullarini ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi

<i>Ish bosqichlari va vaqti</i>	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	<i>Ta'lim beruvchi</i>	<i>Ta'lim oluvchilar</i>
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1. Mashg'ulot mavzusi, uning maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.2. Asosiy mavzu mazmuni bo'yicha ma'lumotlar bayon qilishga o'tadi.	Tinglaydi. Tinglaydi
2- bosqich Aso siy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Talabalar bilimini faollashtirish maqsadida savol beradi: "Yoqilg'ining tarkibiy qismi nimalardan iborat?" 2.2. Javoblarni umumlashtirib, "Yoqilg'ilarning tarkibiy qismini" yoritib beruvchi slayd namoyishi orqali ma'lumotlarni kengroq yoritib beradi (1-ilova). 2.3. Yoqilg'i turlari, xossalari to'g'risida umumiy ma'lumotlarni beradi va shundan so'ng savollar beradi: "Yoqilg'i turlari, xossalarini nechta turini bilasiz?". 2.4. Yoqilg'i turlarini slaydlar orqali kengroq tushuntirib beradi (2-ilova). 2.5. Ortiqcha havo koeffitsiyenti, yoqilg'ini yonish usullari to'g'risida tushuncha beradi (3-4-ilova).	Savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi. Talabalar berilgan savolga javob beradi.
3. Yak uniy bosqich	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

(10 daqiq)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining 1-3 savolini o'rganish vazifasini beradi: (5-ilova).	
---------------	---	--

1-ilova

O'QUV- VIZUAL MATERIALLAR

YOQILG'INING TARKIBIY QISMI

Asosiy tarkibiy qismi ugleroddan iborat yonuvchi moddaga yoqilg'i deyiladi. Yoqilg'i qazib olinishi va tayyorlanishiga kura tabiiy va sun'iy bo'ladi. Tabiatda ishlatishga tayyor holda mavjud bo'lgan yoqilg'ilar tabiiy yoqilg'ilar deyiladi. Toshkumir, yonuvchi slanetslar, torf, neft, gaz, o'tin tabiiy yoqilg'i hisob lanadi. Qayta ishlash natijasida olinadigan yoqilg'ilar sun'iy yoqilg'ilar deyiladi. Koks, kukun hol atigacha maydalangan qattiq yoqilg'i, briketlar, yogoch kumiri, benzin, kerosin, solyar moyi, mazo't va boshqalar sun'iy yoqilg'ilardir.

Yoqilg'i qattiq, suyuq va gaz hol atida bo'ladi. Yoqilg'i tarkibi organik va mineral moddalardan iborat bo'ladi : S,N₂,O₂,N₂,S.

Yoqilg'ining agregat hol atidan kat'iy nazar, uning tarkibidagi uglerod va vodorod asosiy bo'lib, suyuq yoqilg'ida ularning miqdori 85-87 %. Qattiq yoqilg'ida esa 50-90 % ni tashqil etadi. Antratsit (toshkumirning yuqori sifatlisi) tarkibida 93 % uglerod bo'lsa, yegochda 40 %ni tashqil kiladi.

Yoqilg'ining tarkibiy qismi foizlarda ifodalanadi, ya'ni uning ish, quruq, yonuvchi,organik qismlarini tashqil qilgan kimyoviy elementlar yigindisi har bir hol at uchun 100 % deb qabo'l qilinadi :

Yoqilg'ining ish qismi

$Cu+Hu+Ou+Nu+Su +Au+Wu=100\%$ (- намлик)

Quruq massa qismi

$Ck+Hk+Ok+Nk+Sk +Ak=100\%$ (A-kul hosil bo'luvchi qismi)

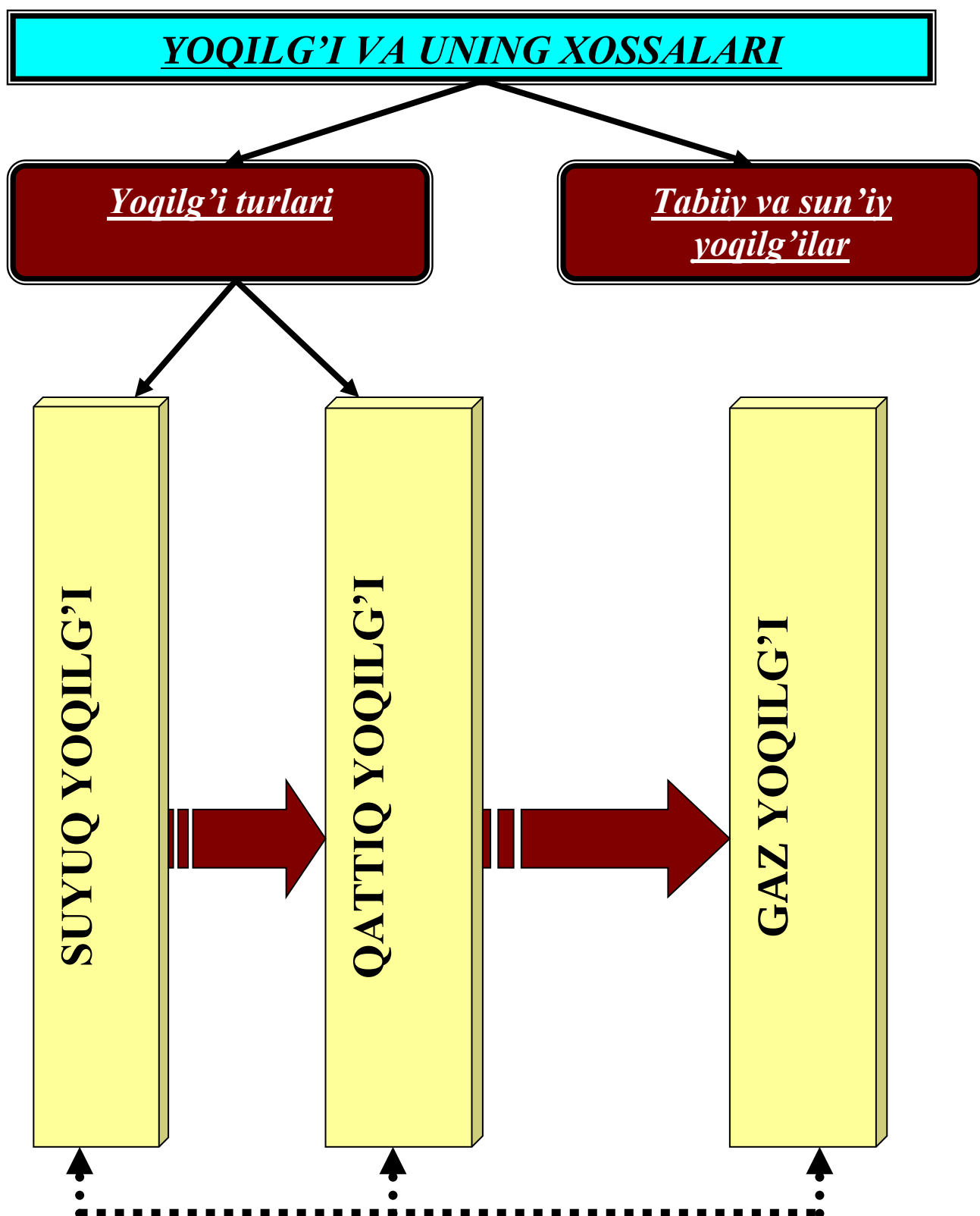
Yonuvchi massa qismi

$Ce+He+Oe+Ne+Se =100\%$

Organik massa qismi

$Co+Ho+Oo+No=100\%$

Yoqilg'i tarkibida S va N qancha ko'p bo'lsa, u shuncha ko'p issiqlik beradi.

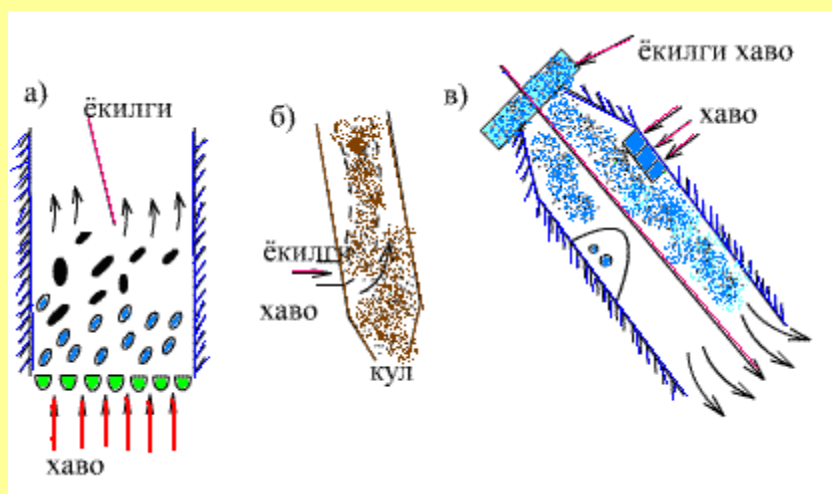


Yoqilg'ini yonish usullari

Qatlamli
yonish
usullari

Mash'alali
yonish
usullari

Uyurmali
yonish
usullari

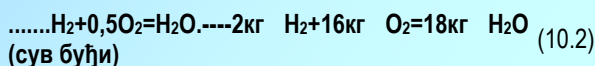


10.1-rasm . Yoqilg'ini yoqish usullari :
a) qatlamli b) mash'alali v) uyurmali

YOQILG'INING YONISHI VA ORTIQCHA HAVO KOEFFISIYENTI

Yoqilg'ining yonishi uchun albatta atmosfera havosi zarur bo'ladi. Uning miqdori ko'p yoki kam bo'lishiga qarab kimyoviy reaksiya (yonish) jadal yoki sust bo'ladi.

Yonish reaksiyasi quyidagicha boradi va oxiri SO_2 , N_2O , va SO_2 hosil bo'lishi bilan tugaydi.



1 kg yoqilg'ining to'liq yonishi uchun zarur bo'lgan havo massasi quyidagi ifodadan topiladi.

$$m_{xh} = (g_{kh}/23,15) \cdot 100 = 0,115C^u + 0,334H^u + 0,043(S^u - O^u) \quad (10.3)$$

bunda

m_{xh} -nazariy hisob langan havo massasi, kg,

23,15-birlik hajmdagi havo tarkibidagi kislorod miqdori%;

C, H va S oldidagi koeffitsentlar, ularning havodagi O_2 ulushiga nisbatlari

Hazariy hisob langan havo massasini hajmiy birliklarda ifodalash uchun ni havo zichligiga (normal sharoitda) $\rho = 1,293 \text{ kg/m}^3$ ga bo'lamiz.

$$V_{xh} = \frac{m_{xh}}{\rho_x} = 0,089C^u + 0,0266H^u + 0,033(S^u - O^u) \quad (10.14)$$

bunda

V_{xh} 1kg yoqilg'ining atmosfera havosining nazariy hajmi, m^3/kg

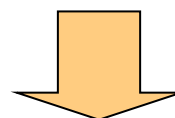
To'liq yonishi uchun zarur bo'lgan haqiqiy havo miqdorining nazariy hisob lab topilgan miqdoriga nisbati ortiqcha havo koeffitsenti deyiladi va u quyidagicha ifodalanadi :

$$\alpha_x = V_x/V_{xh}$$

α_x ning kattaligi yoqilg'ining turiga, agregat hol atiga, reaksiya kechadigan sharoitga, yoqish usuliga, o'txona konstruksiyasiga va boshqalarga bog'liq . Takomillashgan o'txonalar uchun $\alpha_x = 1,05-1,1$. takomillashganlari uchun $\alpha_x = 1,3-1,5$ Karbyuratorli dvigatellar uchun $\alpha_x = 1,0-1,1$, dizelli dvigatellarda $\alpha_x = 2,0-2,2$, aviatsiya dvigatellarida $\alpha_x = 0,85-0,95$. Yoqilg'i yonish temperaturasi ham α_x ga bog'liq . Yoqilg'ining to'la yonishini ta'minlash uchun o'txonalarga havo miqdorini rostlovchi avtomatik moslamalar o'rnatiladi va shu bilan ularning f.i.k orttiriladi.

1. O'zbekistonda qanday yoqilg'i zaxiralari mavjud?
2. Neft va gaz maxsulotlari tarkibi qanday?
3. Yoqilg'ilarga namlikning ta'siri qanday?
4. Shartli yoqilg'i qanday aniqlanadi?
5. Yonish uchun havoning nazariy miqdori qanday aniqlanadi?
6. Ortiqcha havo koeffisienti qanday aniqlanadi?

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;

- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.

O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - haqidagi bilimlarimga javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlarimga zid;

+ - yangi ma'lumotlar

? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

V	+	-	?

MA'LUMOT-AXBOROT MATERIALLAR

“Aqliy hujum”ning asosiy qoidalari:

- olg'a surilgan g'oyalar baholanmaydi va tanqid ostiga olinmaydi;
- ish sifatiga emas, soniga qaratiladi, g'oyalar qancha ko'p bo'lsa shuncha yaxshi;
- istalgan g'oyalarni mumkin qadar kengaytirish va rivojlantirishga harakat qilinadi;
- muammo yechimidan uzoq g'oyalar ham qo'llab-quvvatlanadi;
- barcha g'oyalar yoki ularning asosiy mag'zi (farazlari) qayd etish yo'li bilan yozib olinadi;
- “hujum”ni o'tkazish vaqti aniqlanadi va unga rioya qilinishi shart;
- beriladigan savollarga qisqacha (asoslanmagan) javoblar berish ko'zda to'tilishi kerak.

Klaster tuzish qoidalari

Klaster

Klaster - (bog'lovchi).

- Mavzu bo'yicha yangi ta'surotlarni kengaytiradi, fikrlash jarayonini chuqurlashtiradi, bilim olish jarayonini aktivlashtirib, erkin mulohaza yuritish va ularni boyitishga yordam beradi.
- O'quv mashg'ulotlarni barcha etaplarda qo'llanishi mumkin.

Klaster tuzish qoidasi bilan tanishish maqsadga muvofiq bo'ladi. Doska yoki katta bo'sh varaqda o'rtasida 1-2 tayanch so'zlari yordamida tuziladi.

Tayanch so'z va yo'ldosh so'zlar kichik dumoloq ichida yordamchi so'zlar bilan bir biriga ulanib munosabat beriladi. Mavzuga tegishli so'zlar yoziladi va aniqlanadi.

Klasterga joylashtirilgan so'zlar muhokamaga quyiladi.

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar

1. Qattiq yoqilg'ining tarkibi nimadan iborat?
2. Suyuq yoqilg'ining tarkibi nimadan iborat?
3. Gaz yoqilg'ining tarkibi nimadan iborat?
4. Qattiq yoqilg'i qayerda ishlatiladi?
5. Suyuq yoqilg'i qayerda ishlatiladi?
6. Gaz yoqilg'i qayerda ishlatiladi?

11-Mavzu

O'TXONA VA BUG' QOZONLARINING TURLARI

11.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50 nafar.	
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza	
Ma'ruza rejasi	<u>11.1 Asosiy tushunchalar</u> <u>11.2 Qatlamli va Kamerali o'txonalar</u> <u>11.3 Siklon o'txonalar</u> <u>11.4 Gaz trubali, suv trubali va tug'ri oqimli qozonlar</u> <u>11.5 Yordamchi qurilmalar.</u>	
O'quv mashg'ulotining maqsadi: o'txona va bug' qozonlarining turlari to'g'risida tushunchalar berish.		
Pedagogik vazifalar: • Qatlamli va kamerali o'txonalar to'g'risida tushuncha berish; • Siklon o'txonalar to'g'risida tushuncha berish; • Gaz trubali, suv trubali va to'g'ri oqimli qozonlar bo'yicha bilim ko'nikmalari berish; Yordamchi qurilmalar to'g'risida tushuncha berish;	O'quv faoliyati natijalari: • Qatlamli va kamerali o'txonalar to'g'risida tushuncha beriladi; • Siklon o'txonalar to'g'risida tushuncha beriladi; • Gaz trubali, suv trubali va to'g'ri oqimli qozonlar bo'yicha bilim ko'nikmalari beriladi; • Yordamchi qurilmalar to'g'risida tushuncha beriladi;	
Ta'lim berish usullari	Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, blits-so'rov	
Ta'lim berish shakllari	Ommaviy	
Ta'lim berish vositalari	O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proyektor, slayd	
Ta'lim berish sharoiti	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya	
Monitoring va baholash	Og'zaki nazorat: savol-javob	

11.2. "O'txona va bug' qozonlarining turlari" ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi

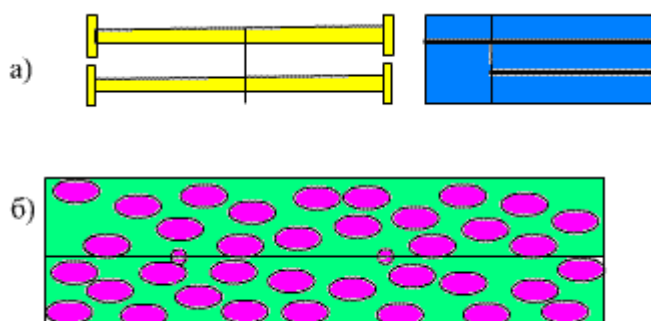
Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar

1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1 Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2. Yangi mavzuni nomi va uni qisqacha mazmuni beriladi.	Tinglaydi. Tinglaydi
2- bosqich Aso siy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Talabalar bilimini faollashtirish maqsadida savol beradi: "Qatlamli va kamerali o'txonalar to'g'risida tushuncha bering?" 2.2. Javoblarni umumlashtirib, siljish Qatlamli va kamerali o'txonalar slayd yordamida kengroq yoritib beradi (1-ilova). 2.3. Siklon o'txonalar bo'yicha umumiy ma'lumotlarni beradi va talabalarni faollashtirish uchun savol beradi: "Siklon o'txonalar deganda nimani tushunasiz?" 2.4. Berilgan javoblarni umumlashtirib, slaydlar orqali siklon o'txonalarni kengroq tushuntirib beradi (2-ilova). 2.5. Gaz turbali, suv turbali va to'g'ri oqimli qozonlar to'g'risida umumiy ma'lumotlarni beradi (3-ilova). 2.6. Yordamchi qurilmalar to'g'risida ma'lumotlar beradi (4-ilova).	Savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi. Talabalar berilgan savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi Tinglaydi, qatnashadi, yozadi.
3. Yak uniy bosqich (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining 1-3 savolini o'rganish vazifasini beradi: (5-ilova).	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

O'QUV- VIZUAL MATERIALLAR

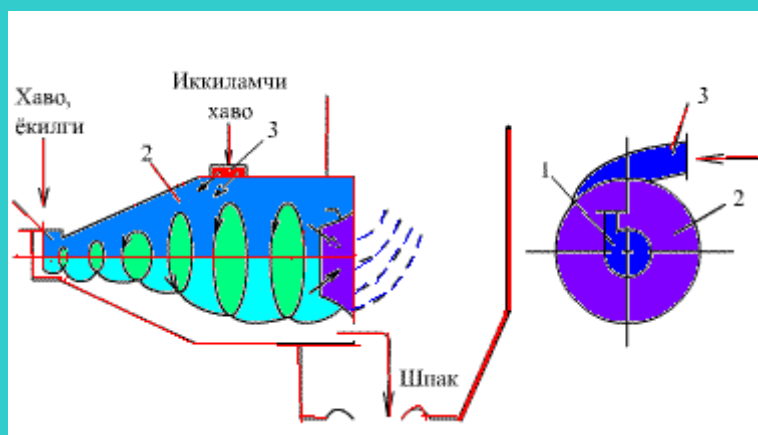
1-ILOVA

Qatlamli va kamerali o'txonalar.



SIKLON O'TXONALAR

Tsiklon o'txonalar maydalangan ko'mirni yoqish uchun mo'ljallangan. Bunday o'txonaning sxemasi 11.4 -rasmda ko'rsatilgan.



11.4 -rasm. Tsiklon o'txonasining sxemasi.

Maydalangan ko'mir birlamchi havo bilan birga shtutser 1 orqali tsiklon kamera 2 ga boriladi. Kameraga yana yon tomondan ikkilamchi havo beriladi, u shtutser 3 orqali 100 m/s tezlik bilan kiradi. Kamerada yonish mahsulotlarining aylanuvchan oqimi hosil bo'lib bu oqim yonilgining yirik donachalarini kamera devorlariga otadi va ular bu yerda qizigan havo oqimlari ta'sirida gazga aylanadi.

Tsiklon kameradan yonish mahsulotlari yonilgining yonib bo'lmagan zarralari bilan birga butunlay (oxirigacha) yonish kamerasi 4 ga o'tadi. Shlak tsiklon kameradan oxirigacha yonish kamerasi orqali shlak vannasiga o'tadi va u yerda suv ta'sirida donador hol ga keladi.

Tsiklon o'txonaning afzalliklari quyidagilardir:

- 1) yoqilg'ining kam ortiqcha havo (1,05:1,1) bilan yona olishi, bu hol issiqlikning chiqib ketayotgan gazlar bilan isrof bo'lishini kamaytiradi;
- 2) o'txona hajmining solishtirma issiqlik quvvati yuqori bo'ladi;
- 3) maydalangan ko'mirda (changsimon ko'mir o'rniga) ishlash mumkin;
- 4) yoqilg'ining kuli o'txonada 80-90 % ushlab qolinadi.

Tsiklon o'txonaning kamchiliklariga quyidagilar kiradi:

- 1) namligi ko'p bo'lgan ko'mirlarni va uchuvchan moddalar kam chiqadigan ko'mirlarni yoqish qiyin;
- 2) puflash uchun energiya ko'p sarf bo'ladi.

12-MAVZU

ICHKI YONUV DVGATELLARI (IYOD)

12.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50 nafar.	
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza	
Ma'ruza rejasi	<u>12.1 Asosiy tushuncha va ta'riflar</u> <u>12.2 Aralashma tashqarida hosil bo'ladigan dvigatellar</u> <u>12.3 Aralashma tsilindr ichida tayyorlanadigan dvigatellar</u> <u>12.4. Ichki yenuv dvigatellarining ideal sikllari</u> <u>12.5 Dvigatellning quvvati va f.i.k.</u>	
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Ichki Yonuv Dvigatellari (Iyod) to'g'risida tushincha berish		
4		
Pedagogik vazifalar: - Ichki Yonuv dvigatellari bo'yicha umumiy ma'lumotlar berish; - Aralashma tashqarida hosil bo'ladigan va aralashma slindr ichida tayyorlanadigan dvigatellar to'g'risida tushuncha berish; - Ichki Yonuv dvigatellarinig sikllarini o'rganish;	O'quv faoliyati natijalari: - Ichki Yonuv dvigatellari bo'yicha umumiy ma'lumotlar beriladi; - Aralashma tashqarida hosil bo'ladigan va aralashma slindr ichida tayyorlanadigan dvigatellar to'g'risida tushuncha beriladi; - Ichki Yonuv dvigatellarinig sikllarini o'rganiladi;	
Ta'lim berish usullari	Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, blits-so'rov	
Ta'lim berish shakllari	Ommaviy	
Ta'lim berish vositalari	O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proyektor, slayd	
Ta'lim berish sharoiti	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya	
Monitoring va baholash	Og'zaki nazorat: savol-javob	

12.2. "Ichki Yonuv Dvigatellari" ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1 Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2. Yangi mavzuni nomi va uni qisqacha mazmuni beriladi.	Tinglaydi. Tinglaydi
2- bosqich	2.1. Talabalar bilimini faollashtirish maqsadida savol beradi: "Aralashma tashqarida hosil bo'ladigan dvigatellarni tushuntirib bering?"	Savolga javob beradi.

