

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

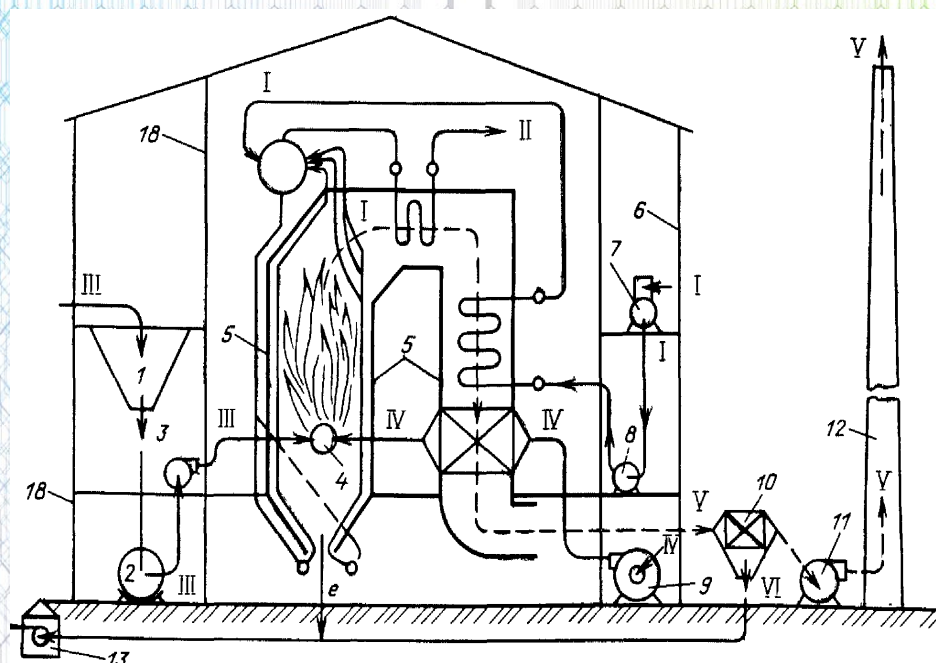
NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

FIZIKA-MATEMATIKA FAKUL'TETI

KASB TA'LIMI KAFEDRASI

Uluhanov I.T.

ISSIQLIK TEXNIKASI



NAMANGAN-2016

Ushbu ma`ruza matnlari 5640100- Hayotiy faoliyat xavfsizligi bakalavriat yo`nalishi bo'yicha ta`lim olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan bo'lib, O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta`lim vazirligining 2015 yil tasdiqlangan DTS va tayanch oliy o'quv yurti TDTU tomonidan 2015 yilda chiqarilgan namunaviy dastur asosida tuzildi.

Unda asosiy e`tibor mehnat ta`limi o'qituvchilarining pedagogik faoliyatida zarur bo'lgan termodinamik qonun va qoidalarga hamda ular asosida qurilgan issiqlik mashinalarida sodir bo'ladigan termodinamik jarayonlarga qaratilgan.

Ma`ruzalar matnida yoqilg'i va yonish jarayonlari, ichki yonar dvigatellar, qozon qurilmasi, bug' turbinasi, gaz turbinasi, reaktiv dvigatellar, issiqlik elektr stansiyalari, atom elektr stansiyalari, termoyadro sintezi va boshqa issiqlik mashinalari haqida ham asosiy tushunchalar berilgan. Har bir mavzuga oid tayanch so'z va iboralar, muammoli savollar va test so'rovlari keltirilgan.

Tuzuvchi:

dotsent I.T.Uluhanov.

Taqrizchilar:

t.f.n.,dosent A.A.Alinazarov(NamMPI kaf.mudiri)
p.f.n.,dosent I.O.Zaxidov Fizika kafedrası

Namangan Davlat universiteti kasb ta'limi kafedrasining yig'ilishida ko'rib
chiqilgan va ma`qullangan (2016 yil 7 fevral №7- sonli bayonnoma).

Namangan Davlat universiteti o'quv-uslubiy kengashi tomonidan ma`qullanib,
chop etishga tavsiya etilgan (2016 yil 11.05. №8- sonli bayonnoma).

MAVZU: KIRISH

REJA:

- 1.1.** Issiqlik texnikasi va issiqlik mashinalari fani, uning a`amiyati, maqsad va vazifalari.
- 1.2.** Fanning qisqacha tarixi.
- 1.3.** Fan oldidagi muammolar va ularni hal qilish yo'llari
- 1.4.** Fanning boshqa texnika fanlari bilan aloqasi.

Tayanch so'z va iboralar: Issiqlik, energiya, texnika, termodinamika, texnik termodinamika, yoqilg'i, ekologiya, dvigatel, mashina, mexanizm.

Muammolar: 1) Issiqlik qanday hosil bo'ladi, qanday harakatlanadi, qaerga va qanday yo'qoladi?
2) Borliqdagi eng past harorat qaysi va nima uchun?
3) Nima uchun ba`zi ekologik falokatlarda «parnik» holati yuz berib qutb muzlari erib ketsa, boshqalarida «yadro qishi» sodir bo'ladi?

1.1. Issiqlik texnikasi va issiqlik mashinalari fani, uning ahamiyati, maqsad va vazifalari.

Issiqlik texnikasi deb yoqilg'ilarning kimyoviy energiyasidan foydalanish uslublarini, bu energiyani issiqlik va mexanik energiyaga aylanish qonunlarini, bu jarayonda qatnashuvchi moddalar (yoqilg'i, suv, yonish maxsulotlari, suv bug'i va b.) ta`lilini hamda kimyoviy energiyani issiqlik va mexanik energiyaga aylantirib beruvchi mashina va qurilmalar konstruksiyasi va ishlash prinsiplarini o'rganuvchi fanga aytiladi.

Issiqlik texnikasi fani umumtexnika fani bo'lib, uning asosiy maqsadi: issiqlik hosil qilish, uni bir turdan boshqa tur energiyalarga (mexanik, elektr, yorug'lik) aylantirish, taqsimlash va uzatish uslublarini nazariy hamda faning amaliy jixatlarini o'rganishdan iborat.

Fanning asosiy vazifasi esa quyidagilardan iborat:

- talabalarda issiqlikning fizik, kimyoviy va texnik mohiyati haqida amaliy tushuncha hosil qilish;

- fanning xalq xo'jaligidagi va umum insoniyat kelajagidagi a'amiyatini tushuntirish;

- fanning nazariy qismi bo'lgan «termodinamika»ning asosiy qonunlarini qaytadan o'rgatish;

- issiqlikni hosil qilish, saqlash, taqsimlash, bir turdan boshqa turlarga aylantirish va istehmolchiga yetkazib berishning eng maqbul turlarini o'rgatish;

- issiqlikni hosil qilish va foydalanishning atrof muhitga ta'sirini tushuntirish;

- ekologik jihatdan zararsiz issiqlik manbaalaridan foydalanishni o'rgatish;

- issiqlik energiyasi bilan ta'minlash muammolari va ularni hal qilish yo'llari haqida tushuncha berish.

Issiqlik texnikasi fanining nazariy qismi bo'lgan termodinamika» issiqlik energiyasi va uning xossalari haqidagi fan bo'lib, uning o'zi ham uch turga bo'linadi:

- 1) Fizik yoki umumiy termodinamika;

- 2) Kimyoviy termodinamika;

- 3) Texnik termodinamika.

Fizik termodinamika termodinamikaning umumiy nazariy asoslari va energiyaing elektr, magnit, sirtqi va kapillyar ko'rinishlardagi aylanish qonuniyatlari haqida tushuncha beradi.

Kimyoviy termodinamika esa kimyoviy reaksiyalardagi issiqlik hodisalari (ajralish yoki yutilish), ularning muvozanatini hisoblash, eritmalarning xossalari va boshqa hodisalarni o'rgatadi.

Texnik termodinamika esa termodinamikaning issiqlik energiyasini mexanik va elektr energiyalarga va aksincha aylanish qonuniyatlari va uslublarini o'rganuvchi amaliy qismi hisoblanadi.

Issiqlik texnikasi fanini yaxshi o'rganish va uning qonuniyatlariga amal qilish har bir hududda, mamlakatda va butun yer yuzida energetik inqirozning oldini

oladi, iqtisodiy a`volni yaxshilaydi, a`olining madaniy va maishiy sharoitiga ijobiy ta`sir ko`rsatadi.

Bu qonunlar issiqlik mashinalari, qurilma va uskunalari qo`llaniladigan barcha soxalarga taalluqli bo`lib, ularga amal qilinmasa mashina va uskunalarning FIK keskin pasayib ketadi hamda u tezda ishdan chiqadi. Shuning uchun issiqlik texnikasi fan sifatida yuzaga chiqqan va taraqqiy etmoqda. Halq xo`jaligining barcha sohalarida va shaxsiy xo`jaliklarda bunday mashinalar, apparat va uskunarlar kompleksi keng qo`llanilmoqda va bundan keyin yanada ko`payadi. Xulosa qilib aytish mumkinki, Issiqlik texnikasi va Issiqlik mashinalari fani umum mashinasozlik kursida muxim rol o`ynaydi. Bu jarayonlarni bilmasdan turib o`quvchilarga politexnik mehnat ta`limi to`g`risida bilim va tarbiya berib bo`lmaydi.

1.2. Fanning qisqacha tarixi.

Agar suvni hayot manbai deb atalsa issiqlikni borliq manbai deyish mumkin. Insoniyat ongli hayotining dastlabki davridan boshlab issiqlikdan foydalanib kelingan.

Hozirgi paytda issiqlikdan foydalanishni 2 xil turga bo`linadi: energetik va texnologik.

Energetik foydalanish issiqlik energiyasini mexanik va elektr energiyalariga aylantirishni nazarda tutadi, texnologik (bevosita) foydalanishda esa issiqlik har xil jismlarning xossalari va holatlarini o`zgartirishga (eritish, qotirish, strukturasini o`zgartirish, mexanik, fizik, kimyoviy xossalari va b.) xizmat qiladi.

Issiqlik texnikasining fan sifatida shakllanishi va rivojlanishida R.Mayer (1842y.), Jon Joulg` (1843-46 y) , E.X.Lens (1844 y), G.Gelg`mogolg`s (1847 y) kabi olimlar energiyaning saqlanish qonunlarini nazariy jihatdan asoslab bergan bo`lsa, Sadi Karno (1824 y), Robert Klauzis (1854 y.) va V.Tomson-lord Kelg`vin (1856 y) kabilar termodinamikaning ikkinchi qonunini yaratdilar.

Rus olimlaridan M.V.Lomonosov, D.I.Mendeleev, K.E.Siolkovskiy, M.V.Kirpichev kabilar ham issiqlik texnikasi fani rivojiga katta hissa qo`shganlar.

XX- asrda fan va texnikaning keskin rivojlanishi natijasida issiqlik energiyasini mexanik energiyaga va mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantirish, elektr energiyasini olis masofalarga uzatish va yana qayta mexanik hamda issiqlik energiyasiga aylantirib xalq xo'jaligining barcha soxalarida unumli foydalanish masalalari har tomonlama tadbqiq etildi va rivojlantirildi. yer yuzining ko'p mintaqalarida yuqori quvvatli GES, IES va AES hamda boshqa turdagi energetika markazlarining qurilishi natijasida ishlab chiqarish mexanizasiyalashdi va avtomatlashdi.

Mamlakatimizda issiqlik energiyasini ishlab chiqarish va uni boshqa turdagi energiyaga aylantirish samaradorligi xalq xo'jaligini rivojlantirishga, a'oli moddiy va maishiy turmishini yaxshilashga ijobiy ta'sir ko'rsatadi, mamlakatni energetik inqirozdan saqlaydi.

1.3. Fan oldidagi muammolar.

Hozirgi davrdagi energetika boyligidan foydalanish samaradorligini qoniqarli deb bo'lmaydi. Issiqlik energiyasidan foydalanish nazoratini yetishmasligi, asbob uskunalardan noto'g'ri foydalanish, eskirgan va samarasiz uskunalardan foydalanish kabilar ta'sirida issiqlik potensiyalining katta qismi isrof bo'lib atrof muhitning tabiiy muvozanatini buzmoqda.

Hozirgi kunda yer yuzi a'olisining jon boshiga o'rtacha har sutkada 25kg miqdorda shartli yoqilg'i sarflanmoqda (1980 y) va bu miqdor kundan kunga ortib bormoqda. O'zbekistonda asosiy energiya manbai tabiiy gaz hisoblanadi, undan keyin oz miqdorda neftg' va toshko'mir, daryolar energiyasi mavjud.

Atom energiyasi sunhiy energiya manbalari ichida eng qudratlisi bo'lishiga qaramay radiaktiv yoqilg'i manbalarining cheklanganligi, radioaktiv chiqindilarni qayta ishlash va saqlash muammolaring hal qilinmaganligi kelajakda boshqa energiya manbaalarini axtarib topish va ularni insoniyatga xizmat qildirish masalalarini kun tartibiga qo'ydi.

Hozirgi kunda butun fani issiqlik texnikasi fani oldida termoyadro sintezi masalasini amaliy hal qilish, quyosh, shamol, dengiz satxining ko'tarilib pasayishi, to'lqinlar va yer osti energiyalaridan samarali foydalanish yo'llarini zudlik bilan

hal etish masalasi ko'ndalang bo'lib turibdi. Aks holda 21-asr insoniyat uchun so'nggi asr bo'lib qolishi mumkin.

AQSh a'olisi yer yuzi a'olisining 5% ni tashkil qilgan holda energiya manbaalarining 50% dan ortig'ini istehmol qiladi va atrof muhitga chiqarilayotgan zararli moddalarning 60%dan ortig'ini chiqaradi.

1.4.Fanning boshqa texnika fanlari bilan aloqasi.

Chizmachilik va chizma geometriya kursi issiqlik mashinalarining detallari, tugunlari va prinsipial sxemalarini to'g'ri chizish va mavjud chizmalarni to'g'ri o'qishga o'rgatadi.

Materialshunoslik va KMT fanlari issiqlik mashinalari detallari uchun kerakli materiallarni to'g'ri tanlash va ularning xossalarini takomillashtirishni o'rgatadi.

Mashina va mexanizmlar nazariyasi fani issiqlik mashinalarining prinsipial sxemalarini to'g'ri tushunish va takomillashtirishga yordam beradi.

Mashina detallari fani issiqlik mashinalari detallari hamda konstruksiyasini o'rganish va ulardan unumli foydalanishga ko'maklashadi.

Materiallar qarshiligi fanidan olingan tushunchalar asosida issiqlik mashinalarining ayrim detallari va yuk ko'taruvchi elementlarning mustaxkamligini xisoblash mumkin issiqlik texnikasi va issiqlik mashinasi fanidan olingan bilimlar qishloq xo'jalik mashinalari va avtomobil dvigatellarining ish prinsiplari, FIK, yoqilg'i sarfi va boshqa TIKlarinifaniqlashga yordam beradi.

Mavzuga oid test so'rovlari.

1. Issiqlik texnikasi va issiqlik mashinalari fani nimani o'rgatadi?
 - A. Mashinalar, apparatlar va qurilmalar yordamida issiqlik hosil qilishni;
 - B. Issiqlik energiyasini boshqa turdagi energiyaga aylantirishni;
 - S. Issiqlik energiyasini taqsimlash va uzatish uslublarini;
 - D. A, B, S javoblarning nazariy asoslarini;
 - E. A, B, S javoblar to'g'ri.
2. Hozirgi kunda yerdagi a'oli jon boshiga bir kunda sarflanayotgan shartli yoqilg'i miqdori necha kg?

A. 15; B. 20; S.25; D. 25dan ko'p; E. 25dan oz.

3. Hozirgi kunda O'zbekistonning asosiy energiya manbai qaysi?

A. Neftg'; B. Gaz; S. Ko'mir; D. Uran; E. Quyosh.

4. Kelajakda insoniyat uchun asosiy energiya manbai nima bo'lib qoladi?

A. Quyosh; B. Termoyadro sintezi; S. Dengiz Ba okeanlar;
D. Shamol; E. Neftg' Ba gaz.

5. Termodinamika so'zining ma'nosi nima? A. Issiqlik; B. Harakat;

S. Issiqlik harakati; D. Issiqlik kuchi; E. Issiqlik energiyasi.

6. Termodinamikaning birinchi qonuni nima haqida?

A. Moddaning saqlanishi; B. Issiqlik energiyasi;
C. Moddaning saqlanishi va bir turdan ikkinchi turga o'tishi;
D. Issiqlik energiyasini saqlanishi va bir turdan ikkinchi turga o'tishi;
E. Issiqlik energiyasini saqlanishi.

7. Termodinamikaning ikkinchi qonuni nimani isbotlaydi?

A. Moddaning saqlanishi; B. Energiyaning saqlanishi;
S. Abadiy dvigatelg' yaratib bo'lmasligi;
D. Moddaning saqlanishi va aylanishi;
E. Issiqlik energiyasini saqlanishi va aylanishi.

8. Termodinamika qonunlariga amal qilmaslik issiqlik mashinalariga qanday ta'sir qiladi? A. Tezda ishdan chiqadi; B. FIK kamayadi;

S. Yoqilg'i sarfi ortadi; D. Ish unumdorligi kamayadi;
E. Yuqoridagilarning hammasi to'g'ri;

9. Issiqlik mashinalarini takomillashtirishga qaysi fan yordam beradi?

A. Chizmachilik va chizma geometriya; B. Materialshunoslik va KMT; D. Mashina detallari va materiallar qarshiligi;

S. Mashina va mexanizmlar nazariyasi; E. Yuqoridagilarni hammasi.

10. Texnik termodinamikani qaysi asrda paydo bo'lgan deb hisoblash mumkin?

A. XVI; B. XVII; S. XVIII; D. XIX; E. XX.

Adabiyotlar.

[3] 1-5; [6] 3-9;

MABZU: ISSIQLIK TEXNIKASINING NAZARIY ASOSLARI

REJA:

- 2.1. Issiqlik mashinalarining ish jismi va holat parametrlari.
- 2.2. Termodinamikaning birinchi qonuni.
- 2.3. Termodinamik jarayonlar.
- 2.4. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.

Tayanch soʻz va iboralar: Issiqlik mashinasi, ish jismi, termodinamik sistema, bosim, harorat, solishtirma hajm, entropiya, entalgiya, izaxorik jarayon, izotermik jarayon, izobarik jarayon, adiabatik jarayon, politrop jarayon, aylanma sikl, Karno sikli.

Muammolar: 1) Quyosh batareyalari issiqlik mashinasimi yoki yoʻqmi? 2) Nima uchun bosim oshsa **harorat** oshadi va aksincha? 3) Barcha parametrlari oʻzgaruvchan boʻlgan termodinamik jarayon qanday ataladi? 4) Solishtirma hajmning teskarisi qanday ataladi? 5) Ishchi jism va termodinamik sistema orasidagi asosiy farq nimada?

2.1. Issiqlik mashinalarining ish jismi va ularning asosiy parametrlari.

Issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi qurilma **issiqlik mashinasi** (IM) deyiladi.

IMlariga bugʻ mashinasi, ichki yonar dvigatellar (IYoD), bugʻ turbinasi, turli raketa dvigatellari (KRD, YaRD, ERD-elektrodinamik rd.) kiradi.

Foydali (mexanik) ishga aylangan issiqlik miqdorining IMga uzatilgan toʻla issiqlik miqdoriga nisbati **IMning termik FIK** deyiladi va u doimo < 1 boʻladi:

$$\eta = \frac{A}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} < 1 \quad (1).$$

Issiqlik materiya harakatining bir shakli boʻlib modda tarkibidagi elektron, atom, molekula va zarrachalarning murakkab harakati natijasida paydo boʻladigan energiyadir.

Ish jismi energiyani bir turdan boshqa turga aylanish jarayonida ish bajaradigan moddadir (benzin, mazut, kerosin, solyarka, gaz, porox, suv bugʻi, zarralar yoki

plazma oqimi). Masalan IYoDlarida benzin va havo aralashmasi ish jismi hisoblanadi.

Termodinamik sistema(TS) deb o'zaro va boshqa jismlar bilan energiya va modda almasha oladigan jismlar majmuyiga aytiladi. Bunga misol qilib IYoDning yonish kamerasidagi benzin va havo aralashmasini keltirish mumkin va xokozo.

Termodinamik sistemada sodir bo'ladigan va uning birorta holat parametrini o'zgartiradigan xodisaga **termodinamik jarayon** deb ataladi.

TSning holat parametrlariga **solishtirma hajm, absolyut bosim va absolyut harorat** ($Y, ,T$) kiradi.

Absolyut bosim (R) deganda suyuqlik va gaz molekulalarining, plazma yoki zarralar oqimining idish devori yuza birligiga ta'sir kuchi tushiniladi:

$$P = \frac{F}{S} H / m^2 ; \quad (2).$$

TS parametri sifatida absolyut bosim qabul qilingan.

Absolyut harorat (temperatura) TSning asosiy parametrlaridan biri bo'lib modda tarkibidagi zarralarning kinetik o'lchovi hisoblanadi. Harorat texnikada gradusda, termodinamikada esa Kelvinda o'lchanadi. Kelvin o'lchovi ingliz fizigi Lord Kelvin tomonidan 1848 yilda kiritilgan. Kelvin (K) shkalasi bilan Selskiy (S) orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi: $T = t^0 + 273,15$. (3). Selsiy bo'yicha «nol» gradus suv muzlaydigan harorat bo'lsa, Kelvin bo'yicha bu miqdor «**ideal**» gaz zarrachalarining betartib harakatdan to'xtaydigan haroratdir va u «**absolyut nol**» deb ataladi

Solishtirma hajm (v) deb moddaning birlik massasi egallagan hajmga aytiladi.

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

TS lar ustivor, noustivor va cheklangan bo'lishi mumkin. **Ustivor TS** deganda vaqt mobaynida parametrlari o'zgarmaydigan va hamma nuqtalarida bir xil bo'lgan TS tushiniladi. **Noustivor TS** deb aksincha parametirlari o'zgaruvchan TS larga aytiladi. **Cheklangan (izolyasiyalangan) TS** larga tashqi muhit bilan issiqlik almashmaydigan TS lar kiradi.

2.2. Termodinamikaning birinchi qonuni.

Termodinamikaning birinchi qonuni A.Eynshteyn ($E=Ms^2$) yoki energiyaning saqlanish va aylanish qonunining issiqlik xodisalariga xususiy tadbir'i hisoblanadi va quyidagicha ta'riflanadi:

Sistemaga uzatilgan issiqlik miqdori shu sistema ichki energiyasining o'zgarishiga va tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan foydali ishga sarflanadi. Bu qonunning matematik ifodasi quyidagicha

$$\Delta q = du + \Delta A \quad (5)$$

ENTROPIYA yunoncha (grekcha) so'z bo'lib aylanish-o'zgarish ma'nosini beradi va TS bilan tashqi muhitning o'zaro issiqlik almashinuvi jarayoni yo'nalishini ifodalaydi:

$$ds = \frac{dq}{T}, \text{ } ^{\circ}\text{K} \quad (6)$$

$ds > 0$ bo'lsa modda isiydi, $ds < 0$ da soviydi Ba $ds = 0$ bo'lganda modda muvozanat holatda bo'ladi. B.Nernst 1906 yilda o'ta past haroratlardagi moddalar xossasini o'rganib: «**Absolyut nol haroratdagi har qanday izotermik jarayon entropiyasining o'zgarishi nolga teng**» degan xulosaga keldi($ds=0$). Buni termodinamikaning uchinchi qonuni deyiladi.

ENTALG'PIYA atamasi ham yunoncha bo'lib «isitaman» degan ma'noga ega va TS ichki energiyasi (U) bilan bosim (P) va hajm (V) ko'paytmasining yig'indisiga teng: $i=U+P \cdot V$; (7). Agar entalg'piyani energiya nuqtai nazardan qaraladigan bo'lsa: $E=i=U+P \cdot V$; (8). Ya'ni: TS entalg'piyasi uning ichki energiyasi bilan tashqi bosim kuchlarining potensial energiyalari yig'indisiga teng

2.3. Termodinamik jarayonlar.

Termodinamik jarayonlarni o'rganish davomida TS ichki energiyasining o'zgarishi (du) va sarflangan issiqlik miqdorini aniqlash bilan birgalikda sistemaning holat parametrlari (P,V,T) orasidagi bog'lanishlar ham qurib chiqiladi.

1.IZOXORIK jarayon deb sistemaning o'zgarmas solishtirma hajm ($V=c \cdot nst$) holatida yuz beradigan fizik va kimeviy xodisalar majmuiga aytiladi.

Sistema parametrlari Issiqlik kiritilguncha p_1, B_1, T_1 va q_1 kiritilgach p_2, B_2, T_2 bulsa holat tenglamalari $p_1 B_1 = RT_1$ Ba $p_2 B_2 = RT_2$ bo'lib izoxorik jarayon uchun: $T_2 = T_1$ (9) bo'ladi yoki: $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$; (10).

Bu Erda: $R = \frac{PV}{T} = \text{const}$ – universal gaz doimiysi. Ya'ni izoxorik jarayonlarda bosimlar nisbati absolyut haroratlar nisbatiga teng yoki buni boshqacha qilib Sharlg' qonuni deb ataladi. Bu jarayonda gaz bajaradigan elementar ish: $dq = du + dA = du + dB$; (11). $dB = B_1 - B_2 = \Delta B$ Ba $dB = dA = 0$ bo'lgani uchun: $dq = du$; (12). Ya'ni: **IJda sistemaga berilgan issiqlik shu sistema ichki energiyasining o'zgarishiga sarflanadi.** Izoxorik jarayonda gaz ish bajarmaydi Ba unga uzatilgan **issiqlik** faqat uning ichki energiyasini o'zgarishiga (du) sarflanadi.

2. **IZOBARIK** jarayondagi xodisalar $p = \text{const}$ holatda ro'y beradi.

Bu holat tenglamalari:

$$p_1 V_1 = RT_1 : p_2 V_2 = RT_2 : (13).$$

Ularning nisbatidan Gey-Lyussak qonunining ifodasi kelib chiqadi:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{yoki} \quad V_1 T_2 = V_2 T_1 \quad (14)$$

Izobarik jarayonda sistemaga uzatilgan issiqlik asosiy qismi ichki energiyasini o'zgartirishga (dn) sarflanadi.