Aso siy bosqich (55 daqiqqa)	2.2. Aralashma tashqarida hosil bo'ladigan dvigatellarni slayd yordamida kengroq yoritib beradi (1-ilova). 2.3. Ichki yonuv dvigatellarining ideal sikllari bo'yicha umumiy ma'lumotlarni beradi va talabalarni faollashtirish uchun savol beradi: "Ichki yonuv dvigatellarining ideal sikllari nima uchun kerak va ularning bir – biridan nimasi bilan farqlanadi?". 2.4. Ichki yonuv dvigatellarining ideal sikllari to'g'risida ma'lumot beradi (2-ilova).	Tinglaydi, yozadi. Talabalar berilgan savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi
3.Yak uniy bosqich (10 daqiqqa)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining 1-3 savolini o'rganish vazifasini beradi: (3-ilova).	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

O'QUV- VIZUAL MATERIALLAR
“Aralashma tashqarida hosil bo'ladigan dvigatellar”

1-ILOVA

Karbyuratorli dvigatellar. To'rt taktli karbyuratorli dvigatellarning ish tsiklini ko'rib chiqamiz Birinchi takt- ish aralashmasining tsilindrga kirishi (surilishi). (12.1-rasm) Porshen 2 YuTN dan PTN ga yuqoridan pastga tomon siljiydi, bunda kirish klapani 3 ochiq, chiqish klapani 4 esa berk bo'ladi.

Porshen pastga tomon harakatlanganda tsilindr 1 da siyraklanish vujudga keladi va unga ish aralashmasi suriladi. Porshen yo'lining oxirida tsilindr ish aralashmasi bilan to'ladi va kirish klapani berqiladi.

Ikkinchi takt -ish aralashmasining siqilishi. Ikkinchi taktning oxirida aralashma elektr uchquni ta'sirida o't oladi, temperatura bosimi ko'tariladi.

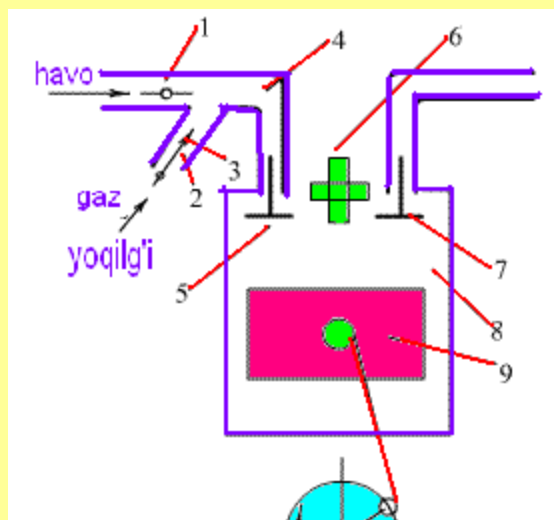
Uchinchi takt- yonish mag'sulotlarining kengayishi. Ikkala klapan berk bo'ladi. Yonish mag'sulotlari kengayib, porshenni bosadi va mexanikaviy ish bajaradi, bu ish shatun 5 orqali dvigatel valiga uzatiladi.

Turtinchi takt- yonish mag'sulotlarini siqib chiqarish. Uchinchi taktning oxirida porshen PTN ga kelganda chiqarish klapani ochiladi va tsilindrning ish bo'shlig'i atmosfera bilan tutashadi. Gazning asosiy qismi ochiq klapan orqali tsilindrdan atmosferaga chiqarib yuboriladi. Porshen PTN dan YuTN ga tomon harakatlanganda qolgan yonish mag'sulotlari ham tsilindrdan atmosfera siqib chiqariladi.

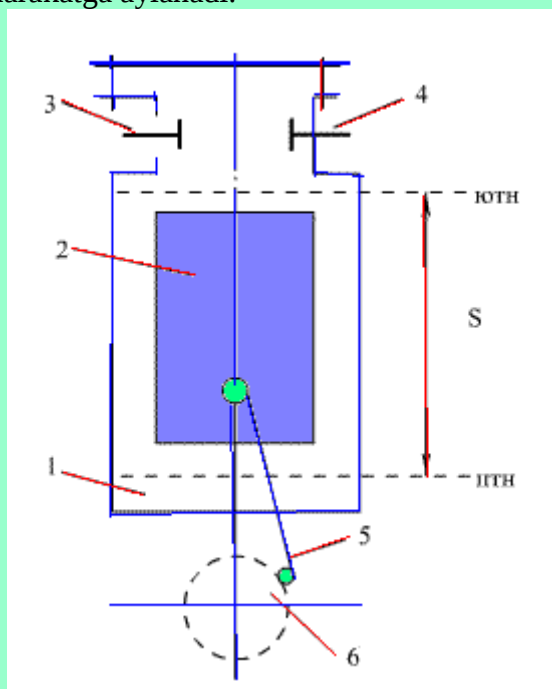
SHundan keyin yana surish boshlanadi va tsikl takrorlanadi.

Karbyuratorli dvigatellar yengil suyuq yoqilg'ida ishlaydi. Ish aralashmasi maxsus qurilmada - karbyuratorda tayyorlanadi; uning ishlash printsiplari yonilg'ining dvigatelga suriladigan va karbyurator orqali katta tezlikda o'tadigan havo oqimi ta'sirida tuzatilishiga asoslangan.

Gaz dvigatellari. Gaz dvigatellda gaz yonilg'i bilan havo trubopropaod 1 va 2 lar bo'ylab aralashtirgich 4 ga kiradi.



Ichki yonuv dvigatellariga (IYoD) barcha ish jarayonlari (yoqilg'ining yonishi, issiqlik chiqishi va uning mexanikaviy ishga aylanishi) dvigatel ish tsilindrining ichida sodir bo'ladigan issiqlik dvigatellari kiradi. Bu dvigatellarda yoqilg'ining yonish mag'sulotlari ish jismi hisob lanadi. 6.1 - rasmda ichki yonuv dvigatelining sxemasi tasvirlangan. Tsilindr 1 ning kallagida kirish 3 va chiqish 4 klapanlari hamdm dvigatelning tipiga qarab, yondirish svechasi yoki yoqilg'i purkash forsunkasi joylashadi. Porshen 2 ning ilgarilanma harakati krivoship -shatunli mexanizm 5 yordamida aylanma harakatga aylanadi.



12.1 -rasm Ichki yonuv dvigatelining sxemasi.

Porshenni bir chekka holatdan ikkinchi chekka holatga siljishi takt deyiladi. Tsilindrning yuqori turish nuqta (TYuN) bilan pastki turish nuqta (PTN) orasidagi hajmni tsilindrning ish hajmi deyiladi va V_n bilan belgilanadi. Tsilindrning kalpigi bilan YuTN da turgan porshen orasidagi hajm yonish kamerasining hajmi yoki sikish kamerasi deyiladi va V_c bilan belgilanadi. Ish hajmi V_n bilan, yonish kamerasi V_c ning yig'indisi tsilindrning to'la hajmi deyiladi.

$$V_a = V_n + V_c$$

To'la hajmning yonish kamerasining hajmiga nisbatan siqish darajasi deyiladi va ϵ bilan belgilanadi:

$$\epsilon = V_a / V_c$$

Dvigatelning tsilindrda yonilg'i eng to'liq yonishi uchun u yonish uchun zaruriy miqdordagi havo bilan yaxshi aralashgan bo'lishi lozim.

Dvigatelda yondirish uchun tayyorlangan havo bilan yonilg'i aralashmasi ish aralashmasi deyiladi. Aralashma tayyorlashning ikki: tashqi va ichki usuli bor. Aralashma tashqarida tayyorlanadigan dvigatellarda yangi aralashma aralashtirgichda tayyorlanadi va siqilish darajasi past bo'ladi. Ularga karbyuratorli va gaz dvigatellari kiradi.

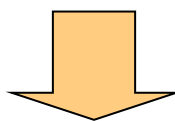
Aralashma ichkarida tayyorlanadigan dvigatellarda yonilg'i va havo ish tsilindriga alohida beriladi. Ular tsilindr ichida aralashib, ish aralashmasini hosil qiladi.

Ichki yonuv dvigateli - issiqlik mashinasi bo'lib, unda issiqlikenergiyasini mexanik ishga aylantirish dvigatelning ishchi tsilindrda amalga oshiriladi. Ichki yonuv dvigatellarini tadqiqot qilishda mavjud dvigatellarga nisbatan quyidagi chetlanishlar qullaniladi:

1. Ish jismi sifatida 1 kg. ideal gaz olinadi;
2. Yoqilg'ining yonish jarayoni va yonishdan hosil bo'lgan gazlarni chiqarib tashlash sistemaga issiqlik keltirish (q_1) va sistemadan issiqlik olib ketish (q_2) bilan almashtiriladi. Ichki yonuv dvigatellarida ish jarayonini tashqil

- 1.Karbyuratorli dvigatellarning ish jarayoni qanday ishlaydi?*
- 2.Otto sikli Dizel sikli bilan qanday farqlanadi?*
- 3.Dvigatellarning quvvatini oshirish nimalarga bog`liq?*

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;
- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.

O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:
V - xaqidagi bilimlarimga javob beradi;
«-» - xaqidagi bilimlarimga zid;
+ - yangi ma'lumotlar
? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

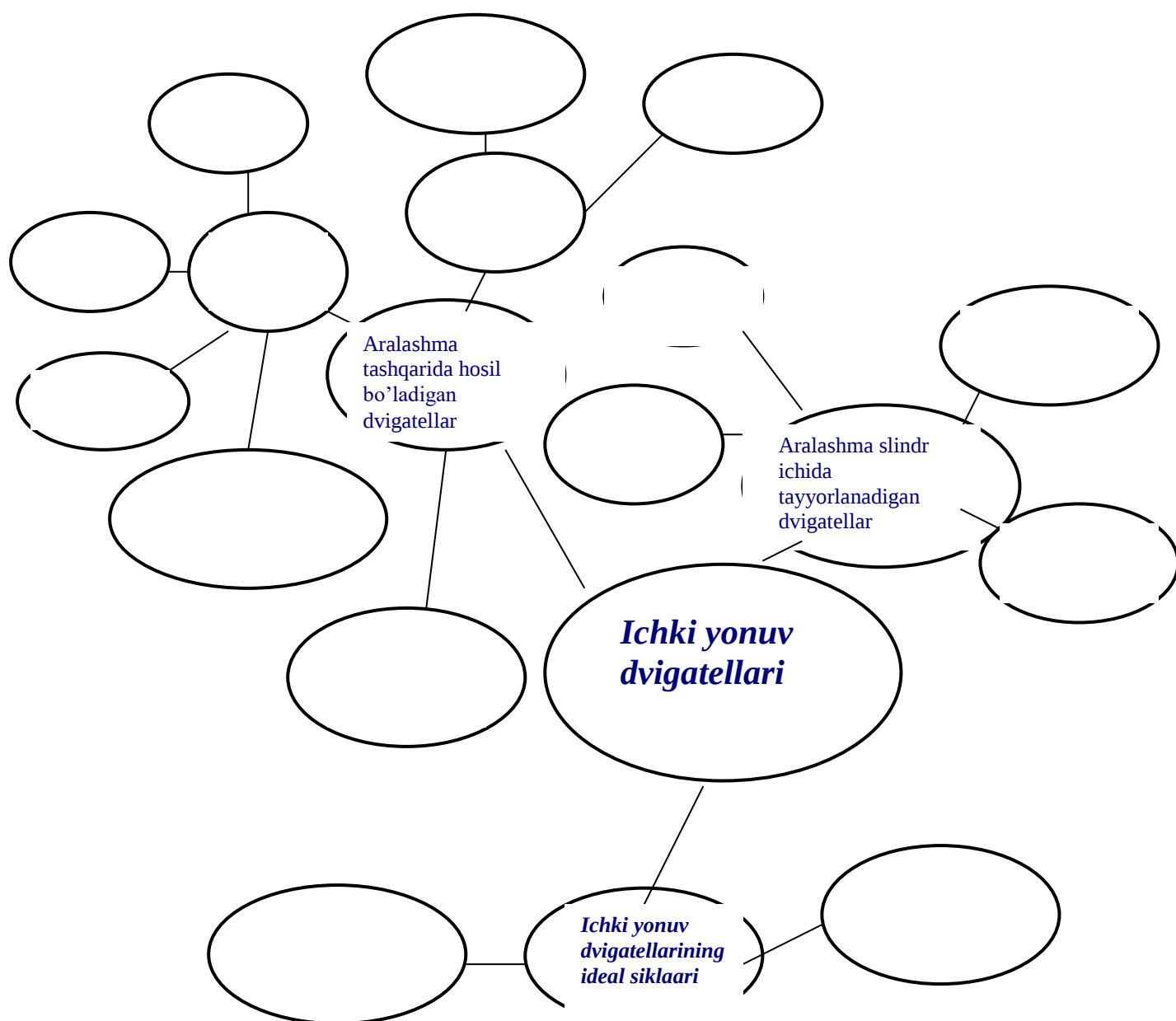
V	+	-	?

O'QUV-USLUBIY MATERIALLAR

O'QUV TOPSHIRIQLAR

“Ichki yonuv dvigatellari” organayzerini to'ldiring

“Aralashmali chiqindilar”



Klaster tuzish qoidalari

Klaster

Klaster - (bog'lovchi).

- Mavzu bo'yicha yangi ta'surotlarni kengaytiradi, fikrlash jarayonini chuqurlashtiradi, bilim olish jarayonini aktivlashtirib, erkin mulohaza yuritish va ularni boyitishga yordam beradi.
- O'quv mashg'ulotlarni barcha etaplarda qo'llanishi mumkin.

Klaster tuzish qoidasi bilan tanishish maqsadga muvofiq bo'ladi. Doska yoki katta bo'sh varaqda o'rtasida 1-2 tayanch so'zlari yordamida tuziladi.

Tayanch so'z va yo'ldosh so'zlar kichik dumoloq ichida yordamchi so'zlar bilan bir biriga ulanib munosabat beriladi. Mavzuga tegishli so'zlar yoziladi va aniqlanadi.

Klasterga joylashtirilgan so'zlar muhokamaga quyiladi.

O`z – o`zini tekshirish uchun savollar

1. Ish aralashmasi deb nimaga aytiladi?
2. Karbyuratorli dvigatellarning ish jarayonini tushuntirib bering?
3. Dvigatelning quvvati qanday aniqlanadi?
4. Siqish darajasi deb nimaga aytiladi?
5. Hajm o'zgarmas bo'lganda issiqlik keltiriladigan Otto tsiklining termik f.i.k. qanday aniqlanadi?
6. Bosim oshishi darajasi deb nimaga aytiladi?

13-MAVZU

BUG' VA GAZ TURBINALARI

13.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50- nafar.
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza
Ma'ruza rejasi	<u>13.1. Bug' turbinasining tasnifi va tuzilishi.</u> <u>13.2. Bug' turbinasining ishlash tartibi va unda kechadigan termodinamika jarayonlar</u> <u>13.3 Bug' turbinasidagi isroflar</u> <u>13.4 . Bug' turbinasining quvvati va f.i.k.</u> <u>13.5 Gaz turbinasining tasnifi, tuzilishi va ishlash tartibi</u> <u>13.6. Gaz turbinalari qurilmalari va ularning siklida termodinamik jarayonlar</u> <u>13.7. Issiqlik $R=const$ da o'tkaziladigan gaz turbinasi qurilmasi.</u>
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Bug' va gaz turbinalarini ishlash jarayonlarini o'rganish.	
Pedagogik vazifalar: • <u>Bug' turbinasining tasnifi va tuzilishi to'g'risida tushuncha berish;</u> • <u>Bug' turbinasining ishlash tartibi va unda kechadigan termodinamik jarayonlarni o'rganish;</u> • <u>Gaz turbinasining tasnifi va tuzilishi to'g'risida tushuncha berish;</u> • <u>Gaz turbinasining ishlash tartibi va unda kechadigan termodinamik jarayonlarni o'rganish;</u>	O'quv faoliyati natijalari: • <u>Bug' turbinasining tasnifi va tuzilishi to'g'risida tushuncha beriladi;</u> • <u>Bug' turbinasining ishlash tartibi va unda kechadigan termodinamik jarayonlarni o'rganiladi;</u> • <u>Gaz turbinasining tasnifi va tuzilishi to'g'risida tushuncha beriladi;</u> • <u>Gaz turbinasining ishlash tartibi va unda kechadigan termodinamik jarayonlarni o'rganiladi;</u>
Ta'lim berish usullari	Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, bltis-so'rov
Ta'lim berish shakllari	Ommaviy
Ta'lim berish vositalari	O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proektor, slayd
Ta'lim berish sharoiti	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
Monitoring va baholash	Og'zaki nazorat: savol-javob

13.2“Bug’ va gaz turbinalari”ma’ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi

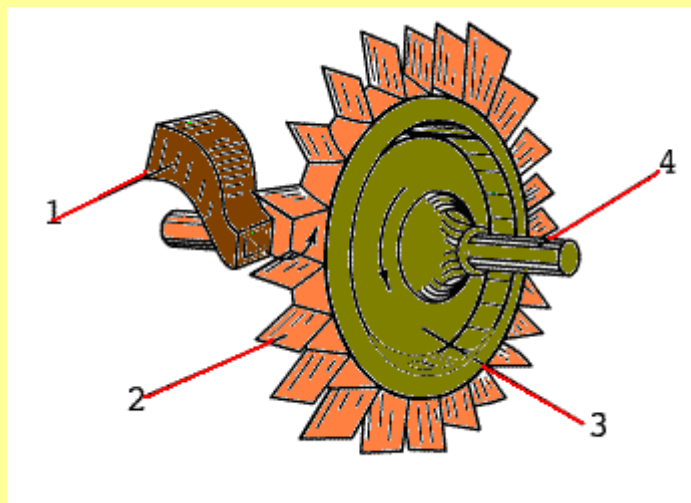
Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1 Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2.Yangi mavzuni nomi va uni qisqacha mazmuni beriladi.	Tinglaydi. Tinglaydi
2- bosqich Aso siy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Talabalar bilimini faollashtirish maqsadida savol beradi: “Bug’ turbinalari deganda nimani tushunasiz?”. 2.2. Javoblarni umumlashtirib, bug’ turbinasi tushunchasini kengroq yoritib beradi . (1-ilova) 2.3. Gaz turbinasi bo'yicha umumiy ma'lumotlarni beradi va talabalarni faollashtirish uchun savol beradi: “Gaz turbinasi qanday ishlaydi?”. 2.4. Gaz turbinasining ishlash tartibi va unda kechadigan termodinamik jarayonlar to'g'risida ma'lumot beradi (2-ilova). 2.5. Javoblarni umumlashtiradi va slayd yordamida olingan bilim ko'nikmalarini mustahkamlaydi.(3-ilova) 2.6. Bug’ turbinasidagi isroflar va uning quvvati, f.i.k. tushuntirib beriladi. (4-ilova)	Savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi. Talabalar berilgan savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi Talabalar berilgan savolga javob beradi.
3.Yak uniy bosqich (10 daqiqa)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining 1-3 savolini o'rganish vazifasini beradi: (5-ilova).	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

BUG' TURBINASINING TASNIFI VA TUZILISHI

Bug'ning issiqlik energiyasini bosqichma -bosqich mexanik energiyaga aylantirib beruvchi issiqlik mashinasi bug' turbinasi deyiladi. Hosil qilingan energiya boshqa turdagi energiyaga yoki mexanik energiyaga (ishga) aylantiriladi.

Bug' turbinasida bug' energiyasining mexanikaviy ishga aylantirish jarayoni ikki bosqichda amalga oshiriladi: 1) bug'ning potentsial energiyasini kinetik energiyaga aylantirish; 2) olingan kinetik energiyani turbinaning mexanikaviy ishga aylantirish.

Turbinaning bug' oqib o'tish qismi ikkita asosiy qismdan: birinchi qismi - soklo apparati 1, ikkinchi qismi- turbinaning vali 4 ga o'rnatilgan disk 3 dan tashqil topgan. Diskning aylanasi bo'ylab ish parraklari 2 mahkamlangan, ular kanallar hosil qiladi, (13.1 -rasm)



13.1-rasm. Bug' turbinasining soplasi va ish g'ildiragi.

Birinchi jarayon soplo apparatida sodir bo'ladi, bu yerda yuqori bosimli bug' kiradi soplolarda bug' kengayadi, uning bosimi pasayadi va tegishli tezligi ortadi, ya'ni soplo apparatida bug'ning ichki energiyasi kinetik energiyaga aylanadi.

Ikkinchi jarayon ish parraklari hosil qilgan kanallarda sodir bo'ladi, bu yerda bug'ning kinetik energiyasi diskning v Ish parraklari mahkamlangan bitta diskli soplo apparati turbinaning boskichini hosil qiladi. Bir boskichli turibinalarning aylanishlar soni katta (2000-50000 ayl/min) bo'ladi.

Ular odatda transport ustanovkalarida yordamchi qurilma sifatida ishlatiladi. Ko'p boskichli bug' turbinolari katta quvvatli bo'ladi. Hozirgi vaqtda quvvati 300, 500 va 800 Mvt bo'lgan bug' turbinolari ishlatiladi.

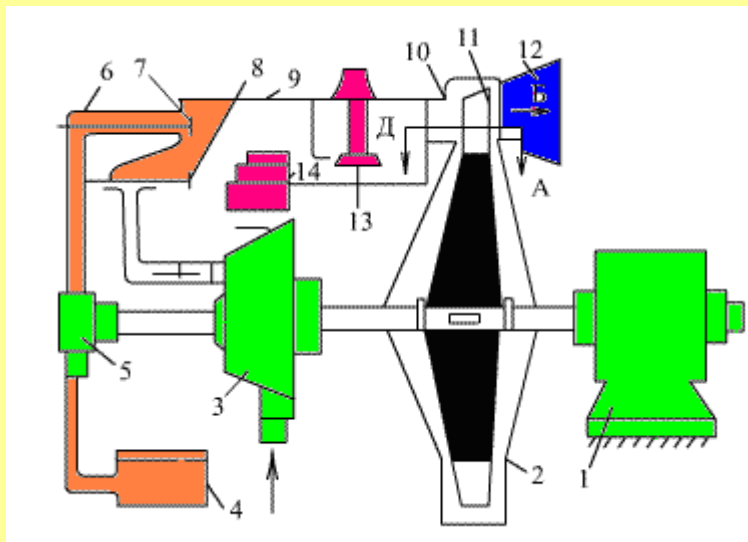
Hozirgi zamon turbinasi - bug' tejamligini juda yuqori, tez ishlaydigan murakkab dvigateldir.

Bug' turbinolari bir, ikki va ko'p boskichli hamdm mos ravishda past , o'rtacha va yuqori bosimli bo'ladi,

Hozirgi vaqtda ko'p boskichli bug' turbinasi barcha issiqlik elektr stantsiyalarida asosiy dvigatel hisoblanadi.

GAZ TURBINASI QURILMALARI VA ULARNING SIKLIDAGI TERMODINAMIK JARAYONLAR

Gaz turbinasining tarkibiy qismi yonish kamerasi 6 yonish mag'suloti oqimidagi issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi gaz turbinasi 2, atmosfera havosini surib va siqib uzatuvchi kompressor 3, yoqilg'i nasosi 5 va bak 4, elektr gneratori 1, soplo 11, yonish kamerasi 9 va boshqa yordamchi qismlardan tashkil topgan.