3. **IZOTERMIK** jarayon deb o'zgarmas ($T = \text{const}$) haroratda sodir bo'ladigan termodinamik jarayonlarga aytiladi. Bunday holat tenglamalari:

$$p_1 B_1 = RT_1 \text{ Ba } p_2 B_2 = RT_2 \quad (15).$$

nisbatidan Boyle- Mariott qonunining ifodasi kelib chiqadi:

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = 1 \text{ chunki } p_1 V_1 = p_2 V_2 = \dots = p_n V_n = \text{const} \quad (16).$$

Ya'ni: **O'zgarmas haroratli gaz bosimining hajmiga ko'paytmasi o'zgarmas kattalikdir.** Bunday jarayonda TS bajargan ishi absolyut harorat bilan entropiya o'zgarishining ko'paytmasiga teng: $A = T(S_2 - S_1)$

4. **ADIABATIK** jarayon deb ish moddasi tashqi muhit bilan issiqlik almashmagan holda kechadigan termodinamik jarayonlarga aytiladi. Bunday jarayonda tashqaridan sistemaga issiqlik (energiya) uzatilmaydi, ya'ni $dq=0$.

Shuning uchun bunday sistemada $ds = \frac{dq}{T} = 0$ Ba $S=c \cdot \ln T$ ya'ni, bunday TS entropiyasi o'zgarmas bo'ladi.

4. **POLITROP** jarayonda sistema(gaz)ning solishtirma issiqlik sig'imi($C=c \cdot \ln T$) o'zgarmas bo'ladi Ba uning matematik ifodasi: $B^n=c \cdot \ln T$ (17) ko'rinishda

yoziladi. Bu Erda: $n = \frac{c - C_p}{c - C_v}$ - politrop ko'rsatkichi($-\infty + \infty$). S - solishtirma

issiqlik sig'imi. Sr Ba SB - jarayonda qatnashayotgan sistema (gaz)ning o'zgarmas bosim Ba hajmdagi solishtirma issiqlik sig'imi. Politrop jarayonda sistemaga keltirilgan issiqlik miqdori shu sistema absolyut haroratining o'zgarishiga sarflanadi:

$$q = C_v \frac{n-k}{n-1} (T_2 - T_1); (18)$$

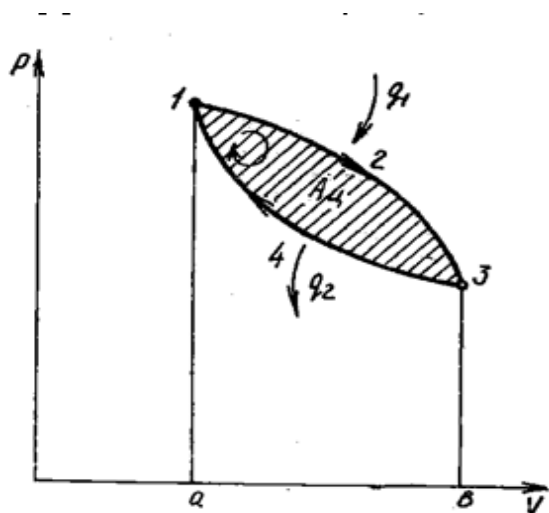
Bu Erda $k = \frac{C_p}{C_v}$ - adiabata ko'rsatkichi.

2.4. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.

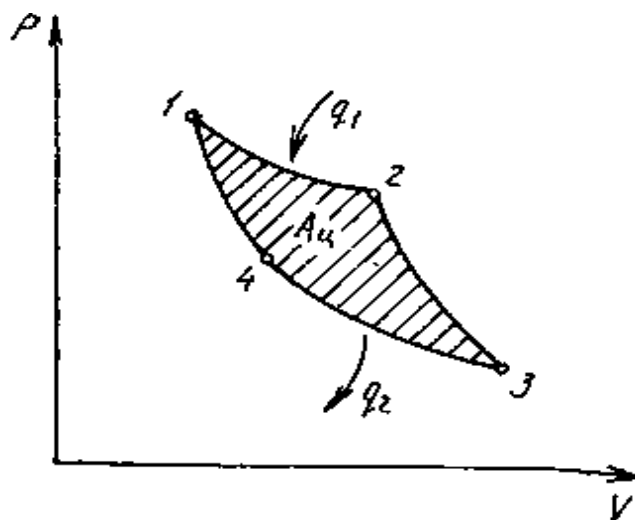
Bu qonun abadiy dBigatelg' yaratib bo'lmasligini isbotlaydi. Uni birinchi bo'lib 1824 yilgi Sadi Karno (Fr.) kashf qilgan. 1850 yilga kelib R.Klauzis quyidagicha ta'rif bergan: Issiqlik energiyasi ishga aylanish jarayonida to'laligicha ishga aylanmaydi Ba issiqlik sovuq sistemadan issiq sistemaga o'z - o'zidan o'ta olmaydi.

Demak, issiqlik energiyasining uzatilishini ta'minlaydigan asosiy parametr sistema harorati hisoblanadi. Harakatlantiruvchi asosiy kuch - bu harorat. Sistema harorati doimo sovutgich haroratidan yuqori bo'lishi kerak.

Ishga aylanmagan qoldiq issiqlikdan qayta foydalanib bo'lmaydi va shuning uchun issiqlik dBigatelining foydali ish koeffisienti doimo $\eta < 1$ bo'ladi.



1-rasm. Aylanma tsikl



2-rasm. Карно цикли

Aylanma sikl(1-rasm)ga bir marta kiritilgan ish jismi bilan berk sxema asosida ishlaydigan MGD generatorining ideal siklini misol qilib ko'rsatish mumkin. Bu siklda bajarilgan ish: $A_s = q_1 - q_2$;

Karno sikli(2-rasm) ikkita izotermik va ikkita adiabatik jarayonlar yig'indisidan iborat bo'lib uning termodinamik FIK: $\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$; (3.12r.)

Termodinamik jarayonlar qaytar (IYoD) va qaytmas(bug' turbinasi) bo'lishi mumkin.

Mavzuga oid test surovlari.

- Quyidagilarning qaysi biri Issiqlik mashinasi emas?
 - Gidro turbina;
 - Bug' turbinasi;
 - Bug' mashinasi;
 - Reaktiv dvigatel;
 - Quyosh batareyasi;
- Energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanish jarayonida ish bajaruvchi modda qanday ataladi?
 - Termodinamik jarayon;
 - Yonish moddasi;
 - Termodinamik modda;
 - Ish jismi;
 - Issiqlik manbai

3. Termodinamik sistemaning asosiy holat parametrlari qaysilar?
A. Harorat, hajm va bosim; B. Absolyut harorat, hajm va nisbiy bosim. S. Solishtirma hajm, harorat va bosim; D. hajm, nisbiy harorat va absolyut bosim; E. Absolyut hajm, solishtirma harorat va bosim.
4. Termodinamikaning birinchi qonuni kim tomonidan yaratilgan qonunga asoslanadi?
A. M.Lomonosov; B. A.Eynshteyn; S. Sharl; D. Gey Lyuksak; E. B.Mariott.
5. Termodinamikaning uchinchi qonuni nima haqida?
A. Entropiya; B. Entalgiya; S. Harorat; D. Bosim; E. Hajm.
6. Termodinamik sistema ichki energiyasi bilan tashqi bosim kuchlarining potensial energiyalari yig'indisi qanday ataladi?
A. Entropiya; B. Entalpiya; S. Sistemaning umumiy energiyasi; D. Umumiy bosim; E. Adiabata.
7. O'zgarmas hajm holatida yuz beradigan fizik va kimyoviy xodisalar majmui qanday jarayon deb ataladi?
A. Izoxorik; B. Izobarik; S. Izotermik; D. Adiabatik; E. Bolitrop.
8. Boyle - Mariott qonuni kaysi jarayonni ifodalaydi?
A. Izoxorik; B. Izobarik; S. Izotermik; D. Adiabatik; E. Bolitrop.
9. Termodinamikaning ikkinchi qonunini kim topgan?
A. D.Mendeleev; B.S. Karno; S. A. Eynshteyn; D. M.Lomonosov; E. R.Klauzis.
10. Issiqlik energiyasining uzatilishini ta'minlaydigan asosiy parametr nima?
A. Harorat; B. Bosim; S. Hajm; D. Ichki energiya; E. Termik FIK.

Adabiyotlar.

[3] 7-62; [6] 9-51;

MABZU: ISSIQLIKNI UZATISH BA ALMASHISH USULLARI

REJA

- 3.1.** Issiqlik uzatish va almashish haqida umumiy ma`lumot.
- 3.2.** Issiqlik o'tkazuvchanlik.
- 3.3.** Konvektiv Issiqlik almashish.
- 3.4.** Suv agregat holatining o'zgarishida issiqlik almashinuvi.
- 3.5.** Massa almashinuvi.

Tayanch so'z va iboralar: issiqlik uzatish, issiqlik almashinish, issiqlik o'tkazuvchanlik, issiqlik oqimining quvvati, harorat gradienti, issiqlik izolyatori, konvektiv issiqlik uzatish, majburiy konveksiya, qaynash, parlanish, kondensasiya, termik qarshilik.

Muammolar: 1).Issiqlikni eng yaxshi va eng yomon o'tkazuvchi materiallar qaysilar va nima uchun? 2).Nima uchun issiqlik harorati past jismdan harorati yuqori jismga o'zi o'ta olmaydi?

3.1. Issiqlik uzatish va almashish haqida umumiy ma`lumot.

Ushbu mavzuda issiqlikning fazoda bir joydan boshqa joyga ko'chish jarayonlari tahlil qilinadi. Bunday ko'chish jarayonlari massa bilan birgalikda yoki massasiz bo'lishi mumkin. Bu jarayonlarning turlarini va ularning kechish qonunyatlarini bilish turli issiqlik mashinalari(par qozoni, kondensator, kolorifer va boshqalar)ni hisoblashga, metallarning qizdirish tezligini aniqlashga, elektr mashinalari va kuchlanish transformatorlarining issiqlik hisobini bajarishga, kosmik kemalarning zich havo qatlamlariga kirishdagi qizish haroratini aniqlashga yordam beradi.

Odatda harorat uzatilishi va almashinuvi haroratning tenglashishi bilan, massa almashinuvi esa massalarning barobarlashuvi bilan harakterlanadi. Mana shunday jarayon ya`ni issiqlikning harorati yuqori bo'lgan jism sirtidan harorati pastroq jismga o'tishi «**issiqlikning uzatilishi**» deyiladi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga muvofik issiqlik sovuq jismdan issiq jismga o'z-o'zidan o'ta olmaydi, lekin issiq jismdan sovuq jismga o'ta oladi, ya`ni,

issiqlik uzatilishi o'z-o'zidan sodir bo'ladigan xodisa. Bunday issiqlik uzatilishi natijasida issiq jism soviydi, sovuq jism esa isiydi. Bunday xodisani «**issiqlik almashinuvi**» deyiladi.

Umuman olganda ko'proq «**almashinuv**» o'rniga «**uzatish**» atamasi ishlatiladi. Issiqlikning uzatilishi uch xil uslubda amalga oshishi mumkin:

1) Faqat qattiq jismlarga xos bo'lgan va issiqlik energiyasining bir molekuladan ikkinchisiga o'tishi bilan amalga oshadigan «**issiqlikni o'tkazish**» jarayoni. Bunday jarayon suyuqlik va gazlarda ham bo'lishi mumkin. Lekin ularning molekulalari belgilangan joyga ega bo'lmasdan doimo harakatda bo'ladi.

2) Suyuqlik va gazlarga xos bo'lgan «**konvektiv issiqlik almashinuvi**»da issiqlik energiyasi massa bilan birgalikda harakatlanib bir joydan ikkinchi joyga ko'chadi.

3) Issiqlik bir jismdan ikkinchisiga nur to'liklari ya'ni **fotonlar** yordamida uzatilishi mumkin. Bunday uzatish, qattiq va gaz holatdagi moddalarda bo'lishi mumkin.

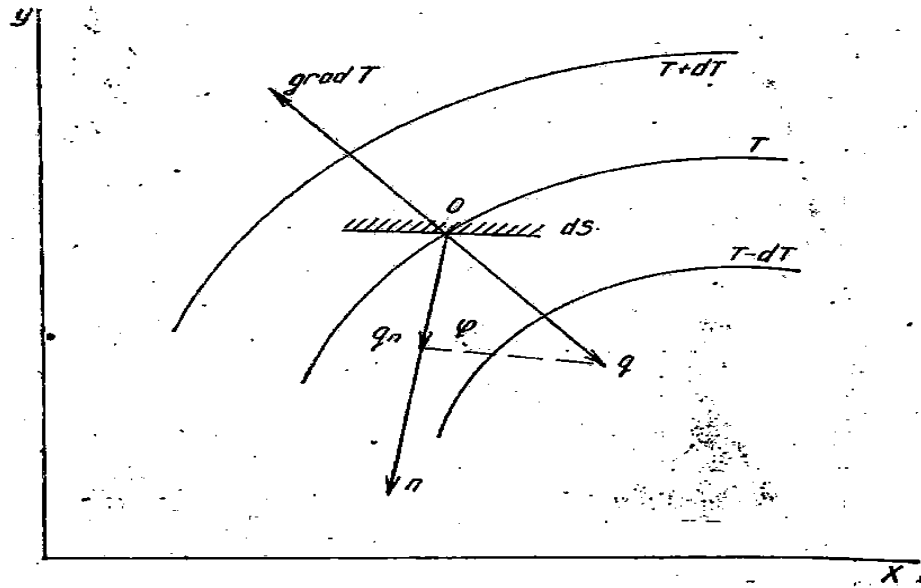
Amalda yuqoridagi har uchchala uslub birgalikda sodir bo'ladi va bunday jarayonni «murakkab issiqlik almashinuvi» deb ataladi. Bunday jarayon qonuniyatlari oddiy jarayonlar qonuniyatlari orqali o'rganiladi.

3.2. Issiqlik o'tkazuvchanlik

Jism sirtidagi oniy haroratlar birligi (yig'indisi) «harorat maydoni» deb ataladi. Harorat maydonidagi bir xil haroratli nuqtalarni birlashtirib «**izotermik sirtlar**» hosil qilinadi

Bir jismdan ikkinchi jismga uzatiladigan issiqlik miqdori bir-biriga tegib turgan sirtlar kattaligi va issiqlikning o'tish vaqtiga bog'liq bo'lib «**issiqlik oqimining quvvati**» $\frac{Q}{\tau}$ bilan belgilanadi.

Issiqlikning eng qisqa yo'li izotermik sirtga o'tkazilgan normal yo'nalishda bo'ladi. Bu yo'nalishda harorat o'zgarishi (ΔT)_{нигг} *масофа*(Δn) ga nisbati «**harorat gradienti**» deyiladi(3-rasm):



3-rasm. Harorat gradiyenti va issiqlik oqimining yoʻnalishi

$$\text{grad}T = \lim_{\Delta n \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta T}{\Delta n} \right) = \frac{\partial T}{\partial n}; \quad (\text{CAut!})$$

Issiqlik oʻtkazuvchanlikning asosiy qonuni boʻlgan Fure qonuniga muvofiq issiqlik oqimining zichligi harorat gradientiga toʻgʻri proporsional (mutanosib):

$$q = -\lambda \text{grad}T = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n}; \quad (20)$$

Bu Erda:

λ – issiqlik oʻtkazuvchanlik koeffisienti Bt/mK;

Issiqlik oqimining boshqa biror $\varphi < 90^\circ$ ostida yoʻnalishdagi zichligi;

$$q_n = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n} \cos \varphi \quad (21);$$

Issiqlik oʻtkazuvchanlik koeffisienti (λ) $6 \cdot 10^{-3}$ dan $410 \text{ Bm}/_{MK}$ gacha boʻlishi mumkin. Agar $\lambda \leq 0.02 \text{ Bm}/_{MK}$ boʻlsa, bunday materialni issiq toʻsuvchi deyiladi. Bundaylarga misol qilib Engil va gʻovak materiallarni (paxta, jun, penoplast, keramzit, gʻovak betonlar) koʻrsatish mumkin.

vaqt birligi ichida birlik(dS) yuzadan oʻtgan issiqlik miqdorini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$dq = -\lambda \frac{dT}{dn} dSdt \quad (22)$$

Tekis devor yuzasi(S)uchun:

$$q = -\lambda \frac{T_1 - T_2}{h} S \quad (23)$$

Bu Erda: h-devor qalinligi;

Silindirsimon devor uchun.

$$q = 2\pi l \lambda (T_1 - T_2) \left(l_n \frac{d_2}{d_1} \right)^{-1} \quad (24).$$

Bu Erda: L-truba uzunligi : d_1 Ba d_2 -ichki va tashqi diametrlar.

3.3. Konvektiv issiqlik almashinish.

Yuqorida aytilganidek bunday issiqlik almashinuvida issiqlik energiyasi massa bilan birgalikda harakatlanadi. Bunday uslubda uzatilgan issiqlik miqdorini

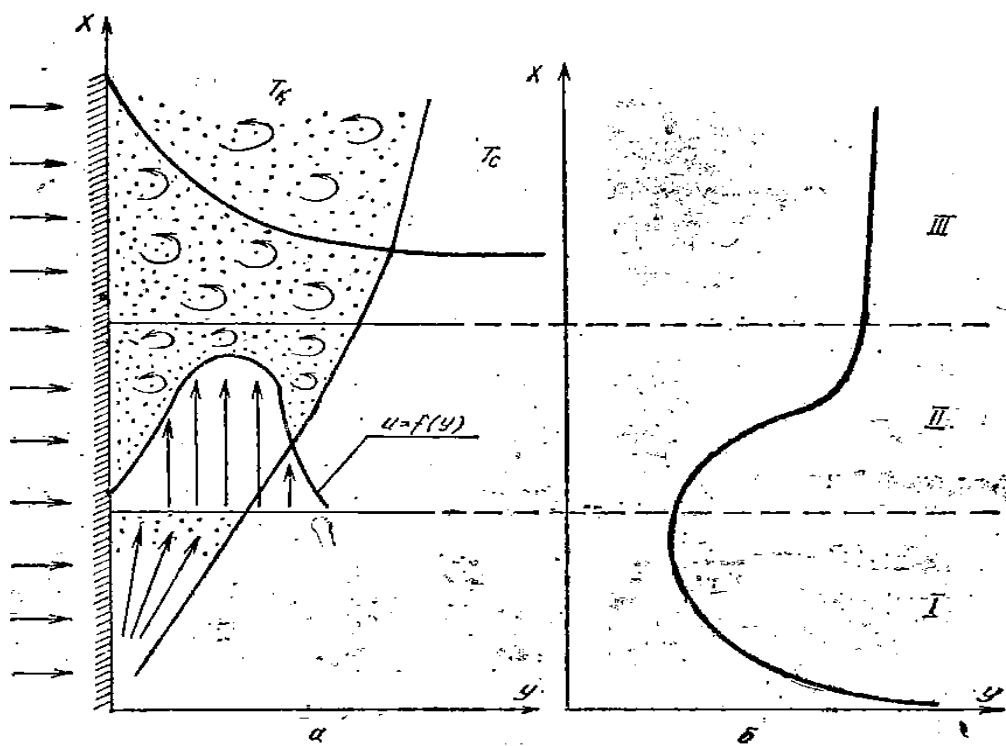
Nyuton –Rixman qonunining quyidagi ifodasidan topish mumkin:

$$q = \alpha \cdot S (T_c - T_k); \quad (25).$$

Buerda: α –harorati yuqori jismning issiqlik berish koeffisienti (Bt/m² K). S- issiqlik almashuv yuzasi(m²); T_s -suyuq yoki gazsimon modda harorati(K); T_k - qattiq yuza(devor) harorati(K).

Bu uslubdagi issiqlik almashish jarayoni murakkab jarayon bo'lib, amalda (25) ifodaning aniq echimini topish qiyin. Issiqlik berish koeffisienti (α) har bir modda uchun doimiy bo'lmasdan juda ko'p omillarga bog'liq kattalik hisoblanadi.

Issiqlik tashuvchi moddaning(suyuqlik, gaz) harakati erkin yoki majburiy bo'lishi mumkin. Moddaning erkin harakati undagi harorat va bosim (hajm) ning ortishiga asoslansa, majburiy harakat sunhiy ravishda hosil qilingan bosim ta'sirida yuzaga keladi. Erkin harakat qilayotgan modda qizdirish zonasida faqat **laminar** harakatda bo'ladi. O'tish zonasida esa uning harakati aralash(laminardan turbulentga) bo'lsa yuqori zonada faqat **turbulent** bo'ladi(4-rasm):



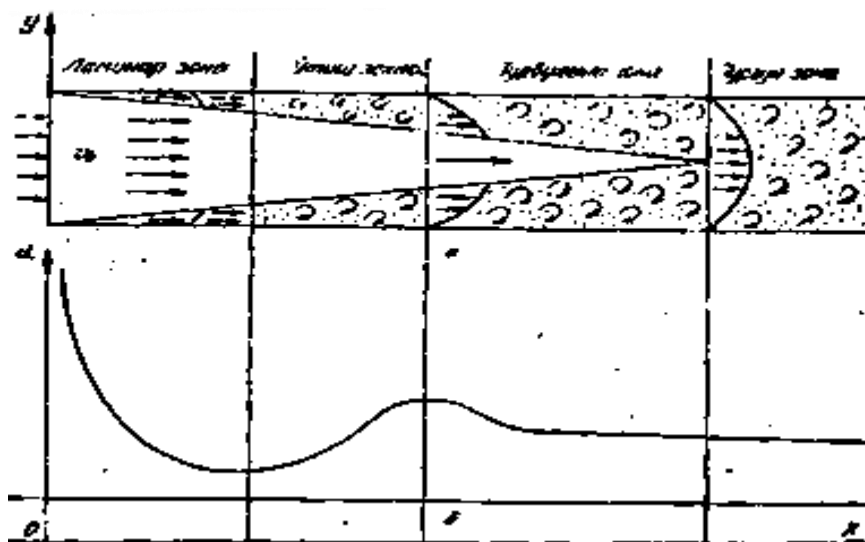
4-rasm. a) Tabiiy konveksiya da issiqlik tashuvchining tezlik va xarorat bo'yicha laminar va turbulent harakatdagi taqsimoti.

b) Issiqlik berish koeffitsientining laminar va turbulent oqimlardagi o'zgarishi:

I-laminar, II-o'tish va III-turbulent zonalar.

Bunday harakatdagi modda uchun ko'tarish kuchini quyidagi ifodadan foydalanib topish mumkin:

$$F_k = \beta \rho_c (T_u - T_c) \quad (26)$$



5-rasm. a) Majburiy konveksiyada issiqlik eltuvchining xarakati, b) α -koeffitsientning oqim turiga bog'liqlik grafigi;

Bu Erda: $\beta = \frac{1}{T_u}$ -ideal gazlar uchun;

$\beta = \frac{\rho_c - \rho_u}{\rho_c(T_u - T_c)}$ - suyuqliklar uchun

ρ_u va ρ_c - issiq va sovuq modda zichligi;

T_u va T_c -xuddi shunday, harorati (K).

Issiqlik berish koeffisienti (α)ning qiymati qizdirish zonasida pasayadi, o'tish zonasida ortib boradi va yuqori (turbulent) zonada turg'unlashadi.

Moddaning majburiy konvektiv harakati past haroratli moddani(gaz, suyuqlik) nasos yoki ventilyator yordamida xaydab hosil qilinadi(5-rasm). Bunday uslub IYoD (ichki yonuv dvigatella-rida), kondensatorlarda, kaloriferlarda va boshqa IM larida qo'llaniladi.

Issiqlik berish koeffisienti bu Erda ham laminar zonada pasayib turbulent zonada asta-sekin turg'unlashadi.

3.4. Suvning agregat holati o'zgarishida issiqlik almashinuvi.

Suyuqlikning agregat holatini o'zgarishi bilan kechadigan konveksiya bir fazali konveksiyadan farq qiladi. Suyuqlik parga aylanishi uchun unga mavjud bosimda to'yinish haroratidan ko'prok issiqlik berilishi kerak ($T_s > T_{tb}$). Suyuqlik qancha toza bo'lsa va bosim yuqori bo'lsa uning qaynash harorati shuncha yuqori bo'ladi(gaz ballonlari). Suyuqlikning qaynashi bug' pufakchalari hosil bo'lishidan boshlanadi. Issiq yuza harorati qancha yuqori bo'lsa va maydoni qancha katta bo'lsa bug'(gaz) pufakchalari hosil bo'lishi jadallashadi va suyuqlik tez qaynaydi. Natijada ma'lum haroratda suyuqlik va isitish sirti orasida bug' pardasi hosil bo'ladi. Lekin zichligi kam bo'lgan bug'(gaz) issiqlikni yomon o'tkazgani uchun isitish sirtining harorati ko'tarilib ketib issiqlik agregati (bug' qozoni) ishdan chiqishi mumkin. Bunga yo'l qo'ymaslik uchun maxsus tajribalardafaniqlangan empirik ifodalardan foydalanib talab qilinadigan issiqlik berish koeffisienti (α) hisoblanadi.

Masalan: Bosimi 0,1-0,3 MPa bo'lgan bug' uchun:

$$\alpha = 0,38g^{\frac{2}{3}}p^{\frac{1}{5}}; \quad (27)$$

Bug'dagi issiqlik boshqa muhitga uzatilsa u sovib kondensasiyalanadi. Kondensasiya 2 xil: **tangasimon** va **pardasimon** bo'lishi mumkin. Idish devorini xo'llamaydigan suyuqliklar va simobda **tangasimon** kondensasiya xos bo'lsa, aksincha idish devorini xo'llaydigan suyuqliklar bug'i uchun **pardasimon** kondensasiya xos. Suv bug'ining suyuqlikka aylanish paytida $\alpha=5000 \text{ Bm}/_{MK}$ bo'lishi aniqlangan.

Xulosa qilib shuni aytish lozimki suyuqlik va isitish yuzasi o'rtasidagi issiqlik berish koeffisienti qancha katta bo'lsa shuncha yaxshi. Buning uchun ular o'rtasida bug' pardasi va tuz qatlamlari kabi issiqlikni yomon o'tkazadigan qatlamlar hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik lozim.

3.5. Massa almashuvi.

Tabiat va texnikada ko'pchilik issiqlik uzatish jarayonlari massa almashuv bilan amalga oshadi(sovuq oqim, issiq oqim, kalorifer sovutgich). Sanoatda bu xodisa kimyo, neftni qayta ishlash va boshqa sohalarda ko'proq uchraydi.

Massa almashuv jarayonlari 2 xil: **oddiy** va **murakkab** bo'lishi mumkin:

Oddiy massa almashuvdagi massaning ko'chishi bir fazaning ichida ro'y berib, ko'chish chegara sirtga tomon yoki markazga (yadroga) tomon bo'lishi mumkin. Bunday massa almashuvni boshqacha qilib **massa berish** deb ataladi. Unga misol qilib suyuqlikni uni o'rab turgan par qatlamiga bug'lanishini ko'rsatish mumkin.

Murakkab massa almashuvda esa massa bir fazadan ikinchisiga chegara sirtlar orqali o'tadi va bunday jarayonni "**massa uzatish**" deb ataladi.

Massa almashuv jarayoni **diffuziya** yordamida amalga oshadi. Diffuziya deganda bir faza molekulalarining boshqa fazaning molekulalararo fazosiga siqilib kirishiga aytiladi. Diffuziya **molekulyar** yoki **konvektiv** yo'l bilan amalga oshishi mumkin:

Molekulyar(mikroskopik) diffuziya molekulalarning issiqlik tashishi bilan amalga oshadi.

Konvektiv(makroskopik) diffuziya har xil fazalarning fazoda bir biriga nisbatan siljishidan hosil bo'ladi.

Konvektiv va molekulyar diffuziyalarning birgalikdagi taʼsiridan hosil boʻlgan massa almashinuvi **konvektiv massa almashinuvi** deb ataladi.

Molekulyar diffuziya **Fizika** qonuni bilan quyidagicha ifodalanadi:

$$M_D = D \frac{C_1 - C_2}{l} F; \quad (28)$$

bu Erda: D-molekulyar diffuziya koeffisienti; l - fazalar orasidagi masofa; S_1 Ba S_2 - fazalardagi moddalar konsentrasiyasi.

Konvektiv diffuziyani esa **Ng'yuton-Rixman** qonunidan kelib chiqqan holda quyidagicha ifodalanadi:

$$M_K = \frac{\beta}{R_l T} (P_1 - P_2) F; \quad (29)$$

bu Erda: β - massa uzatish koeffisienti (M_{cek}), R_l - diffuziyalanuvchi fazaning solishtirma gaz doimiysi; R_1 Ba R_2 - diffuziyalanuvchi va suyuq moddalarning chegara sirtidan uzoqdagi xususiy bosimlari.

Mavzuga oid test soʻrovlari

1. Issiqlik harorati yuqori boʻlgan jism sirtidan harorati pastroq boʻlgan jismga oʻtishi natijasida bir jismning sovib ikkinchisining esa isishi nima deb ataladi? A. Issiqlik uzatilishi; B. Issiqlik almashinuvi; S. Issiqlik oʻtkazish; D. Konveksiya; E. Yuqoridagi hammasi toʻgʻri.

2. Issiqlik energiyasining massa bilan birgalikdagi harakati qanday ataladi? A. Issiqlik uzatilishi; B. Issiqlik almashinuvi; S. Issiqlik oʻtkazish; D. Konveksiya; E. Yuqoridagi hammasi toʻgʻri.

3. Birlik vaqt ichida birlik yuzasidan oʻtadigan issiqlik miqdori qanday ataladi? A. Harorat maydoni; B. Izotermik sirt; S. Harorat gradienti; D. Issiqlik oqimining quvvati; E. Issiqlik oʻtkazuvchanlik koeffisienti.

4. Izotermik sirtga oʻtkazilgan normal yoʻnalishdagi harorat oʻzgarishining nomi nima?

A. Harorat maydoni; B. Izotermik sirt; S. Harorat gradienti;

- D. Issiqlik oqimining quvvati; E. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti.
5. Konvektiv Issiqlik almashishda quyidagilarning qaysi biri birgalikda harakatlanadi? A. Issiqlik va sovuqlik; B. Issiqlik va massa; S. Gaz va suyuqlik; D. Suyuk va qattiq modda; E. Issiqlik va gaz.
6. Konvektiv issiqlik almashish qanday turlarga bo'linadi? A. Oddiy va murakkab; B. Erkin va majburiy; S. Laminar va turbulent; D. Tabiiy va sunhiy; E. Qizish va sovish.
7. Suyuqlikning agregat holati o'zgarishi bilan kechadigan konveksiya necha fazalik bo'lishi mumkin? A. 1; B. 2; S. 3; D. 4; E. 5.
8. Suv bug'i suyuqlikka aylanishi uning issiqlik o'tkazish koeffisienti qancha bo'ladi? A. 0,2; B. $6 \cdot 10^{-3}$; S. 410; D. 500; E. 5000.
9. Massa almashinuv jarayonlari qanday turlarga bo'linadi? A. Oddiy va murakkab; B. Erkin va majburiy; S. Laminar va turbulent; D. Tabiiy va sunhiy; E. Yuqoridagi hammasi to'g'ri.
10. Massa almashinuvi qanday jarayon yordamida amalga oshadi? A. Reaksiya; B. Aralashish; S. Erish; D. Diffuziya; E. Ekstruziya.

MABZU: NURLANISH BA ISSIQLIK ALMASHINISH ASBOBLARI

REJA:

- 4.1 Umumiy tushunchalar
- 4.2 Asosiy qonunlar
- 4.3 Ekranlik nurlanish
- 4.4 Gazlarning nurlanishi
- 4.5 Issiqlik almashinish asboblari

Tayanch so'z va iboralar: nur, ekran, radiasiya, issiqlik nurlari, issiqlik balansi, absolyut qora jism, ko'zgu, absolyut shaffof jism, radiator, kondensator, regenerativ, rekuperativ.

Muammolar: 1) Nima uchun 7 xil nurdan faqat 1 xili ko'rinib,

qolgan 6 tasi ko'rinmaydi ?

2) Nima uchun qorning yutish koeffisienti- α qora qurum bilan bir xil bo'lsada u oq rangda ?

3) Issiqlikni 100% saqlash uchun nechta ekran qo'yish lozim?

4) Foton moddami yoki energiyami?

4.1 Umumiy tushunchalar:

Issiqlikning bir jismdan ikkinchisiga nur orqali uzatilishi nur vositasida issiqlik almashish deb ataladi. Bu jarayon atomlarning murakkab harakatlaridan iborat ichki jarayon natijasi bo'lib nurlanuvchi jism harorati va issiqlik holatiga bog'lik. Issiqlik energiyasini fotonlar(h⁺t⁻s-yorug'lik) yoki yorug'lik kvantlari deb ataluvchi elementar zarrachalar tashiydi Bunday zarrachalar oqimi elektromagnit to'ltinlar xususiyatiga ega bo'lib ularni to'ltin uzunligiga qarab 7 guruxga bo'linadi:

1. Kosmik nurlar _____ $5 \cdot 10^{-14}\text{m}$
2. Gamma nurlari _____ $5 \cdot 10^{-13}\text{m}-1 \cdot 10^{-13}\text{m}$
3. Rentgen nurlari _____ $1 \cdot 10^{-12}\text{m}-2 \cdot 10^{-8}\text{m}$
4. Ultra binafsha nurlari _____ $9 \cdot 10^{-7}\text{m}-4 \cdot 10^{-7}\text{m}$
5. Ko'zga ko'rinadigan nurlar _____ $4 \cdot 10^{-7}\text{m}-8 \cdot 10^{-7}\text{m}$
6. Infra qizil nurlari _____ $8 \cdot 10^{-7}\text{m}-8 \cdot 10^{-4}\text{m}$
7. Radio to'ltinlar _____ $10^{-2}-10^4\text{m}$.

Eng ko'p issiqlikni ko'zga ko'rinadigan va infra qizil nurlar tarqatgani uchun ularni issiqlik nurlari deb ataladi .

Harorati mutloq(absolyut) noldan farq qiladigan(yuqori bo'lgan) har qanday jism nurlanadi ya'ni issiqlik tarqatadi. Jismdan tarqalgan nur energiyasi(E) boshqa jismga tushganda uning bir qismi(A) yutiladi, boshqa qismi(R) qaytadi Ba qolgan qismi(D) o'tib ketadi, ya'ni :

$$E=A+R+D \quad (30)$$

Yoki tenglamaning har ikki tomonini E ga bo'lsak:

$$1=\alpha+\rho+\tau \quad (31)$$

bu Erda: $\alpha = \frac{A}{E}$ – jismning yutish koeffisienti; $\rho = \frac{R}{E}$ – jismning qaytarish koeffisienti;

$\tau = \frac{D}{E}$ – jismning o'tkazish koef-ti. $\rho = \tau = 0$ bo'lgan jismlar **mutloq qora** jismlar,

$\alpha = \rho = 0$ bo'lgan jismlar **mutloq shaffof** jismlar, $\alpha = \tau = 0$ bo'lgan jismlar **mutloq ko'zgusimon** yoki **oppoq** jismlar deb ataladi.

Mutloq qora jism ko'zga ko'rinmaydi chunki u barcha nurlarni to'la yutadi. Lekin tabiatda bunday jism yo'q, balki unga yaqin keladigani bor. Masalan: qora qurum uchun $\alpha = 0,9-0,96$. Lekin oq bo'lsada muz va qorda $\alpha = 0,95-0,98$, shishada $\alpha = 0,94$. Chunki ular faqat ko'rinadigan nurlarni qaytarib o'tkazadi, lekin infra qizil nurlarni to'la yutadi

Shaffof jismlar boshqacha qilib **diatermik** jismlar deb ataladi. Tabiatda bundaylarga misol qilib bir va ikki atomlik gazlarni (O_2, N_2, H_2) ko'rsatish mumkin.

Biror jism sirtidan chiqayotgan to'liq nur energiyasi (E)ning sirt yuzasi(F)ga nisbati nurlanish zichligi(φ) deb ataladi:

$$\varphi = \frac{dE}{dF} \quad (32);$$

Jismdan tarqalayotgan har bir nur to'liqini uchun nurlanish zichligi φ_λ har hil

$$\text{bo'lib ularning miqdori:} \quad \varphi_\lambda = \frac{du}{d\lambda} \quad (32)$$

bu Erda: $d\lambda - \lambda$ uzunlikdagi to'liqlar oralig'i.

4.2. Asosiy qonunlar.

1)**Plank qonuni** mutloq qora jism harorati bilan nurlanish oqimining to'liq uzunligi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi:

$$\varphi_{\lambda 0} = \frac{c_1 \cdot \lambda^{-5}}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1} \quad (33)$$

bu Erda: $C_1 = 3,68 \cdot 10^{-6} \text{ Bm} / \text{M}^2$ va $C_2 = 1,67 \cdot 10^{-6} \text{ M} \cdot K$ - nurlanish doimiylari;

T Ba λ -jism harorari va to'liq uzunligi; E-natural logarifm asosi.

2)**Binning siljish qonuni** jism haroratining ortishi bilan nurlanish zichligi Ba spektrining maksimumi qisqa to'liqlar tomon siljishini asoslaydi;

$$\lambda_{\max} = 0.0028989 \frac{\text{M}}{T} \text{ yoki } T \cdot \lambda_{\max} = 2.9 \text{ mm} \cdot K = \text{konst} \quad (34)$$

3)**Stefan –Bolsman qonuni** mutloq qora jism sirtidagi nurlanish zichligi bilan mutloq harorat orasidagi bog'lanishni ifodalaydi:

$$\varphi_0 = \int_0^{\infty} \varphi_{0\lambda} \cdot d\lambda = \int_0^{\infty} \frac{C_1 \cdot d\lambda}{\lambda^5 (e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)} = \sigma_0 \cdot T^4 \quad (35)$$

bu Erda : $\sigma_0 = 5 \cdot 67 \cdot 10^{-8} \text{ Bm} / \text{M}^2 \cdot K^{-2}$ - mutloq qora jism nurlanish doimiysi;

Texnik hisoblar uchun bu qonun quyidagicha yoziladi:

$$\varphi_0 = C_0 (T/100)^4 \quad (36)$$

bu Erda: $C_0 = \sigma_0 \cdot 10^8 = 5,67 \text{ Bm} / \text{M}^2 \cdot K^4$ -mutloq qora jismning nurlanish koeffisienti. Bu qonunni amaldagi kulrang jismlar uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$\varphi = C(T/100)^4 = \varepsilon C_0 (T/100)^4 \quad (37),$$

bu Erda: ε - kulrang jismning nurlanish koeffisienti; $\varepsilon = \frac{\varphi}{\varphi_0}$ - jismning qoralik darajasi.

4)**Kirxgof qonuni** jismning nur tarqatish qobiliyati(φ) bilan yutish koeffisienti(α) orasidagi bog'lanishni o'rnatadi:

$$\varphi_1 / \alpha_1 = \varphi_2 / \alpha_2 = \dots = \varphi_0 / \alpha_0 = \varphi_0 = f(T) \quad (38),$$

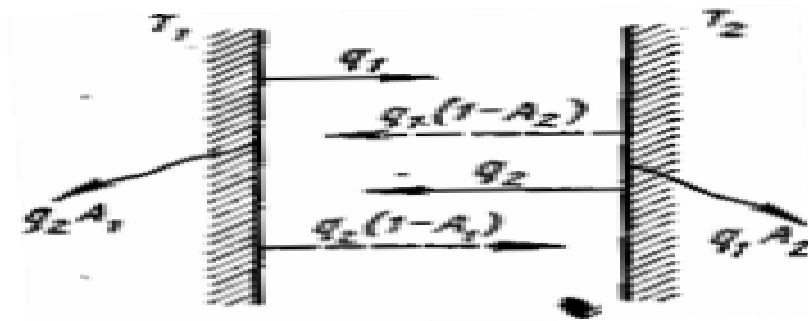
ya'ni: har qanday jism uchun termomuvozanat holatdagi nurlanish zichligi(φ) ning yutish qobiliyati(α) ga nisbati mutloq qora jismning o'sha harorat va to'lqin uzunligidagi nurlanish zichligi(φ_0) ga teng. Bundan tashqari $\alpha = \frac{\varphi}{\varphi_0} = \varepsilon$ bo'lgani uchun: har qanday jismning yutish koeffisienti uning qoralik darajasi(ε) ga miqdoran teng deb aytish mumkin.

5)**Lambert qonuni** jism sirtiga normal yo'nalishdagi nurlanish zichligi bilan boshqa burchak ostida yo'nalgan nurlanishlar zichliklari orasidagi bog'lanishni aniklaydi:

$$\varphi_\gamma = \varphi_n \cdot \cos \gamma; \quad (39)$$

4.3. Ekranlik nurlanish.

Nur vositasida issiqlik almashinuvini kamaytirish uchun issiqlik nurlarini yutuvchi va qaytaruvchi ekranlar qo'llaniladi. Bu bilan issiqlik mashinalarining qismlari ximoyalaniib ularning xizmat muddati uzaytiriladi. Amalda alyuminiy va uning qotishmalaridan yasalgan pardalar alyuminiy kukunidan hosil qilingan ekranlar ko'p qo'llaniladi. Agar misol tariqasida o'zaro parallel sirtlar orasidagi nur vositasida issiqlik almashishni ko'rsak(6-rasm):



6-rasm. Ikki tekis va parallel joylashgan yuzalar orasidagi nur vositasida issiq almashinuv.

$T_1 > T_2$ bo'lgan hol uchun natijaviy nurlanish oqimining zichligi:

$$\varphi_n = \frac{\frac{\varphi_1}{\alpha_1} - \frac{\varphi_2}{\alpha_2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} - 1} \quad (40)$$

Kirxgof Ba Stefan-bolsman qonuniga ko'ra:

$\frac{\varphi}{\alpha} = \varphi_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$ bo'lgani uchun:

$$\varphi_n = C_{\text{kel}} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \quad (41)$$

bu Erda: $C_{\text{kel}} = \alpha_{\text{kel}} C_0 = \frac{C_0}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} - 1}$; Nurlanish ko'ffisienti(S) va qoralik darajasi(ε)

orasidagi bog'lanishdan($S = \varepsilon S_0$) kelib chiqib (41) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$\varphi_H = \varepsilon_{\kappa e l} C_0 [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4] \quad (42)$$

bu erda: $\varepsilon_{\kappa e l} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$; (43). (42) ifodadan biri ikkinchisi ichida

joylashgan jismlar orasida nur issiqlik almashuvi uchun ham foydalanish mumkin, bunda:

$$\varepsilon_{\kappa e l} = \frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right) \quad (44)$$

Agar o'zaro parallel sirtlar orasiga qoralik darajasi ular bilan bir xil bo'lgan ekran qo'yilsa nur orqali issiqlik almashishi ikki marta kamayadi. Agar ekranlar soni n-ta bo'lsa bu miqdor 2n marta kam bo'ladi (7-rasm).

Kamayish miqdori ekran materialiga //////////T₁////////// va
holatiga ham bog'liq oksidlangan temir T_e listdan
ekran sifatida foydalanilsa
T₂
nur issiqligini 13 marta kamaytirish

**7-rasm. O'zaro parallel yuzalar
orasidagi yupqa ekranning
joylashuvi.**

//////////

mumkin. Bunday listdan uchtasi o'tayotgan
issiqlik nurini 39 marta kamaytiradi.

4.4. Gazlarning nurlanishi.

Qattiq jismlarga qaraganda gazlarning nur tarqatishi o'ziga xos xususiyatlarga ega. Bir va ikki atomlik gazlar yuqorida aytilganidek, Issiqlik nurlari uchun shaffof sanaladi ya'ni, ularni yutmaydi ham qaytarmaydi ham. Bunday xususiyat, ya'ni yutish va qaytarish, uch atomlik gazlar SO₂, S₂, H₂ Ba to'rt atomlik NH₃(ammiak) uchun xos. Bu gazlarning nurlanish qobiliyati ularning harorati, qalinligi va bosimiga bog'liq Ularning nurlanish to'lqinlari esa ma'lum bir uzunliklarda bo'lib, SO₂ uchun uchta oraliqda: $\lambda_1 = 2,36 - 3,02 \mu\text{m}$; $\lambda_2 = 4,01 - 4,80 \mu\text{m}$; $\lambda_3 = 12,5 - 16,5 \mu\text{m}$ to'lqinlarda yuz beradi. Suv bug'i uchun esa bu miqdorlar: $\lambda_1 = 2,24 - 3,27 \mu\text{m}$; $\lambda_2 = 4,8 - 8,5 \mu\text{m}$; va $\lambda_3 = 12 - 25 \mu\text{m}$ ga teng.

Bundan tashqari nurlanish oqimining zichligi Stefan-Bolsman qonuniga bo'ysinadi. Lekin masala qattiq jism(muhit) bilan gaz orasidagi nur vositasida issiqlik almashinuvi haqida ketganda texnik hisob kitoblar uchun nurlanish oqimining zichligini(changsiz gazdan-muhitga) quyidagi ifodadan foydalanib aniqlash mumkin:

$$\varphi_{\text{zM}} = C_0 \varepsilon_{\text{kel}} \left[(T_r / 100)^4 - (T_M / 100)^4 \right] \varphi^T; \quad (45)$$

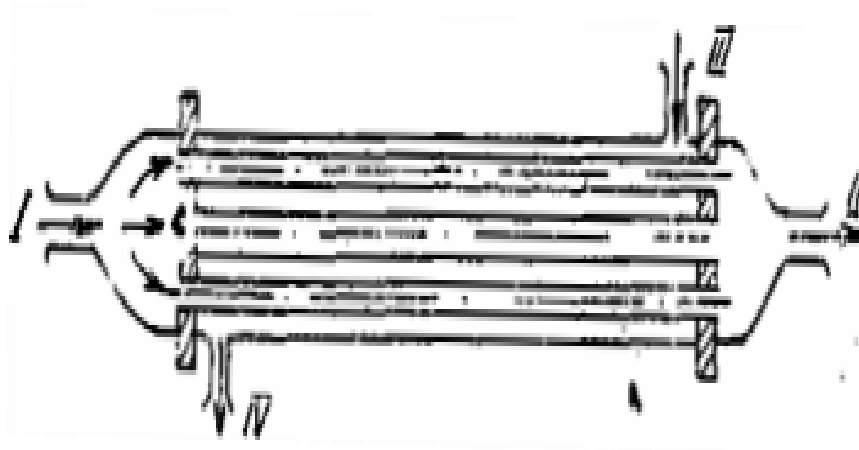
bu Erda: $\varepsilon_{\text{kel}} = \frac{\varepsilon_r \cdot \varepsilon_m}{\varepsilon_M + \varepsilon_r (1 - \varepsilon_M)}$ - gaz va devor(muhit)ning keltirilgan qoralik darajasi; φ^T -changsiz gazning Stefan –Bolsman qonuniga bo'ysunmasligini hisobga oluvchi koeffisient. Changli gaz uchun $\varphi^T \underline{=1}$;

4.5. Issiqlik almashish asboblari

Sub, bug', havo, antifriz va moy kabi issiq tashuvchi moddalarni isitish uchun radiator(radi`nur tarqataman), kondensator(c`ndens`-zichlayman, suyultiraman), kalorifer(cal`rifer-issiqlik hosil qiluvchi) va boshqa turdagi moslamalar qo'llaniladi. Bunday asboblari almashish uslubiga qarab aralashtirgichli, rekuperatiBli(gesiregat-qayta olinadigan), regenerativli (regunerati`n-tiklash) va oraliq tashuvchilik bo'lishi mumkin.

1)Aralashtirgichli asboblarda asosiy issiq tashuvchi sifatida bir biriga aralashmaydigan moddalar: bug'-suv, gaz-qattiq material,suv-moy va boshqalardan foydalaniladi;

2) Rekuperativli asboblarda atmosferaga chiqariladigan gazlarning issiqligi qattiq devor orqali sovutgichga uzatiladi. Isituvchi va sovutuvchilarning harakat yo'nalishiga qarab: to'g'ri,teskari,keshishgan va aralash oqimli va issiqlikni uzatuBchi sirt shakliga qarab: yassi, yumaloq va qobirg'ali rekuperatorlar bo'lishi mumkin(8-rasm).

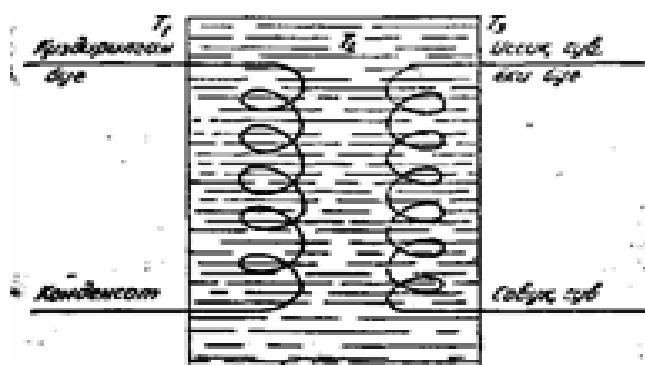


8-rasm. Quvrga o'rnatilgan g'iloqli rekuperativ issiqlik almashtirgich.

I–suv bug'i; II-iliq suv(kondensat); III-isitiladigan modda; IV-issigan modda.

3)Regenerativ asboblarda qayta ishlaydigan bug' yoki yonish maxsuloti bo'lgan gaz issiqligidan «ish»ga kelayotgan havo, gaz, bug', suv, yoqilg'ilarni isitish uchun foydalaniladi.

4)Oraliq tashuvchilik moslamalarda isitgich va sovutgich orasida «moxovik» (balansir) vazifasini bajaruvchi (kondensator) qattiq, suyuq yoki gaz holdagi material bo'ladi(A.E.S., quyosh suv isitgichlar va xokazo).



9-rasm. Issiqlikning issiqlik tashuvbhi oraliq modda suyuqlik yordamida regenerativ issiqlik almashinuvi.

Atom reaktorlarida oraliq issiqlik tashuvchi sifatida oddiy suvlik rezervuarlardan foydalaniladi(9-rasm).

Bir tomondan rekuperator va regeneratrlar ish tartibi bir-biriga o'xshab ketsada ulardagi issiq tashuvchilarning harorati keskin farq qiladi. Reko'perator sirtida eng yuqori harorat $t \leq 200-250^{\circ}\text{C}$ bo'lsa regeneratorda $t > 1000^{\circ}\text{C}$ bo'lishi mumkin. O'z-o'zidan ulardagi konstruktiv echimlar va foydalanilgan materiallar ham bir-biridan farq qiladi. Rekuperatorda sovutgichga uzatilgan issiqlik miqdori:

$q_2 = kS(t_1 - t_2) = kS\Delta t$ (46), bu erda: $k = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + (\frac{1}{\alpha_2})^{-1}$ - issiqlik uzatish miqdori;

α_1, α_2 - issiq va sovuq oqimlarning issiq berish koeffisientlari;

λ - qattiq devor issiq o'tkazuvchanlik koeffisienti; δ - yupqa deBor qalinligi; S- devor sirtining yuzasi; t_1 Ba t_2 -devor ichki va tashqi yuza harorati.

Issiqlik almashish mashinalarini teskari oqimli qilib yasalsa to'g'ri oqimga qaraganda haroratlar farqi ($\Delta t = t_1 - t_2$) katta bo'ladi ya'ni, uzatiladigan issiqlik miqdori(q_2) ham ortadi. Devor sirtining yuzasi(S)ni orttirish uchun uni qobirg'ali qilinadi(avtomobil radiatorlari).

Mavzuga oid test so'rovlari.

1.Nur vositasida issiqlik tashuvchi elementar zarrachalarning nomi nima? A. Rentgen; B. Proton; S. Ultrabinafsha; D. Faton; E. Infraqizil.

2.Quyidagi nurlarning qaysilari asosiy issiq tashuvchi hisoblanadi? A. Gamma, rentgen,ulg'trabinafsha; B. Rentgen, ultrabinafsha, ko'zga ko'rinadigan; S. Ultrabinafsha, ko'zga ko'rinadigan, infra qizil; D. Ko'zga ko'rinadigan Ba infraqizil; E. Infraqizil.