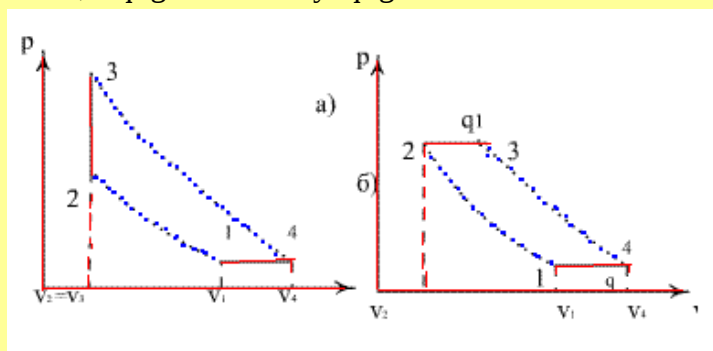


13.3-rasm Yoqilg'i $R=\text{const}$ bo'lganda yoqiladigan GTK ning sxemasi.

6- yoqilg'i trubasi, 7-forsunka, 8 - siqilgan havo trubasi, 10 - yonish mahsuli oqimini yunaltiruvchi apparati, 11 - gaz turbinasi ko'raklari, 13- o't oldirish svechasi.

Tuzilishi va yoqilg'ini yoqilish uslubiga ko'ra, gaz turbinasi qurilmasi (GTK) tarkibiga elektr svecha, ish moddasi (havo va yoqilg'i) ni yonish kamerasiga kiritish hamda yonish mahsulini kameradan chiqarish klapanlari, regeneratsiya bo'lmasi, birlamchi va ikkilamchi bosqichli yonish kameralari hamdm turbinalari, shuningdek, ikkilamchi kompressor kiradi. GTKlarda ish moddasini yoqish uslubiga ko'ra $V = \text{const}$, $P = \text{const}$ va aralash bosqichli bo'ladi.

GTK larda yoqilg'i sifatida tabiiy gaz, tozalangan koks, domna va generator gazlari, maxsus dizel solyar moylari ishlatiladi. GTK dagi turbina, elektr generatori, havo kompressori va yoqilg'i nasosi yagona umumiy valda joylashtiriladi. Ish yoqilg'isining $V=\text{const}$ da yonadigan GTK tsiklidagi termodinamik jarayonlarni qarab chikamiz. Atmosfera havosi kompressor 3 ga surilib unda siqiladi (14-4a-rasm 1-2 chizik) va aniq parametrga (T_1R_1V) ega bo'lgandan sung avval havoni kiritish, keyin yoqilg'ini kiritish klapanlari ochilib yonish kamerasiga mos ravishda, siqilgan havo va yoqilg'i uzatiladi.



13.4-rasm Issiqlik $V=\text{const(a)}$ va $P=\text{const(b)}$ bo'lganda uzatiladigan GTK tsiklidagi termodinamika

BUG' TURBINASIDAGI ISROFLAR VA UNING QUVVATI, F.I.K.

Bug' turbinasida ishlab bo'lgan bug'ning tekshirilayotgan chiqish tezligidagi isroflardan tashqari foydali ishni kamaytiradigan isroflar ham bo'ladi. Bunday isroflar ichki va tashqi isroflarga bo'linadi.

Ichki isroflar turbinaning bug' oqib o'tadigan qismida vujudga keladi va foydalaniladigan issiqlik pasayishini kamaytiradi. Ular jumlasiga quyidagilar kiradi:

1) Soplolarda va turbinaning ish qanotlarida bug' oqimchasining devorlarga ishqalanishi, uyurmalanishi va xokazolar tufayli kinetik energiyaning isrof bo'lishi.

2) Ish qanotlari bilan turbina korpusi orasidagi bug'ning sizib chiqishi tufayli bo'ladigan isroflar;

3) bug'ning namligi tufayli kondensatsion turbinalarning oxirgi boskichlarida sodir bo'ladigan isroflar. Suyuqlik zarralari qanotlarining devorlariga urilib, rotorning aylanishini syokinlashtiradi va qanotlarda olinadigan ishni kamaytiradi.

Tashqi isroflar jumlasiga quyidagilar kiradi:

1) turbina korpusi bilan undan chiqib turadigan ish valining chekkalari orasidagi zararlar orqali bug'ning sizib chiqishidan isroflar.

2) Mexanikaviy isroflar, bo'lar turbinaning tayanch va tirak podshipniklarida ishqalanishni yengishga energiyaning sarflanishini, boshqarish sistemasini harakatga keltirish uchun energiyaning sarflanishi va boshqalar.

Bug' turbinalarida turbina qanotlari ham hosil qiladigan ichki (indikator) quvvat N_i hamdm turbina validan olinadigan effektiv quvvat N_e bo'ladi.

Agar ichki quvvati isroflarsiz ishlaydigan ideal turbina hosil qiladigan quvvati N_0 bilan taqqoslansa, u holda doimo $N_i < N_0$ bo'ladi.

N_{Hu} bilan bir vaqtda effektiv quvvat ichki quvvatdan mexanikaviy isroflarga sarflangan quvvat N_m kattaligicha kichik bo'ladi.

$$N_e = N_i - N_m \quad (13.7)$$

Turbinaning foydali ish koeffitsienti. Ichki nisbiy f.i. k. turbinadagi ichki isroflarni hisob ga oladi va ushbu nisbatdan aniqlanadi:

$$\eta_{oi} = N_i / N_0 \quad (13.8)$$

Nisbiy effektiv f.i.k. mexanikaviy isroflarni hisobga oladi va quyidagi nisbatdan aniqlanadi:

$$\eta_{oe} = \frac{N_e}{N_0} \quad (13.9)$$

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga ko'ra ideal tsiklni termik f.i.k.

$$\eta_t < 1 \text{ ekanligini}$$

e'tiborga olsak, u holda real mashinaning f.i.k.

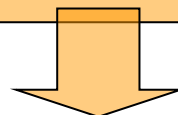
$$\eta_{abc} = \eta_t \eta_{Huc} \quad (13.10)$$

$$\text{oki} \quad \eta_i = \eta_{oi} \eta_t \quad \text{a} \quad \eta_e = \eta_{oe} \eta_t$$

1. Bug' turbinasidagi isroflarni qanday kamaytirish mumkin?
2. Bug' turbinasining f.i.k. qanday faktorlarga bog'liq?
3. Gaz turbinasining f.i.k. qanday faktorlarga bog'liq va ular qayerlarda ishlatiladi?

3-ilova

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;
- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.

O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - xaqidagi bilimlarimga javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlarimga zid;

+ - yangi ma'lumotlar

? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

V	+	-	?

O'QUV-USLUBIY MATERIALLAR

O'QUV TOPSHIRIQLAR

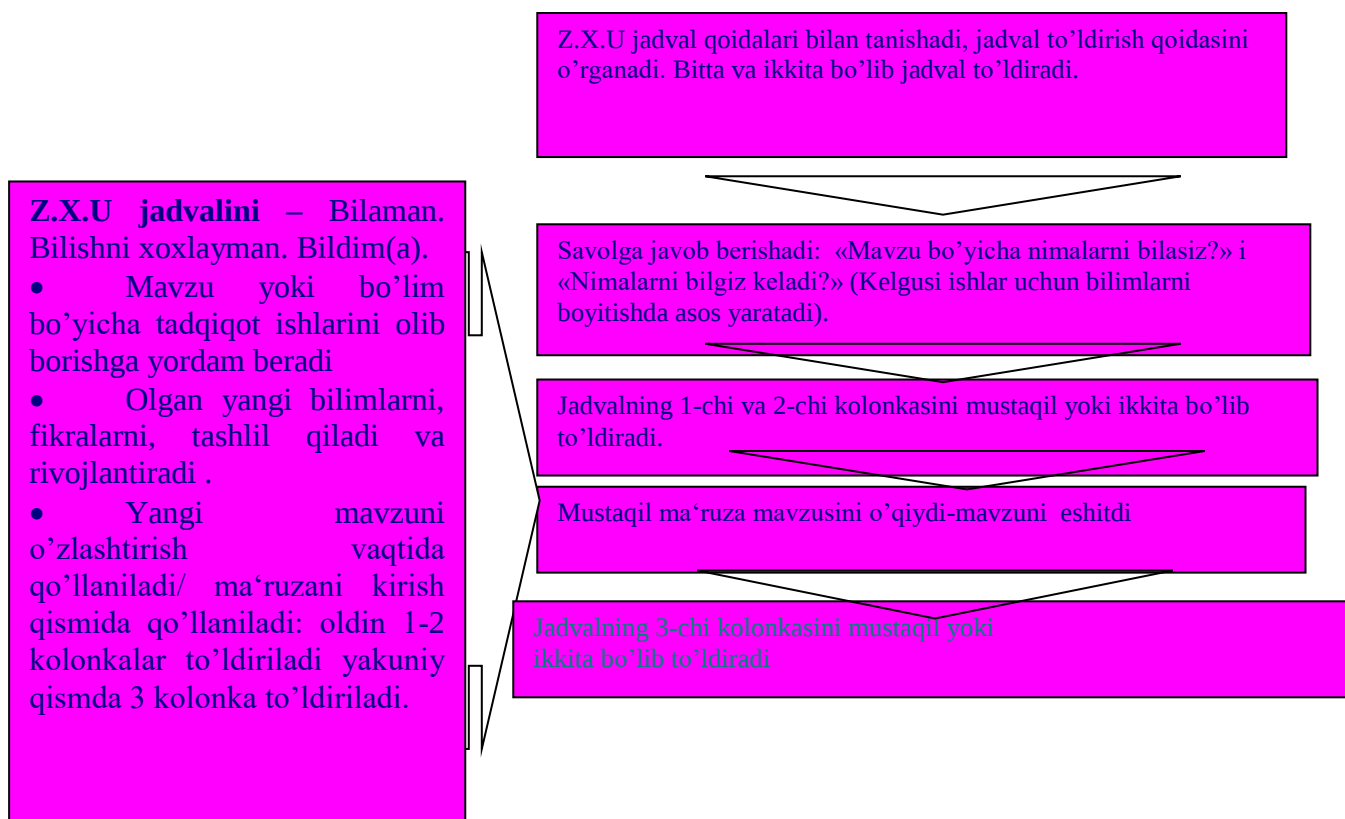
Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bildim. (B/BX/B) – Z.X.U. (Знаю. Хочу узнать. Узнал) tuzish qoidasi

Bilamiz	Bilishni xoxlaymiz	Bildik

TOIFALASH JADVALI

Turbinalar	Hususiyatlari tavsifi	Qo'llanish sohalari
1. Bug' turbinasi 2. Gaz turbinasi	1. Bug'ning issiqlik energiyasini bosqichma – bosqich mexanik energiyaga aylantirib beruvchi issiqlik mashinasi bug' turbinasi deyiladi 2. Yuqori bosim va temperatura ostidagi yonish maxsuli (gaz) energiyasini ko'raklar yordamida rotor valining mexanik energiyasiga aylantiruvchi issiqlik mashinasi gaz turbinasi deyiladi.	1. Hosil qilingan energiya boshqa turdagi energiyaga yoki mexanik energiyaga (ishga) aylantiriladi. Bug' turbinasida bug' energiyasining mexanikaviy ishga aylantirish jarayoni ikki bosqichda amalga oshiriladi: 1) bug'ning potentsial energiyasini kinetik energiyaga aylantirish; 2) olingan kinetik energiyani turbinaning mexanikaviy ishga aylantirish. 2. Gaz turbinalari gaz dvigatellariga mansub bo'lib, ish moddasining yoqilish usuliga ko'ra $V=const$, $P = const$ va aralash boskichli bo'ladi. Gaz turbinasi soplo apparatining ketma-ket joylashgan qo'zg'almas (yunaltiruvchi) ko'rak toshlari va uning oqim kesimini hosil qiladigan ish gildiragining aylanuvchi toshlaridan tashqil topgan.

Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bildim. (B/BX/B) – Z.X.U. (Знаю. Хочу узнать. Узнал) tuzish qoidasi



Toifalash jadvalini tuzish qoidasi



1. Toifalar bo'yicha ma'lumotlarni taqsimlashning yagona usuli mavjud emas.
2. Bitta mini - guruhda toifalarga ajratish boshqa guruhda ajratilgan toifalardan farq qilishi mumkin.
3. Ta'lim oluvchilarga oldindan tayyorlab qo'yilgan toifalarni berish mumkin emas bu ularning mustaqil tanlovi bo'la qolsin.

O`z – o`zini tekshirish uchun savollar

1. Bug' turbinasining ish jaryonini tushuntirib bering?
2. Bug' turbinasida qanday termodinamik jarayonlar amalga oshiriladi?
3. Bug' turbinasining quvvati va f.i.k. qanday aniqlanadi?
4. Bug' turbinasi deb nimaga aytiladi?
5. Gaz bug'i turbinasi nimalardan iborat?
6. Gaz bug' turbinasining turlari nechta?

14-MAVZU**ISSIQLIK BUG' USKUNALARI****14.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli**

Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50- nafar.	
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza	
Ma'ruza rejasi	<u>14.1 Asosiy tushunchalar</u> <u>14.2 Issiqlik elektr stantsiyalarining klassifikatsiyasi</u> <u>14.3 TES ning ishlash texnologik jarayoni</u> <u>14.4 Elektr stantsiyasining printsiplial issiqlik sxemasi.</u>	
O'quv mashg'ulotining maqsadi: “Issiqlik bug’ uskunalari” mavzusi bo'yicha talabalarda bilim ko'nikmalarini hosil qilish.		
Pedagogik vazifalar: • Issiqlik bug’ uskunalari to’g’risida umumiy ma’lumot berish; • Issiqlik elektr stansiyalari (IES)larining klassifikatsiyalari to’g’risida tushuncha berish; • Elektr stansiyalarining prinsipial issiqlik sxemalari bo’yicha umumiy ma’lumot berish;		O'quv faoliyati natijalari: • Issiqlik bug’ uskunalari to’g’risida umumiy ma’lumot beriladi; • Issiqlik elektr stansiyalari (IES)larining klassifikatsiyalari to’g’risida tushuncha beriladi; • Elektr stansiyalarining prinsipial issiqlik sxemalari bo’yicha umumiy ma’lumot beriladi;
Ta'lim berish usullari		Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, blits-so'rov
Ta'lim berish shakllari		Ommaviy
Ta'lim berish vositalari		O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proyektor, slayd
Ta'lim berish sharoiti		O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
Monitoring va baholash		Og'zaki nazorat: savol-javob

142“Issiqlik bug’ uskunolari” ma’ruza mashg’ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta’lim beruvchi	Ta’lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish (15 daqiqa)	1.1 Uyga berilgan vazifani ya’ni Insert texnikasi asosida matnning o’rganish darajasi tekshiriladi. 1.2.Yangi mavzuni nomi va uni qisqacha mazmuni beriladi.	Tinglaydi. Tinglaydi
2- bosqich Aso siy bosqich (55 daqiqa)	2.1. Talabalar bilimini faollashtirish maqsadida savol beradi: “IES larning klassifikasiyalari to’g’risida nimalarni bilasiz?”. 2.2. Javoblarni umumlashtirib, IES larning klassifikasiyalari to’g’risida nimalarni bilasiz? to’g’risida batafsil ma’lumot beradi (1-ilova) 2.3. Elektr stansiyalarining prinsipial issiqlik sxemalarining afzalliklari to’g’risida tushuncha beradi va talabalar bilimini sinab ko’rish maqsadida savol beradi: Elektr stansiyalarining prinsipial issiqlik sxemalari afzalliklari nimada?. 2.4. Javoblarni umumlashtiradi va slayd yordamida olingan bilim ko’nikmalarini mustahkamlaydi.(2-ilova)	Savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi. Talabalar berilgan savolga javob beradi. Tinglaydi, yozadi
3.Yak uniy bosqich (10 daqiqa)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo’yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o’quv materialining 1-3 savolini o’rganish vazifasini beradi: (3-ilova).	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

ISSIQLIK ELEKTR STANSIYALARI (IES)LARINING KLASSIFIKATSIYALARI

Birlamchi
dvigatel turiga
va quvvatiga

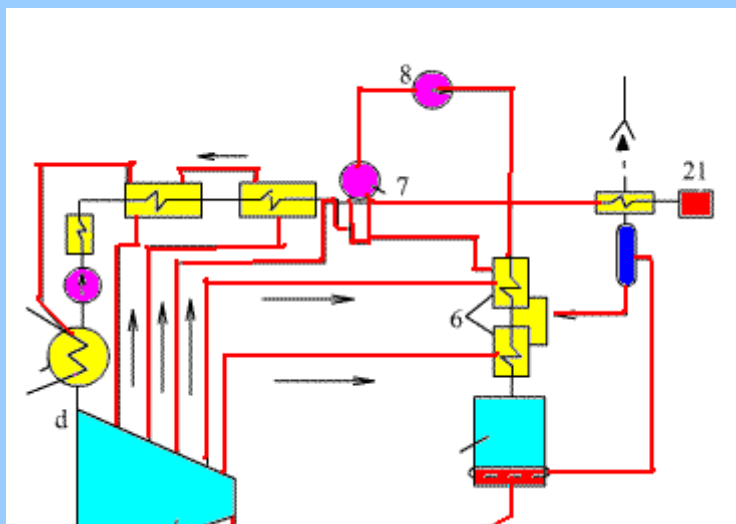
Bug'ning
boshlang'ich
parametrlariga

Qanday
maqsadda
ishlatilishiga

Elektr stansiyalarining prinsipial issiqlik sxemalari

Elektr stantsiyasining issiqlik uskunalari, apparatlari va turli xil issiqlik qurilmalarining bug', suv hamda kondensat truboprovodlari bilan birgalikda grafik usulda tasvirlanishi uning prinsipial issiqlik sxemasiga deyiladi.

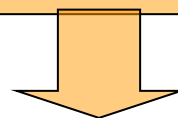
14.1-rasmda $K=100-50$ bug' turbinali elektr stantsiyasining prinsipial issiqlik sxemasi ko'rsatilgan, Qozon 1 dan parametrlari R_0 tii bo'lgan bug' turbinasi 2 ga o'tadi, turbinaning besh joyidan bug' olinadi. I va II joylardan olingan, parametrlari i_{P1} va i_{P2} bo'lgan bug' yuqori bosimli isitgichlar 9 ga o'tadi, ularda qozonga yuboriladigan ta'minlash suvi isitiladi.



1. IES va IEM lar qanday ishlaydi?
2. O'zbekistonda qanday IES lar mavjud?
3. IES da elektroenergiya qanday hosil qilinadi?

3-ilova

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;

- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.



O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - xaqidagi bilimlarimga javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlarimga zid;

+ - yangi ma'lumotlar

? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

V	+	-	?

O'QUV-USLUBIY MATERIALLAR

O'QUV TOPSHIRIQLAR

Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bildim. (B/BX/B) – Z.X.U. (Знаю. Хочу узнат. Узнал) tuzish jadvali

Bilamiz	Bilishni xoxlaymiz	Bildik

Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bildim. (B/BX/B) – Z.X.U. (Знаю. Хочу узнат. Узнал) tuzish qoidasi

Z.X.U jadvalini – Bilaman. Bilishni xoxlayman. Bildim(a).

- Mavzu yoki bo'lim bo'yicha tadqiqot ishlarini olib borishga yordam beradi
- Olgan yangi bilimlarni, fikralarni, tashlil qiladi va rivojlantiradi .
- Yangi mavzuni o'zlashtirish vaqtida qo'llaniladi/ ma'ruzani kirish qismida qo'llaniladi: oldin 1-2 kolonkalar to'ldiriladi yakuniy qismda 3 kolonka to'ldiriladi.

Z.X.U jadval qoidalari bilan tanishadi, jadval to'ldirish qoidasini o'rganadi. Bitta va ikkita bo'lib jadval to'ldiradi.

Savolga javob berishadi: «Mavzu bo'yicha nimalarni bilasiz?» i «Nimalarni bilgiz keladi?» (Kelgusi ishlar uchun bilimlarni boyitishda asos yaratadi).

Jadvalning 1-chi va 2-chi kolonkasini mustaqil yoki ikkita blib to'ldiradi.

Mustaqil ma'ruza mavzusini o'qiydi-mavzuni eshitdi

Jadvalning 3-chi kolonkasini mustaqil yoki ikkita bo'lib to'ldiradi

15.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

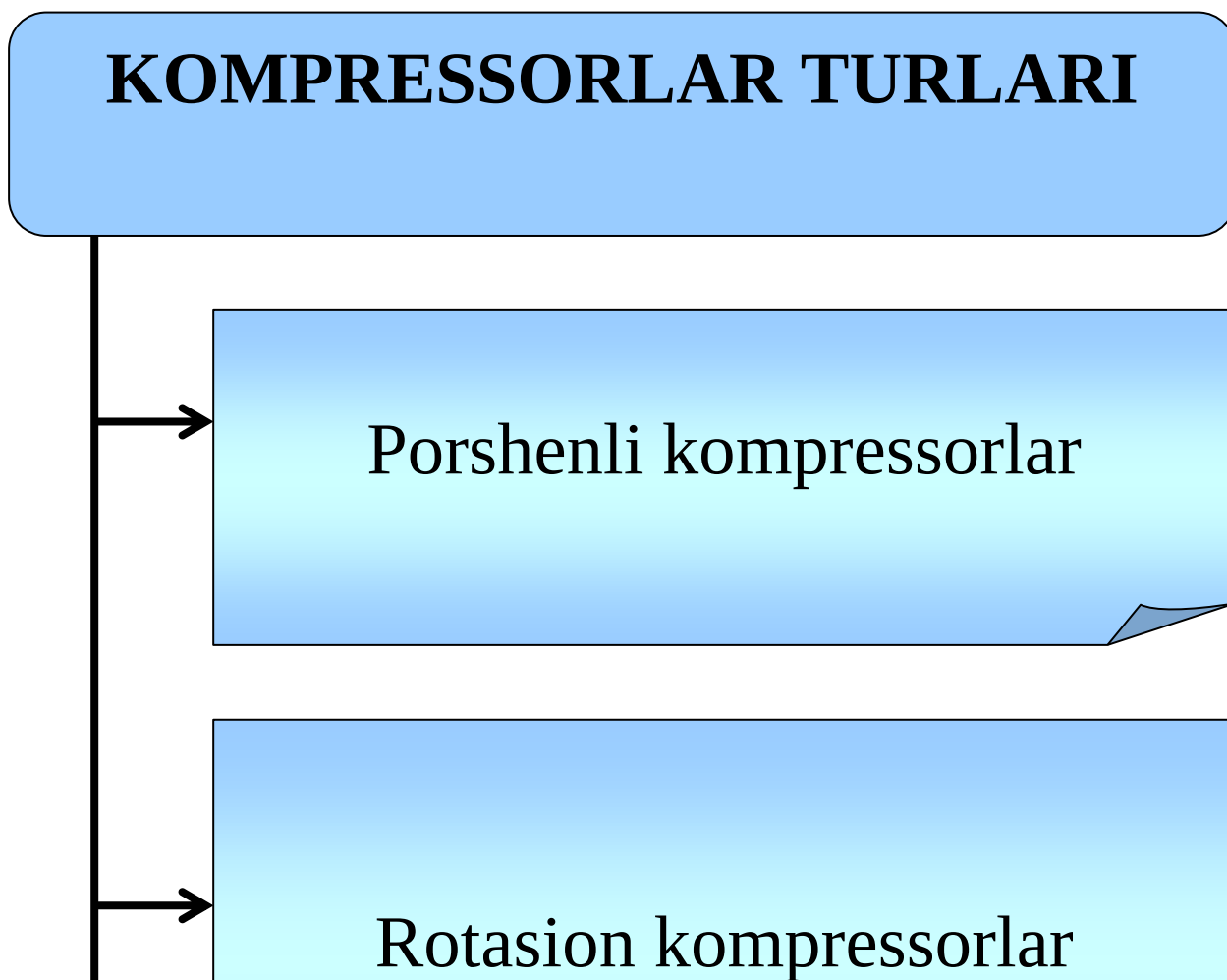
Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50- nafar.	
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza	
Ma'ruza rejasi	<u>15.1 Asosiy tushunchalar</u> <u>15.2. Porshenli kompressorlar</u> <u>15.3. Kompressorning termodinamik asoslari</u> <u>15.4. Rotatsion kompressorlar</u> <u>15.5. Turbokompressorlar</u>	
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Kompressorlar turlari va vazifasi,mexanizmlarning tuzilishi to'g'risida bilimlarga ega bo'lish		
Pedagogik vazifalar: • Kompressorlar turlari va vazifalari; • Porshenli kompressorlarning turlari va vazifasi; • Kompressorlarning termodinamik asoslari to'g'risida tushuncha berish; • Rotasion va turbo kompressorlarning tuzilish tahlili;		O'quv faoliyati natijalari: • Kompressorlar turlari va vazifalari to'g'risida ma'lumot beradi; • Porshenli kompressorlarning turlari va vazifalari to'g'risida ma'lumot beradi; • Kompressorlarning termodinamik asoslari to'g'risida tushuncha beradi; • Rotasion va turbo kompressorlarning tuzilish tahlil qiladi;
Ta'lim berish usullari		Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, blits-so'rov
Ta'lim berish shakllari		Ommaviy
Ta'lim berish vositalari		O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proyektor, slayd
Ta'lim berish sharoiti		O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
Monitoring va baholash		Og'zaki nazorat: savol-javob

15.2. "Mexanizm va mashinalar nazariyasi. Mexanizmlarning tuzilishi".
 mavzusi bo'yicha ma'ruzaning texnologik xaritasi

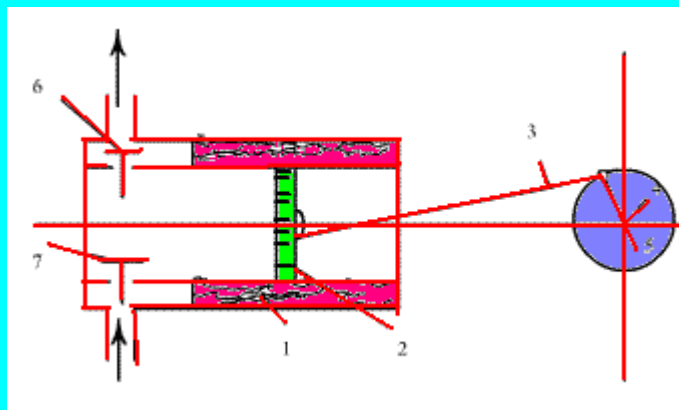
Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish bosqichi (10 daqiqa)	1.1. Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2. Mavzu nomi, uning maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.3. Mavzu rejasi savollarini ekranga chiqaradi va ularga qisqacha sharh beradi.	Tinglaydi.