3.Quyidagi mezonlarning qaysi biri mutloq shaffof jismga taalluqli hisoblanadi? A. Qora($\alpha = 1; \rho = \tau = 0$); B. Ko'zgu($\rho = 1; \alpha = \tau = 0$); S. Shaffof

($\tau = 1; \alpha = \rho = 0$); D. $\alpha = \rho = \tau = 1$; E. $\alpha = 0; \rho = \tau = 1$;

4.Mutloq qora jism bilan nurlanish zichligi bilan harorati orasidagi bog'lanishni qaysi qonun ifodalaydi? A. Plank; B. Binn; S. Stefan - Bolsman; D. Kirxgof; E. Lambert.

5.Jismning nurlanish zichligi bilan yutish koeffisienti orasidagi bog'lanishni tushuntiribchi qaysi qonun? A. Plank; B. Binn; S. Stefan- Bolsman; D. Kirxgof; E. Lambert.

6.Agar o'zaro paralel sirtlar orasiga 2ta ruxlangan temir listdan ekran qo'yilsa nur vositasida uzatiladigan issiqlik miqdori necha marta kamayadi? A. 2; B.4; S. 39; D.13; E. 26.

7.Quyidagi gazlarning qaysi birlari issiqlik nurlari uchun mutloqo shaffof hisoblanadi? A. H₂ Ba N₂; B. C₂ Ba S₂; C. S₂ Ba H₂; D. SO₂, S₂ Ba H₂; E. N₂, N₂ Ba NH₃.

8.Gazlarning nurlanishi quyidagi qonunlarning qaysi biriga bo'ysunadi? A. Plank; B. Binn; S. Stefan-Bolsman; D. Kirxgof; E.Lambert;

9.Quyosh nuri yordamida suv isitib beradigan moslamalar qanday issiqlik almashish asboblari turiga kiradi? A. Aralashtirgichli; B. Rekuperativli; S. Regenerativli; D.Oraliq tashuvchilik; E.To'g'ri oqimli;

10.Nur Bositasida issiqlik tashuBchi elementar zarrachalarning nomi nima? A. Rentgen; B. Proton; S. Ulg'trabinafsha; D. Foton; E. Infraqizil.

Adabiyotlar

[3] 210 - 228 betlar:

[6] 62-78 betlar.

MABZU: YOQILG'I BA YONISH JARAYONI

REJA:

5.1.Yoqilg'i va uning turlari;

5.2.Yoqilg'ining xossalari;

5.3.Yonish jarayoni;

5.4.Yonish maxsuloti;

5.5.Yoqish uslublari;

Tayanch so'z va iboralar: yoqilg'i, ko'mir, slanes, torf, neftg', gaz, o'tin, chiqindi, koks, briket, yog'och ko'miri(koksi), benzin, domna gazi, yo'lovchi gazlar, kerosin, solyar moyi, gazoylg', vodorod, uglerod, odarizator, yonish

issiqligi, yuqori issiqlik ajralishi, quyi issiqlik ajralishi, shartli yoqilg'i, ortiqcha havo koeffisienti, yonish maxsuloti, qatlamli yoqish, mashhalali yoqish, uyurmali yoqish, qaynovchi qatlam.

Muammolar: 1) Nima uchun olovning rangi qizil, ko'k (havo rang) yoki oq bo'ladi ?

2) Hozirgi paytda ma'lum yoqilg'ilarning eng ko'p va eng oz issiqlik beradiganlari qaysilar?

3) Nima uchun ba'zi atomlar yadrosi(N_2) birlashganda boshqalari(U) esa bo'linganda issiqlik chiqaradi?

5.1.Yoqilg'i va uning turlari.

Yoqilg'i deb asosiy qismi ugleroddan iborat bo'lgan yonuvchi moddaga aytiladi.

Energetik yoqilg'i deganda katta miqdorda issiqlik olish uchun texnik qurilmalarda yoqish iqtisodiy jixatdan samara beradigan yonuvchi moddalar tushuniladi.

Yoqilg'ilar kelib chiqishiga qarab tabiiy va sunhiy bo'ladi.

Tabiiy yoqilg'ilarning o'zi organik va noorganik(atom yoqilg'isi) bo'lishi mumkin.

Tabiiy organik yoqilg'ilar qattiq (o'tin, torf, ko'ng'ir ko'mir, toshko'mir, antrasit, yonuvchi slaneslar), suyuq(neftg') va gaz holatida(tabiiy va yo'lovchi gazlar) bo'lishi mumkin.

Noorganik(yadro) yoqilg'i sifatida U^{235} , U^{238} , Ba Ri 239 moddalari ishlatiladi.

Sunhiy yoqilg'ilar ham qattiq(yog'och ko'miri, yarim koks, koks, termoantrasit, briket va boshqalar), suyuq(mazut, solyar moyi, benzin va b.) va gaz holatida(domna va koks gazlar, generator gazi va boshqalar) bo'ladi.

5.2.Yoqilg'ilarning xossalari.

Har qanday yoqilg'i yonuvchi va yonmaydigan(ballast) elementlardan tashkil topadi. **Yonuvchi** elementlarga kislorod(O_2) va azot(N) bilan birikib murakkab kimyoviy birikmalar hosil qiladigan uglerod(S), vodorod(N) va oltingugut(S)

kiradi. Yonmaydigan elementlarni esa kul($A-Si_2$, AL_2_3 , Fe , Ca , Mg , K_2) Ba namlik($W - N_2O$) tashkil qiladi. Asosiy yonuvchi elementlar S Ba N bo'lib ularning miqdori qattiq yoqilg'ilarda: 50-90%, suyuq yoqilg'ilarda: 85-87% Ba gazlarda: 50-95% bo'ladi.

Yoqilg'i sifatiga ba'o berishda uning ishchi, quruq, yonuvchi va organik massalarini tashkil qiluvchi elementlarning miqdorlari(%) ehtiborga olinadi:

1) **Ishchi massa** tarkibidan qozon qurilmalari va sanoat pechlarini teplotexnik hisob qilishda foydalaniladi:

$$S^i + N^i + O^i + N^i + S^i + A^i + W^i = 100\% \quad (47)$$

2).Yoqilg'ilarni turlarga bo'lish va ularning umumiy xossalarini o'rganishda **quruq massa**:

$$S^q + N^q + O^q + N^q + S^q + A^q = 100\% \quad (48)$$

va **yonuvchi massa**:

$$S^{yo} + N^{yo} + O^{yo} + N^{yo} + S^{yo} = 100\% \quad (49)$$

tushunchalaridan foydalaniladi.

3).Ba'zi hollarda yoqilg'ilarga ba'o berishda ularning **organik massasi** ehtiborga olinadi:

$$S^0 + N^0 + O^0 + N^0 + S^0_{or} = 100\% \quad (50)$$

Bu Erda S^0_{or} - yoqilg'i tarkibidagi oltingugurtning organik qismi.

Uglerod(S) yoqilg'ining asosiy yonuvchi elementi hisoblanib u qancha ko'p bo'lsa yoqilg'i shuncha sifatli bo'ladi va aksincha. Uning solishtirma yonish issiqligi ($SYoI$)-33,65MDj/kg.

Bodorod (N) massa jixatidan yoqilg'i tarkibida S dan keyin tursada $SYoI$ 4,2 marta yuqori ya'ni -142MDj/kg, lekin yonish jarayonida yopishqoq qora tutun hosil qiladi.

Oltingugut (S) asosan qattiq yoqilg'i tarkibida bo'lib organik(S_{or}), kolchedan(S_k) Ba sulg'fatlik(S_c) qismlarga bo'linadi. S_{or} Ba S_k lar yonish jarayonida S_2 Ba S_3 hosil qiladi, S_c esa yonishda qatnashmasdan kul tarkibiga o'tadi. $S=SYoI-9,05MDj/kg$;

Kislorod (O) yonuvchi massa tarkibiga kirsada yonmaydigan element hisoblanadi va yoqilg'i SYoIga salbiy ta'sir qiladi.

Azot (N) ham yonmaydi va O bilan birgalikda yoqilg'ining ichki ballast qismini tashkil qiladi.

Kul miqdori qancha ko'p bo'lsa yoqilg'i(ko'mir, o'tin) shuncha sifatsiz bo'ladi. Qo'ng'ir va tosh ko'mirlarda kul miqdori 5-25%, torfda 5-7%, o'tinda 0,6%, mazutda 0,3% va yonuvchi slaneslarda 40-60% bo'ladi.

Yoqilg'ining asosiy xossalaridan biri **SYoI** hisoblanadi. SYoI issiqligi deb yoqilg'i to'liq yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdorining ($1\text{kkal}=4,190\text{kJ}$) yoqilg'i massasiga(kg) nisbatini aytiladi. Yonish issiqligi tajriba yo'li bilan yoki analitik hisoblashlar asosida aniqlaniladi. Agar yonish issiqligini aniqlashda yoqilg'i tarkibidagi namlikni bug'latishga sarflangan issiqlik miqdori hisobga olinmasa uni yuqori yonish issiqligi (Q_{yo}) deb, aksincha bo'lsa quyi yonish issiqligi(Q_q) deb ataladi. Hamma vaqt $Q_{yu}>Q_q$ bo'ladi. Ularning orasidagi bog'lanishni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Q_{yo}^u = Q_{\kappa}^u + 25,1(9H^u + W^u)(K\%K) \quad (51).$$

Qattiq va suyuqlik yoqilg'ilar uchun esa Q_{κ}^u va Q_{yo}^u miqdorlarni D.I.Mendeleevning quyidagi ifodalaridan foydalanib aniqlash mumkin:

$$Q_{\kappa}^u = 340C^u + 1250H^u - 109(0^u - S_{\epsilon}^u) - 25,1(9H^u + W^u) \text{ KJ}; \quad (52)$$

Gaz yoqilg'isi uchun esa bu ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$Q_{\kappa}^u = 128CO + 108H_2 + 358CH_4 + 560C_2H_2 + 595C_2H_4 + 634C_2H_6 + 910C_3H_8 + 1200C_4H_{10} + 1440C_4H_{12} \frac{K\%K}{M^3} \quad (53)$$

Har-xil yoqilg'ilarni o'zaro solishtirish uchun yonish issikligi 29350 kJ/kg yoki 7000 kkal/kg bo'lgan «**shartli yoqilg'i**» tushunchasi kiritilgan. Har qanday maxsulot ishlab chiqarish yoki issiqlik qurilmasidan foydalanish uchun zarur bo'lgan yoqilg'i miqdori «shartli yoqilg'i»da aniqlanib amaldagi yoqilg'i turlariga unga nisbatan ba'o beriladi.

5.3.Yonish jarayoni.

Yonish jarayoni oksidlovchining yonuvchi elementlar bilan birikishidan iborat kimyoviy jarayon bo'lib, bu jarayon davomida katta miqdorda issiqlik ajralib chiqib harorat ko'tariladi.

Yoqilg'ining yonishi to'liq yoki chala bo'lishi mumkin. **To'liq yonish** natijasida yoqilg'i tarkibidagi yonuvchi elementlar to'la oksidlanib bo'ladi, **chala yonishda** esa aksincha, ularning bir qismi oksidlanmay qoladi. Odatda to'liq yonish uchun nazariy hisoblar asosida aniqlangan havo miqdori amalda etarli bo'lmaydi. Shuning uchun yoqilg'i turi va yoqish qurilmasining tuzilishiga qarab ma'lum miqdorga ortiqcha havo sarflanadi.

Amalda sarflangan havo hajmining(v_x) nazariy miqdorda (v_{xn}) nisbati **ortiqcha havo koeffisienti** deb ataladi:

$$\alpha_x = \frac{V_x}{V_{xn}} \quad (54)$$

Yonish jarayoni kechishiga qarab gomogen va geterogen bo'lishi mumkin. **Gomogen** yonish bir xil agregat holatdagi yonuvchi va oksidlovchi(gaz va havo) moddalarda **geterogen** yonish esa aksincha har xil agregat holatdagi moddalar (ko'mir va havo) orasida yuz beradi: $S + O_2 = SO_2$; $N_2 + 0,5O_2 = N_2O$; $S + O_2 = S_2$; (55)

Bir kg qattiq yoki suyuq yoqilg'ini yokish uchun zarur havoning nazariy hajmini quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

$$v_{xn} = 0,089S^4 + 0,0266N^4 + 0,33(S^{4-\cdot})(\frac{M^3}{K^2}) \quad (56)$$

Havoning amaldagi hajmi esa quyidagi ifodadan topiladi:

$$V_x = \alpha_x V_{xn}; \quad (57)$$

Takomillashgan o'txonalar uchun $\alpha_x = 1,02 - 1,1$, takomilashmaganlar uchun $\alpha_x = 1,3 - 1,5$; karbyuratorli dvigatellarda $\alpha_x = 1,0 - 1,1$, dizel dvigatellarda $\alpha_x = 2,0 - 2,2$, aviasiya dvigatellarida esa $\alpha_x = 0,85 - 0,95$; α_x miqdori oshishi bilan yoqilg'ining yonish harorati pasayadi.

Gaz yoqilg'isi uchun:

$$V_{xH} = 0,0476 \left[0,5CO + 0,5H_2 + 1,5H_2S + \sum (m + \frac{n}{4})C_mH_n - O \right] \quad (58)$$

5.4. Yonish maxsulotlari.

Kul va tutun yonish maxsulotlari hisoblanadi. Tutun hajmini quyidagi ifodadan faniqlash mumkin:

$$V_m = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{O_2} + V_{N_2} + V_{H_2O} = V_{KT} + V_{CB}; \quad (59)$$

bu Erda $V_{KT} = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{O_2} + V_{N_2}$ - quruq gazlarning hajmi;

$$V_{CB} = V_{H_2O} - \text{cuB bug'ning hajmi};$$

$$V_{RO_2} = V_{CO_2} + V_{SO_2} \text{ - uch atomli gazlar hajmi.}$$

Kattik Ba suyuq yoqilg'ilar uchun:

$$V_{RO_2} = 0,0186(C^u + 0,375S_{(OP+K)}^u) = 0,0186K^u; \quad (60)$$

$$V_{N_2} = 0,79V_{XH} + 0,8N^u/100; \quad (61),$$

$$V_{O_2} = 0,21(\alpha_X - 1)V_{XH} \quad (62)$$

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^H + 0,0161(\alpha_M - 1)V_{XH} \quad (63),$$

$$V_{H_2O}^H = 0,112H^u + 0,0124W^u + 0,0161V_{XH} \quad (64)$$

Gaz holdagi yoqilg'ilar uchun:

$$V_{RO_2} = 0,01(CO_2 + CO + H_2S + \sum mC_mH_n) = 0,0168(C^4 - 0,375S_{O+K}) = 0,0168K^u; \quad (65)$$

$$V_{N_2} = 0,79V_{XH} + 0,01N_2^u; \quad (66),$$

$$V_{H_2O} = 0,01(H_2^u + H_2S + \sum \frac{n}{2}C_mH_n + 0,124d_r) + 0,0161V_{XH} \quad (67)$$

bu Erda: d_g – gazning namligi ($\frac{g}{m^3}$).

5.5. Yoqish uslublari.

Yoqilg'ining yonish jarayonini ta'minlaydigan Ba boshqaradigan qurilmalar majmuyi «o'txona» deb ataladi. O'txonadagi yonish jarayoni qatlamli, mashhalali, uyurmali Ba qaynoBchi qatlamli bo'lishi mumkin(10-rasm).

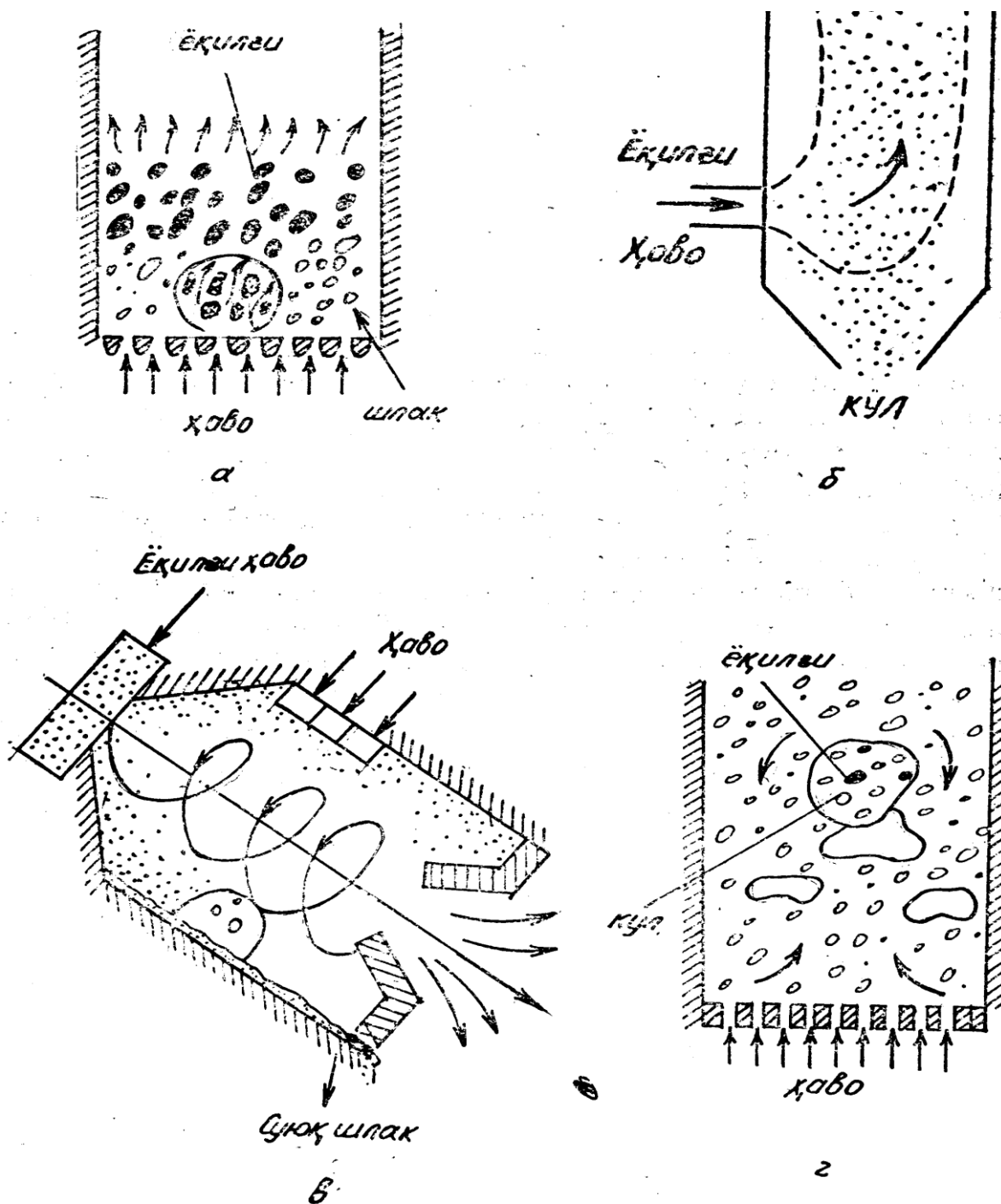
1) Katlamli uslubda kattik yokilgilar yokiladi. Bunday utxona asosini panjarali chuugdon tashkil kiladi. Xavo okimi shu panjara orkali tabiiy yoki majburiy ravishda yokilgi oralab utadi va yokilgining tulik yonishini ta'minlaydi.

2)Mashhalali yoqish uslubi maydalangan qattiq, suyuq, va gaz yoqilg'ilarini yoqishda qo'llaniladi. Uning asosiy yutug'i o'txona FIKni oshishi va yoqilg'ining to'la yonishi bo'lsa, uning kamchiliklariga misol qilib qattiq yoqilg'ini maydalash va havo bilan qo'shib purkashga ketadigan ortiqcha harajatlar, yonish tezligining cheklangani, havo oqimi o'zgarishining yonishga tez ta'sir qilishini ko'rsatish mumkin.

3)Uyurmali yoqish maydalangan, qattiq, suyuq va gazsimon yoqilg'i elementlarining o'txonada uzoq muddat bo'lishi va to'liq yonishini ta'minlaydi, katta miqdorda issiqlik ajratadi. Lekin bu uslubda ham yuqoridagidek kamchilik bor: qurilmalar murakkab va qimmat, qo'shimcha mablag' va energiya sarflanadi, havo oqimi bilan uchib chiqqan(80%) kul atrof muhitni buzadi.

4)Qaynovchi qatlam uslubida ham asosan qattiq yoqilg'i ishlatiladi va bunday o'txonaga misol qilib domna pechlarini ko'rsatish mumkin.

Suyuq va gazsimon yoqilg'ilarni yoqish uchun gorelka va forsunka kabi moslamalar qo'llaniladi. Bu yoqilg'ilar o'txonalardan tashqari ichki yonar va raketa dvigatellarida ham ishlatiladi. Shunga qarab **gorelka** va **forsunkalar** hamda yonish kameralarini tuzilishi va o'lchamlari turlicha bo'ladi.



10-rasm. Yoqilg'ini yoqish usullari.

a) qatlamli; b) mash'alali; v) uyurmali; g) qaynovchi qatlam.

Mavzuga oid test so'rovlari.

1. Quyidagilarning qaysi biri tabiiy yoqilg'i emas?

A. O'tin; B. Torf; S. Ko'mir; D. Briket; E. Antrasit.

2. Quyidagilarning qaysinisi noorganik yoqilg'i?

A. Antrasit; B. Briket; S. Slanes; D. Uran; E. Benzol:

3. Quyidagilarning qaysi biri yonuvchi element hisoblanmaydi?
A. O; B. S; S. N; D. S_{or}; E. S_k.
4. Sanoat pechlarini teplotexnik hisoblashda qaysi massa ishlatiladi?
A. Ishchi; B. Quruq; S. Yonuvchi; D. Organik; E. Yuqoridagilarni hammasi.
5. Quyidagi elementlarning qay birining S_{YoI} gi eng yuqori?
A. S; B. N; S. O; D. S_{or}; E. S_k.
6. Har-xil agregat holatdagi moddalar o'rtasida kechadigan yonish jarayoni qanday ataladi? A. To'liq; B. Chala; S. Gomogen; D. Geterogen; E. Oksidlanish.
7. Dizel dvigatellarida ortiqcha havo koeffisienti qanchadan oshmasligi kerak?
A. 1,1; B. 1,5; S. 2,0; D. 2,2; E. 0,95.
8. Quyidagi elementlarning qaysi biri kam bo'lsa kul miqdori ortadi?
A. S; B. N; S. O; D. S; E. N.
9. Temirchi o'chog'ida qanday yonish uslubi qo'llaniladi?
A. Qatlamli; B. Mashhalali; S. Uyurmali; D. Qaynovchi qatlamli; E. Gorelkali.
10. Yoqish uslublarining qaysi biri atrof muhit uchun eng zararli?
A. Qatlamli; B. Mashhalali; S. Uyurmali; D. Qaynovchi qatlamli; E. Gorelkali.

Adabiyotlar:

[3] 228-252; [6] 78-88;

MABZU: ICHKI YONUV Dvigatellaridagi ASOSIY JARAYONLAR.

REJA:

- 6.1. Asosiy qonunlar va jarayonlar;
- 6.2. Asosiy sikllar;
- 6.3. Asosiy TIK;
- 6.4. IYoD issiqlik balansi va puflash;
- 6.5. Atrof-muhit muhofazasi.

Tayanch so'z va iboralar: issiqlik balansi, entalgiya, entropiya, aylanma sikl, Karno sikli, indikator quvvati, foydali quvvat, benzopirin.

Muammolar: 1) Atomlarning qobiqlaridagi elektronlar energiyasidan

qanday termodinamik sistemalarda foydalaniladi?

2) Aylanma sikllar qanday TSlarda mavjud bo'ladi?

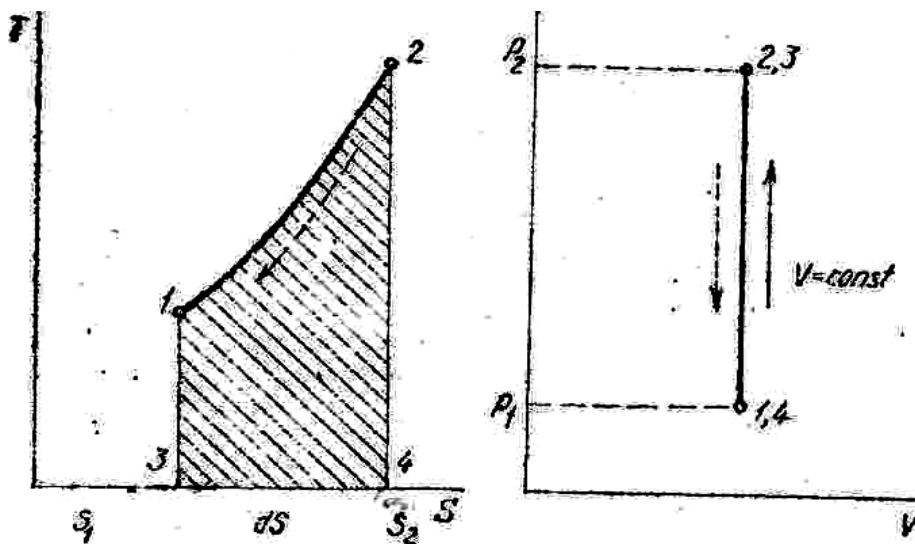
3) Entalgiya, entropiya va ekssergiyalarining qay birini birlamchi deb atash mumkin?

6.1. Asosiy qonunlar

Har qanday TSning ichki energiyasi:

- a) zarrachalarning harakatidan hosil bo'ladigan – **kinetik**;
- b) zarrachalarning o'zaro ta'sirlanishidan hosil bo'ladigan **potensial**;
- B) atomlarning elektron qobiqlaridagi **elektron**;
- g) atom yadrosidagi **yadro** energiyalari yig'indisidan iborat bo'ladi.