2. Asosiy bosqich (60 daqiqa)	2.1.Talabalar ishtirokini faollashtirish maqsadida savol beradi: “Kompressorlarning qanday turlarini bilasiz?” 2.2.Talabalar bergan javoblarni umumlashtirib kompressorlarning turlari va vazifalari to'g'risida batafsil ma'lumot beradi. (1-ilova). 2.3.Porshenli, rotasion va turbokompressorlarning ishlash sxemalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar berib talabalar bilimini sinash maqsadida savol beradi: “Porshenli, rotasion va turbokompressorlarning sxemalarini ishlashini tushuntiring?”. 2.4.Javoblarni umumlashtiradi va Porshenli, rotasion va turbokompressorlarning sxemalari turlari va vazifasi to'g'risida slaydlar yordamida ma'lumot beradi (2-3-ilova).	Talabalar berilgan savollarga javob beradi. Tinglaydi va yozadi. Savollarga javob beradi Tinglaydi va yozadi
3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining savolini o'rganish vazifasini beradi: (4-ilova). Insert texnikasidan foydalanish qoidasini eslatadi	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.

1-ILOVA



Bir tsilindrli porshenli kompressor ichida porshen 2 harakatlanadigan tsilindr 1 dan iborat. Porshen shatun 3 vositasida krivoship 4 orqali kompressorning tirsakli vali 5 bilan birlashtirilgan va ilgari lanma- qaytma harajat qiladi.



15.1-rasm Bir tomonlama ishlaydigan bir tsilindrli kompressorning sxemasi.

Porshen chapdan o'ngga siljiganda kompressor tsilindrida siyraklanish vujudga keladi. Tevarakdagi muhitning bosimi ta'sirida surish klapani 7-ochiladi va tsilindrga siqilishi lozim bo'lgan gaz to'ladi.

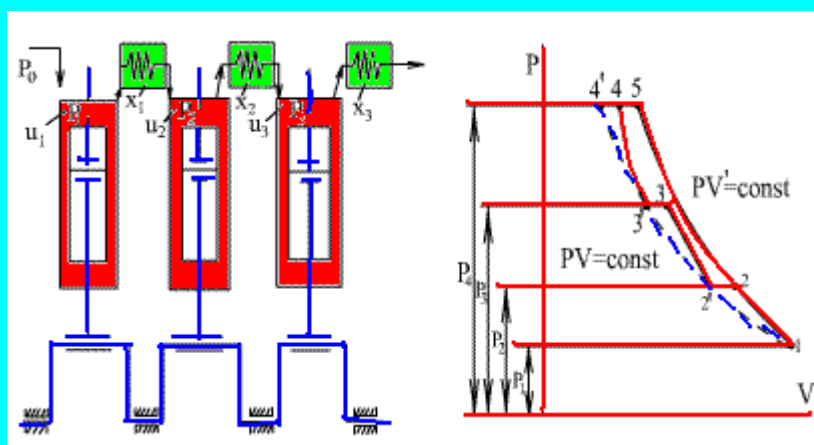
Porshen o'ngdan chapga tomon siljiganida surish klapani yopiladi va porshen tsilindrdagi gazni siqadi. Chapki turish nuqtasi yaqinida, ya'ni tsilindr ichidagi bosim gaz yig'ichdagi bosimdan bir oz yuqori bo'lganda, tsilindrning ish bo'shlig'ini gaz yig'ich bilan tutashtiruvchi haydash klapani 6 ochiladi. Siqilgan gaz tsilindrdan itarib chiqariladi va gaz yig'ichga haydaladi, undan esa iste'molchiga beriladi.

Ikki tomonlama ishlaydigan bir tsilindrli kompressorda gaz porshenning har bir yurishida uning ikkala tomoni bilan siqiladi. Bunday kompressorning ish unumi yuqori bo'ladi.

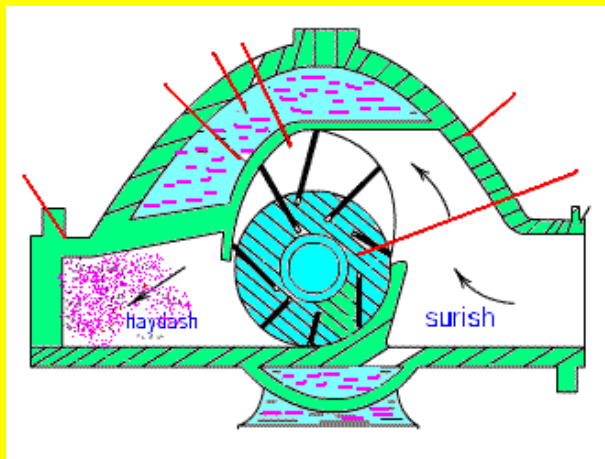
Ko'p bosqichli kompressor. Uch bosqichli kompressorning sxemasi va RV diagrammasi 15.2-rasmda ko'rsatilgan.

Birinchi bosqichda havo politron 1-2 bo'yicha biror oraliq bosim R2 gacha siqiladi va sovitkich X1 ga o'tadi, bu yerda o'zgarmas bosimda (2-21 chizik) t1 temperaturagacha soviydi. Shundan so'ng sovigan havo ikkinchi bosqich U2 ga boriladi, bu yerda politropa 21-3 bo'yicha R3 bosimgacha siqiladi. Bunda havoning temperaturasi t2 ikkinchi bosqichda siqilish oxirida moyning o'z-o'zidan alangalanish temperaturasiga yaqin qiymatlardan ortib ketmasligi kerak. t2- temperaturasi siqilgan havo sovitkich X2 ga o'tadi, u yerda yana t1 temperaturagacha soviydi (3-31 chiziq)

Ko'p bosqichli siqish havoni belgilangan yo'l qo'yilgan ish rejimida yuqori bosimlarga siqishga imkon beradi. Lyokin shu bilan birga kompressorning konstruksiyasi murakkablashadi, mexanikaviy va gidravlik isroflar ko'payadi, kompressorning mexanikaviy va umumiy f.i.k. kamayadi.



Bu kompressorlar ham porshenli kompressorlar kabi ish bo'shlig'i hajmining kamayishi printsipida ishlaydi. Rotatsion kompressorlar konstruktiv belgilariga ko'ra plastinali, aylanadigan rotorli, ikki rotorli kompressorlarga bo'linadi. 16.5 - rasmda plastinkali rotatsion kompressorning sxemasi ko'rsatilgan.



15.5-rasm. Rotatsion kompressorning sxemasi.

Korpus 5 da eksentrik ravishda rotor 1 joylashgan, uning gazlarida radial yo'nalishda oson sirpanadigan plastinkalar 2 bo'lib, ular rotor bilan korpus orasidagi o'roqsimon bo'shliqni bir necha qismga bo'lib turadi. Surish podtrubkasi 7 shunday joyda joylashganki, bu yerda plastinalar markazdan qochuvchi kuch ta'sirida rotor gazlaridan chiqadi va gaz kirishi uchun ikki plastina orasidagi hajm bo'shaydi. Rotor parrakning yuqorigi holatiga burilgan sari hajm asta sekin orta boradi.

Rotor yana burilganida plastinalar gazlarga kira boshlaydi va plastinalar orasidagi hajm 3 kichrayadi. Hajm 3 ni tuldiruvchi gazning bosimi tegishlicha ko'payadi. Rotor burilishishi davomida hajm 3 haydash patrubkasi 6 ning bo'shlig'i bilan to'tashadi va bu yerdan siqilgan gaz truboprovod orqali gaz yiggichga va iste'molchiga o'tadi. Rotor yana burilganida protsess takrorlanadi.

Kompressor ishlash vaqtida korpusining devorlari qizib ketmasligi uchun suv 4 bilan sovitib turiladi.

Afzalliklari: gabaritlari va og'irligi kichik, inertsiya kuchlar kam, ravon ishlaydi, aylanishlar soni katta, konstruksiyasi oddiy,

Kamchiliklari: f.i.k. kichik, detallari nihoyatda aniq ishlanishi tufayli tayyorlash texnologiyasi ancha murakkab, oxirgi bosimi katta emas, bir remontdan ikkinchi remontgacha ishlash muddati qisqa.

Trubokompressorlar.

Trubokompressorlarning konstruksiyasi turbinalarining konstruksiyasiga o'xshaydi. Gazni siqish jarayoni kompressor g'ildiraklarining parraklararo kanallarida va so'ngra quzg'almas kanallarda sodir bo'ladi. Ish g'ildiragining parraklarida gaz olgan kinetik energiya qo'zg'almas kanallarda tormozlanishi natijasida siqilgan gazning potentsial energiyasiga aylanadi:

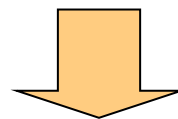
O'kli turbinadagi kabi o'kli trubokompressorda ham gazning harakat yo'nalishi mashinaning o'qi bilan mos tushadi.

Trubokompressorlar g'ildiragining aylanish tezligi ortishi bilan uning siqish

1. Kompresorlarning ishlash jarayonini qanday yaxshilash mumkin?
2. Rotasion kompresorlarning f.i.k. nimalarga bog`liq?
3. Turbokompresorlar qayerlarda qo`llaniladi?

4-ILOVA

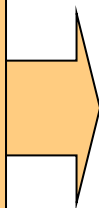
Insert jadvalining tuzilishi va uni to`ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o`qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;

- o`quv ma'lumotini mustaqil o`rganilganidan so'ng qo'llanadi.



O`qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - xaqidagi bilimlarimga javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlarimga zid;

+ - yangi ma'lumotlar

? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

	+	-	?

1. Kompessorlarning qanday turlari bor?
2. Uch bosqichli kompressorlarning ish jarayonini tushuntirib bering?
3. Kompressorlarda siqish ishi qanday aniqlanadi?
4. Trubokompressorlar deb nimaga aytiladi?
5. Ratatsion kompressorlar deb nimaga aytiladi?
6. Ratatsion kompressorlar sxemasi qanday bo'ladi?

16-MAVZU

ISSIQLIK ENERGIYASIDAN FOYDALANISHNING ATROF-MUHITGA TA'SIRI

16.1. Ta'lim berish texnologiyasining modeli

Mashg'ulot vaqti-2 soat	Talabalar soni: 50- nafar.
Mashg'ulot shakli	Axborot asosidagi ma'ruza
Ma'ruza rejasu	<u>16.1. Asosiy aniqlanishlar.</u> <u>16.2. Atrof muhitni ifloslanishi va unga qarshi ko'rash.</u> <u>16.3. Havoni ifloslanishdan himoya qilish.</u>
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Issiqlik energiyasidan foydalanishning atrof-muhitga ta'sirini o'rganish.	
Pedagogik vazifalar: • Issiqlik energiyasidan foydalanishning atrof – muhitga ta'siri to'g'risida tushuncha berish; • Atrof muhitni ifloslanishi va unga qarshi	O'quv faoliyati natijalari: • Issiqlik energiyasidan foydalanishning atrof – muhitga ta'siri to'g'risida tushuncha beriladi; • Atrof muhitni ifloslanishi va unga qarshi kurash to'g'risida tushuncha beriladi;

<i>kurash to'g'risida tushuncha berish;</i> • Havoning ifloslanishdan himoya qilish to'g'risida tushuncha berish;	• Havoning ifloslanishdan himoya qilish to'g'risida tushuncha beriladi;
<i>Ta'lim berish usullari</i>	Axborotli ma'ruza, suhbat, munozara, blits-so'rov
<i>Ta'lim berish shakllari</i>	Ommaviy
<i>Ta'lim berish vositalari</i>	O'quv qo'llanma, doska, bo'r, proyektor, slayd
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	O'TV bilan ishlashga moslashtirilgan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob

16.2. “Mexanizmlarni kinematik tahlil qilish”ma'ruza mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Faoliyat mazmuni	
	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1. Mavzuga kirish bosqichi (10 daqiqa)	1.1. Uyga berilgan vazifani ya'ni Insert texnikasi asosida matnning o'rganish darajasi tekshiriladi. 1.2. Mavzu nomi, uning maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiradi. 1.3. Mavzu rejasi savollarini ekranga chiqaradi va ularga qisqacha sharh beradi.	Tinglaydi.
2. Asosiy bosqich (60 daqiqa)	2.1. Talabalar ishtirokini faollashtirish maqsadida savol beradi: Atrof muhitni ifloslanishi va unga qarshi qanday kurashiladi? 2.2. Javoblarni umumlashtirib, slayd yordamida atrof muhitni ifloslanishi va unga qarshi kurashni kengroq yoritib beradi (1-ilova). 2.3. Havoning ifloslanishdan himoya qilishni batafsil tushuntiradi talabalarni faolligini oshirish maqsadida savol beradi: Havoni ifloslanishdan qanday himoya qilinadi? 2.4.Talabalar javobini umumlashtirib, slayd yordamida havoni ifloslanishi kengroq tushuntiradi (2-ilova).	Talabalar savollarga javob beradi. Tinglaydi. Talabalar savollarga javob beradi Tinglaydi va yozadi

3. Yakuniy bosqich (10 daqiqa)	Pedagogik texnologiya va interfaol usullardan foydalanish 3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2. Mustaqil ishlash uchun Insert texnikasi asosida o'quv materialining savolini o'rganish vazifasini beradi: (3-ilova). Insert texnikasidan foydalanish qoidasini eslatadi	Savollar beradi. Vazifani yozib oladi.
---	--	---

ATROF – MUHITNI IFLOSLANISHI VA UNGA QARSHI KURASH

1-ILOVA

Ifloslanish deb muhitga yangi moddani kiritilishiga yoki fizikaviy, ximiyaviy, biologik moddani miqdorini tabiiy ko'p yillik o'rtacha miqdorga nisbatan muhitda oshishiga aytiladi. Ifloslanish natijasida organizmga yoqmaydigan muhit hosil bo'ladi yoki boshqacha aytganda shu organizm uchun qaraladigan faktor optimum zonadan chetga chiqish mumkin. Havoni ifloslantiruvchi asosiy manbalardan yildan yilga oshib boradigani insonning sanoatdagi faoliyati va avtotransportning rivojlanishini hisob lanadi.

Sanoat chiqindilari yoqiladigan yoqilg'i turiga bog'liq (qattiq, suyuq, gazsimon). Eng ko'p chiqindi miqdori qattiq yoqilg'i yonganda yonmaydigan mayda zarrachalar shaklida (to'tun, kul, chang) va zararli gazlar (is gazi, uglerod (IV) oksidi, uglevodorodlar, oltingugurt birikmalari, azot oksidlari) shaklida chiqadi. Hamma mamlakatlar sanoat chiqindilari shaklida bir kunda olti milliard tonna is gazi va o'n milliard tonnadan ko'p ifloslantiruvchi moddalar chiqiradi. Atom elektr stantsiyalari atrof muhitni issiqlik elektr stantsiyalariga nisbatan kamroq ifloslantiradi, ammo bunda insonni nurlanish xavfi atrof muhitni radioaktiv moddalar bilan ifloslantirish xavfi tug'iladi. Ifloslantirishni anchagina qismini ham transport vositalari ayniqsa avtomillardan chiqadigan gazlar tashqil qiladi.

Atrof muhitni ifloslanishida karbyuratorli dvigatellardan chiqadigan gazlar uglerod oksidi, uglevodorodlar, azot oksidi, dizel dvigatelidan chiqadigan gazlar azot oksidi, oltingugurt va boshqalar ayniqsa xavflidir.

Atrof muhit benzin bug'larini yoqilg'i yonishidan, dvigatellarda saqlash joylarini, yoqilg'i quyish vaqtida uchib chiqishi natijasida ham anchagina ifloslanadi.

Havoda mavjud bo'lgan ftor o'smliklar tomonidan o'zlashtiriladi va ularni hayvonlar iste'mol qilishni natijasida hayvon go'shti va suti orqali inson ovqatiga kiradi. Rtutli birikmalar baliqlar ovqati orqali, insonga o'tishi mumkin.

Atmosfera havosini ifloslanishini oldini olish tadbirlari

Neft mag'sulotlarni ishlatilishini nazorat qilish, ularni oqishga yo'l qo'ymaslik, ular bilan tuproqni, suvni, o'simliklarni ifloslanishiga yo'l qo'ymaslik;

Traktor, kombayn va avtomashina dvigatellarni roslanishlarini kuzatish;

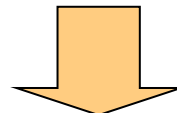
Mashina va qurilmalarni soz holda saqlash, ularni vazifasiga qarab qo'llash, xizmat ko'rsatish xavfsizlik qoidalariga qat'iy rioya qilish;

Pistitsidlar va ug'itlarni foydalanish va qoidalariga qat'iy rioya qilish;

Parrandachilik binolaridan chiqarilayotgan havo issiqligidan foydalanish usullarini qo'llash.

Qoramolchilik binolaridan chiqarilayotgan havo issiqligidan foydalanish usullarini qo'llash.

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish va ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniqlashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;

- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.

O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar; Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - xaqidagi bilimlarimga javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlarimga zid;

+ - yangi ma'lumotlar

? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.

Insert jadvali

V	+	-	?

O'z – o'zini tekshirish uchun savollar

1. Atrof muhitni ifloslantiruvchi ob'ektlarga nimalar kiradi?
2. Havoni ifloslanishini oldini olishni qanday usullari bor?
3. Ekologik faktorlar qanday turlarga bo'linadi?
4. Atmosfera havosini ifloslanishini oldini olish uchun nimalarga e'tibor qilish lozim?
5. Energiyaning ekologik toza qanday turlari mavjud?

4.1.NAMUNAVIY DASTUR

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI

“TASDIQLAYMAN”

Rektor _____ O.Sh. Bazarov

2022 yil “ _____ ” _____

ISSIQLIK TEXNIKASI

FAN DASTURI

Bilim sohasi: 300000 – Ishlab chiqarish - texnik soha

Ta’lim sohasi: 310000 – Muhandislik ishi

Ta’lim yo‘nalishlari: 5310600 – Transport vositalari muhandisligi
(avtomobil transporti)

Qarshi-2022

Fan / modul kodi IT3208	O‘quv yili 2022-2023	Semestr 5	ECTS - kreditlar 4
Fan / modul turi Umumkasbiy fanlar	Ta’lim tili o‘zbek		Haftalik dars soati 4
Fanning nomi	Auditoriya mashg‘ulotlari (soat)	Mustaqil ta’lim	Jami yuklama
Issiqlik texnikasi	60	60	120

1.Fanning mazmuni

Fanning maqsad va vazifalari

Mazkur fanni o'qitishning asosiy maqsadi - talabalarni issiqlikni olish, uni o'zgartirish, uzatish, issiqlik texnikasi qurilmalarini tanlash va energiya resurslarini maksimal darajada iqtisod qilgan holda ularni ishlatish usullari hamda ikkilamchi energiya resurslarini aniqlash va ishlatish usullari bilan tanishtirish. IYOD nazariyasi va konstruksiyasi bo'yicha chuqur bilim olish va uning asosida avtomobilga o'rnatilgan dvigatelning xususiyatlarni bilgan holda avtomobil ishini optimal tashkil etish usullarini tanlash.

Fanning vazifalari quyidagilardan iborat:

- issiqlik texnikasi terminlarini, energiyani olish va o'zgartirish qonunlarini, issiqlikdan foydalanish usullari, issiqlik energiyasi jihozlarini ishlashini, konstruksiyasini, foydalanish soxalarini va potensial imkoniyatlarini o'rganish;
- IYOD ning haqiqiy siklini amalga oshirishda silindrda kechaётgan jaraёнning mohiyatini va vazifalarini bilgan holda, elektron vositalardan foydalanib dvigatelning texnik-iqtisodiy, ekologik ko'rsatkichlarini va tavsiflarini yaxshilaydigan zamonaviy usullarini o'rganish.

Ushbu fanni o'qitish jaraёnida kompyuter va zamonaviy o'quv texnologiyalarini qo'llash: laboratoriya mashg'ulotlarida talabalar elektron

hisoblash mashinalari (EHM)dan foydalanib transport vositalarining ishonchlilik xususiyat ko'rsatkichlarini EHM dasturlaridan ёki talabalarining o'zlari tayёрlaganidan foydalanib hisoblaydilar.

2.Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari)

Fan tarkibi mavzulari:

1-Modul. Termodinamikaning asosiy qonunlari.1-mavzu.Fanga kirish. Fanning maqsadi, vazifalari va asosiy tushunchalar.Fanning maqsad va vazifalari.Termodinamik sistema. Ishchi jism. Issiqlik.Asosiy termodinamik holat parametrlari.Asosiy gaz qonunlari.

2-mavzu.Ideal va real gazlar holat tenglamalari. gaz doimiysi.Ideal gazning holat tenglamasi.Gaz doimiysi.Real gazning holat tenglamasi.