Termodinamik jarayonlarda (IYoO) asosan a) Ba b) ya'ni kinetik Ba potensial energiyalar qatnashadi. TS ichki energiyasi (U) undagi holat (B, T) funksiyadan iborat, ya'ni; $U = F(B, T)$; Solishtirma ichki energiya esa: $U = \frac{U}{M} \left(\frac{Дж}{кг} \right)$, SI Ening o'zgarishi: $U = U_2 - U_1$;



11-rasm. $V = \text{const}$. bo'lgan (izoxorik) jarayonning PV va TS diagrammalari

Gazning kengayishidagi foydali ish: $A=dB$;

Termodinamikaning birinchi qonuni: $q=dU+A$;

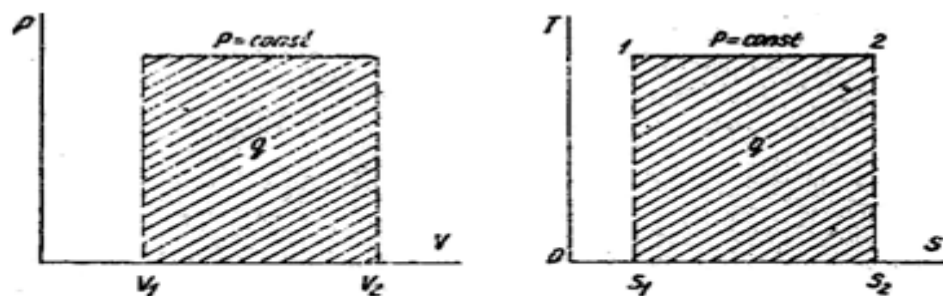
Entalg'piya(isitaman): $i=u+B$;

Entropiya(aylanish-o'zgarishi): $ds = \frac{dq}{T}$;

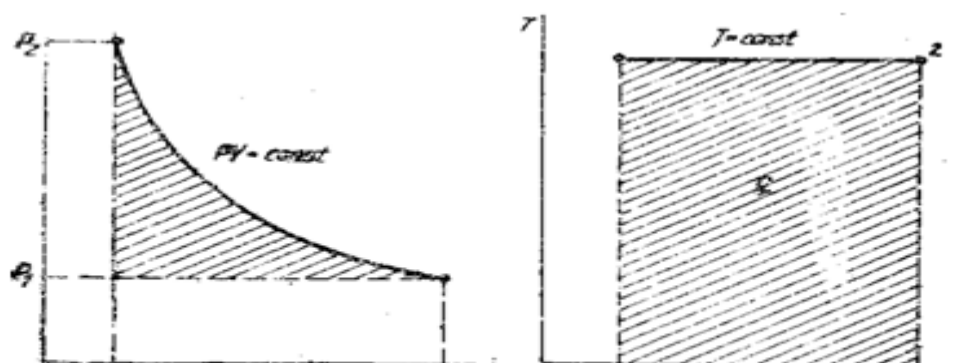
Eksergiya: $L = (H_1 - H_o) - T_o(S_1 - S_o)$ – ish jismi bajara oladigan maksimal foydali ish

Izoxorik jarayon(Sharlg' qonuni)(11-r.): $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$, $B=\text{const.}$

Izobarik jarayon(Gey-Lyussak qonuni)(12-rasm): $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$, $=\text{const.}$



12-рasm. $P=\text{const.}$ бўлган жараённинг PV ва TS диаграммалари



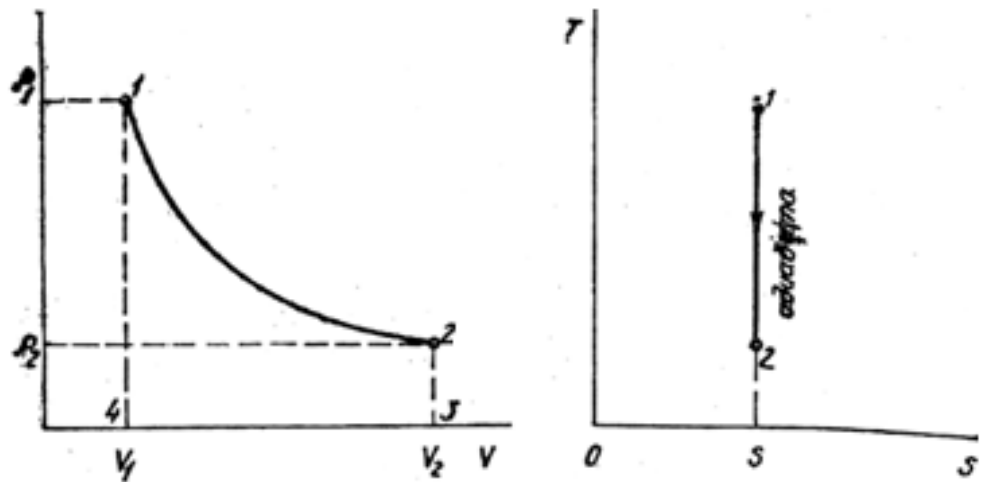
13-рasm. Изотермик жараённинг PV ва TS диаграммалари

Изотермик jarayon(Boyl-Mariott qonuni)(13-rasm):

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = RT = \text{const}$$

$$A=q=T(S_2 - S_1);$$

Adiabatik jarayon(14-rasm): $\Delta q = 0$; $k = \frac{C_p}{C_v} = 1 + \frac{R}{C_v}$ -adiabata ko'rsatkichi;



14-расм. Газ адиабатик кенгайишининг PV ва TS диаграммалари

R=Nk –gaz doimiysi;

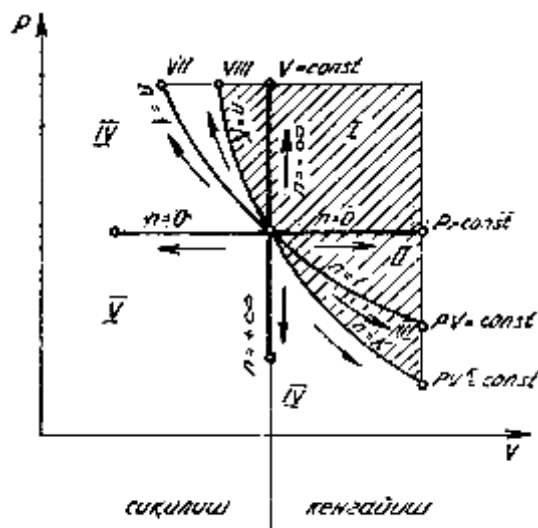
$C=C_v+R-MaEr$ tenglamasi. N - 1kg gazdagi molekular soni; $k=1,380662 \cdot 10^{-23}$

²³ $\frac{D\mathcal{H}}{K}$ - Bolsman doimiysi.

$$C_p = \frac{\Delta q_p}{dT}; \quad C_v = \frac{\Delta q_v}{dT}; \quad C = \frac{\Delta q}{dT} - \text{issiqlik sig'implari.}$$

$$A = \frac{1}{k-1}(P_1V_1 - P_2V_2) \text{ -gaz bajargan ish.}$$

Politron jarayon($B=\text{const}$):



15-расм. Политроп жараённинг PV диаграммаси

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v} \text{-politrop ko'rsatkich;}$$

$$A = \frac{1}{n-1}(P_1V_1 - P_2V_2) \text{-politrop jarayonda issiqlik(gaz) bajargan ish;}$$

$$q = C_v \frac{n-k}{n-1}(T_2 - T_1) = C_n(T_2 - T_1) \text{-olingan(berilgan) issiqlik miqdori;}$$

$$C_n = C_v \frac{n-k}{n-1} \text{- ideal gazning politron jarayondagi issiqlik sig'imi;}$$

Politron jarayon turlari:

№	Jarayon turi	n	C _n
1.	Izoxorada	$\pm \infty$	S _B
2.	Izobarada	0	S _r
3.	Izotermada	1	∞
4.	Adiobatada	k	0

6.2. Asosiy sikllar.

a) **Aylanma sikl(MGDG)(16-rasm.):**

1,2,3 - kengayish chizig'i;

a,1,2,3,B,a-kengayishda gaz bajargan ish(A₁);

3,4,1- siqilish chizig'i;

a,1,4,3,B,a-siqilishda bajarilgan ish(A₂);

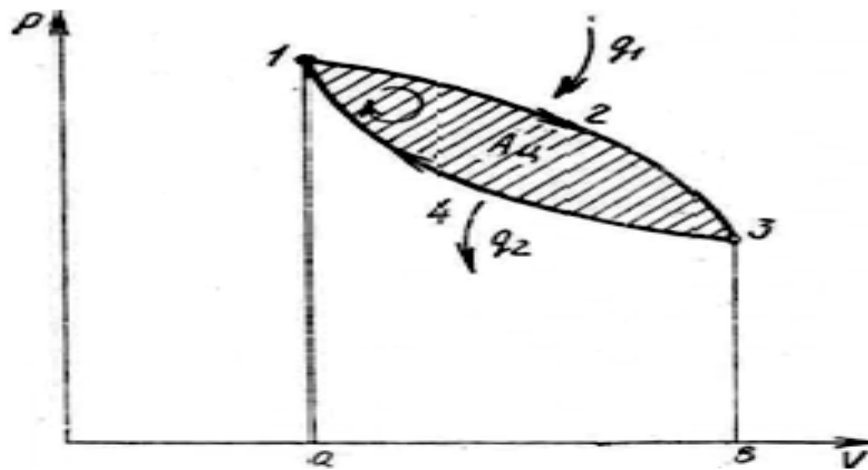
$$A_s = A_1 - A_2 = q_1 - q_2 \text{- foydali ish;}$$

4,1,2-q₁ issiqlikning kirish chizig'i;

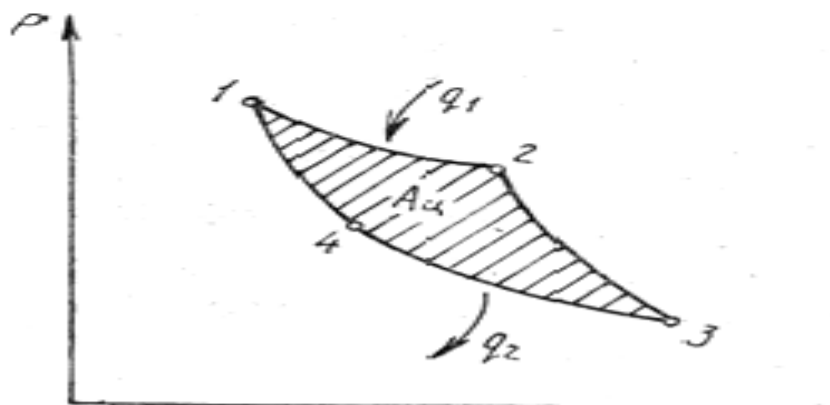
2,3,4-q₂ issiqlikning chiqish chizig'i;

2 Ba 4 – issiqlik oqimi yo'nalishining o'zgarishlari.

$$\eta_t = \frac{A_u}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} \text{-siklni termik FIK.}$$



16-расм. Айланма цикл



17-расм. Карно цикли: q_1 - системага киритилган ва q_2 - ташқи муҳитга чиқарилган иссиқлик миқдорлари.

b) **Karno**(fr.Karno Nikola Leonar Sadi-Sadi Karno,1824y.) **sikli**(17-rasm):

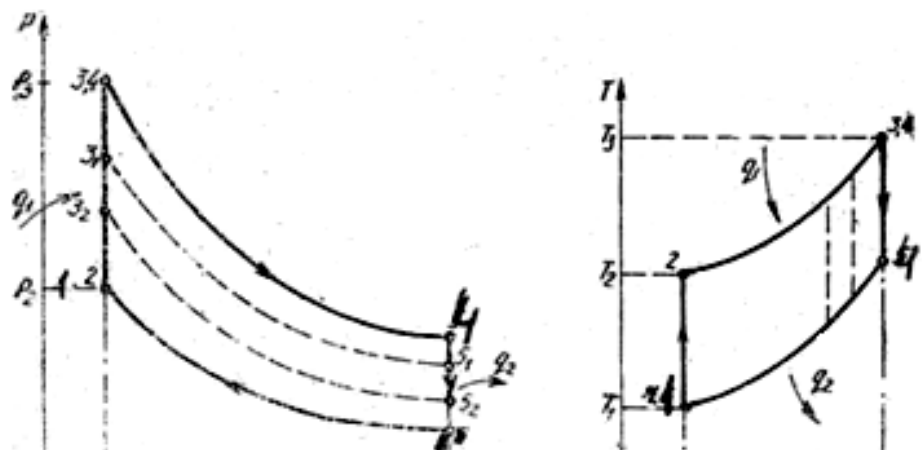
1,2 Ba 3,4 –izoterma; 2,3 Ba 4,1- adiabata;

$$q_1 = T_1 (S_2 - S_1); q_2 = T_2 (S_2 - S_1);$$

$$\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1} - \text{faqat haroratga bog'liq.}$$

B) Karnoning teskari sikli:

$$\eta_c = \frac{q_2}{A_y} = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} - \text{soButish koeff; } q_1 = q_2 + A_e - \text{xona issiqlik nasosidan olayotgan issiq;}$$



18-расм. ИЕДга $V=\text{const}$ (изохора) ҳолатда иссиқлик киритиладиган жараённинг PV ва TS диаграммалари.

A_e - электр энергияси bajarayotgan ish (issiqlik);

g) **Eksergiya** yoki olingan issiqlik(q_1)ning ish bajarish qobiliyati:

$$A_{\max} = q_1 \left(1 - \frac{T_0}{T_1} \right);$$

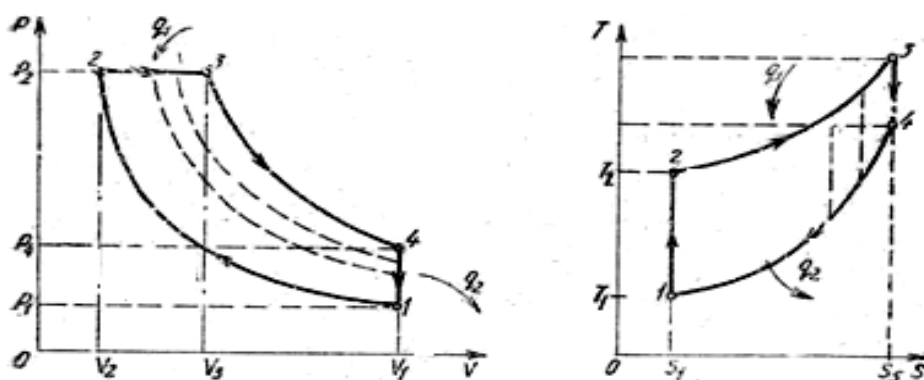
T_0 – atrof muhit harorati;

d) **Otto sikli**da ish jismi $B=\text{const}$ (izoxora) holatda yonadi(18-rasm):

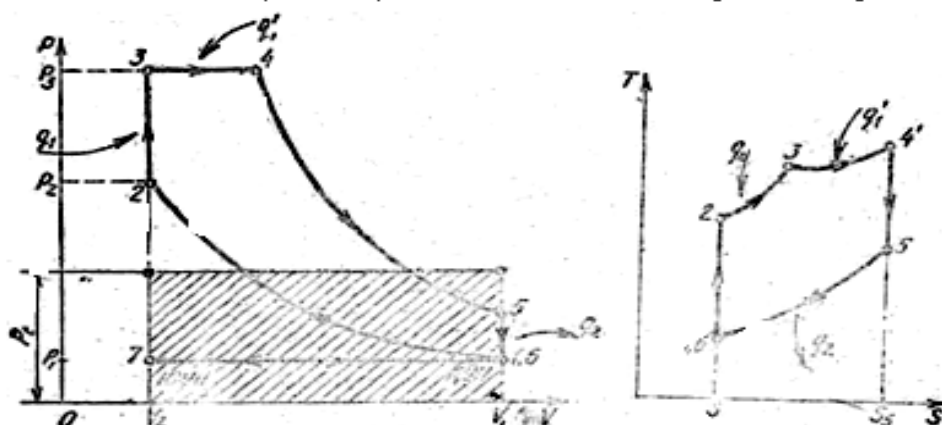
$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$; - termik FIK; K -adiabata ko'rsatkichi;

e) **Dizel' sikli** issiqlikni $=\text{const}$ (izobara) holatda oladi(19-rasm):

$$\eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{k(\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}; \quad \varepsilon = \frac{V_1}{V_2}; \quad \rho = \frac{V_3}{V_2}$$



19-расм. $P=\text{const}$ (изобара) ҳолатда иссиқлик киритиладиган цикл (дизель) нинг PV ва TS диаграммалари.



20-расм. Тринклер–Сабатэ (аралаш) цикли нинг PV ва TS диаграммалари.

j) **Trinkler–Sabate** (aralash) sikli (20-rasm):

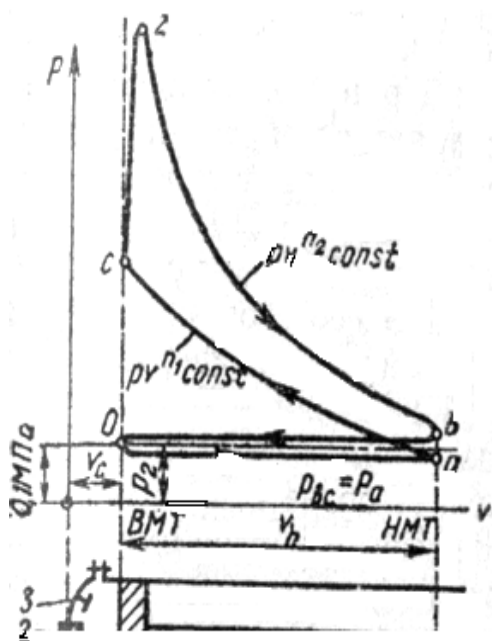
$$\eta_t = 1 - \frac{\lambda \rho^k - 1}{\lambda - 1 + k\lambda(\rho - 1)} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}};$$

$$\lambda = \frac{P_3}{P_2} - \text{bosimning ortish darajasi};$$

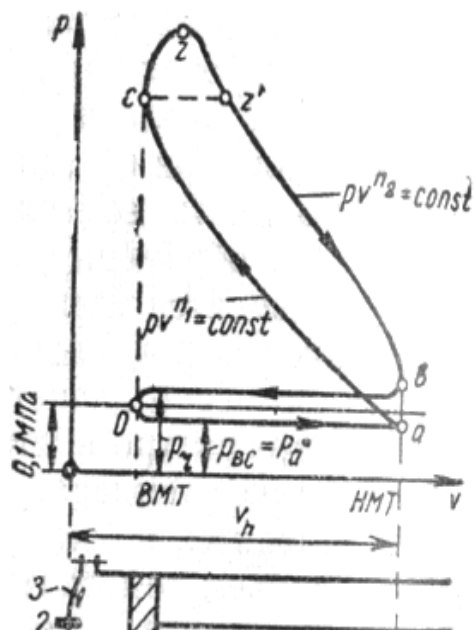
$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} - \text{IM-siqilish darajasi};$$

$$\rho = \frac{V_4}{V_2} - \text{yonish da Brida ishchi modda hajmini o'zgarishi};$$

3) **Real sikllar** amalda sodir bo'ladigan qarshilik Ba isroflarni ehtiborga oladi Ba ular maxsus indikatorlar yordamida aniqlanib, “**indikator diagrammasi**” deb ataladi. To'rt taktli karbyuratorli Ba dizelg' hamda ikki taktli IYoDlarining indikator diagrammalari bo'ladi.



21-расм. Тўрттактли карбюраторли ИЕДнинг индикатор диаграммаси 1-кириш клапани; 2-свеча; 3-чиқиш клапани.



22-расм. 4-тактли дизель ИЕДнинг индикатор диаграммаси 1-кириш клапани; 2-форсунка; 3-чиқиш клапани.

1) То'рттактли карбюраторли ИЕДнинг индикатор диаграммаси (21-расм): oa - биринчи такт - со'rish (izobara); as - ikkinchi такт - siqish (politrop - $n=1,25-1,35$); szb - 3-такт (cz -yonish- izoxora, zb - kengayish - politrop, $n=1,2-1,3$); Bo - 4-такт- chiqarish-izoxora;

2) 4-тактли dizelg' ИЕДнинг индикатор диаграммаси (22-расм):

B_c -yonish kamerasining hajmi; B_h -ishchi hajm; $B_a=B_c+B_h$ -silindrning to'la hajmi; $\varepsilon = 13-18 = \frac{V_1}{V_3}$ - yoqilg'ining siqilish darajasi; $\lambda = 1,4-1,8 = \frac{P_3}{P_2}$ - bosimning ortish darasi. Taktlar tartibi yuqoridagiday.

6.3. Asosiy TIK

1) $N_i = \frac{2n}{\tau} \cdot \frac{P_i V_h}{60} \cdot i$ (kBt) - **indikator quBBat**. Bu Erda: n -tirsakli Balning aylanishlar soni (ayl/min); τ - taktlar soni (4 yoki 2); i - o'rtacha indikator bosim (2,5-8 MPa); $V_h = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l$ - silindrning ish hajmi; i - silindr soni (1-24).

2) $\eta_i = \frac{N_i}{B \cdot q_{\kappa}^u}$ - **indikator FIK**. $\left(\begin{matrix} \eta_i = 0,25 - 0,40 - KИ\ddot{E}\mathcal{A} \\ \eta_i = 0,40 - 0,53 - ДИ\ddot{E}\mathcal{A} \end{matrix} \right)$, bu Erda: B-1 sek.dagi yoqilg'i sarfi (kg/sek); q_{κ}^u - quyi yonish issiqligi;

3) $N_{ef} = N_i \cdot N_m$ - **effektir quBBat**. Bu Erda: $N_m = \frac{n_i P_m}{30} V_h$ -mexanik isrof quBBati;

$P_{\omega\phi} = P_i - P_m = \frac{30\tau}{n_i} \cdot \frac{N_{\omega\phi}}{V_h}$ -o'rtacha effektiB bosim (0,4-2,0 MPa);

4) **Mexanik FIK:** $\eta_{mex} = \frac{N_{\omega\phi}}{N_i} = 1 - \frac{N_m}{N_i}$; (0,7-0,92); 5) $\eta_{\omega\phi} = \eta_i \cdot \eta_{mex}$ -**effekutiB FIK**.

Bu Erda: $\eta_{\omega\phi} = 0,22 - 0,3$ - karbyuratorli IYoD; $\eta_{\omega\phi} = 0,3 - 0,42$ - *дизельИ\ddot{E}\mathcal{A}*;

6) **Solishtirma yoqilg'i sarfi** $B_{\omega\phi} = \frac{B}{N_{\omega\phi}}$. Bu Erda: $B_{ef} = 300-325$ g/kBt soat - karbyuratorli IYoD uchun Ba $B_{ef} = 217-238$ g/kBt soat -dizelg' IYoDlar uchun.

7) **100 km masofaga yoqilg'i sarfi.**

6.4. IYoD issiqlik balansi va puflash.

$Q^{yo}_q = Q_{ef} + Q_g + Q_{soB} + Q_{qol}$ -umumiy issiqlik balansi. Bu Erda: Q^{yo}_q -yoqilg'ining quyi yonish issiqligi (J/kg); Q_{ef} -effektiB ishga aylangan issiqlik; Q_g -tutun bilan ketgan issiqlik; Q_{c^b} -soButuBchi (suB, haBo, moy) bilan ketgan issiqlik;

Q_{qol} - chala yonish Ba boshqalarga ketgan issiqlik.

$Q_{ef} = \frac{Q_{\omega\phi}}{Q} \cdot 100\% = 22-42 \%$; $Q_z = \frac{Q_z}{Q_k} \cdot 100\% = 25 - 55\%$; $Q_{cos} = \frac{Q_{cos}}{Q_{\kappa}} \cdot 100\% = 10 - 35\%$;

$Q_{kol} = \frac{Q_{kol}}{Q_{\kappa}} \cdot 100\% = 2 - 10\%$. Bekor sarflangan issiqlikdan xonalarni isitish Ba issiq suB bilan ta'minlashda foydalanish IYoD FIKini oshiradi.

Puflash deb IYoD silindrini yonish maxsulotlaridan tozalash Ba yangi ish moddasi bilan to'ldirish jarayoniga aytiladi. Bu jarayonni to'g'ri tashqil qilish natijasida, boshqa omillarni (yoqilg'i sarfi, silindr hajmi) IYoDning effektiB quBBatini oshirish mumkin. Bu uslubdan asosan dizelg' dBigatellarda foydalaniladi, chunki karbyuratorli IYoDlarda Buflash bilan bosimni orttirish detanasiyaga (portlash) olib kelishi Ba dBigatelning bir tekis yurishiga halaqit

berishi mumkin. Dizelg' dBigatellarda esa bu yo'l bilan effektiB bosimni(R_{ef}) 40-50% ko'tarish mumkin. Bu esa o'z naBbatida effektiB quBBat(N_{ef}) Ba $FIK(\eta_{\phi})$ larni ko'taradi.

6.5.IYoD va atrof muhit muhofazasi.

Benzinlarda qo'llaniladigan antidetanator – qo'rg'oshin tetraetilen [$b(C_2 H_5)_4$] inson miyasini ishdan chiqaruchi kuchli za'ar hisoblanadi. Shuning uchun etillangan benzinlardan juda ehtiyot bo'lib foydalanish va uning miqdorini cheklash lozim. Chunki uning tarkibidagi qo'rg'oshin IYoD yonish maxsuloti bilan haBoni za'arlashdan tashqari o't-o'lanlarga “o'tirishi” va ular orqali sigir sutiga hamda odamlar organizmiga o'tib yig'ilishi hamda har hil xaBfli kasalliklar keltirib chiqarishi mumkin.

Umuman olganda IYoDlar xozirgi paytda dunyo haBosini ifloslantiruBchi asosiy manbaa hisoblanadi. Ularning tutunida o'ziga zaharlik moddalarni biriktirgan qurum, azot oksidlari(N_x), ugleBodorodlar(C_nH_m), is gazi (SO), alg'degidlar, benzopirin va zaharli qo'rg'oshin birikmalari mavjud bo'ladi. Karbyuratorli IYoDlar dizellarga qaraganda 4 marta ko'p SO lekin 2 marta kam C_nH_m Ba qurum chiqaradi.