3-mavzu.Issiqlik sig'imi.Gazlar issiqlik sig'imining molekulyar – kinetik nazariyasi.Issiqlik sig'imi.Haqiqiy va o'rtacha issiqlik sig'imi.Gazlar issiqlik sig'imining molekulyar – kinetik nazariyasi. Mayer tenglamasi.Issiqlik sig'imini jarayonga va haroratga bog'liqligi.

4-mavzu. Ideal gaz aralashmalari. Dalton qonuni. Aralashma tarkibining berilish usullari.Dalton qonuni. Aralashma tarkibining berilish usullari. Aralashma tarkibi, hamda uni komponentlar ko'rsatkichlari orqali ifodalash.

5-mavzu.Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni. Termodinamikaning I-qonuni. Saqlanish va aylanish qonuni to'g'risida ma'lumot.Termodinamik jarayonda ish va issiqlik miqdori.Ichki energiya. gazning kengayishda bajargan ishi. Termodinamikaning birinchi qonunining ta'rifi.Gazlar entropiyasi va entalpiyasi.

6-mavzu. Asosiy termodinamik jarayonlarni tahlili.Izobarik, izoxorik va izotermik jarayonlar.Termodinamik jarayon.Izoxorik jarayon.Izobarik jarayon.Izotermik jarayon.Adiabatik va Politropik jarayonlar.

2-Modul. Gazlar va bug'lar jarayonlari.7-mavzu. Termodinamikaning II-qonuni va uning ta'riflari. Karno sikli.Aylanma jarayonlar, yoki sikli. issiqlik qurilmalarining termik foydali ish koeffisienti.Sovutish koeffisienti.Karno sikli (davriyligi) va termik f.i.k. Termodinamika ikkinchi qonunining asosiy ta'riflari va uning mazmuni.

2-Modul. Gazlar va bug'lar jarayonlari .8-mavzu. Suv bug'i va uning xossalari. Bug'lanish va kodensasiya. quruqlik darajasi. Bug' hosil bo'lish jarayonini.p – v diagrammada

tasvirlanishi. Suyuqlik va quruq bug'ning asosiy parametrlari. Bug' hosil bo'lish issiqligi. Nam to'yingan suv bug'ining asosiy parametrlari. O'ta qizigan bug'. Suv bug'ining $t-s$ va $i-s$ diagrammalari.

3-Modul. Issiqlik mashinalari nazariy sikllari. 9-mavzu. Bug' turbina qurilmalarining sikllari. Bug' turbinasining tasnifi. Bug' turbinasidagi isroflar, quvvati va f.i.k. Bug'-kuch qurilmasining nazariy sikli-Renkin sikli.

10-mavzu. Gaz turbina qurilmalari va ishlash uslubi. Gaz turbina haqida umumiy ma'lumot. Gaz turbinalarining ishlash prinsipi. Gaz turbinali qurilmalardagi termodinamik jarayonlar va uning $p-v, t-s$ diagrammalari.

11-mavzu. Ichki yonuv dvigatellari (iyod). Asosiy tushuncha va ta'riflar. Ichki yonuv dvigatellari haqida umumiy ma'lumot. Aralashma tashqarida hosil bo'ladigan dvigatellar. Ichki yonuv dvigatellarining ideal sikllari. Dvigatelning quvvati va f.i.k.

4-Modul. Issiqlik almashish nazariyasi. 12-mavzu. Issiqlik almashinuvi asoslari. issiqlik o'tkazuvchanlik. Issiqlik uzatish usullari. Issiqlik o'tkazuvchanlik. Harorat maydoni. Barqaror, nobarqaror harorat maydoni va harorat gradienti. Issiqlik oqimi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti. Fur'e qonuni, Yassi bir va ko'p qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanligi. Silindrik devorning issiqlik o'tkazuvchanligi.

13-mavzu. Konvektiv va nurlanish issiqlik almashinuvi. Nyuton – Rixman qonuni. Erkin va majburiy harakatlanishda issiqlik berilishi. O'xshashliklar nazariyasi haqida tushuncha. Nusselt, Reynolds, Gragsof, Prandtl mezonlari. Nurlanish to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Nurlanishning asosiy qonunlari. Plank, Vin, Stefan-Bolsman, Kirxgof, Lambert qonunlari.

14-mavzu. Issiqlik almashinuv apparatlari. Issiqlik almashinuv apparatlarining turlari. Rekuperativ, regenerativ va aralash issiqlik almashuv qurilmalari. Issiqlik almashinuv apparatlarini hisoblash. O'rtacha temperatura bosimini hisoblash.

15-mavzu. Yoqilg'i. yoqilg'ining umumiy xossalari. Yoqilg'ining umumiy xossalari. Qattiq, suyuq va gazsimon yoqilg'i. Yoqilg'i issiqligi. havoning ortiqchalik koeffitsienti. Yoqilg'ini yoqish. Yoqilg'ining quyuqsimon qatlamlarda yonishi.

3. Amaliy mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

O'quv rejasiga amaliy mashg'ulotlar kiritilmagan.

4. Laboratoriya ishlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Laboratoriya mashg'ulotlarida o'lchash usullari va maxsus materiallar, qurilmalar, asboblarni o'rganiladi va mustaqil ravishda tajribalar bajariladi. Olingan natijalar ilmiy tahlil qilinadi. Laboratoriya mashg'ulotlari talabalarda mazkur fandan to'plangan bilimlarini mustahkamlash va mustaqil holda tajribalar o'tkazish ko'nikma va malakalarini shakllantirishga mo'ljallangan. Laboratoriya ishlari qurilmalarni yig'ish, ularning ishlash prinsiplarini o'rganish, kerakli parametrlarini o'lchash kabi vazifalardan iborat.

Laboratoriya mashg'ulotlarining maqsadi quyidagi talablarga javob berishi lozim:

- Laboratoriya ishiga tegishli nazariy bilimlarga ega bo'lish;
- Laboratoriya ishining maqsadidan kelib chiqib, uning metodikasi bilan tanishish;
- Laboratoriya ishiga tegishli eksperimental qurilmalar bilan mustaqil ishlash;
- to'g'ri, yuqori aniqlikda tajriba natijalarini olish va tahlil qilish bajarilgan ish bo'yicha belgilangan tartibda hisobot tayyorlash.

Laboratoriya ishlarining taxminiy ro'yxati

1. Ishchi jism parametrlarini aniqlash asboblari va uslublari.
2. Termodinamikaning birinchi qonunini tajribada o'rganish.
3. Havoning adiabatik ko'rsatkichini aniqlash.
4. Izobarik issiqlik sig'imini aniqlash.
5. Gorizontal silindrning erkin konveksiya yordamida issiqlik beruvchanligi.
6. Kompresor tuzilishi bilan tanishish.

7. Nam havoning parametrlarini aniqlash.
8. Standart diafragma orqali havo sarfini aniqlash.

5.Kurs ishi (loyihasi) bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

O'quv rejasiga binoan ushbu fandan Kurs ishi (loyihasi) rejalashtirilmagan.

6.Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha magistr talabalar tomonidan referatlar tayyorlash va uni taqdimot qilish tavsiya etiladi.

Tavsiya etiladigan mustaqil talim mavzulari

1. Ideal gazlar aralashmasining xususiyatlari.
2. Ideal gazlarning xususiyatlari
3. Real gazlarning xususiyatlari.
4. Qaytar va qaytmas jaraenlar uchun ideal gazning entropiyasi.
5. Politropik jaraen.
6. Karno teoremasi.
7. Eksergiya.
8. Termodinamik tizim muvozanati.
9. Nerstning issiqlik teoremasi.
10. Suv bug'i holati o'zgarishining termodinamik jaraenlari.
11. Nam havo.
12. Reaktiv dvigatellar sikllari.
13. Bug' turbinali qurilmalar.
14. Atom elektrostansiyalar sikllari.
15. Magnitgidrodinamik qurilmalar sikllari.

Mustaqil ta'limni tashkil etishda ushbu fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish tavsiya etiladi va joriy nazorat sifatida baholanadi:

1) Mavzular bo'yicha konspekt (referat, taqdimot, maket) **tayyorlash.** Nazariy materialni puxta o'zlashtirishga yordam beruvchi bunday usul o'quv materialiga diqqatni ko'proq jalb etishga yordam beradi. Talaba konspekti turli nazorat ishlariga tayyorgarlik ishlarini osonlashtiradi va vaqtni tejaydi;

2) O'qitish va nazorat qilishning avtomatlashtirilgan tizimlari bilan ishlash. Olgan bilimlarini o'zlashtirishlari, turli nazorat ishlariga tayyorgarlik ko'rishlari uchun tavsiya etilgan elektron manbalar, innovatsion dars loyihasi namunalari, o'z-o'zini nazorat uchun test topshiriqlari va boshqalar;

3) Fan bo'yicha qo'shimcha adabiyotlar bilan ishlash. Mustaqil o'rganish uchun berilgan mavzular bo'yicha talabalar tavsiya etilgan asosiy adabiyotlardan tashqari qo'shimcha o'quv-ilmiy adabiyotlardan foydalanadilar. Bunda rus va xorijiy tillardagi adabiyotlardan foydalanish rag'batlantiriladi;

4) Internet tarmog'idan foydalanish. Fan mavzularini o'zlashtirish, amaliy mashg'ulot va mustaqil ishlarni yozishda mavzu bo'yicha internet manbalarini topish, ular bilan ishlash nazorat turlarining barchasida qo'shimcha reyting ballari bilan rag'batlantiriladi;

5) Mavzuga oid masalalar, keys-stadilar va o'quv loyihalarini ishlab chiqish, shuning bilan birga ishtirok etish;

6) Amaliyot turlariga asosan material yig'ish, amaliyotdagi mavjud muammolarning echimini topish, hisobotlar tayyorlash;

7) Ilmiy seminar va anjumanlarga tezis va maqolalar tayyorlash va ishtirok etish;

8) Mavjud amaliy mashg'ulot ishlarini takomillashtirish, masofaviy (distansion) ta'lim asosida mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha metodik ko'rsatmalar tayyorlash va h.k.

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 (tezis) va ma'ruzalar tayyorlash kabilar talabalarning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Vazifa-larini tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirishni ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

Mustaqil ishini tashkil etish bo'yicha uslubiy ko'rsatma va tavsiyalar, keys-stadi, vaziyatli masalalar to'plami ishlab chiqiladi. Ma'ruza mavzulari bo'yicha amaliy topshiriq, keys-stadilar echish uslubi va mustaqil ishlash uchun vazifalar belgilanadi.

7.Fan o'qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetensiyalar).

Fanni o'zlashtirish natijasida talaba:

- kuch agregati xususiyatlari va ish sharoitining transport vositalari texnik-ekspluatatsion ko'rsatkichlariga ta'siri **haqida tasavvurga ega bo'lishi**;
- issiqlik texnikasi atamaları va termodinamika qonunlari va jaraenlari;
- issiqlik va enish asoslari;
- ichki enuv dvigateli silindrida haqiqiy sikl amalga oshirilaetganida kechadigan jaraenlar mohiyati va vazifasi;
- asosiy konstruktiv, rejim-ekspluatatsion, ob-havo va iqlim omillarining dvigateldagi jaraenlarga va dvigatelning tashqi va ekologik ko'rsatkichlarini shakllantirishga ta'siri;
- dvigatelning texnik-iqtisodiy va ekologik ko'rsatkichlarini va tavsiflarini yaxshilashning zamonaviy usullarini **bilishi va ulardan foydalana olishi**;
- issiqlik energetikasi uskunalari tavsiflarini tajriba yo'li bilan aniqlash;
- dvigatel ishi ko'rsatkichlarini taxminiy hisoblash;
 - dvigatellar tavsifi va asosiy ish ko'rsatkichlarini transport ishlarining bajarilish sharoitlarini hisobga olgan holda dvigatellarning enilg'i apparaturasi va o't oldirish tizimini sozlash bo'yicha, quvvatni, iqtisodiy va ekologik ko'rsatkichlarni optimallashtirish uchun sinovlar o'tkazish **malakalariga ega bo'lishi kerak.**

8.Ta'lim texnologiyalari va metodlari:

- ma'ruzalar;
- interfaol keys-stadilar;
- seminarlar (mantiqiy fiklash, tezkor savol-javoblar);
- guruhlarda ishlash;
- taqdimotlarni qilish;
- individual loyihalar;
- jamoa bo'lib ishlash va himoya qilish uchun loyihalar.

9.Kreditlarni olish uchun talablar:

Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirib, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish va joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, Yakuniy nazorat bo'yicha yozma ish yoki test topshirish.

10.Adabiyotlar

10.1.Asosiy adabiyotlar:

19. Qodirov S.M., Avtotraktor dvigatellari - Toshkent, "Toshkent Tezkor bosmaxonasi", 2010. - 572 b.
20. Lukanin V.N. va boshq. Ichki yonuv dvigatellari.-T.: "Turon-Iqbol", 2007608 b.
21. G'.N. Uzoqov, R.A.Zohidov, I.N. Qodirov, X.S. Isaxodjaev,T.A.Fayziev, Sh.K.Yaxshiboev; Termodinamika va issiqlik texnikasi. Darslik. Qarshi, "Intellekt" nashriyoti, T.:2021. – 408 b.

22. Zoxidov R.A., Alimova M.M. va Mavjudova Sh.S. Issiqlik texnikasi. T.: “O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati”, 2010. - 200 b.
23. Xudoyberdiyev T.S. Issiqlik texnikasi asoslari. - Toshkent. Cho‘lpon, 2008. 206.
24. J. Nurmatov, N.A. Xalilov, U.K. Tolipov. Issiqlik texnikasi. - Toshkent: O‘qituvchi, 1998 y.
25. S.M. Kadirov, N.K. Paswan, Internal combustion engines. APH Publishing Corporation. New-Delhi-110002. 2013. 459 p.

10.2. Qo‘shimcha adabiyotlar:

26. Mirziyoyev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik - har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollariga bag‘ishlangan majlisidagi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. //Xalq so‘zi gazetasi. 2017 yil 16 yanvar, №11.
27. Turevskiy I.S. Teoriya dvigatelya. -M.: Vis. shk. 2005 - 238 s
28. Lejda K.P. Internal combustion engines. Second Edition. ITAve. 2016. 234p.
29. Kolchin A.I., Demidov V.P. Raschet avtomobilnix i traktornix dvigateley. - Vissh.shk. 2008, - 340 s.
30. Ichki yonuv dvigatellari 3-kitob. Kompyuter amaliyoti. Lukanin V.N. tahriri ostida. - Toshkent.: TAYI, 2004 y. 286 b.
31. Milton B.E. Thermodynamics. C and E. School of mechanical and manufacturing engineering. 2005. 277p.
32. Teplotexnika. Uchebnik dlya Vuzov/V.N. Lukanin, M.G. SHatrov, G.M. Kamfer i dr. -M.: Visshaya shkola, 2000. - 671 s.
33. Dvigateli vnutrennego sgoraniya. V 3 kn. Kn. 3. Kompyuterniy praktikum: Ucheb./ Lukanin V.N. i dr. - M.: Visshaya shkola, 1995- 256 s.
34. Qodirov I.N. Termodinamika va issiqlik texnikasi. Amaliy mashg‘ulotlar. O‘quv qo‘llanma. Toshkent. “Voriz” nashriyoti, 2020 yil. 184 b.
35. V.V. Nashokin. Texnicheskaya termodinamika i teploperedacha. -M.: Visshaya shkola, 1980 y.
36. Teplotexnika. V.I. Krutov tahriri ostida - M.: Visshaya shkola, 1986 y.

10.3. Axborot manbaalari:

1. www.gov.uz – O‘zbekiston Respublikasining hukumat portali.
2. www.catback.ru – xalqaro ilmiy maqola va materiallar sayti.
3. www.google.ru – xalqaro o‘quv materiallarini qidiruv sayti.
4. www.ziynet.uz – milliy o‘quv materiallarini qidiruv sayti.
5. www.ziynet.uz;
6. www.bilim.uz;
7. www.edu.uz;

Fan dasturi ta’lim yo‘nalishlarining o‘quv rejasiga majburiy fanlar sifatida kiritilgan. Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti Ilmiy kengashining 2022 yil «___» ___ dagi № ___ sonli qarori bilan tasdiqlangan.

Fan yuzasidan bajarilgan fan dasturi «Muqobil energiya manbalari» kafedrasining 2022__ yil ___ dagi № ___ -sonli, “Energetika” fakulteti uslubiy komissiyasining 2022__ yil ___ dagi № ___ -sonli hamda institut Uslubiy Kengashi 2022__ yil ___ dagi № ___ -sonli yig‘ilishlarida ko‘rib chiqilgan.

11. Fan/modul uchun ma’sullar:

I.N. Qodirov - QMII, “Muqobil energiya manbalari” kafedrasini professori, fizika-matematika fanlari nomzodi;

A.R. Toshboyev - QMII, “Muqobil energiya manbalari” kafedrasini assistenti.

12. Taqrizchilar:

X.A.Davlonov - QarMII Energetika fakulteti “Muqobil energiya manbalari” kafedrası mudiri, dotsent, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Af.B.Vardiyashvili. -- QarDU « Muqobil va qayta tiklanuvchi energiya manbalari» kafedrası mudiri, dotsent, t.f.n.

4.2. ISHCHI DASTUR

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI

Ro'yxatga olindi:
№ _____

2022 yil “ ____ ” ____

“TASDIQLAYMAN”
O'quv ishlari bo'yicha prorektor
_____ Bozorov O.N.
“ ____ ” _____ 2022 yil

ISSIQLIK TEXNIKASI

fanining

SILLABUSI

Bilim sohasi: 300000 – Ishlab chiqarish - texnik soha

Ta'lim sohasi: 310000 – Muhandislik ishi

Ta'lim yo'nalishlari: 5310600 – Transport vositalari muhandisligi
(avtomobil transporti)

Qarshi-2022

Fan (modul) kodi IT3208	O'quv yili 2022-2023	Semestr 5	ECTS krediti 4
Fan (modul) turi Umumkasbiy fanlar	Ta'lim tili o'zbek		Haftalik dars soati 4

1	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta'lim	Jami yuklama
	Issiqlik texnikasi	60	60	120
2	Kafedra nomi	Muqobil energiya manbalari		
	O'qituvchilar	F.I.Sh.	Telefon nomeri	e-mail
	Ma'ruzachi	Qodirov Ismoil Norqobilovich	+998 90-953-05-41	ismoil1961@mail.ru
	Laboratoriya mashg'ulot	Toshboyev Abdumalik Rashid o'gli	+998 97-312-53-73	abdumalik1994@mail.ru

1.Fanning mazmuni Fanning maqsad va vazifalari

Mazkur fanni o'qitishning asosiy maqsadi - talabalarni issiqlikni olish, uni o'zgartirish, uzatish, issiqlik texnikasi qurilmalarini tanlash va ënilg'i-energetika resurslarini maksimal darajada iqtisod qilgan holda ularni ishlatish uslublari hamda ikkilamchi energiya resurslarini aniqlash va ishlatish usullari bilan tanishtirish. IYOD nazariyasi va konstruksiyasi bo'yicha chuqur bilim olish va uning asosida avtomobilga o'rnatilgan dvigatelning xususiyatlarni bilgan holda avtomobil ishini optimal tashkil etish usullarini tanlash.

Fanning vazifalari quyidagilardan iborat:

- issiqlik texnikasi terminlarini, energiyani olish va o'zgartirish qonunlarini, issiqlikdan foydalanish usullari, issiqlik energiyasi jihozlarini ishlashini, konstruksiyasini, foydalanish soxalarini va potensial imkoniyatlarini o'rganish;
- IYOD ning xaqiqiy siklini amalga oshirishda silindrda kechaëtgan jaraënning mohiyatini va vazifalarini bilgan holda, elektron vositalardan foydalanib dvigatelning texnik-iqtisodiy, ekologik ko'rsatgichlarini va tavsiflarini yaxshilaydigan zamonaviy usullarini o'rganish.

Ushbu fanni o'qitish jaraënida kompyuter va zamonaviy o'quv texnologiyalarini qo'llash: laboratoriya mashg'ulotlarida talabalar elektron

hisoblash mashinalari (EHM)dan foydalanib transport vositalarining ishonchlilik xususiyat ko'rsatgichlarini EHM dasturlaridan ëki talabalarning o'zlari tayërlaganidan foydalanib hisoblaydilar.

2.Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari) Fan tarkibi mavzulari:

1-Modul. Termodinamikaning asosiy qonunlari.1-mavzu.Fanga kirish. Fanning maqsadi, vazifalari va asosiy tushunchalar.Fanning maqsad va vazifalari.Termodinamik sistema. Ishchi jism. Issiqlik.Asosiy termodinamik holat parametrlari.Asosiy gaz qonunlari.

2-mavzu.Ideal va real gazlar holat tenglamalari. gaz doimiysi.Ideal gazning holat tenglamasi.Gaz doimiysi.Real gazning holat tenglamasi.

3-mavzu.Issiqlik sig'imi.Gazlar issiqlik sig'imining molekulyar – kinetik nazariyasi.Issiqlik sig'imi.Haqiqiy va o'rtacha issiqlik sig'imi.Gazlar issiqlik sig'imining molekulyar – kinetik nazariyasi. Mayer tenglamasi.Issiqlik sig'imini jarayonga va haroratga bog'liqligi.

4-mavzu. Ideal gaz aralashmalari. Dalton qonuni. Aralashma tarkibining berilish usullari. Dalton qonuni. Aralashma tarkibining berilish usullari. Aralashma tarkibi, hamda uni komponentlar ko'rsatkichlari orqali ifodalash.

5-mavzu. Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni. Termodinamikaning I-qonuni. Saqlanish va aylanish qonuni to'g'risida ma'lumot. Termodinamik jarayonda ish va issiqlik miqdori. Ichki energiya. gazning kengayishda bajargan ishi. Termodinamikaning birinchi qonunining ta'rifi. Gazlar entropiyasi va entalpiyasi.

6-mavzu. Asosiy termodinamik jarayonlarni tahlili. Izobarik, izoxorik va izotermik jarayonlar. Termodinamik jarayon. Izoxorik jarayon. Izobarik jarayon. Izotermik jarayon. Adiyatik va Politropik jarayonlar.

2-Modul. Gazlar va bug'lar jarayonlari. 7-mavzu. Termodinamikaning II-qonuni va uning ta'riflari. Karno sikli. Aylanma jarayonlar, yoki sikli. issiqlik qurilmalarining termik foydali ish koeffisienti. Sovutish koeffisienti. Karno sikli (davriyligi) va termik f.i.k. Termodinamika ikkinchi qonunining asosiy ta'riflari va uning mazmuni.

2-Modul. Gazlar va bug'lar jarayonlari. 8-mavzu. Suv bug'i va uning xossalari. Bug'lanish va kodensasiya. quruqlik darajasi. Bug' hosil bo'lish jarayonini $p - v$ diagrammada tasvirlanishi. Suyuqlik va quruq bug'ning asosiy parametrlari. Bug' hosil bo'lish issiqligi. Nam to'yingan suv bug'ining asosiy parametrlari. O'ta qizigan bug'. Suv bug'ining $t - s$ va $i - s$ diagrammalari.

3-Modul. Issiqlik mashinalari nazariy sikllari. 9-mavzu. Bug' turbina qurilmalarining sikllari. Bug' turbinasining tasnifi. Bug' turbinasidagi isroflar, quvvati va f.i.k. Bug'-kuch qurilmasining nazariy sikli-Renkin sikli.

10-mavzu. Gaz turbina qurilmalari va ishlash uslubi. Gaz turbina haqida umumiy ma'lumot. Gaz turbinalarining ishlash prinsipi. Gaz turbinali qurilmalardagi termodinamik jarayonlar va uning $p - v, t - s$ diagrammalari.

11-mavzu. Ichki yonuv dvigatellari (iyod). Asosiy tushuncha va ta'riflar. Ichki yonuv dvigatellari haqida umumiy ma'lumot. Aralashma tashqarida hosil bo'ladigan dvigatellar. Ichki yonuv dvigatellarining ideal sikllari. Dvigatelning quvvati va f.i.k.

4-Modul. Issiqlik almashish nazariyasi. 12-mavzu. Issiqlik almashinuvi asoslari. issiqlik o'tkazuvchanlik. Issiqlik uzatish usullari. Issiqlik o'tkazuvchanlik. Harorat maydoni. Barqaror, nobarqaror harorat maydoni va harorat gradienti. Issiqlik oqimi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti. Fur'e qonuni, Yassi bir va ko'p qatlamli devorning issiqlik o'tkazuvchanligi. Silindrik devorning issiqlik o'tkazuvchanligi.

13-mavzu. Konvektiv va nurlanish issiqlik almashinuvi. Nyuton – Rixman qonuni. Erkin va majburiy harakatlanishda issiqlik berilishi. O'xshashliklar nazariyasi haqida tushuncha. Nusselt, Reynolds, Gragof, Prandtl mezonlari. Nurlanish to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Nurlanishning asosiy qonunlari. Plank, Vin, Stefan-Bolsman, Kirxgof, Lambert qonunlari.

14-mavzu. Issiqlik almashinuv apparatlari. Issiqlik almashinuv apparatlarining turlari. Rekuperativ, regenerativ va aralash issiqlik almashuv qurilmalari. Issiqlik almashinuv apparatlarini hisoblash. O'rtacha temperatura bosimini hisoblash.

15-mavzu. Yoqilg'i. yoqilg'ining umumiy xossalari. Yoqilg'ining umumiy xossalari. Qattiq, suyuq va gazsimon yoqilg'i. Yoqilg'i issiqligi. havoning ortiqchalik koeffitsienti. Yoqilg'ini yoqish. Yoqilg'ining quyuqsimon qatlamlarda yonishi.

3. Amaliy mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

O'quv rejasiga amaliy mashg'ulotlar kiritilmagan.

4. Laboratoriya ishlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Laboratoriya mashg'ulotlarida o'lchash usullari va maxsus materiallar, qurilmalar, asboblari o'rganiladi va mustaqil ravishda tajribalar bajariladi. Olingan natijalar ilmiy tahlil qilinadi. Laboratoriya mashg'ulotlari talabalarda mazkur fandan to'plangan bilimlarini mustahkamlash va mustaqil holda tajribalar o'tkazish ko'nikma va malakalarini shakllantirishga mo'ljallangan.

Laboratoriya ishlari qurilmalarni yig'ish, ularning ishlash prinsiplarini o'rganish, kerakli parametrlarini o'lchash kabi vazifalardan iborat.

Laboratoriya mashg'ulotlarining maqsadi quyidagi talablarga javob berishi lozim:

- Laboratoriya ishiga tegishli nazariy bilimlarga ega bo'lish;
- Laboratoriya ishining maqsadidan kelib chiqib, uning metodikasi bilan tanishish;
- Laboratoriya ishiga tegishli eksperimental qurilmalar bilan mustaqil ishlash;
- to'g'ri, yuqori aniqlikda tajriba natijalarini olish va tahlil qilish bajarilgan ish bo'yicha belgilangan tartibda hisobot tayyorlash.

Laboratoriya ishlarining taxminiy ro'yxati

1. Ishchi jism parametrlarini aniqlash asboblari va uslublari.
2. Termodinamikaning birinchi qonunini tajribada o'rganish.
3. Havoning adiabata ko'rsatgichini aniqlash.
4. Izobarik issiqlik sig'imini aniqlash.
5. Gorizontaal silindrning erkin konvektsiya yordamida issiqlik beruvchanligi.
6. Kompressor tuzilishi bilan tanishish.
7. Nam havoning parametrlarini aniqlash.
8. Standart diafragma orqali havo sarfini aniqlash.

5.Kurs ishi (loyihasi) bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

O'quv rejasiga binoan ushbu fandan Kurs ishi (loyihasi) rejalashtirilmagan.

6.Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha magistr talabalar tomonidan referatlar tayyorlash va uni taqdimot qilish tavsiya etiladi.

Tavsiya etiladigan mustaqil talim mavzulari

1. Ideal gazlar aralashmasining xususiyatlari.
2. Ideal gazlarning xususiyatlari Ideal gazlarning xususiyatlari.
3. Real gazlarning xususiyatlari.
4. Qaytar va qaytmas jaraenlar uchun ideal gazning entropiyasi.
5. Politropik jaraen.
6. Karno teoremasi.
7. Ekssergiya.
8. Termodinamik tizim muvozanati.
9. Nerstning issiqlik teoremasi.
10. Suv bug'i holati o'zgarishining termodinamik jaraenlari.
11. Nam havo.
12. Reaktiv dvigatellar sikllari.
13. Bug' turbinali qurilmalar.
14. Atom elektrostansiyalar sikllari.
15. Magnitogidrodinamik qurilmalar sikllari.

Mustaqil ta'limni tashkil etishda ushbu fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish tavsiya etiladi va joriy nazorat sifatida baholanadi:

1) Mavzular bo'yicha konspekt (referat, taqdimot, maket) **tayyorlash.** Nazariy materialni puxta o'zlashtirishga yordam beruvchi bunday usul o'quv materialiga diqqatni ko'proq jalb etishga yordam beradi. Talaba konspekti turli nazorat ishlariga tayyorgarlik ishlarini osonlashtiradi va vaqtni tejaydi;

2) O'qitish va nazorat qilishning avtomatlashtirilgan tizimlari bilan ishlash. Olgan bilimlarini o'zlashtirishlari, turli nazorat ishlariga tayyorgarlik ko'rishlari uchun tavsiya etilgan elektron manbalar, innovatsion dars loyihasi namunalari, o'z-o'zini nazorat uchun test topshiriqlari va boshqalar;

3) Fan bo'yicha qo'shimcha adabiyotlar bilan ishlash. Mustaqil o'rganish uchun berilgan mavzular bo'yicha talabalar tavsiya etilgan asosiy adabiyotlardan tashqari qo'shimcha o'quv-ilmiy adabiyotlardan foydalanadilar. Bunda rus va xorijiy tillardagi adabiyotlardan foydalanish rag'batlantiriladi;

4) Internet tarmog'idan foydalanish. Fan mavzularini o'zlashtirish, amaliy mashg'ulot va mustaqil ishlarni yozishda mavzu bo'yicha internet manbalarini topish, ular bilan ishlash nazorat turlarining barchasida qo'shimcha reyting ballari bilan rag'batlantiriladi;

5) Mavzuga oid masalalar, keys-stadilar va o'quv loyihalarini ishlab chiqish, shuning bilan birga ishtirok etish;

6) Amaliyot turlariga asosan material yig'ish, amaliyotdagi mavjud muammolarning echimini topish, hisobotlar tayyorlash;

7) Ilmiy seminar va anjumanlarga tezis va maqolalar tayyorlash va ishtirok etish;

8) Mavjud amaliy mashg'ulot ishlarini takomillashtirish, masofaviy (distansion) ta'lim asosida mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha metodik ko'rsatmalar tayyorlash va h.k.

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 (tezis) va ma'ruzalar tayyorlash kabilar talabalarning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Vazifa-larini tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirishni ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

Mustaqil ishni tashkil etish bo'yicha uslubiy ko'rsatma va tavsiyalar, keys-stadi, vaziyatli masalalar to'plami ishlab chiqiladi. Ma'ruza mavzulari bo'yicha amaliy topshiriq, keys-stadilar echish uslubi va mustaqil ishlash uchun vazifalar belgilanadi.

7.Fan o'qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetensiyalar).

Fanni o'zlashtirish natijasida talaba:

-kuch agregati xususiyatlari va ish sharoitining transport vositalari texnik-ekspluatatsion ko'rsatkichlariga ta'siri **haqida tasavvurga ega bo'lishi;**

-issiqlik texnikasi atamallari va termodinamika qonunlari va jaraenlari;

-issiqlik va enish asoslari;

-ichki enuv dvigateli silindrida haqiqiy sikl amalga oshirilaetganida kechadigan jaraenlar mohiyati va vazifasi;

-asosiy konstruktiv, rejim-ekspluatatsion, ob-havo va iqlim omillarining dvigateldagi jaraenlarga va dvigatelning tashqi va ekologik ko'rsatkichlarini shakllantirishga ta'siri;

-dvigatelning texnik-iqtisodiy va ekologik ko'rsatkichlarini va tavsiflarini yaxshilashning zamonaviy usullarini **bilishi va ulardan foydalana olishi;**

-issiqlik energetikasi uskunalari tavsiflarini tajriba yo'li bilan aniqlash;

-dvigatel ishi ko'rsatkichlarini taxminiy hisoblash;

- dvigatellar tavsifi va asosiy ish ko'rsatkichlarini transport ishlarining bajarilish sharoitlarini hisobga olgan holda dvigatellarning enilg'i apparaturasi va o't oldirish tizimini sozlash bo'yicha, quvvatni, iqtisodiy va ekologik ko'rsatkichlarni optimallashtirish uchun sinovlar o'tkazish

malakalariga ega bo'lishi kerak.

8.Ta'lim texnologiyalari va metodlari:

- ma'ruzalar;

- interfaol keys-stadilar;

- seminarlar (mantiqiy fikrlash, tezkor savol-javoblar);

- guruhlarda ishlash;

- taqdimotlarni qilish;

- individual loyihalar;

- jamoa bo'lib ishlash va himoya qilish uchun loyihalar.

9.Kreditlarni olish uchun talablar:

Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirib, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish va joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, Yakuniy nazorat bo'yicha yozma ish yoki test topshirish.

10.Adabiyotlar

10.1.Asosiy adabiyotlar:

37. Qodirov S.M., Avtotraktor dvigatellari - Toshkent, "Toshkent Tezkor bosmaxonasi", 2010. - 572 b.
38. Lukanin V.N. va boshq. Ichki yonuv dvigatellari.-T.: "Turon-Iqbol", 2007608 b.
39. G'.N. Uzoqov, R.A.Zohidov, I.N. Qodirov, X.S. Isaxodjaev,T.A.Fayziev, Sh.K.Yaxshiboev; Termodinamika va issiqlik texnikasi. Darslik. Qarshi, "Intellect" nashriyoti, T.:2021. – 408 b.
40. Zoxidov R.A., Alimova M.M. va Mayjudova Sh.S. Issiqlik texnikasi. T.: "O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati", 2010. - 200 b.
41. Xudoyberdiyev T.S.Issiqlik texnikasi asoslari.-Toshkent.Cho'lpon,2008.206.
42. J.Nurmatov, N.A.Xalilov, U.K.Tolipov. Issiqlik texnikasi. -Toshkent: O'qituvchi, 1998 y.
43. S.M. Kadirov, N.K. Paswan, Internal combustion engines. APH Publishing Corporation. New-Delhi-110002.2013. 459 p.

10.2.Qo'shimcha adabiyotlar:

44. Mirziyoyev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik - har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollariga bag'ishlangan majlisidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. //Xalq so'zi gazetasi. 2017 yil 16 yanvar, №11.
45. Turevskiy I.S. Teoriya dvigatel'Y. -M.: Vis. shk. 2005 - 238 s
46. Lejda K.P. Internal combustion engines. Second Edition. ITAvE.2016. 234p.
47. Kolchin A.I., Demidov V.P. Raschet avtomobilnix i traktornix dvigateley. - Vissh.shk. 2008, - 340 s.
48. Ichki yonuv dvigatellari 3-kitob. Kompyuter amaliyoti. Lukanin V.N. tahriri ostida. - Toshkent.: TAYI, 2004 y. 286 b.
49. Milton B.E. Thermodynamics. C and E. School of mechanical and manufacturing engineering. 2005. 277p.
50. Teplotexnika. Uchebnik dlya Vuzov/V.N. Lukanin, M.G. SHatrov, G.M. Kamfer i dr. -M.: Visshaya shkola, 2000. - 671 s.
51. Dvigateli vnutrennego sgoraniY. V 3 kn. Kn. 3. Kompyuterniy praktikum: Ucheb./ Lukanin V.N. i dr. - M.: Visshaya shkola, 1995- 256 s.
52. Qodirov I.N. Termodinamika va issiqlik texnikasi.Amaliy mashg'ulotlar. O'quv qo'llanma.Toshkent. "Voriz" nashriyoti, 2020 yil. 184 b.
53. V.V.Nashokin.Texnicheskaya termodinamika i teploperedacha.-M.:Visshaya shkola, 1980 y.
54. Teplotexnika. V.I.Krutov tahriri ostida - M.: Visshaya shkola, 1986 y.

10.3.Axborot manbaalari:

1. www.gov.uz– O'zbekiston Respublikasining hukumat portali.
2. www.catback.ru– xalqaro ilmiy maqola va materiallar sayti.
3. www.google.ru – xalqaro o'quv materiallarini qidiruv sayti.
4. www.ziyonet.uz – milliy o'quv materiallarini qidiruv sayti.
- 5.www.ziyonet.uz;
- 6.www.bilim.uz;
- 7.www.edu.uz;

Fan Sillabusi Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti Ilmiy kengashining 2022 yil «___» ___ dagi № ___ sonli qarori bilan tasdiqlangan fan dasturi asosida tuzilgan.

Fan yuzasidan tuzilgan sillabus «Muqobil energiya manbalari» kafedrasining 2022__ yil ___ dagi № ___ -sonli, “Energetika” fakulteti uslubiy komissiyasining 2022__ yil ___ dagi № ___ - sonli hamda institut Uslubiy Kengashi 2022__ yil ___ dagi № ___ -sonli yig‘ilishlarida ko‘rib chiqilgan.

11.Fan/modul uchun ma’sullar:

I.N.Qodirov - QMII, “Muqobil energiya manbalari” kafedrası professori, fizika-matematika fanlari nomzodi;

A.R.Toshboyev - QMII, “Muqobil energiya manbalari” kafedrası assistenti.

12.Taqrizchilar:

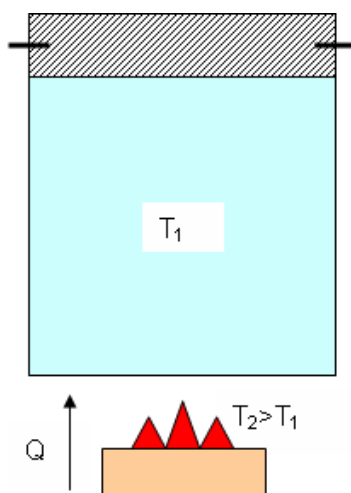
X.A.Davlonov - QarMII Energetika fakulteti “Muqobil energiya manbalari” kafedrası mudiri, dotsent, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori

T.A.Fayziev - QarMII «Issiqlik energetikasi» kafedrası mudiri, dotsent,t.f.n.

4.3.TARQATMA MATERIALLAR



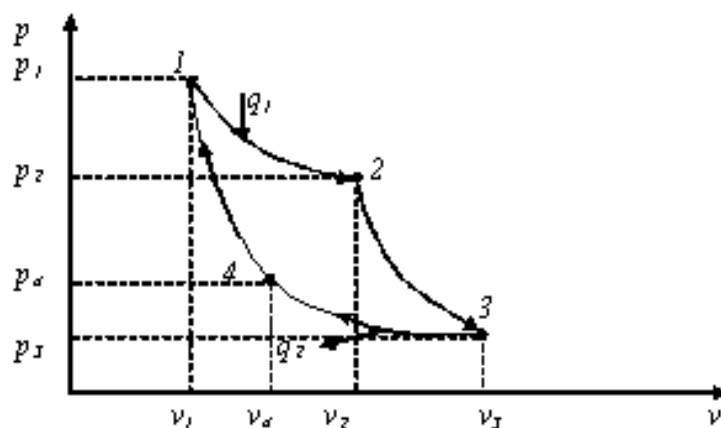
2 – ma’ruza. Termodinamikaning birinchi qonuni.



Energetik o‘zaro ta’sir o‘lchovi sifatida issiqlikni aniqlash sxemasi

$$l = \int_{v_1}^{v_2} P dv \quad (2.9)$$

Karno tsikli qaytar tsikldir. U to‘rtta jarayon: 2 ta izotermik va 2 ta adiabatik jarayondan tashkil topadi (5.2 – rasm).



5.2 – rasm.[itna\anim\rasm5_2.swf](#)

5.2 – rasmda Karno tsikli $p - v$ diagrammada tasvirlangan. Bu tsiklda sodir qilinadigan jarayonlarni quyidagi tartibda tushuntiramiz:

Sistemaning boshlang'ich holati 1 nuqta bilan aniqlanadi va parametrlari p_1 , v_1 va T_1 ga teng.

1 – 2 izotermik kengayish. Bunda tsilindrning tubi issiqlik manbai bilan ulangan bo'ladi. Sistema q_1 issiqlikni oladi va 1 – 2 chiziq bo'yicha kengayib ish bajaradi. 2 nuqtada sistema issiqlikdan uziladi.

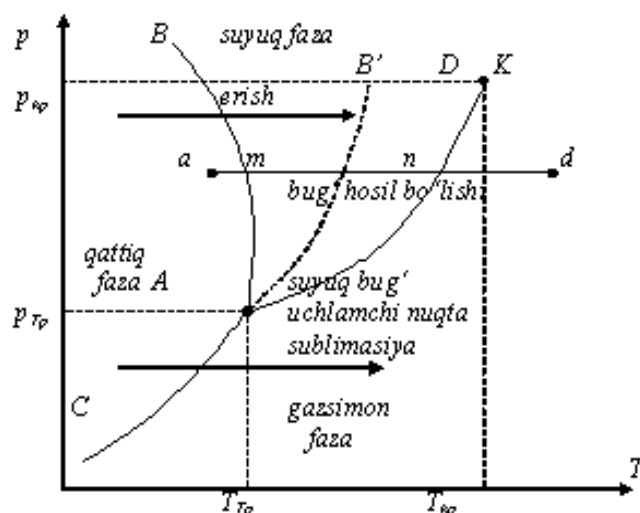
3 – 4 izotermik siqilish. Porshen dastlabki holatiga shunchalik sekin qaytadiki, gaz sovitgich haroratida qoladi. Bunda tashqi kuchlar gaz ustida ish bajaradi. Uning hajmi kamayadi, bosimi esa ortadi, harorati o'zgarmasdan qoladi. Ishchi jismdan q_2 issiqlik olinishi 4 – nuqtada to'xtaydi.

4 – 1 adiabatik siqilish. Tashqi kuchlar tomonidan gazning siqilishi davom etadi, lekin issiqlik almashinuvi sodir bo'lmaydi. Gazning hajmi kamayadi, harorati va bosimi ortadi. Harorat isitgichning harorati T_1 ga yetganda siqilish to'xtaydi.

Karno tsiklining termik FIKi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (5.11)$$

9 - ma'ruza. Xarakteristik funksiyalar va termodinamik potensial.



10.1 – rasm.

AB – suyuq va qattiq fazalarning muvozanatli holatini belgilaydi;

AD – suyuq va gazzimon fazalarning muvozanatli holati.

A nuqta moddaning uchlamchi nuqtasi deb ataladi. Bu nuqtada moddaning uch xil fazasi muvozanat holatida bo‘ladi.

Xar bir modda uchlamchi nuqtada o‘ziga mos parametrlarga ega bo‘ladi. Masalan, suv uchun:

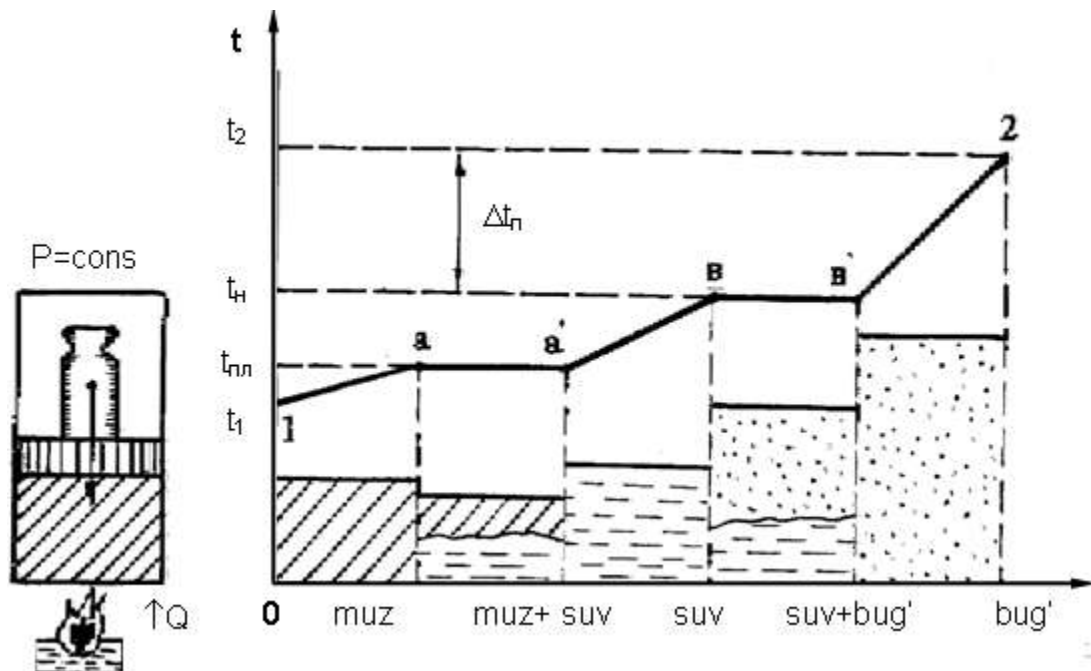
$$p_A = 0,00611 \text{ bar}; v_A = 0,001 \text{ m}^3/\text{kg}; t_A = 0,01 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Agar modda kritik haroratda va kritik bosimda turgan bo‘lsa, uning bunday holati kritik holati deyiladi. Moddaning kritik holatda egallagan hajmiga kritik hajm v_{kr} deyiladi. Quyidagi jadvalda ba‘zi moddalarning kritik parametrlari keltirilgan.

10.1 – jadval.

Ba‘zi moddalarning kritik parametrlari.

Modda	$T_{kr},$ °C	$p_{kr},$ MPa	Modda	$T_{kr},$ °C	$p_{kr},$ MPa
Geliy	- 267,9	0,228	Ammiak	132,3	11,28
Vodorod	- 239,9	1,29	Suv	374,15	22,13
Azot	- 147,0	3,39	Simob	1490	151
Karbonat angidrid	31,04	7,91	Uglerod	□ 6000	□ 690
Kislorod	118,4	5,07			

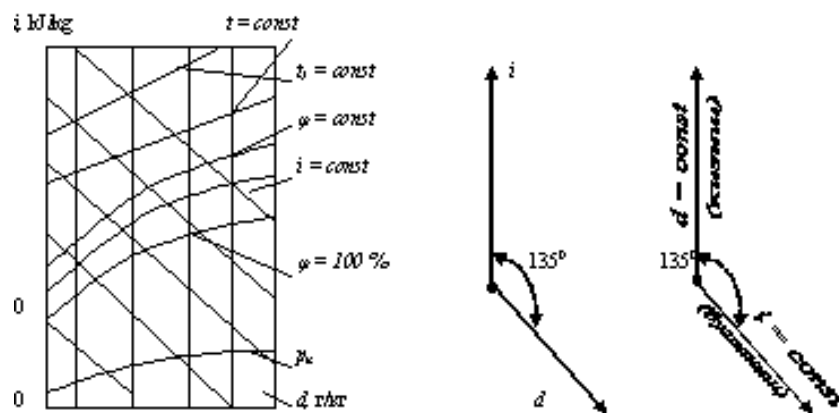


12 – ma’ruza. Nam havo.