IYoDlarning atrof-muhitga ta'sirini kamaytirish uchun birinchi naBbatda ishchi modda aralashmasini sifatli qilib tayyorlash va yoqilg'ini to'la yonishini ta'minlashga harakat qilinmoqda. Xozirgi kunda Er yuzida mavjud 1 mlrd.ga yaqin IYoD uchun sifatli neft maxsulotlarini etkazish tobora qiyinlashib borayotgani va bu yoqilg'ining atrof-muhitga zararini ehtiborga olib gaz, etil Ba metil spirtlari, vodorod yoqilg'ilariga ehtibor qaratilmoqda. Lekin metil spirti(metanol) ham etillangan benzin kabi zaharli yoqilg'i hisoblanadi. Bu yoqilg'ilarning ichida eng xavfsizi xisoblangan vodorod(N_2) gazini hozirda ajratib olish qimmatga tushmoqda. Shuning uchun hozirgi Braziliya va Indoneziya kabi mamlakatlar o'z avtomobillarini spirtga o'tkazmoqda.

Mavzuga oid test so'rovlari.

1. Termodinamik sistema ichki energiyasi qanday energiyalardan iborat bo'ladi?
A. Kinetik; B. Potensial; S. Elektronlar; D. Yadro;
E. Yuqoridagilarning hammasi to'g'ri.
2. Termodinamik sistemalarning asosiy parametrlari qaysilar?
A. M, T, B; B. U, T, B; S. Q, T, B; D. , T, B; E. S, T, B.
3. Mutloq nolga haroratda quyidagilarning qaysi biri nolga teng bo'ladi? A. Entropiya; B. Entalgiya; S. Eksergiya; D. Ichki energiya; E. Adiabat.
4. Boylg' –Mariot qonuni quyidagi jarayonlarning qaysi birini ifoda etadi? A. Izohorik; B. Izobarik; S. Izotermik; D. Adiabatik; E. Politrop.
5. Aylanma sikl qanday issiqlik mashinasida bo'lishi mumkin?
A. Ichki yonuv dvigateli; B. Bug' trubinasi; S. Reaktiv dvigatellari;
D. MGD generatorlari; E. Gaz trubinalari.
6. Karno sikli qanday jarayonlardan tashkil topadi?
A. Izoxorik va izobarik; B. Izobarik va izotermik; S. Izotermik va adiabatik; D. Adiabatik va politrop; E. Adiabatik va izotermik.
7. Quyidagi sikllarning qaysi biri IYoDlarining real sikllariga asos bo'la oladi? A. Aylanma; B. Karno; S. Otto; D. Dizel; E. Trinkler-Sabate.
8. IYoD silindrlari nechtagacha bo'ladi? A. 4; B. 8; S. 12; D. 13; E. 24.
9. Karbyuratorli IYoD FIKi qanchagacha bo'lishi mumkin?
A. 0,22; B. 0,3; S. 0,42; D. 0,85; E. 1,0.
10. Atrof muhit muhofazasi uchun quyidagi choralarning qaysi biri birinchi naBbatda amalga oshirilishi lozim? A. Yoqilg'i sifatini oshirish; B. Yoqilg'i sarfini kamaytirish; S. Puflashni yaxshilash; D. Ekologik toza yoqilg'iga o'tish; E. Yuqoridagilarning hammasi.

Adabiyotlar:

[6, 16-52b.], [6, 89-118b.], [9, 30-54b.], [1, 32-89b.], [1, 204-259b.], [11, 40-84b.]

MABZU: ICHKI YONUV DBIGATELLARI.

REJA:

- 7.1.IYoD tarixi va tasnifi:
- 7.2.IYoD yoqilg'ilari va moylari
- 7.3.IYoD termodinamik jarayonlari
- 7.4.IYoD tuzilishi
- 7.5.IYoD kelajagi va TYoD

Tayanch so'z va iboralar: benzin, kerosin, solyar moyi, ligroyin, gazoyl, gaz, vodorod, avtol, litol, filol, benzol, spirt, korbyurator, dizel, sikl, ndikator quvvati, indikator FIK, foydali quvvat, samarali FIK, tashqi yonuv dvigateli(TYoD).

- Muammolar:** 1) Nima uchun IYoD quvvati cheklanadi. (≤ 20 MGB) TYoD da esa cheklanmagan?
- 2) Nima uchun Stirling dvigateli oldin(1816 y) kashf qilingan bo'lsada keng tarqalmadi?
- 3) Nima uchun raketa dvigatellarida aviasiya benzini emas balki kerosin ishlatiladi?

7.1. IYoD tarixi va tasnifi.

Yoqilg'ini ishchi silindr ichida yondirib hosil bo'ladigan Issiqlik energiyasining ma'lum qismini(24-44%) mexanik energiyaga aylantirib beradigan qurilmaga **IYoD** (ichki yonuv dvigateli) deyiladi.

Dastlabki IYoD 1860 yilda fransuz olimi **Lenuar** tomonidan yasalgan 2 taktli va gaz yoqilg'isida ishlaydigan dvigatel hisoblanadi. Germaniyalik muxandis **N.Otto** 1878 yilda bu dvigatelni 4taktli qilib takomillashtirdi. Suyuq yoqilg'ida ishlaydigan IYoD birinchi bo'lib 1879 yilda rus muxandisi **I.S. Kostovich** tomonidan yaratilgan. 1893 yil nemis muxandisi **R.Dizelg'** tomonidan yoqilg'i va havo aralashmasining siqilish xisobiga yondiradigan IYoD(dizel) ixtiro qilindi va uning takomillashgan ko'rinishi(maxsus kompressorsiz) 1899 yilda Peterburgda rus muxandisi **FB. Trinkler** tomonidan yasaldi.

IYoDlar quyidagi belgilari bo'yicha turlanadi:

1. Yonuvchi modda (aralashma) ni hosil qilish uslubiga qarab: -aralashma yonish kamerasidan tashqarida hosil qilinadigan karbyuratorlik va gaz dvigatellari: hamda aralashma bevosita yonish kamerasi (silindr) ichida hosil bo'ladigan dizelg' dvigatellari farq qilinadi.

2. Aralashmani (yonuvchi) o't oldirish uslubi bo'yicha: -siqilgan havoning yuqori haroratidan o't oladigan (dizel) va elektr uchqunidan majburan yonadigan (svechalik) dvigatellar bo'lishi mumkin.

3. Siqilish darajasiga qarab(boshlang'ich hajmining siqilgan holatdagi hajmiga nisbati): yuqori(12-18) va past(4-9) bosimli dvigatellar bo'ladi.

4. Ishchi silindrni yonuvchi aralashma bilan to'ldirish uslubi bo'yicha dvigatellar bosimsiz(porshenning surishi xisobiga) va bosimli(yoqilg'i nasoslari yordamida) bo'ladi;

5. Yoqilg'i turiga qarab suyuq, gaz va aralash(gaz+suyuq) yoqilg'ida ishlaydigan dvigatellar bo'lishi mumkin.

6. Konstruktiv belgilariga qarab:

- silindrlarni joylashishi bo'yicha- vertikal yoki gorizantal qatorlik, v-shaklda, yulduzsimon va boshqa tartibda joylashgan silindirlik:

- silindrlar soni bo'yicha-bir va ko'p silindirlik;

- silindr harakatini uzatish uslubi bo'yicha–valsiz (dizel kompressorlar, Balsiz gaz generatorlari va boshqalar) yoki vallik (shatun va kirivoshiplik);

- aylanish soniga qarab(porshen tezligi m/sek) sekin yuradigan($S_T=3-5\text{m/s}$) o'rtacha($S_T=6-8\text{m/s}$) va tez yuradigan($S_T=10-12\text{m/c}$) dvigatellar farq qilinadi.

7. vazifasi bo'yicha bir joyda turadigan(stasionar), avtotraktor, kema, teplavoz, aviasiya, raketa,va boshqa dvigatellar bo'ladi, ba`zan dvigatellarni asosiy vazifasi(avtotraktor)dan boshqa maqsadlarda(nasos, elektrostansiya) ham foydalanish mumkin.

Porshenli IYoDlari rotorli IYoDlarga nisbatan tejamli, metall sarfi oz, oson ishga tushishi, ishonchligi, mustaxkamligi va umurboqiyligi yuqori bo'lganligi uchun xozirgi paytdagi asosiy IYoD hisoblanadi.

7.2. IYoD yoqilg'i va moylari

IYoDlarida asosan neftni qayta ishlab olinadigan benzin, kerosin, solyar moyi, ligroin, gazoyilv va qayta ishlangan tabiiy gaz yoqilg'i sifatida fodalaniladi. Yaqin kelajakda esa IYoDlarning asosiy yoqilg'isi bo'lib «tutunsiz» yonadigan vodorod(N) gazi xizmat qilishi mumkin.

Benzin(frans. Bnezine-xushbuy modda) S Ba N birikmalaridan iborat bo'lib 30-205 °Sda parlanadi, zichligi $\rho = 700 - 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Uning A-66,72,76, fan-91, AN-92, 93 Ba 98 markalari karbyuratorli dvigatellarda, B-100/130, B-95/130, B-91/115 kabilar esa aBiasiya dvigatellarida ishlatiladi. Markalardagi raqamlar benzin tarkibidagi izoktan(S_8N_{18}) miqdorni(%) ko'rsatadi. Avtomobil dvigatellaridagi benzin sarfi o'rtacha 260^g/kBt.soat ga teng.

Benzol-ko'mir benzini(rangsiz suyuqlik), kimyo sanoati xom ashyosi sifatida ishlatiladi.

Gazolin-

Gazoyl-200-400⁰Sda parlanadigan kerosin va surkov moylari aralashmasidan iborat bo'lib dizel yoqilg'isi va krekinglash xom ashyosi bo'lib xizmat qiladi.

Dizelg' yoqilg'isi yopishqoqligi kam bo'lgan, kerosin va gazoyl aralashmasidan iborat yoqilg'i bo'lib tez yurar IYoDlar($n > 1000 \text{ ayl/min}$) uchun yoqilg'i sifatida ishlatishadi.

Solyar moyi og'ir yuk bilan ishlaydigan($n = 600 - 1000 \text{ ayl/min}$) dizellar uchun yoqilg'i bo'lib xizmat qiluvchi qaynash harorati 240-400⁰S, ochiq havoda yonish harorati esa 125⁰S bo'lgan dizel yoqilg'isi;

Mator yoqilg'isi- qovushqoqligi yuqori bo'lgan, sekin yuruvchi ($n < 600 \text{ ayl/min}$) dizel va reaktiv dvigatellari yoqilg'isi;

Kerosin(yunon Keros - mum) qaynash harorati 180-320⁰S, zichligi $\rho = 775 - 850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ bo'lgan dizel va reaktiv dvigatellari yoqilg'isi;

Ligroin yoki **og'ir benzin** rangsiz tiniq yoki sarg'ish suyuqlik bo'lib, zichligi $\rho = 785 - 795 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, qaynash harorati 120 – 240⁰S, dizelg' yoqilg'isi sifatida ishlatiladi.

IYoDlarining ishqaluvchi sirtlarini moylash uchun avtol, TAD-17 Litol-24, Filol-1, texnik vazelin(BTB-1) va boshqa surkov moylari ishlatiladi.

Avtollar avtotraktorlar uchun AK_p-6, AK_p-10, AK-10, AK-15, AKZ_p-6, AKZ_p-10, AS_p-5, ASP-9,5 markalarda(A-avtotraktor, K-kislota bilan tozalangan, S-selektiv tozalangan, Z-quyuqlangan, n-cho'kmalik, 5, 15-100⁰S dagi kinetik qovushqoqlik) chiqariladi.

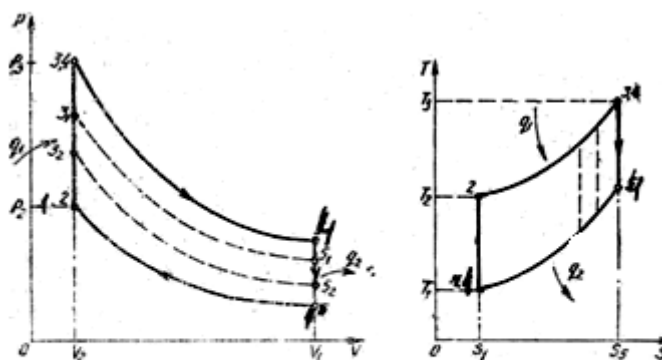
TAD-17- qovushqoqligi yuqori bo'lgan va kichik tezlikda ishlaydigan detallarni moylash va sovitishda ishlatiladigan industrial (transmission) moy.

Litol –24 Ba Filol –1-katta yuk bilan ishlaydigan detallarning ishqalanishini kamaytiruvchi surkov moylari;

BTB-1-konservasiyalovchi surkov moyi;

7.3.IYoD real termodinamik jarayonlari.

To'rt taktli IYoD sikli birinchi(kirish yoki so'rish), ikkinchi(siqish), uchinchi (kengayish yoki ish bajarish) va to'rtinchi(chiqarish) taktlaridan tashkil topadi.

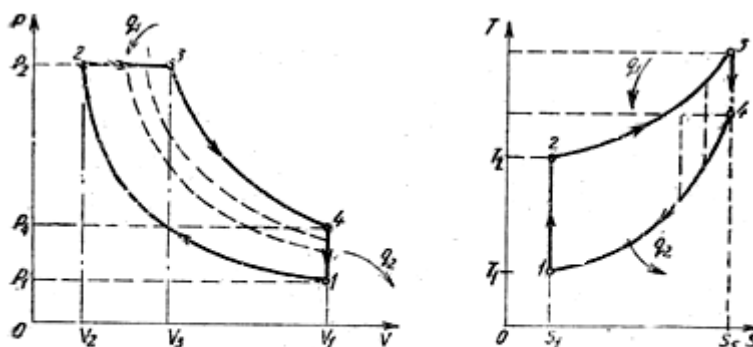


23-расм. ИЕД термодинамик циклига $V=\text{const}$ бўлганда иссиқлик киритиладиган жараённинг PV ва TS диаграммалари.

Issiqlikni $v=\text{const}$ holatda oladigan IYoD sikl **Otto sikli** deb ataladi(21-rasm). Bunday siklda ikkita izaxorik va ikkita adibatik jarayon mavjud bo'lib unda bajarilgan foydali ish (A) mikdori 1234 shakl yuzasiga teng. Termik FIK:

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 52,9\% (68)$$

IYoDga R=c`nst bo`lgan holda issiqlik oladigan siklga **Dizel sikli** deyiladi(22-rasm).



24-расм. Доимий босим ($p=\text{const}$) ҳолатда иссиқлик киритиладиган ички ёнув двигателининг назарий цикли.

Bunday siklning termik FIK quyidagi ifodadan foydalanib topish mumkin:

$$\eta_t = 1 - \frac{\rho^{k-1}}{k\varepsilon^{k-1}(\rho - 1)} \quad (69)$$

bu Erda: $\rho = \frac{V_3}{V_2}$ yonish jarayonida yoqilg`i hajmining o`zgarish koeffisienti;

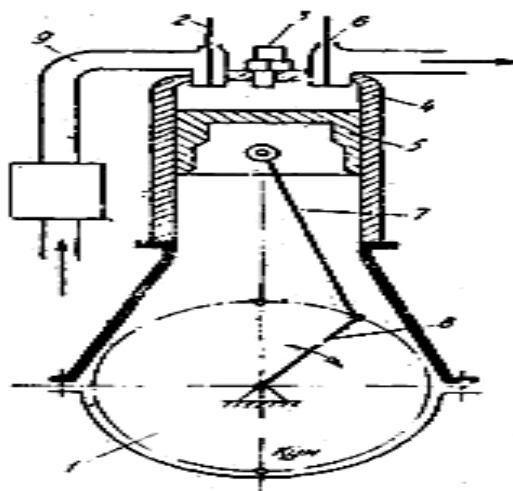
$\varepsilon = \frac{V_1}{V_3}$ - yoqilg`ining siqilish darajasi;

$k = \frac{C_p}{C_v}$ - adiabat kursatgichi;

IYoDga bir qism issiqlikni $v=c`nst$  holatda, qisman esa  $=c`nst$ holatda kiritiladigan bo`lsa **Tirinkler-Sabate** sikli deb ataluvchi aralash sikl yuzaga keladi. Ya`ni bu siklda yoqilg`i kisman izoxorada, kisman izobarada yonadi. Bu sikl havoning adiabatik sikilishi (1-2), izoxorik issik kirishi (2-2¹) izobarik issik kirishi (2¹ -3), adiabatik kengayish (3-4) va izoxorik issik chiqishi jarayonlaridan tashkil topadi. Bunday siklning termik FIK:

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{1}{E^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \rho^k - 1}{\lambda - 1 + R\lambda(\rho - 1)} \quad (70)$$

Bu Erda: $\lambda = \frac{P_{2^1}}{P_2} = \frac{P_3}{P_2}$ - bosimning ortish darajasi.



25-расм. Поршенли
ИЕДнинг принципиал
схемаси. 1.Картер. 2.Кириш
ва чиқиш клапанлари.
3.Свеча ёки форсунка.
4.Гильза. 5.Поршень.
6.Чиқиш турбаси. 7.Шатун.
8.Кривошип. 9.Кириш
турбаси.

7.4. IYoD tuzilishi

Porshenli IYoDning asosiy ko'rsatgichlari quyidagilardan iborat:

$$V_u = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l \quad (71)$$

- silindrning ish hajmi;

$$\varepsilon = V_k \left(1 - \frac{V_u}{V_k}\right) \quad (71)$$

-ish yoqilg'isining siqilish darajasi. Bu Erda: v_k –yonish kamerasining hajmi;

7.5. IYoD kelajagi va TYoD

IYoDlarining kelajagi ko'p jihatdan undagi puflash jarayonini takomillashtirish va uni ishlab chiqqan gazlar issiqligi hisobiga kuchaytirishga bog'liq. Foydalanilgan gaz energiyasini bevosita tirsakli Ballarga uzatish ham mumkin.

Puflash deb IYoD silindrini yonish qoldiqlaridan tozalash va yangi aralashma bilan to'ldirish jarayoniga aytiladi.

IYoDlarining yana bir qiziqarli yunalishi **rotorli** dBigatellar hisoblanadi. Bu dvigatellarda gilza va porshenlar o'rnida uchburchak shakldagi «**rotor**» xizmat qiladi. Bunday dvigatelda qisilgan yoqilg'i svecha bilan yoqiladi, ya'ni rotorli dvigatel faqat korbyuratorli IYoD bo'lishi mumkin.

Kelajakda yo'qotilishi lozim bo'lgan IYoDlarning kamchiliklariga misol qilib ular quvvati nisbatan kichikligini ($\leq 20MBT$) ko'p metall sarfini, qimmat ba'o neftg' yoqilg'ilarini sarflanishini ko'rsatish mumkin.

Tashqi yonuv dvigatellarida(TYoD) tashqarida hosil qilingan issiqlik energiyasi uning ish bajaruvchi agentiga(gaz,suyuqlik) regenerasiya yo'li bilan uzatilib so'ngra mexanik energiyaga aylantiriladi. **Stirling dvigateli**(1816 y.) deb ataluvchi bu dvigatellar yuqori FIKga ega, ekologik zararsiz va shovqinsiz, yoqilg'i tanlamaydi. Bunday dvigatellar og'ir yuk avtomobillarida va kemalarda keng qo'llaniladi. TYoDlarida ishchi agent vazifasini berk bo'shliqda 10-20MPa bosimda to'ldirilgan vodorod(N^1_4) yoki (Ne^4) bajaradi. Bu dvigatellar ham 4 taktli bo'lib ulardagi ideal sikl 2ta izotermik Ba 2ta izoxorik jarayondan iborat bo'ladi.

TYoDning FIK;

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (72)$$

Mavzuga oid test surovlari.

1. To'rt taktli IYoDni birinchi bo'lib kim yaratgan?

A. Lenuar; B. Otto; S. KostoBich; D. Dizel; E. Trinkler.

2. Quyidagilarning qaysi biri IYoD konstruktiv belgisi emas?

A. Silindrlarning joylanishi; B. Siqilish darajasi; S. Aylanish soni ; D. Silindr soni; E. Silindr harakatini uzatish uslubi.

3. Quyidagi yoqilg'ilarning qaysi biri neftdan olinmaydi?

A. Benzin; B. Kerosin; S. Benzol; D. Solyar moyi; E. Gazoyl.

4. Og'ir yuk bilan ishlaydigan dizellarda qanday yoqilg'i ishlatiladi?

A. Benzin; B. Kerosin; S. Benzol; D. Solyar moyi; E. Gazoyl.

5. IYoDlardagi v=c`nst holatli sikl nomi nima?

A. Otto; B. Dizel; S. Aralash; D. Karno; E. Aylanma.

6. Trinkler –Sabate siklidagi qanday jarayonda issiqlik IYoDdan chiqadi?
A. Izaxorik; B. Izobarik; S. Adiatatik; D. Izotermik; E. Politrop.
7. Hozirgi zamon IYoDlarda asosan qanday sikl qo'llaniladi?
A. Otto; B. Dizelg'; S. Aralash; D. Karno; E. Aylanma.
8. IYoDlarda benzinning o'rtacha sarfi necha g/kBt.soat?
A. 190; B.220; S.240; D. 260; E.270;
9. Qanday IYoD yoqilg'isi ekologik jihatidan toza hisoblanadi?
A. Benzin; B. Aviabenzin; S. Uglerod; D. vodorod; E. Kislorod.
10. Qaysi IYoDda gilza va porshen bo'lmaydi?
A. Karbyuratorli; B. Rotorli; S. Dizel; D. Reaktiv; E. Turboreaktiv.

Adabiyotlar

[3]372-411b. [6]89-118b.

MABZU:ISSIQLIK KUCH QURILMALARI

REJA.

- 8.1. Umumiy ma'lumotlar
- 8.2. Suv bug'i
- 8.3. Bug' kuch qurilmalari
- 8.4. Kozon qurilmasi va uning elementlari
- 8.5. Yordamchi uskunalari

Tayanch so'z va iboralar: kuch qurilmasi, suv bug'i, to'yingan bug', kondensator, bug' kuch qurilmasi, qozon agregati, qozon qurilmasi, bug' qizdirgich, kondensator, bug' turbinasi, Rengin sikli, Binar sikli.

Muammolar: 1)Suv bug'ining harorati va bosimini qanchagacha

ko'tarish mumkin?

2) Nima uchun bug' turbinasida ishlab chiqqan bug'ni to'g'ri qozonga qaytarilmasdan kondensatordan o'tkaziladi?

3) Nima uchun bug' qozoniga uzatilayotgan suv yoki kondensat harorati $T > 340K$ bo'lishi kerak?

8.1. Umumiy ma'lumotlar.

Birlamchi energiya manbalaridan foydalanib(yoqilg'i, suv, shamol, to'liq, quyosh) mexanik energiya hosil qiluvchi qurilmalar majmuasiga **kuch qurilmasi** deyiladi. Foydalaniladigan energiya turiga qarab issiqlik, gidravlik, shamol, quyosh, atom va boshqa kuch qurilmalari bo'lishi mumkin.

Issiqlik kuch qurilmalari(IKQ) tabiiy(quyosh, Er osti-geotermik, vulqon) yoki sun'iy(yoqilg'i, atom, yadro) issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi maxsus energetik inshoot bo'lib ularning ish sikllari ketma ket sodir bo'ladigan oddiy termodinamik jarayonlardan tashkil topadi. Issiqlik kuch qurilmalarini shartli ravishda: 1.Bug'-kuch qurilmalari; 2. Gaz-kuch qurilmalari va 3. Gaz-elektr kuch qurilmalariga bo'lish mumkin.

Bug'-kuch qurilmalari issiqlik energiyasini dastlab suv bug'iga o'tkazib so'ngra uni mexanik energiyaga aylantirib beradi;

Gaz-kuch qurilmalari yonish maxsulotlari(gaz)ning ichki energiyasini bevosita mexanik energiyaga aylantiradi;

Gaz-elektr kuch qurilmalari MGD generatorlarida yonish maxsulotlari(gazlar)ning ichki energiyasini avval elektr energiyasiga aylantirib so'ngra elektr dvigatellar yordamida mexanik energiyaga aylantiradi.

IKQlarining asosini ish jismi(bug', gaz)ning ichki energiyasini bevosita mexanik energiyaga aylantirib beruvchi **issiqlik dvigatellari** yoki boshqacha qilib aytganda **issiqlik mashinalari**(IM) tashkil qiladi. IMlar o'z navbatida bug' mashinasi, ichdan yonar dvigatellar(IYoD), tashqi yonar(Stirling) dvigatellar kabi turlarga bo'linadi.

8.2. Suv bug'i.

Ma'lumki suv bug'i ma'lum haroratda suvning bug'lanishi natijasida hosil bo'ladi.

Tashqi bosim qancha past bo'lsa bug'lanish shuncha tezlashadi va aksincha. Agar

bug'lanayotgan suv va suvga aylanayotgan (kondensasiyalanayotgan) bug'

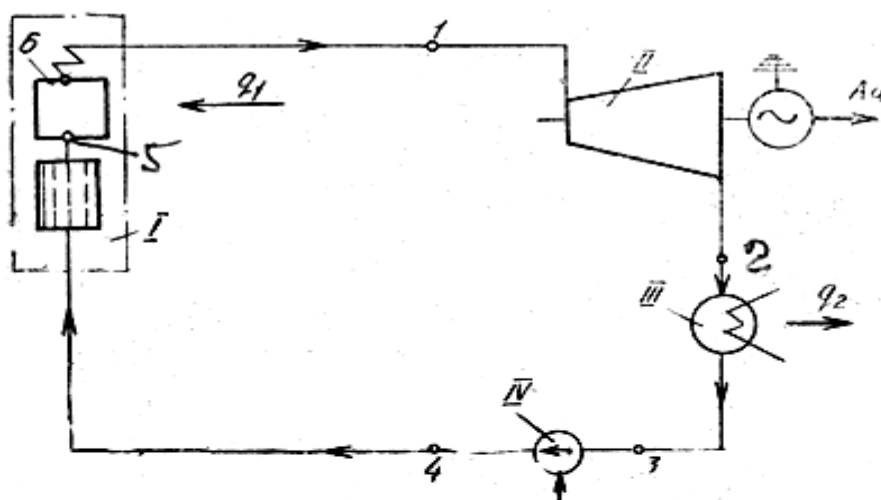
miqdori muvozanatda bo'lsa bunday bug'ni "**to'yingan bug'**" deb ataladi.

To'yingan bug' harorati ortib borsa u dastlab qizdirilgan va so'ngra o'ta qizdirilgan

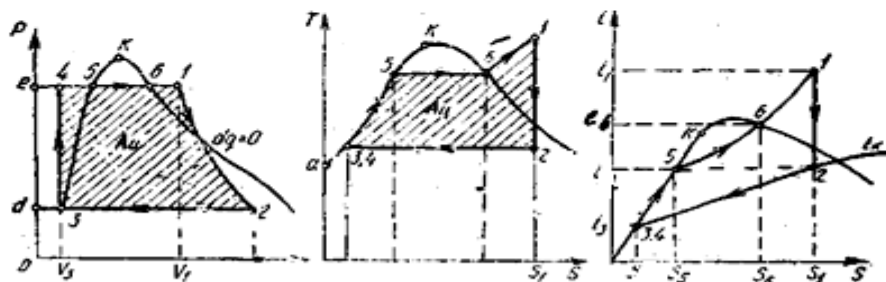
bug' holatiga o'tadi texnik extiyojlar uchun suv bug'i bug' qozonlarida ma'lum

harorat va bosimdagi to'yingan, qizdirilgan yoki o'ta qizdirilgan bug'ga aylantirilib maxsus trubalar orqali iste'molchiga (isitish tizimi, sanoat qurilmasi yoki bug' turbinasi) uzatiladi. Odatda isitish tizimlari uchun **to'yingan bug'**, sanoat uskunalariga **qizdirilgan bug'**, va bug' turbinalariga **o'ta qizdirilgan bug'** talab qilinadi. **8.3. Bug'-kuch qurilmalari.** Bunday qurilmalar qozon agretati, bug' turbinasi, kondensator, nasos, elektrogeneratori va boshqa elementlardan tashqil topadi. Bug'-kuch qurilmasidagi asosiy ish jismi bo'lgan suv bug'i parametrlarini o'zgarishini tavsiflovchi ideal (nazariy) siklga **Renkin sikli** deyiladi (26-rasm).

Bunday siklda ishlaydigan bug'-kuch qurilmasini (ekonomayzer va bug' qizdirgichsiz) shartli ravishda qozon qurilmasi (I), bug' turbinasi (II), kondensator (III) va nasos (IV) lardan iborat deb qarash mumkin. Unda qurilmada kechadigan termodinamik jarayonlar esa quyidagi oddiy jarayonlarga bo'lib o'rganiladi (27-rasm).



26-рasm. Ренкин циклининг буғ-куч қурилмаси.



27-рasm. Ренкин циклининг PV, TS ва IS диаграммалари.

1-2($dq=0$)-Adiabata-bug' tashqaridan issiqlik olmay foydali ish bajaradi.

2-3 ($=c \cdot nst$)- Izobara-bug'ning qoldiq issiqligi kondensator orqali sovutgichga uzatiladi va bug' suvga aylanadi;

3-4 ($v = c \cdot nst$) – Izoxora- kondensat (suv) elektr nasos bilan bug' qozoniga xaydaladi.

4-1 ($=c \cdot nst$) – Izobara-kondensat ekonomayzer orqali tutundagi issiqlikni o'ziga oladi(4-5), o'chokdan asosiy issiqni olib to'yingan bug' hosil bo'ladi (5-6) va bug' qizdirgichda uta qizdirilgan bug'ga aylanadi(6-1).

Bu siklda bajariladigan foydali ish (A) miqdori 1-2-3-4-shakl yuzasiga miqdoran teng yoki «**entalpiya**» bo'yicha:

$$A_s = i_1 - i_2; \quad (73)$$

Bunday siklning termik FIK esa:

$$\eta_t = \frac{A_t}{q_1} = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i_3} = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - 4,1868t_k} \quad (74)$$

Zamonaviy bug'-kuch qurilmalarining termik FIK 90-98%ga Etishi mumkin.

Bug' kuch qurilmalari regenerativ(lot.regenerati`-tiklash) sikllik, oraliq bug' qizdirgichlik va binarg'(qo'sh) sikllik bo'lishi mumkin.

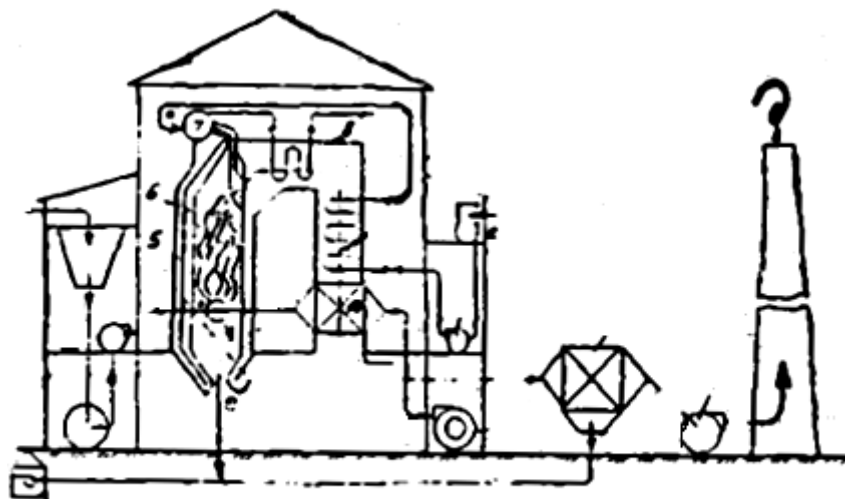
RegeneratiB bug'-kuch qurilmasida turbinada ish bajarib bo'lgan bug'ning issiqligidan qozonga uzatilayotgan yangi soBuq suBni isitishda foydalaniladi. Bunda qurilmaning FIK ortadi.

Oraliq bug' qizdirgichli bug'-kuch qurilmasida turbina ish bajarib chiqqan bug'ni soButgich orqali bug' qozonga qaytarmasdan oraliq bug' qizdirgichda qizdirilib quruqlik darajasi va boshqa ishchi parametrlari (R,B,T) tiklanadi hamda qaytadan turbinaga xaydaladi. Bu uslubda ham qurilmaning FIK ortadi.

Binar sikli bug'-kuch qurilmalarida ish jismi sifatida mutlakko bir-biriga aralashmaydigan va mustaqil sikllarga ega bo'lgan ikkita moddadan foydalaniladi. Bunday qurilmaga misol qilib **simob+suvlik** bug'-kuch qurilmasini ko'rsatish mumkin. Bunday qurilmada suv simobli turbina-kondencatorda to'yingan bug'ga aylangach qozon qurilmasining gazlik bug' qizdirgichida kerakli parametrlardagi(B,T) o'ta qizdirilgan bug'ga aylanib turbinaga xaydaladi.

8.4 Qozon qurilmasi va uning asosiy elementlari.

Kerakli bosim va haroratli suv bug'ini kerakli miqdorda ($m^3/soat$) olish uchun mo'ljallangan uskunalar majmuyiga **qozon agregati** deyiladi. Qozon agregati va yordamchi uskunalar iborat energetik qurilma esa **qozon qurilmasi** deb ataladi(28-rasm).



28-расм. Қозон қурилмасининг технологик схемаси.

Qozon qurilmasi quyidagi asosiy elementlardan tashkil topadi:

1. O'choq(5)-yoqilg'ini issiqlik energiyasiga aylantiruvchi qurilma;
2. Suv ekonamayzeri(9)–qozonga kelayotgan suvni isitish moslamasi ;
3. Havo qizdirgich(10)–O'choqqa kelayotgan havoni isitib beruvchi qurilma;
4. Tutun yo'li(d)o'choqda hosil bo'lgan tutun va gazlarni mo'riga uzatib beradi;
5. Suv-bug' yig'ish idishi (7,11) – qozonga uzluksiz ravishda issiq suv-bug' aralashmasi etkazib beradi;
6. Isitish sirtlari(6)-to'yingan bug' hosil bo'ladigan turbalar majmui;
7. Bug'–qizdirgich(8)-qozonda hosil bo'lgan to'yingan bug'ni o'ta qizdirilgan bug'ga aylantirib beruvchi qurilma ;
8. Kul tutgich(15)–tutun bilan birga havoga chiqayotgan changsimon kulni ushlab qoluvchi moslama ;

9. Kul- shlak aralashmasini(suBlik) xaydovchi nasos stansiyasi(18);

10. Tutun turbasi (mo'ri)(17);

11. Bentilyatorlar(13.16).

Qozon qurilmasining eng asosiy qismi bo'lgan bug' qozoni prinsipial tuzilishiga qarab shartli ravishda 2 turga bo'linishi mumkin:

1. **Gaz trubalik**, ya'ni issik gazlar suv ichidagi katta turbalardan o'tib oxirida kichik turbadan chiqib ketadigan;

2. **Suv trubalik**, ya'ni katta diametrdagi suv quvirlirini alanga va tutun gazlari yalab o'tadi.

Ishlab chiqarayotgan bug' miqdori va bosimiga qarab bug' qozonlari yuqori, o'rta va kam quvvatli bo'lishi mumkin. **Kam quvvatli**($R=0,13-1,4\text{Mpa}$, $D \leq 10\text{m}/\text{soat}$) bug' qozonlari isitish qozonxonalarida, **o'rta quvvatli** ($P \leq 4\text{MPa}$; $D \leq 75\text{m}/\text{soat}$) sanoat qozonxonalarida va **yuqori quvvatli** bug' qozonlari($R=5-25,5\text{Mpa}$, $D>75\text{m}/\text{soat}$) esa elektrostansiyalarda foydalaniladi.

Dastlabki bug' qozonlarining FIK<30% bo'lgan bo'lsa zamonaviy qozon agregatlarida bu ko'rsatkich 93-95%ga etadi. Zamonaviy qozon agregatlari asosan tabiiy yoki sunhiy gazda, mazutda yoki changsimon ko'mirda ishlaydi. Ularning quvvati 2600 t/soatgacha etadi.

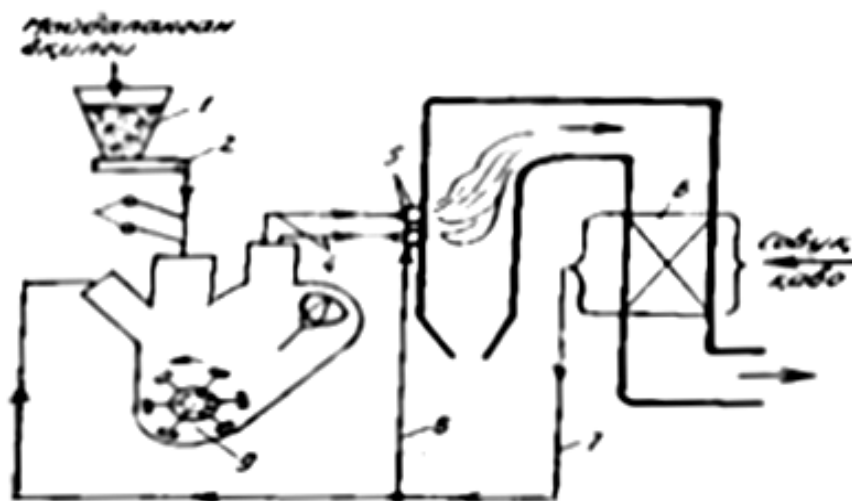
Hozirgi qozon agregatlarida metall sarfi kam, boshqarish mexanizasiyalashgan va avtomatlashgan, ekologik jixatidan nisbatan xavfsiz. Bu qozonlar ishlab chiqargan bug' bosimi 25,5MPa, harorati esa 750-850Kga Etadi, ishlab chiqqan gazlar(tutun) harorati esa 390-410K dan yuqori.

8.5. Yordamchi uskunalar

Bu uskunalarga qattiq yoqilg'ini changsimon holatga keltirib o'txonaga uzatuvchi qurilma, so'rish-puflash qurilmasi, tutun gazlarini(SO_2 , SO_3) kul zarralaridan tozalaydigan qurilmalar va qozon qurilmasini boshqarish va nazorat qilish asbob uskunalari kiradi.

Qattiq yoqilg'i changsimon holatga keltirib yoqishdan asosiy maqsad yoqilg'ini to'la yonishini, o'txonaga oson uzatilishini va og'ir ishlarni mexanizm hamda avtomatlarga yuklashni ta'minlashdan iborat.

Tutun va gazlarni atmosfera chiqarish uchun surish-puflash mashinalaridan yoki mo'ridan foydalaniladi.



29-расм. Чангсимон ёқилғи тайёрловчи ва уни пуфлаш усули билан узатувчи қурилма схемаси.

Qozon qurilmalari atrof-muhitni mar-gumush(A_5), ftorli birikmalar, vannadiy birikmalari, azot va oltingugurt oksid-lari, karbonat angdirit va kul zarralari bilan ifloslantirmasligi uchun maxsus tozalash qurilmalari bilan jixozlanadi.

Er yuzida yiliga 100 000 000 t. kul va 150 000 000 t. SO_2 gazi atmosferaga chiqariladi. Bu zararli ko'rsatgichlarni kamaytirish xozirgi zamon fani oldida turgan olamshumul vazifalardan biri bo'lib uning qay darajada va qachon bajarilishi insoniyat kelajagini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Mavzuga oid test so'rovlari.

1.Tabiiy manba energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi qurilma qanday ataladi? A.Kuch qurilmasi; B. Issiqlik kuch qurilmasi;

S.Bug'-kuch qurilmasi; D. Ichki yonuv dvigateli; E. Reaktiv dvigatel.

2.Sanoat qurilmalari qanday suv bug'idan foydalaniladi? A. To'yingan; B. Qizdirilgan; S. O'ta qizdirilgan; D. Yuqori haroratli; E.Quruq.

3.Quyidagilarning qaysi biri bug' kuch qurilmasida bo'lmaydi?

A. O'chok; B. Qozon; S. Turbina; D. Dizel; E. Generator.

4. Quyidagi elementlardan qaysi biri Renkin siklida qatnashmaydi?

A. Qozon; B. Turbina; S. Bug' qizdirgich; D. Kondensator; E. Nasos.

5. Bug' qozonidagi suvning parlanishi qanday jarayon ?

A. Adiabatik; B. Izoxorik; S. Politrop; D. Izotermik; E. Izobarik.

6. Quyidagi bug'-kuch qurilmalarining qaysi birida ikkita ish jismidan foydalaniladi? A. Regenerativ; B. Binar; S. Reaktiv;

D. Oraliq bug' qizdirgichli; E. Ekonamayzerli.

7. Kerakli bosim va haroratli suv bug'ini kerakli miqdorda olish uchun xizmat qiladigan qurilmaga nima deyiladi? A. Qozon; B. Bug' qozoni;

S. Qozon qurilmasi; D. Qozon agregati; E. Bug' - kuch qurilmasi.

8. Qozonga kelayotgan suvni isituvchi moslama qaysi? A. Suv isitgich; B. Ekonamayzer; S. Suv kizdirgich; D. Kondensator; E. Isitish sirti;

9. Issiq gazlar suv ichidagi turbadan o'tib suvni bug'latadigan bug' qozonlari qanday nomlanadi? A. Binar sikli; B. Gaz trubasi; S. Suv trubasi;

D. Regenerativ; E. Kam quvvatli;

10. Quyidagilarning qaysi biri yordamchi uskuna hisoblanmaydi?

A. Nasos; B. Bentlyator; S. Kul tutgich; D. Manometr; E. Termometr.

Adabiyotlar [3] 253-316 b. [6] 119-158 b.

MABZU: BUG' BA GAZ TURBINALARI

REJA:

9.1. Bug' turbinalarining turlari, tuzilishi va ish prinsipi;

9.2. Bug' turbinasidagi isroflar va FIK, ishlatilishi va kelajagi;

9.3. Gaz turbinalarining turlari, tuzilishi va ish sikllari;

9.4. GTQlarning ishlash sohalari va kelajagi;

Tayanch so'z Ba iboralar: Turbina, rotor, aktiv turbina, reaktiv turbina, kondensasion turbina, bosimi rostlanadigan, qarshi bosimli, gazturbinalari, regeneratsiya.

Muammolar: 1) Qanday turbina FIK yuqori aktiv yoki reaktiv?

2) Nima uchun reaktiv turbina diametri bug' kirishidan chiqish tomoniga qarab kattalashib boradi?

3) Nima uchun bosqichli GTQdagi kompressorlar orasiga sovutgich qo'yilgan?

9.1. Bug' turbinalarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsplari.

Bug'ning issiqlik energiyasini bosqichma-bosqich mexanik energiyaga aylantirib beruvchi issiqlik mashinasi **bug' turbinasi** deyiladi.

Hosil bo'lgan mexanik energiya boshqa turdagi energiyaga(elektr) aylantirilishi yoki to'g'ridan-to'g'ri foydalanilishi mumkin.

Bug' energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi dastlabki qurilma eramizdan oldin Geron Aleksandriyskiy tomonidan yaratilgan bo'lib uni «**Geron shari**» deb atalgan. 1629 yil italiyalik olim D. Branka tomonidan yasalgan «**Bug' g'ildiragi**»ni ham hozirgi bug' turbinalarining prototipi deb qarash mumkin. Dastlabki ishga yaroqli bug' mashinasi 1766 yilda I.I.PolzunoB(Rossiya) Ba 1774 yilda Jeyms Uatt(Angliya) tomonidan yaratilgan. Birinchi bug' turbinasini esa 1888 yilda shBed muxandisi G.P.de-Laval yaratgan.

Bug' turbinasi tuzilishiga qarab aktiv va reaktiv, kurakli va kovshli, bir va ko'p bosqichli bo'lishi mumkin.

Bug'ning potensial energiyasini(vranka va de Loval uslubi) to'g'ridan-to'g'ri mexanik energiyaga aylantiruvchi bug' turbinasi «**aktiv turbina**» deb ataladi.

Bug'ning potensial energiyasini uning soploda, yo'naltiruvchi apparatda va kuraklar oralig'ida tez kengayishidan hosil bo'ladigan, kinetik energiyasi hisobiga ko'paytirib ishlaydigan turbina «**reaktiv turbina**» deb ataladi.

Birinchi reaktiv turbina 1884 yil Parsons(Angliya) tomonidan yaratilgan bo'lib uning quvvati 10 ot kuchiga(7,5kВт) teng bo'lgan. Zamonaviy bug' turbinalarining quvvati >1200MBt(2000-5000ayl/min) bo'lib ulardagi bug' harorati $T=800-850\text{ K}$, bosimi $R=23,5-25,5\text{ MPa}$ ga Etadi.

Ish sharoiti va vazifasiga qarab bug' turbinalari bosimi rostlanadigan va rostlanmaydigan kondensasion(sovtgichli), bug' to'qmoqlari va presslarida ishlab

chiqqan pardan ham foydalanadigan ikki yo'nalishli(past bosimli-2MPa gacha) va qarshi bosimli turlarga bo'linadi:

Kondensasion bug' turbinalarida ishlab chiqqan bug' kondensatorlarda to'liq suvga aylantiriladi.

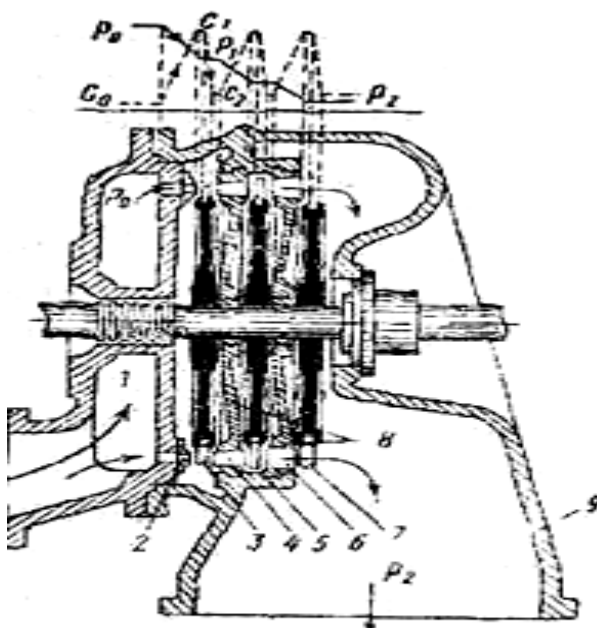
Bosimi rostlanadigan kondensatsion bug' turbinalariga boradigan bug'ning bir qismi to'g'ridan-to'g'ri sanoat korxonalari va aholi extiyoji uchun yuboriladi.

Bosim rostlanmaydigan KBTlariga borayotgan bug'ning bir qismi qozonxonaga borayotgan suvni isitish uchun olinadi.

Qarshi bosimli BTlarda ishlab chiqqan bug'ning qoldiq issiqligidan ishlab chiqarishda va issiqlik tizimlarida foydalaniladi.

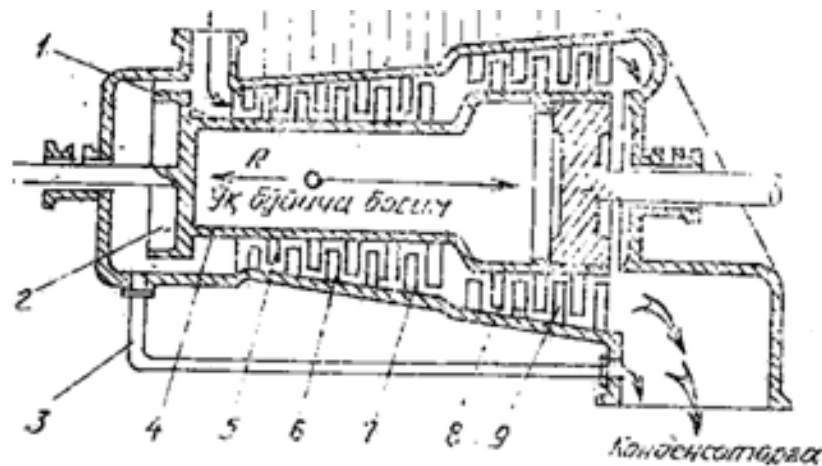
Bu to'rt xil turbinaning har biri aktiv va reaktiv, bir va ko'p bosqichli, past, o'rta va yuqori bosimli, aksial va radial bo'lishi mumkin.

Aksial turbinada bug' disk bo'ylab, **radial** turbinada esa unga ko'ndalang yo'nalishda harakatlanadi.



30-расм. Уч босқичли
актив буғ турбинасининг
схемаси

Odatda aktiv turbinalar(30-rasm) val(1), kuraklar(3,5,7), disk(8), soplo(2), tana(9), yunaltiruvchi kuraklar(4,6)dan tashkil topadi. Bu turbinaga bug' bir yoki bir nechta soplo orqali turbina kuraklariga yo'naltiriladi. Soplarda ma'lum darajada tezligini oshirgan Bug' kuraklarga urilib o'zining asosiy potensial energiyasini ularga beradi. Lekin energiyaning ma'lum qismi kinetik energiyaga aylanib bug' zarralari bilan tashqariga chiqib ketadi. Bu esa turbinaning FIKini pasaytiradi. Bu kamchilikni yo'qotish uchun aktiv turbina kuraklari sonini orttirish, yo'naltiruvchi kuraklarni qo'llash va ikki chambarakli Kertis disklaridan foydalanish choralari ko'riladi.



31-расм. Ўрта қувватдаги реактив буғ турбинаси кесимининг схематик тасвири

Реактив турбинлар(31-расм) буғ'ни ҳалқасимон кiritиш камераси 1, Engillashtirish porsheni 2, birlashtiruvchi bug' trubasi 3, rotor barabani 4, ish kuraklari 5 Ba 8, yunaltiruvchi kuraklar 6 va 9, tana 7, lardan tashqil topadi. Bug' turbinasi bosqichining asosiy ko'rsatgichi «**bosqich reaktivligi**» bo'lib u miqdoran ish kuraklaridagi issiqlik pasayishi (Δi_k)ning ma'lum tezlikdagi issiqlikning pasayishi (Δi_B) nisbatiga teng: $Q = \frac{\Delta i_k}{\Delta i_v}$; $Q=0$ miqdor sof aktiv turbinada $Q=1$ miqdor esa sof reaktiv turbinada bo'ladi. Odatda sof reaktiv turbinalarni qurish murakkab bo'lgani uchun zamonaviy bug' turbinalari aralash bosqichli(aktiv+reaktiv) qilib quriladi. Bunday ko'p bosqichli turbinalarning

birinchi(aktiv) bosqichida ikki chambarakli **Kertis** diski o'rnatilib bosqichlar orasi diafragmalar bilan ajratiladi.

9.2.Bug' turbinasidagi isroflar va FIK, ishlatilishi va kelajagi.

Isroflar ichki va tashqi bo'lishi mumkin. **Ichki isroflarga:** A) soplo va ish kuraklaridagi uyurmalar ta'sirida kinetik energiyani yo'qolishi; B) ish bajarib bo'lgan bug'ning chiqishidagi kinetik energiya sarfi; B)ish kuraklari va tana orasidagi bo'shliqlardan bug'ning bekor oqib o'tishi; G)oxirgi hosil bo'ladigan suB tomchilari(kondensat)ning salbiy ta'siri kabilarni ko'rsatish mumkin.

Tashqi isroflarga esa: A) turbina tayanchlaridagi val tirqishlaridan bug'ning yorib chiqishi; B) podshipniklar va yordamchi mexanizmlardagi ishqalanishlarni engish uchun sarflar va boshqalar kiradi.

Bug' turbinalarining quvvati bug'ning potensial(N_0), kuraklarda hosil qilingan indikator(N_i) va mexanik isroflardan keyingi effektiv(N_{ef}) miqdorlar bilan ba'olanadi. Shundan kelib chiqqan holda indikator: $\eta_i = \frac{N_i}{N_0}$, *va...механик*: $\eta_{mex} = \frac{N_{\phi}}{N_i}$

FIK farq qilinadi.

Amalda $\eta_i = 0,7 - 0,88$, *va...η_{mex}* = 0,99 – 0,995 atrofida bo'ladi.

Hozirgi paytda qurilayotgan bug' turbinalarining quvvati 300, 500, 800, va 1200MBt bo'lib ular IESlar va kemalarda, kompressorlar va nasoslarda ishlatiladi.