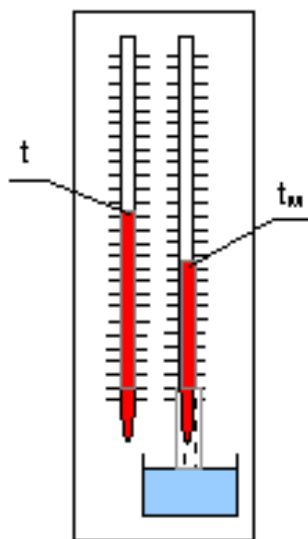
Diagrammada quyidagi chiziqlar mavjud:

1) O‘zgarmas entalpiya chizig‘i (izoentalpiya) – (ordinata o‘qiga 45° burchak ostida joylashgan to‘g‘ri chiziq) $i = \text{const}$.

- 2) Namlik saqlami chizig'i – $d = const$ – absissa o'qiga parallel.
- 3) $t = const$ – to'g'ri chizig'i.
- 4) $\varphi = const$.
- 5) p_n – чизиги – havodagi suv bug'ining parsial bosimini aniqlashga imkon beradi.

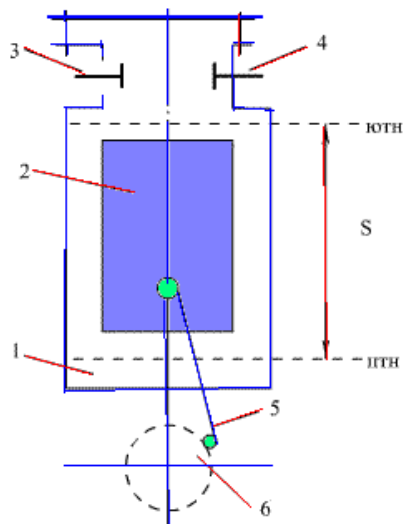


12.1 – rasmi.



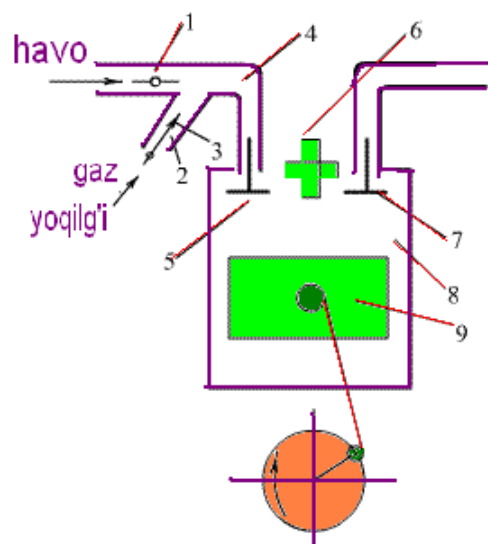
12.2 – rasmi. Психрометр

13-MAVZU. ICHKI YONUV DVIGATELLARI (IYOD)



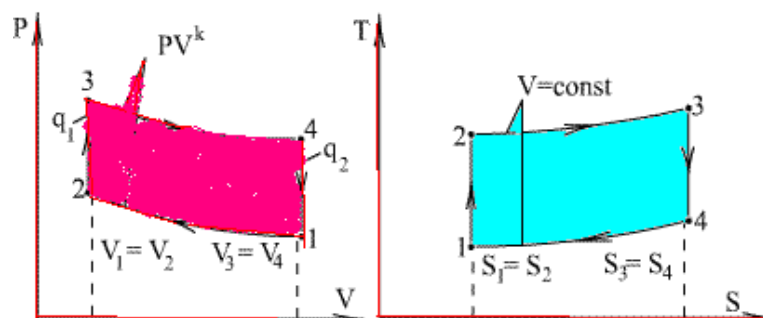
1 -rasm Ichki yonuv dvigatelining sxemasi.

Gaz dvigatellari. Gaz dvigatellda gaz yonilg'i bilan havo truboproad 1 va 2 lar bo'ylab aralashtirgich 4 ga kiradi.



2 -rasm. Gaz dvigatelining sxemasi.

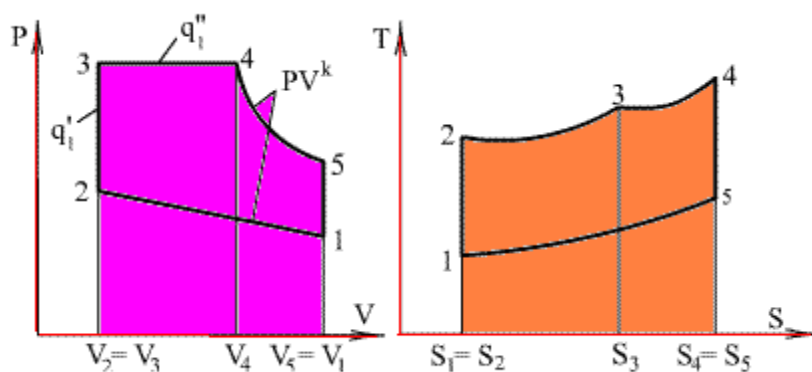
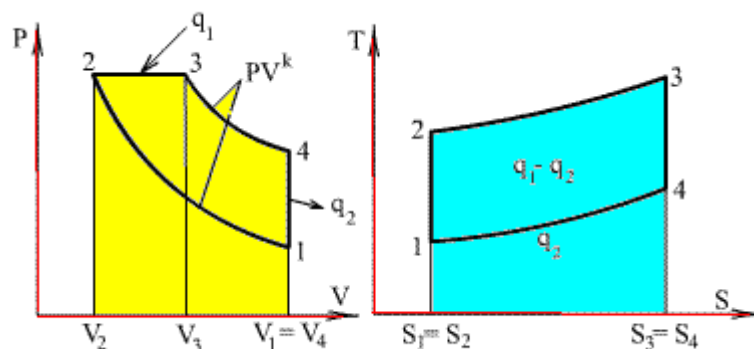
Bu sikl 2 ta izoxoraviy ($V=\text{const}$) va 2 ta adiabatik jarayondan tashqil topgan. Otto siklini PV va TS koordinatlarda tasvirlaymiz.



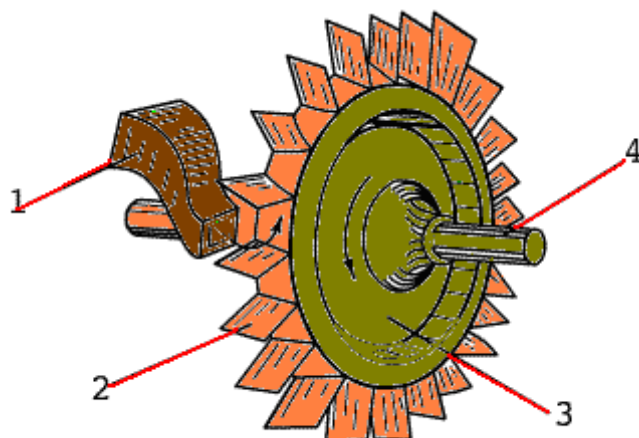
3- rasm. Otto siklini PV va TS diagrammalari siklni tushuntirilishi.

Porshen pastki o'lik nuqtadan yuqorigi o'lik nuqtaga qarab harakat o'zgarganda gaz 1-2 adiabatik jarayon bo'yicha siqiladi ($PV^k = \text{const}$)

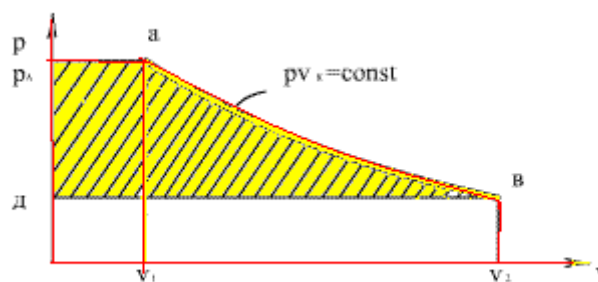
$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$$



5 rasm Trinkler siklining PV va TS diagrammasi.



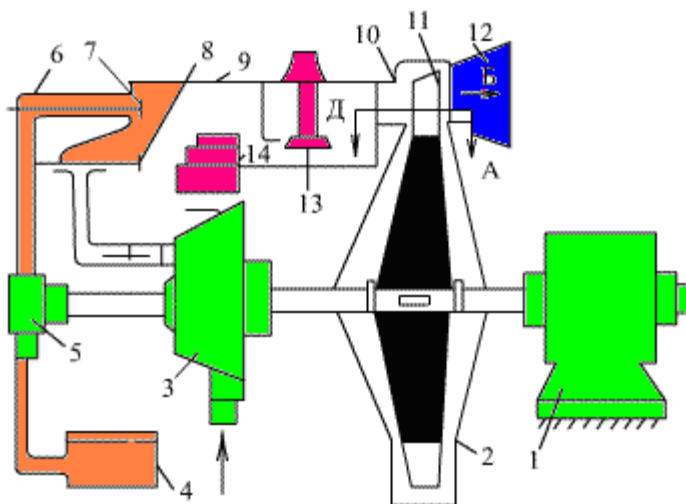
14.1-rasm. Bug' turbinasining soplasi va ish g'ildiragi.



14.2. rasm. Bug'ning oqib chiqish jarayoni RV hisoblanadi.

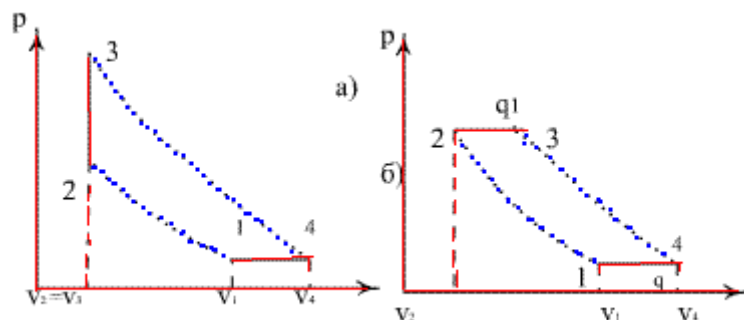
GAZ TURBINALARI QURILMALARI VA ULARNING SIKLIDAGI TERMODINAMIK JARAYONLAR.

Gaz turbinasining tarkibiy qismi yonish kamerasi 6 yonish mahsuloti oqimidagi issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi gaz turbinasi 2, atmosfera havosini surib va siqib uzatuvchi kompressor 3, yoqilg'i nasosi 5 va bak 4, elektr gneratori 1, soplo 11, yonish kamerasi 9 va boshqa yordamchi qismlardan tashkil topgan.



14.3-rasm Yoqilg'i $R=\text{const}$ bo'lganda yoqiladigan GTK ning sxemasi.

6- yoqilg'i trubasi, 7-forsunka, 8 - siqilgan havo trubasi, 10 - yonish mahsuloti oqimini yunaltiruvchi apparati, 11 - gaz turbinasi kuraklari, 13- o't o'ldirish svechasi.

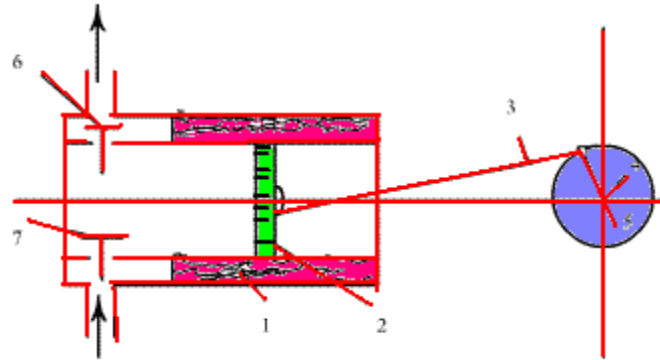


14.4-rasm Issiqlik $V=\text{const}$ (a) va $P=\text{const}$ (b) bo'lganda uzatiladigan GTK siklidagi termodinamika jarayonlarning PV diagrammalari

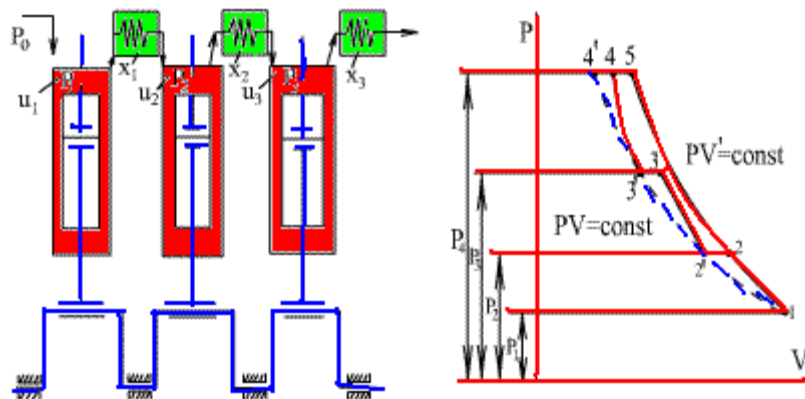
15-MAVZU. KOMPRESSORLAR

PORSHENLI KOMPRESSORLAR.

Bir silindrli porshenli kompressor ichida porshen 2 harakatlanadigan silindr 1 dan iborat. Porshen shatun 3 vositasida krivoship 4 orqali kompressorning tirsakli vali 5 bilan birlashtirilgan va ilgariylanma- qaytma harajat qiladi.



15.1-rasm Bir tomonlama ishlaydigan bir silindrli kompressorning sxemasi.

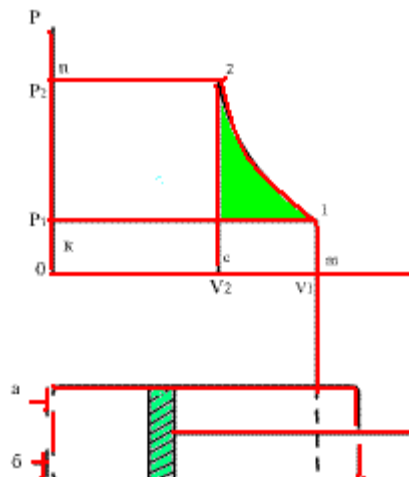


15.2-rasm. Uch bosqichli kompressorning sxemasi va uning ish jarayonining RV - diagrammada tasvirlanishi.

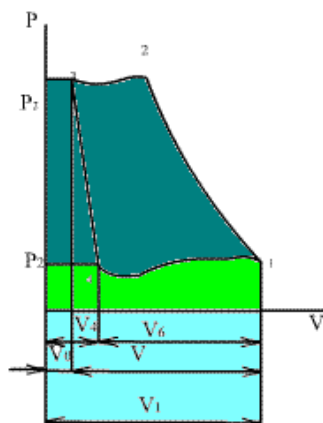
$$L_{1\kappa} = L_{0,1} + L_{12} + L_{2n} = -L_{\text{tex}}$$

(15,1)

Bu yerda L_{tex} - kompressorning texnik ishi



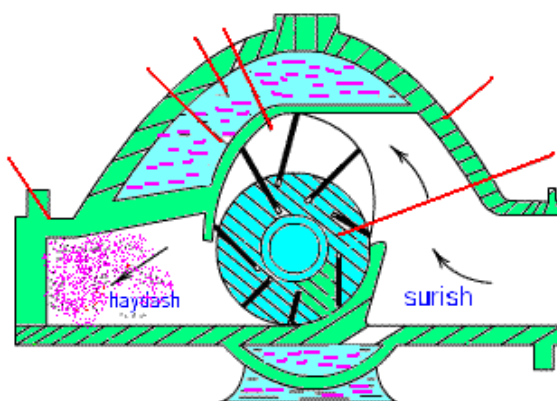
15.4 - rasmda kompressorda gazning siqilishini haqiqiy indikatorli diagrammasi ko'rsatilgan.



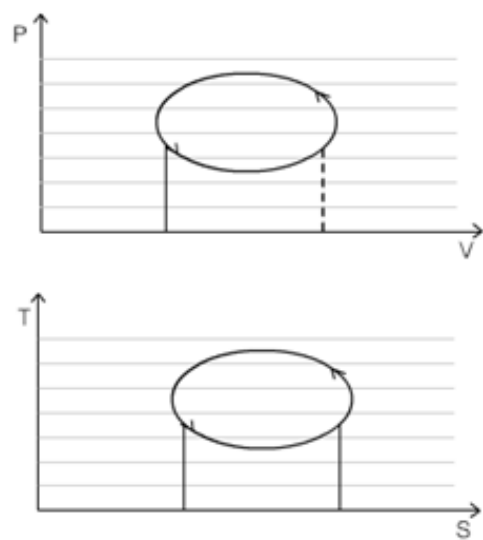
15.4-rasm. Kompressorda gazning siqilishini haqiqiy indikatorli diagrammasi.

RATATSION KOMPRESSORLAR.

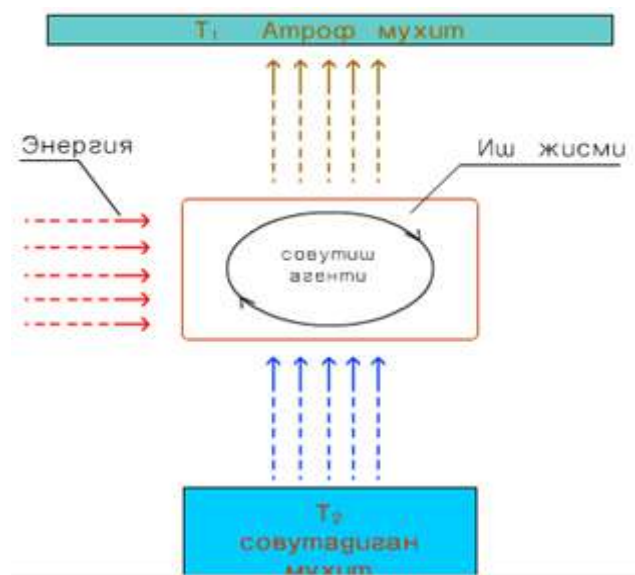
Bu kompressorlar ham porshenli kompressorlar kabi ish bo'shlig'i hajmining kamayishi printsiplida ishlaydi. Rotatsion kompressorlar konstruktiv belgilariga ko'ra plastinali, aylanadigan rotorli, ikki rotorli kompressorlarga bo'linadi. 15.5 - rasmda plastinkali rotatsion kompressorning sxemasi ko'rsatilgan.



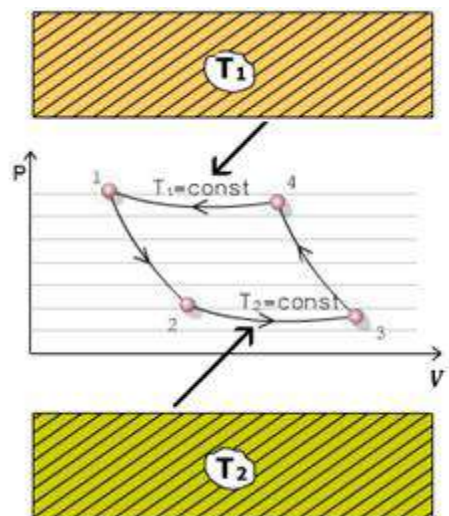
15.5-rasm. Rotasion kompressorning sxemasi.



1 - Rasm



2 – Rasm



Xozirgi vaqtda zamonaviy sovitish mashinalarida ishlatiladigan ish jismlari sifatida past haroratlarda oson qaynaydigan moddalar ishlatiladi. Eng ko'p ishlatiladigan sovitish agentlariga ammiak, karbonat angidrid, havo, freonlar kiradi. Quyida ba'zi sovitish agentlarining termodinamik xarakteristikalarini keltiramiz:

1 – jadval

Sovitish agenti	Belgilanishi	Ximiyaviy formulasi	Molekulyar massasi	Normal bosimda qaynash harorati	Kritik harorati	Kritik bosim, bar	Qotish harorati
Suv	R 718	H ₂ O	18,016	+100	374,15	221,1	+0,1
Ammiak	R 717	NH ₃	17,03	-33,3	132,4	118,9	-77,7
SO ₂ karbonat angidrid	R 744	CO ₂	44,01	-78,9	31,0	73,5	-56,6
Freon–11	R 11	CHFC ₃	137,39	+23,7	198,0	43,7	-111,0
Freon–12	R 12	CHFCl ₂	120,92	-29,8	111,5	40,0	-155,0
Freon–22	R 22	CHF ₃ Cl	86,48	-40,8	96,0	49,3	-160,0

Bu xildagi sovitish agentlari qaynayotganda issiqlik yutilishi sodir bo'ladi.

Sovitish mashinalari (qurilmalari) ish jismining turiga qarab ikkita asosiy guruxga bo'linadi:

1. **Havoli (gazli) sovitish mashinalari** (ish jismi–agent havo, bunda ish jismi o'z agregat holatini o'zgartirmaydi)

2. **Bug'li sovitish mashinalari:** bunda xladoagent (ish jismi) sifatida past haroratlarda qaynaydigan moddalarning bug'laridan foydalaniladi.

Bug'li sovitish mashinalari o'z navbatida sarf qilinadigan energiyaning turiga asosan 2 xil guruxga bo'linadi:

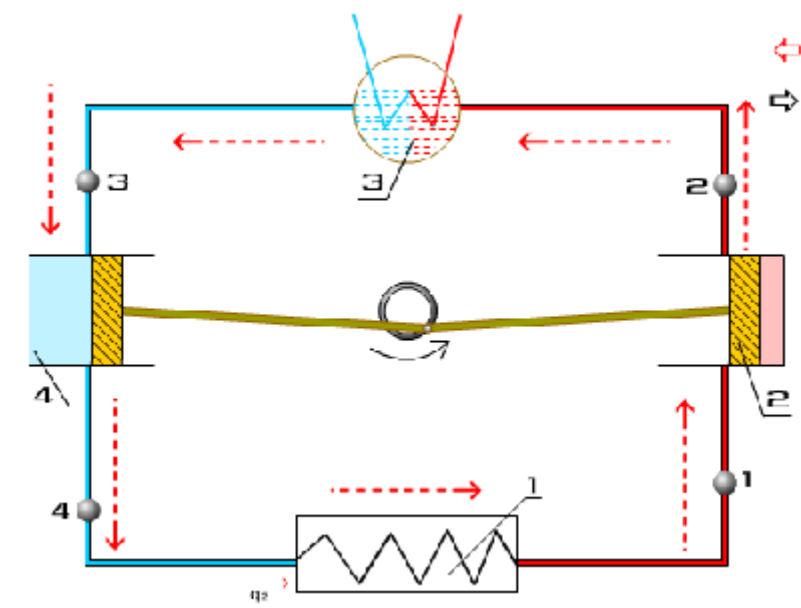
I gurux: 1) Bug'li–kompessorli sovitish mashinalari. (mexanik energiya sarflanadi).

2) Bug' – ejektorli – Sovitish mashinalari.

II – gurux: 4) (issiqlik energiyasi sarflari)

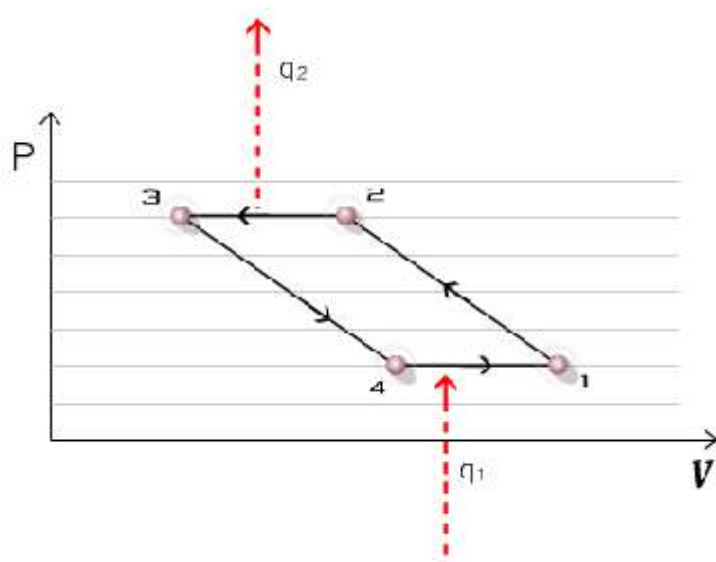
3) Absorbtsion sovitish mashinalari

Havoli kompressorli sovitish mashinasining termodinamik tsikli



4 - rasm

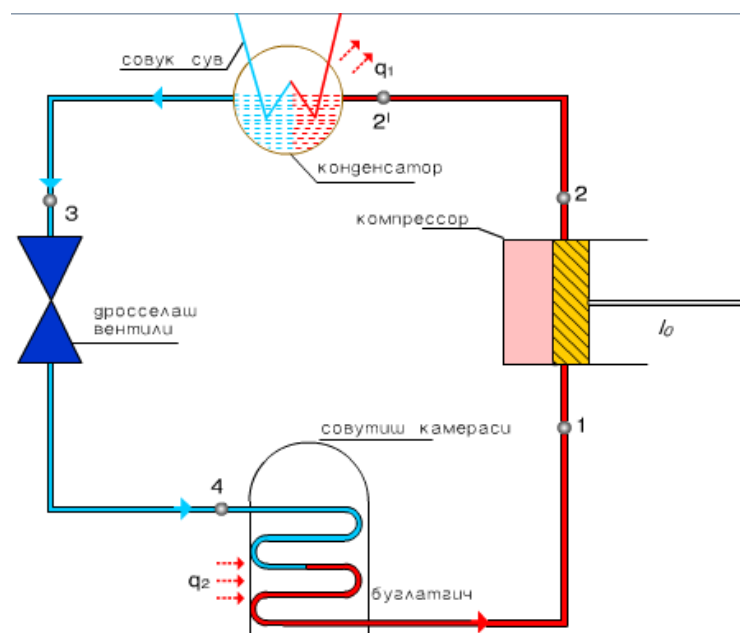
1 – sovitiladigan xona, B – bug'latgich, 2 – kompressor, 3 – kondensator (sovutgich), 4 – kengayish tsilindri (detander)



5 – rasm

bunda: T_1 – Sovutilayotgan muhit harorati yoki kompressorga surilayotgan havo harorati;
 T_2 – Siqilgan havoning harorati.

Bug'li kompressorli sovutish qurilmasining tsikli.



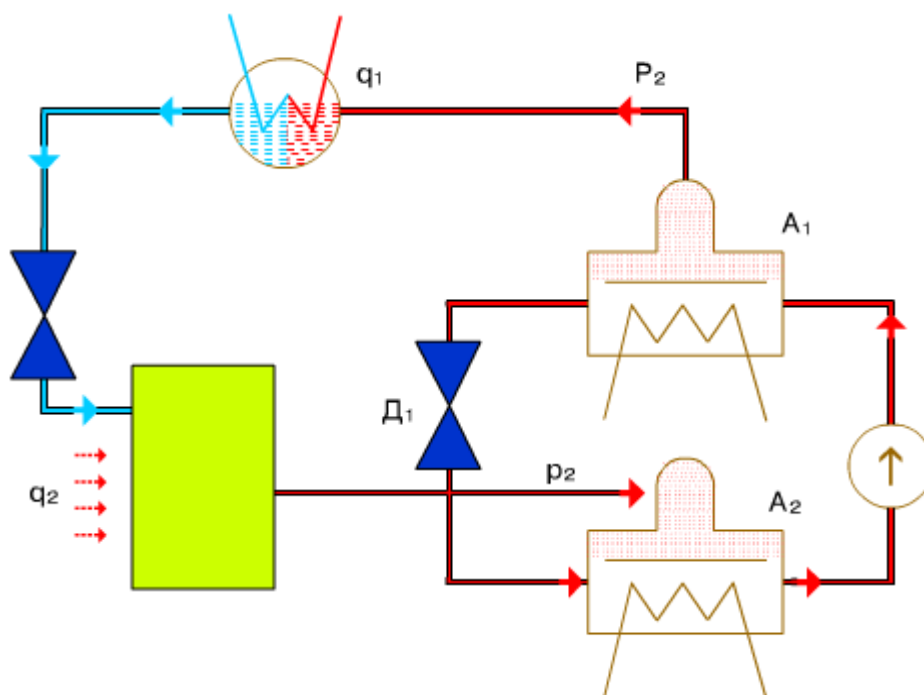
6 – rasm.

Absorbtsion sovitish qurilmalari

SM – sovutiladigan muhit; B – bug'latgich; D – drossellash ventili;

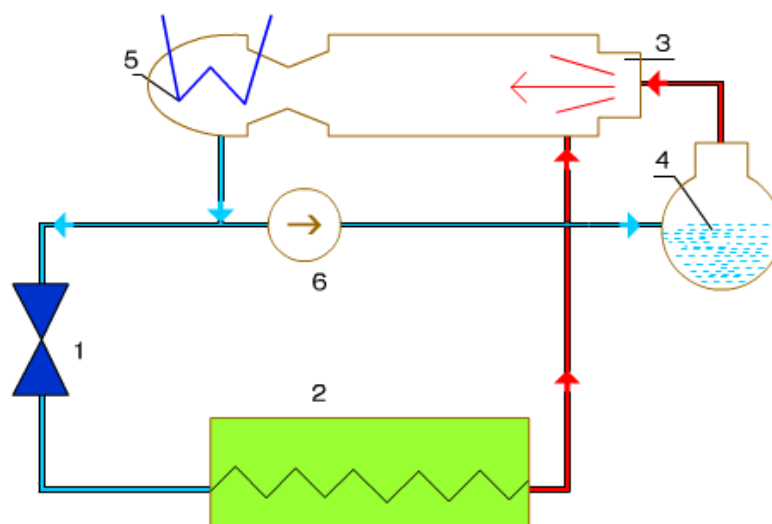
A₁ – kipyatilnik (bug' generatori); A₂ – absorber;

H – nasos; K – kondensator;



7 – rasm.

Bug' ejektorli sovitish qurilmasining sxemasi quyidagichadir:



8 – rasm.

1-reduksion ventil, 2-bug'latgich, 3-bug' ejektorining, aralashtirish kamerasi, 4-bug' qozoni, 5-kondensator, 6-nasos.

4.4.TESTLAR

Ideal gaz xolat tenglamasining umumiy ko'rinishini ko'rsating?

=====

$f(P, V, T) = 0$

=====

$PV = RT$

=====

$PV = mRT$

=====

$Q = U + L$

+++++

Gazning asosiy xolat parametrlarini ko'rsating?

=====

P, V, T

=====

m, p

=====

Q, U

=====

l,h,d

+++++

Birinchi termometr kim tomonidan ixtiro qilingan?

=====

#Galilo Galiley

=====

R.Mayer

=====

J.joul

=====

S.Karno

+++++

Birinchi bug' mashinasi kim tomonidan yaratilgan?

=====

#I.I.Polzunov

=====

Galilo Galiley

=====

J.joul

=====

R.Mayer

+++++

Dastlab 1 kVt*soat elektr energiya olish uchun necha kg toshko'mir ishlatilgan?

=====

#35 kg

=====

40 kg

=====

45 kg

=====

50 kg

+++++

Solishtirma hajmning o'lchov birligini ko'rsating?

=====

#m³/kg

=====

sm³

=====

Kg/m³

=====

m³

+++++

Quyidagi tenglama qaysi qonunni ifodalaydi? $PV = \text{const}$

=====

#Boyl–Mariott qonuni

=====

Dalton qonuni

=====

Termodinamika 1 qonuni

=====

Sharl qonuni

+++++

Absolyut nol harorat necha Kelvinni tashkil etadi?

=====

#0 K

=====

273 K

=====

-273 K

=====

0 C

+++++

Gazning asosiy holat parametrlarini nechta?

=====

#3

=====

2

=====

5

=====

7

+++++

Harorat shkalalari necha turga bo'linadi?

=====

#5

=====

4

=====

3

=====

6

+++++

Absolyut harorat qanday harf bilan belgilanadi?

=====

#K

=====

S

=====

I

=====

h

+++++

Muzning erish nuqtasidagi harorat qancha?

=====

#0 C

=====

100 C

=====

50 C

=====

273 C

+++++

Ionlangan gaz yoki moddaning to'rtinchi holatiga nima deyiladi?

=====

#plazma

=====

bug'-suv

=====

qattiq

=====

suyuq

+++++

Modda miqdoriga bog'liq bo'lgan xossalar qanday xossalar deb ataladi?

=====

#ekstensiv

=====

intensiv

=====

deduksiya

=====

deformatsiya

+++++

Normal sharoitda universal gaz doimiysining qiymati nechaga teng?

=====

#8.314

=====

8.214

=====

8.254

=====

296.7

+++++

Normal sharoit bosim necha mm.sim.ust.ga teng?

=====

#760

=====

770

=====

750

=====

780

+++++

Bir jinsli bo'lmagan jismning holati nechta parametr bilan aniqlanadi?

=====

#3

=====

5

=====

7

=====

9

+++++

Bosim deb nimaga aytiladi?

=====

#Birlik yuzaga normal bo'yicha ta'sir etuvchi kuch

=====

Jismni qiziganlik darajasi

=====

Jism egallagan xajm

=====

Jismning xarakati

+++++

Emperik harorat qanday birlikda o'lchanadi?

=====

#C

=====

L

=====

m

=====

s

+++++

Quyidagi tenglamalardan qaysi biri adiabatik jarayonni ifodalaydi?

=====

$pV^k = \text{const}$

=====

$$pv^n = \text{const}$$

=====

$$pv = \text{const}$$

=====

$$(pv)^k = \text{const}$$

+++++

Adiabatik jarayonda issiqlik sig'imi nimaga teng?

=====

$$\#c = 0$$

=====

$$c > 1$$

=====

c

+++++

Izotermik jarayonda gazning ichki energiyasi qanday o'zgaradi ?

=====

#o'zgarmaydi

=====

ortadi

=====

kamayadi

=====

bo'g'liq emas

+++++

Izoxorik jarayonda gazning bajargan ishi nimaga teng?

=====

$$\#L = 0$$

=====

$$l = p dv$$

=====

$$L = P(v_1 - v_2)$$

=====

$$dl = dq$$

+++++

Quyidagi moddalardan qaysi biri sovutish mashinasida ishchi jism sifatida ishlatiladi?

=====

#ammiak, freon

=====

azot, kislorod

=====

Uglerod, ammiak

=====

azot, uglerod

+++++

Dinamik kompressorning F.I.K nechaga teng?

=====

#0.9-0.92

=====

0.9-1

=====

0.9-1.1

=====

0.9-1.5

+++++

Quyoshdan yerga qanday usulda issiqlik uzatiladi?

=====

#nurlanish

=====

konveksiya

=====

issiqlik o'tkazuvchanlik

=====

to'lqin

+++++

Izotermik sirt deb nimaga aytiladi?

=====

#Barcha nuqtalardagi xarorat bir xil

=====

Barcha nuqtalardagi xarorat xar xil

=====

Bitta nuqtadagi xarorat o'zgarmas

=====

Ikkita nuqtalardagi xarorat o'zgaruvchan

+++++

Ishlash prinsipiga ko'ra kompressorlar necha turga bo'linadi?

=====

#2

=====

3

=====

4

=====

5

+++++

Bosimga teskari proporsional bo'lgan kattalik bu.....?

=====

#S

=====

F

=====

P

=====

T

+++++

To'g'ri Karno sikli qanday termodinamik jarayonlardan tashkil topadi?

=====

#2 ta izotermik va 2 ta adiabatik

=====

2 ta izoxorik va 2 ta adiabatik

=====

2 ta adiabatik va 2 ta politropik

=====

2 ta izoxorik va 2 ta politropik

+++++

Issiqlik nasosining asosiy tarkibiy qismi nechta?

=====

#4

=====

2

=====

1

=====

3

+++++

Dalton qonunining tenglamasini ko'rsating?

=====

$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$

=====

$d = 0,62 \cdot P_n + (P - P_n)$

=====

$P_v = RT$

=====

$P_a = P_t + P_n$

+++++

Regeneratsiya so'zining ma'nosi nima?

=====

#Qayta tiklash

=====

Bug'lanish

=====

suyuqlanish

=====

Erish

+++++

Entalpiyalar farqi qaysi termodinamik paramertga teng bo'ladi?

=====

#Issiqlik miqdoriga

=====

eksbergiyaga

=====

entropiyaga

=====

xaroratga

+++++

O'zgarimas bosim va hajmdagi issiqlik sig'implari o'rtasidagi nisbatni aniqlang?

=====

$k=C_p/C_v$

=====

$k=C_v/C_p$

=====

$k=C_p/m$

=====

$k=C_v/m$

+++++

Termodinamik jarayon deb nimaga aytiladi?

=====

#Tashqi muhitning o'zaro ta'siri natijasida jism holatining o'zgarishiga

=====

har bir nuqtasida P, T va boshqa fizik xususiyatlar bir xilda bo'ladigan holatga

=====

ishchi jism silindr hajmining har qanday nuqtasida T va P har xil bo'lgan holatga

=====

Termodinamik jarayonlarda jismlar bir-birlari bilan energiya almashinish holatiga

+++++

Tizim ichki energiyasi yig'indisi u bilan tizim bosimi P ning tizim hajmi kattaligi V ga ko'paytmasi yig'indisining kattaligi deb ataladi?

=====

#entalpiya

=====

Entropiya

=====

Eksbergiya

=====

Termodinamikaning I-qonuni

+++++

Termodinamikaning I-qonuni ta'rifi to'g'ri ko'rsatilgan qatorni toping?

=====

#Tizimga berilgan issiqlik miqdori tizimning ichki energiyasini o'zgartirishga va ish bajarishga sarflanadi

=====

Tizimga berilgan issiqlik miqdori tizimning entropiyasini o'zgartirishga va ish bajarishga sarflanadi

=====

Tizimga berilgan issiqlik miqdori tizimning eksergiyasini o'zgartirishga va ish bajarishga sarflanadi

=====

Tizimga berilgan issiqlik miqdori tizimning entalpiyasini o'zgartirishga va ish bajarishga sarflanadi

+++++

Termodinamikaning I-qonuni formulasi to'g'ri ko'rsatilgan qatorni toping?

=====

$$\#Q=\Delta U+L$$

=====

$$Q=\Delta U+\Delta S$$

=====

$$Q=\Delta U+h$$

=====

$$Q=\Delta E+L$$

+++++

Kallorik parametrlarni ko'rsating?

=====

$$\#h,S,Q,L,\Delta U$$

=====

$$P,V,T$$

=====

$$h,S,P,V,T$$

=====

$$Q, \Delta U, L,P,V$$

++++

Entropiya so'zining manosi nima?

=====

#o'zgarish, aylanish

=====

issiqlik miqdori

=====

Isitaman

=====

Ish bajaraman, isitaman

++++

$T = \text{const}$ jarayonda termodinamikaing I-qonuni qanday ko'rinishda bo'ladi?

=====

$Q = L$

=====

$Q = \Delta U + L$

=====

$Q = \Delta U$

=====

$PV = mRT$

+++++

$P = \text{const}$ jarayonda termodinamikaing I-qonuni qanday ko'rinishda bo'ladi?

=====

$Q = \Delta U + L$

=====

$Q = L$

=====

$Q = \Delta U$

=====

$PV = mRT$

+++++

$V = \text{const}$ jarayonda termodinamikaing I-qonuni qanday ko'rinishda bo'ladi?

=====

$Q = \Delta U$

=====

$$Q=L$$

=====

$$Q=\Delta U+L$$

=====

$$PV=mRT$$

+++++

Adiabatik jarayonda entropiyaning o'zgarishi qanday bo'ladi?

=====

$$\Delta S=0$$

=====

$$H=0$$

=====

$$E=0$$

=====

$$L=0$$

+++++

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti nima?

=====

#Jismning fizik kattaligi bo'lib, qiymati son jihatdan haroratlar farqi 10C bo'lganda devorning birlik qatlamidan vaqt birligi ichida o'tadigan solishtirma issiqlik miqdoriga teng.

=====

Jismning fizik kattaligi bo'lib, qiymati son jihatdan haroratlar farqi 10C bo'lgandagi qiymati

=====

Jismning fizik kattaligi bo'lib, qiymati son jihatdan haroratlar farqi 10C bo'lganda suyuqlikdan vaqt birligi ichida o'tadigan solishtirma issiqlik miqdoriga teng.

=====

Jismning fizik kattaligi bo'lib, qiymati son jihatdan haroratlar farqi 10C bo'lganda gazlardan vaqt birligi ichida o'tadigan solishtirma issiqlik miqdoriga teng.

+++++

Issiqlik oqimi zichligi birligi to'g'ri ko'rsatilgan qatorni toping?

=====

$$\#Vt/m^2$$

=====

$$\text{Joul}/m^2$$

=====

Kg/kj

=====

Joul/m³

+++++

Issiqlik berish jadalligi ko‘p hollarda issiqlik tashuvchining issiqlik berish yuzasiga nisbatan harakat..... bog‘liq bo‘ladi.

=====

#Tezligiga

=====

Haroratiga

=====

Issiqlik miqdoriga

=====

Davriyligiga

+++++

Suyuqlik yoki gazlarning erkin harakatlanishi yoki erkin konveksiyasi deganda nimani tushunasiz

=====

#tizimda suyuqlik yoki gazning tashqi jihatdan bir xil bo‘lmagan massaviy kuchlar maydoni (gravitatsion, magnit, elektr yoki inersiya maydonlari kuchlari) ta’siridagi harakati tushuniladi

=====

tizimda qattiq jismlarning molekulalari tashqi jihatdan bir xil bo‘lmagan massaviy kuchlar maydoni (gravitatsion, magnit, elektr yoki inersiya maydonlari kuchlari) ta’siridagi harakati tushuniladi

=====

tizimda suyuqlik yoki gazning tashqi jihatdan bir xil bo‘lmagan massaviy kuchlar maydoni (gravitatsion, magnit, elektr yoki inersiya maydonlari kuchlari) ta’siridagi majburiy harakati tushuniladi

=====

qattiq jismlarning massaviy kuchlar maydoni (gravitatsion, magnit, elektr yoki inersiya maydonlari kuchlari) ta’siridagi harakati tushuniladi

+++++

Laminar oqim deb nimaga aytiladi?

=====

#Suyuqlik zarrachalarining bir tekisda aralashmagan holda yuzaga kelishiga

=====

Suyuqlik zarrachalarining bir tekisda aralashgan holda yuzaga kelishiga

=====

Qattiq jismlarda yuzaga kelishiga

=====

Suyuqlik zarrachalarining harakati natijasida yuzaga kelishiga

+++++

Fure qonuni tenglamasini ko'rsating?

=====

$$dQ = -\lambda \cdot dF \cdot \text{grad}t \cdot dt$$

=====

$$dQ = dF \cdot \alpha \cdot dt$$

=====

$$dQ = c \cdot m \cdot \Delta t$$

=====

$$dQ = k \cdot dF \cdot \Delta t$$

+++++

Nyuton-Rixman qonuni tenglamasini ko'rsating?

=====

$$Q = F \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

=====

$$dQ = -\lambda \cdot dF \cdot \text{grad}t \cdot dt$$

=====

$$dQ = c \cdot m \cdot \Delta t$$

=====

$$dQ = k \cdot dF \cdot \Delta t$$

+++++

Reynolds soni nimani ifodalaydi?

=====

#oqim inersiya kuchining qovushqoqlik kuchiga bo'lgan nisbatini ifodalaydi

=====

oqim ko'tarilish kuchining qovushqoqlik kuchiga bo'lgan nisbatini ifodalaydi.

=====

issiqlik tashuvchining fizik xususiyatini ifodalaydi.

=====

konvektiv issiqlik almashuvini ifodalovchi kattalik.

+++++

Van – der – Waals tenglamasidagi a/v^2 kattalik nimani ifodalaydi?

=====

#Suyuqlik va gazlarning ichki bosimini

=====

Ichki energiya ortishini

=====

Temperatura o'zgarishini

=====

Molekulalar egallaydigan hajmni

+++++

Harorat necha xil birlikda o'lchanadi?

=====

#5

=====

4

=====

3

=====

2

+++++

1 kg ideal gazning izoxorik jarayonda bajargan ishi nimaga teng?

=====

$L=0$

=====

$L=dn$

=====

$L=(P_1-P_2)$

=====

$l=pdf$

4.5.BAHOLASH MEZONI

Mustaqil ta'limni tashkil etishda ushbu fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish tavsiya etiladi va joriy nazorat sifatida baholanadi:

1) Mavzular bo'yicha konspekt (referat, taqdimot, maket) **tayyorlash.** Nazariy materialni puxta o'zlashtirishga yordam beruvchi bunday usul o'quv materialiga diqqatni ko'proq jalb etishga yordam beradi. Talaba konspekti turli nazorat ishlariga tayyorgarlik ishlarini osonlashtiradi va vaqtni tejaydi;

2) O'qitish va nazorat qilishning avtomatlashtirilgan tizimlari bilan ishlash. Olgan bilimlarini o'zlashtirishlari, turli nazorat ishlariga tayyorgarlik ko'rishlari uchun tavsiya etilgan elektron manbalar, innovatsion dars loyihasi namunalari, o'z-o'zini nazorat uchun test topshiriqlari va boshqalar;

3) Fan bo'yicha qo'shimcha adabiyotlar bilan ishlash. Mustaqil o'rganish uchun berilgan mavzular bo'yicha talabalar tavsiya etilgan asosiy adabiyotlardan tashqari qo'shimcha o'quv-ilmiy adabiyotlardan foydalanadilar. Bunda rus va xorijiy tillardagi adabiyotlardan foydalanish rag'batlantiriladi;

4) Internet tarmog'idan foydalanish. Fan mavzularini o'zlashtirish, amaliy mashg'ulot va mustaqil ishlarni yozishda mavzu bo'yicha internet manbalarini topish, ular bilan ishlash nazorat turlarining barchasida qo'shimcha reyting ballari bilan rag'batlantiriladi;

5) Mavzuga oid masalalar, keys-stadilar va o'quv loyihalarini ishlab chiqish, shuning bilan birga ishtirok etish;

6) Amaliyot turlariga asosan material yig'ish, amaliyotdagi mavjud muammolarning echimini topish, hisobotlar tayyorlash;

7) Ilmiy seminar va anjumanlarga tezis va maqolalar tayyorlash va ishtirok etish;

8) Mavjud amaliy mashg'ulot ishlarini takomillashtirish, masofaviy (distansion) ta'lim asosida mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha metodik ko'rsatmalar tayyorlash va h.k.

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 (tezis) va ma'ruzalar tayyorlash kabilar talabalarning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Vazifa-larini tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirishni ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

Mustaqil ishni tashkil etish bo'yicha uslubiy ko'rsatma va tavsiyalar, keys-stadi, vaziyatli masalalar to'plami ishlab chiqiladi. Ma'ruza mavzulari bo'yicha amaliy topshiriq, keys-stadilar echish uslubi va mustaqil ishlash uchun vazifalar belgilanadi.

Kreditlarni olish uchun talablar:

Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirib, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish va joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, Yakuniy nazorat bo'yicha yozma ish yoki test topshirish.