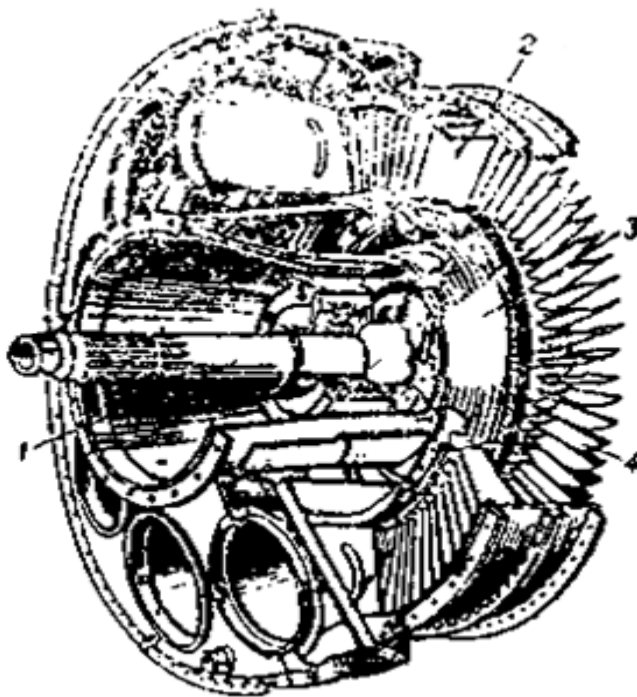
9.3.Gaz turbinalarining turlari, tuzilishi va ish sikllari.

Yuqori bosim va haroratli yonish maxsuloti(gaz) ning energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi qurilma «**gaz turbinasi**»(GT) deb ataladi. Gaz turbinalari ham bug' turbinalari kabi aktiv va reaktiv bo'lishi mumkin.

Ishchi moddaning yoqilish uslubiga qarab $v=c^nst$ (izoxorik), $R=c^nst$ (izobarik) va aralash bosqichli gaz turbinalari bo'ladi. Gaz turbinasi GTQning asosiy elementi bo'lib: val(1), yo'naltiruvchi kuraklar(2), disk(3), ish kuraklari(4)dan tashkil topadi. Ular odatda ko'p bosqichli bo'lib quvvati $\geq 100MBt$ bo'ladi(32-rasm).

Gaz turbinali qurilma(GTQ) tarkibida gaz turbinasidan tashqari yonish kamerasi, kompressor, yoqilg'i nasosi, bak, elektr generatori, yoqilg'i trubasi va

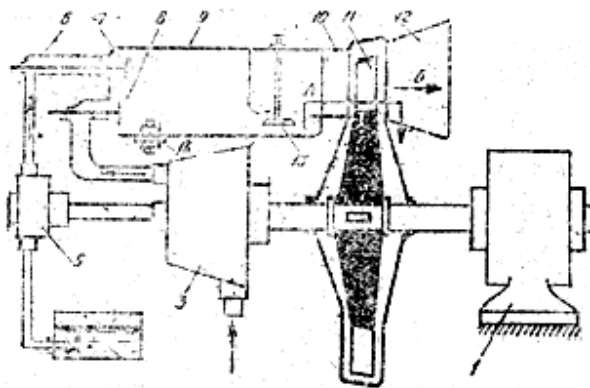
boshqa yordamchi qismlar bo'ladi. Bundan tashqari GTQ tarkibiga elektr svecha, ish moddasini yonish kamerasiga kiritish va chiqarish klapanlari, regenerasiya bo'lmasi, ikkilamchi yonish kameralari va turbinalari hamda ikkilamchi kompressorlar kiradi.



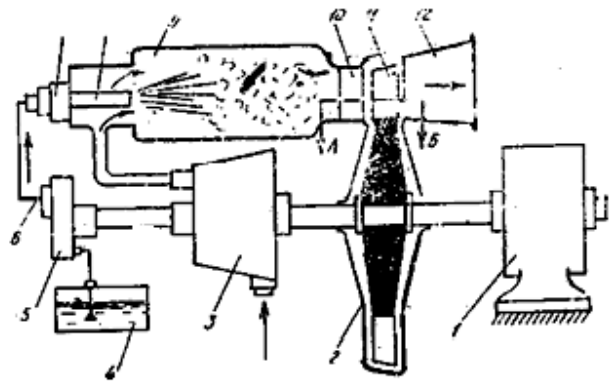
32-рasm. Бир босқичли газ турбинаси

GTQ yoqilg'isi sifatida tabiiy, koks, domna va generator gazlaridan, dizel va solyar moylaridan foydalaniladi. Ularda turbina, generator, kompressor va yoqilg'i nasoslari umumiy valda joylashadi.

va boshqa holatda (33-rasm) yoqilg'ini yondiriladigan GTQ yonish kamerasiga avval sikilgan havo so'ngra yoqilg'i kiritilib svecha bilan yoqiladi. Natijada $T=2300K$ bo'lib bosim ham keskin ortadi. Haroratni $T=1000-1400K$ ga tushirish uchun kameraga qo'shimcha sovuq havo bosim ostida xaydalib bosim eng yuqori darajaga etkaziladi. Mana shundagina chiqarish klapanlari ochilib yonish mahsuloti turbina kuraklariga yo'naltiriladi.



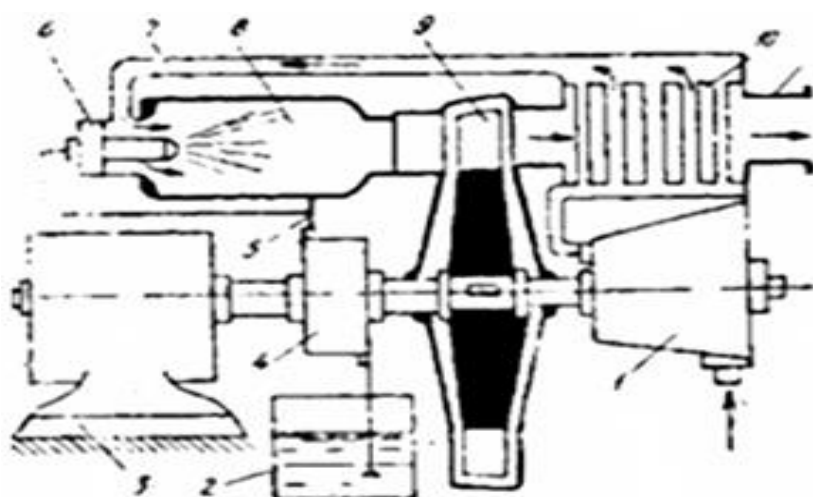
33-расм. Ёқилғини $V=\text{const}$ ҳолатда ёқадиган ГТҚ схемаси: 1-электр генератор; 2-газ турбинаси; 3-компрессор; 4- ва 5-ёқилғи баки ва насоси; 6-ёқилғи йўли; 7-ва 8-ёқилғи ва ҳаво клапанлари; 9-ёниш камераси; 10-йўналтирувчи аппарат; 11-иш кураклари; 12-сопло; 13-чиқариш клапани; 14-ўт олдириш свечаси.



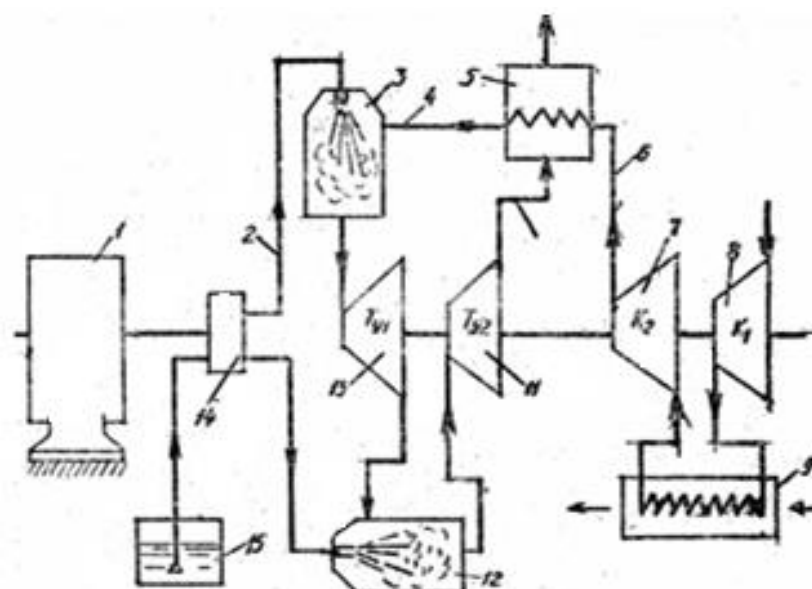
34-расм. Ёқилғи $P=\text{const}$ бўлганда ёқиладиган ГТҚнинг схемаси: 1-электр генератор; 2-газ турбинаси; 3-компрессор; 4- ва 5-ёқилғи баки ва насоси; 6-ёқилғи трубаси; 7-форсунка; 8-сиқилган ҳаво трубаси; 9-ёниш камераси; 10-йўналтирувчи аппарат; 11-иш кураклари; 12-сопло;

$P=\text{const}$ bo'lishi uchun doimiy bosim ostidagi havo yonish kamerasiga xaydalib unga bir xil miqdordagi yoqilg'i forsunka orqali purkab turilishi kerak(34-rasm).

Regeneratsiyali GTQ ish siklining asosiy mazmun shundan iboratki, ishlab chiqqan gazning qoldiq issiqligidan qurilma FIKini orttirish uchun foydalaniladi(35-rasm).



35-расм. Иссиқлик циклга $P=\text{const}$ бўлганда иш жисмига келтириладиган регенерацияли ГТҚнинг схематик тасвири: 1-компрессор; 2 ва 4-ёқилғи баки ва насоси; 3-электр генератор; 5-ёқилғи трубаси; 6-форсунка; 7-сиқилган ҳаво трубаси; 8-ёниш камераси; 9-газ турбинаси; 10-генерация бўлмаси; 11-сопло



36-расм. Иссиқлик циклга $P=\text{const}$ бўлганда узатиладиган босқичли сиқиш, ёниш ва регенерацияли ГТҚнинг схематик тасвири.

Issiqlik R=c`nst holatda keltiriladigan bosqichli siqish, yonish va regenerasiyali GTQlar yoqilg'i(2), siqilgan va qizdirilgan havo(4 va 6) trubalari, yonish maxsuloti trubasi(10), yonish kameralari(3 va 12), kompressorlar(7 va 8), turbinalar(11), regenerator va sovutgich(5 va 9), elektr generator(1), moy idish(15) va nasos(14)dan iborat bo'ladi(36-rasm). Bu qurilma yuqoridagi ko'rib chiqilganlardan ancha murakkab qurilma lekin FIK yuqori.

9.4.GTK larning ishlatilishi sohalari va kelajagi.

Hozirgi paytda GTQlar transport va energetikada keng qo'llanilmokda. Energetikada asosan davriy ishlaydigan GTQlar mavjud bo'lib ularning quvvati 1-100MBt, yillik ish vaqti <1500 soatni tashqil kiladi. GTQlar dengiz kemalarining asosiy energiya manbalari bo'lib ularning quvvati <10MBt. Bundan tashqari GTQlar neft va gaz xaydashda, kompressorlarda, turboreaktiv Ba turbovintli samolyotlar dvigatelida va temir yul transportida keng qo'llaniladi. Kelajakda esa avtotraktorlarda ham ishlatilishi mumkin bo'lgan kam quvvatli GTKlar yaratish ustida ish olib borilmoqda.

Mavzuga oid test so'rovlari.

1. Birinchi Bug' turbinasi qachon va kim tomonidan yaratilgan?
A. Eramizdan avval Geron Aleksandriyskiy; B. 1629y, D Branka;
S. 1766Y, I Polzunov; D. 1774y, Jeyms Uatt; E.1888y, de-Loval;
2. Bug'ning potensial energiyasini, to'g'ridan-to'g'ri mexanik energiyaga aylantiruvchi bug' turbinasi qanday turbina hisoblanadi?
A. Kurakli; B. Kovshli; S. Aktiv; D. Reaktiv; E. Regeneratorli;
3. Ishlab chiqqan bug' to'lig'icha keyingi turbinani aylantirishga yoki sanoat va a`holi extiyojlarini qondirish uchun sarflanadigan bug' turbinasi qanday ataladi?
A. Aktiv; B. Reaktiv; S. Kondensasion; D. Ikki yo'nalishli;
E. Qarshi oqimli.
4. Bosqich reaktivligi $Q=\`$ bo'lgan bug' turbinasi qanday turbina bo'ladi? A. Aktiv; B. Reaktiv; S. Kam bosimli; D. Yuqori bosimli;
E. Bir bosqichli;

5. Quyidagilarning qaysi biri bug' turbinasidagi tashqi isrofga tegishli? A. val tirqishlaridan bug' chiqishi; B. Kondensator ta'siri;
S. Bug'ning tashkariga chiqishdagi energiya sarfi; D. Uyurmalar ta'siri;
E. Kuraklar va tana orasidagi bo'shliqdan bug'ning bekor o'tishi;
5. Gaz turbinasining asosiy ishchi moddasi nima?
A. Tabiiy gaz; B. Yonish maxsuloti; S. Generator gazi; D. Solyar moyi; E. Havo.
6. Quyidagilarning qay biri gaz turbinasiga tegishli?
A. Yonish kamerasi; B. Kompessor; S. Yoqilg'i nasosi; D. Disk;
E. Yuqoridagilarning hammasi tegishli;
7. Quyidagi yoqilg'ilarning qay biri GTQda ishlatilmaydi? A. Generator gazi; B. Tabiiy gaz; S. Dizel yoqilg'isi; D. Solyar moyi; E. Motor oyi;
8. Doimiy ravishda va bir xil miqdorda havo va yoqilg'i yonish kamerasiga yuborib turiladigan GTK qanday ataladi?
A. Aktiv; B. Reaktiv; S. $v=c^{\text{nst}}$; D. $=c^{\text{nst}}$; E. Regenerasiyali.
9. Quyidagilarning qay birida GTK qo'llanilmaydi?
A. IES; B. Kemalar; S. Samolyotlar; D. Kompessorlar; E. Lokomotiv.

Adabiyotlar [3] 317-371b., [6] 159-191b.

MABZU: ISSIQLIK ELEKTR STANSIYALARI

REJA:

- 10.1.** Umumiy ma'lumotlar;
- 10.2.** IESlarning sxemalari Va jixozlari ;
- 10.3.** IES Ba IEMlarning iktisodiy kursatgichlari ;
- 10.4.** Hozirgi IESlarda FIKlarini oshirish;
- 10.5.** Noanhanaviy issiqlik elektr stansialari.

Tayanch so'z va iboralar: IES, IEM, DTES(GRES), bug' turbinalik, gaz turbinalik, dizel, geotermal, gelio energetik, atom(AES), KES, MGD generator, yoqilg'i sarfi, quvvat, FIK, atrof muhit muhofazasi;

Muammolar: 1) Nima uchun bug' turbinalarining FIK 0,99-0,995% bo'lgan holda IESlar FIK 30-40% dan oshmaydi? 2) Quyosh elektr stansiyalarining FIKini(10-12%) oshirish uchun nima qilish kerak? 3) vulqonlarning issiqlik energiyasidan qanday foydalanish mumkin?

10.1.Umumiy ma'lumotlar.

Issiqlik elektr stansiyasi(IES) deganda biror bir tabiiymanbaa (organik yoqilg'i, atom, yadro, quyosh, Er va boshqalar) Issiqlik energiyasini elektr energiyaga aylantirib beruvchi sanoat korxonasi tushiniladi.

Agar bunday korxona elektr energiyasi ishlab chiqarish bilan birga sanoat Ba a'oli extiyoji uchun Bug' va issiq suv ham etkazib bersa uni Issiqlik elektr markazi (IEM) deb ataladi.

Agar IES uzi ishlab chikargan elektr energiyasini mamlakatning umumiy elektr tarmog'iga uzatadigan bo'lsa uni «Davlat-tuman, elektr stansiyasi» (DTES-GRES) deb ataladi.

Birlamchi kuch qurilmasiga qarab IESlar: Bug' turbinalik (KES Ba IEM), gaz turbinalik (GTES) Ba dizellik (DES) bo'lishi mumkin.

Yoqilg'i turiga qarab: organik yoki atom (yadro) yoqilg'isida (AES) ishlovchi IESlar bo'ladi.

Ish tartibiga qarab: yordamchi (pikovqe) va asosiy (bazisnqe) IESlar farq qilinadi.

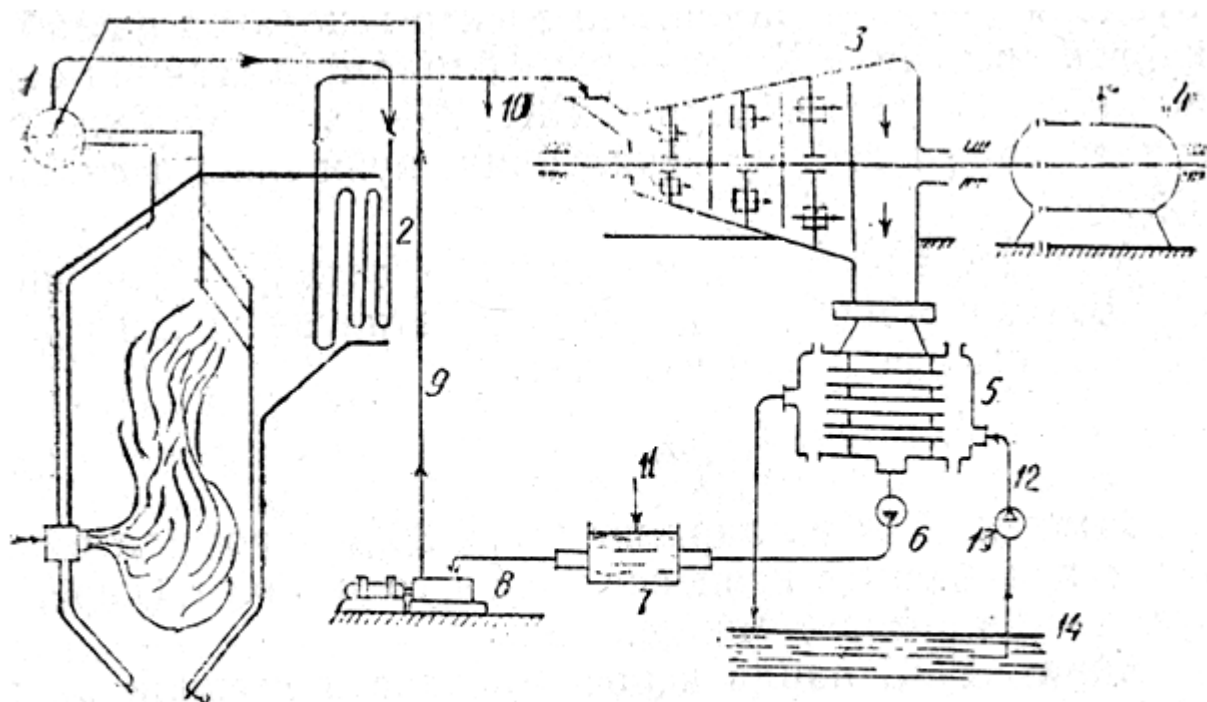
Birlamchi energiya manbaiga qarab: yoqilg'i(organik yoki atom)da ishlaydigan, geotermal va gelioenergetik IESlar mavjud.

Dunyo miqyosida hozirgi vaqtda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyaning 80%dan ortig'i IESlarga to'g'ri keladi. Zamonaviy IESlarning quBBati 3-4GBt va undan yuqori. Mamlakatimizda ishlab turgan Sirdaryo DTESining quvvati esa 3000MBt(3 GBt)ga teng. Shu bilan birga IESlarning atrof muhitni ifloslantirishdagi hissalar ham katta ekanini esdan chiqarmaslik lozim.

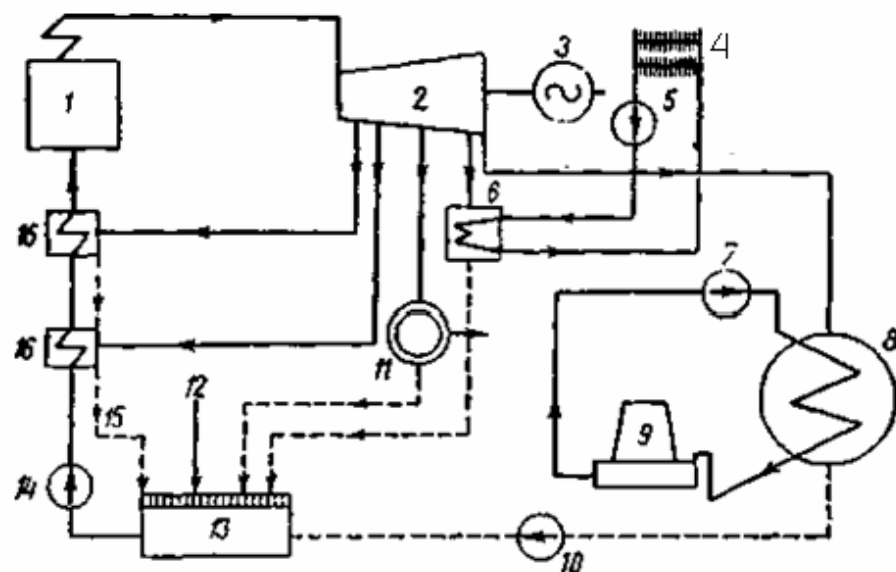
10.2.IESlarning sxemalari va jixozlari

Yuqorida aytilganidek agar IES faqat elektr energiya ishlab chiqarishga mo'ljallangan bo'lib istehmolchi bilan faqat elektr tokini uzatish tarmog'i orqali

bog'langan bo'lsa uni kondensasiali elektr stansiyasi(KES) yoki DTES(GRES) deb ataladi. Bunday IESning prinsipial ish sxemasi quyidagi jixozlardan tashkil topadi(37-rasm).



37-рasm. КЭС нинг схематик тасвири: 1-қозон агрегати; 2-буғ қиздиргич; 3-буғ турбинаси; 4-электр генератори; 5-конденцатор; 6-конденцат насоси; 7-сув баки; 8-сув насоси; 9-сув трубалари; 10-буғ ва энергия исрофи; 11-сув қўшиш трубаси; 12-конденсаторга келадиган совуқ сув трубаси; 13-марказий насос; 14-ховуз.



38-рasm. ИЭМнинг схематик тасвири

Issiqlik va elektr markazlari (IEM) KESlar-dan bir qism elektr energiya-sini istehmol-chiga uzatishi bilan farq qiladi, ya`ni bunday IES-lar istehmolchi bilan elektr tarmog`idan tashqari issiqlik tarmoqlari bilan ham bog`langan bo`ladi. Bunday markazlar asosan sanoat markazlari va aholi zich yashaydigan shaharga yaqin joylarga quriladi.

IEM larning prinsial ish sxemasi KESlarnikidan issik suv tarmog`iga ketadigan suvni isitish qurilmasi (6) mavjudligi bilan farq qiladi. Ularning asosiy jixozlari quyidagilar(38-rasm): 1- qozon agregati va bug` qizdirgich; 2- bug` turbinasi; 3- elektr generatori; 4- issik suv istehmolchisi; 5,7,10 va 14-nasoslar; 6 va 8- kondensatorlar; 9-gradirnya(suv sovitgich); 11-deaerator(isitgich); 12- kimyoviy tozalangan suv; 13-qozonga xaydaladigan suv za`irasi; 15-kondensat; 16-suv isitgich(regenerator)lar. IEMlarda ishlab chiqarilgan issiqlik energiyasining 30%gacha miqdori bug` va issiq suv bilan sanoat korxonalari va isitish tarmoqlariga beradi. ba`zi hollarda markazlarning FIKini oshirish uchun alohida suv isitgich o`rniga kondensatordan foydalaniladi va undan chikkan issik suvning aholidan ortganini qizdirgichlar(11)da ishlatiladi.

Turbinada ishlab chiqqan bug` energiyasini istehmolchiga uzatish uslubiga qarab: a) tarmoqdagi suvni isitish uchun turbina bug`idan foydalanadigan; b) qarama-qarshi bosimli turbina qo`laniladigan va v) vakuumlik turvina qo`llaniladigan vo`lishi mumkin.

IESlarning ish unumdorligini oshirish uchun uning tarkiviga MGD (magnitogidrodinamik) generatorlarini kiritish mumkin. MGD generator issiqlik energiyasini to`g`ridan-to`g`ri elektr energiyasiga aylantiruVchi qurilma vo`liv diffuzor(yuqori haroratli gaz okimi tezligini pasaytiriv vosimini oshiriv veradigan qurilma), soplo, elektrodlar, magnit maydoni hosil qiluVchi tashqi induktiV g`altaklar Va ish jismi(**elektrolit, suyuq metal, ionlashgan gaz oqimi-plazma**)dan tashkil topadi. Uning ish prinsipi doimiy magnit maydoni kuch chiziqlariga ko`ndalang yo`nalishda harakatlanayotgan ish jismi ta`sirida yuqori haroratli gaz zarralarining og`iv o`z zaryadini elektrodarga verishga asoslangan.

MGDgeneratorlar doimiy tok hosil qiladi va uni invertor(invert`-agdaraman, o'zgartiraman)larda o'zgaruvchan tokka aylantiriladi. Ular ochiq yoki yopiq sxema Bo'yicha ishlashi mumkin.

Ochiq sxemada MGDGda ishlab chiqqan gaz(plazma) o'zining qolgan energiyasini Bug' generatorida suvga va qizdirgichda kondensatga bergandan so'ng 160° S harorat bilan mo'ridan tashqariga chiqib ketadi. Tutun bilan birgalikda plazma hosil qilish uchun ish jismi tarkibiga qo'shilgan metallar(ionlashtiruvchi) ham isrof bo'ladi.

Yopik sxemada ishlaydigan MGDGlarda esa ionlashtiruvchi metallardan (seziy, kaliy) unumli foydalaniladi va unga keladigan ish jismi(plazma) yonish kamerasida xosil bo'ladigan aralashmalardan holi bo'lgani uchun ish sifati yaxshilanadi. Hozirgi paytda quvvati 25 MBt va undan yuqori bo'lgan MGDGlari yaratilgan.

Dizel elektrostasiyalari(DES)larda asosiy kuch qurilmasi dizellik IYoD bo'lib ishchi jism(yoqilg'i) sifatida "**motor yoqilg'isi**" ishlatiladi. DESlarda elektr energiyasidan tashqari issik suv va ish bajarib bo'lgan gazlar (tutun)lardan ham foydalanish mumkin.

10.3.IESlarning iktisodiy kursatgichlari

GRESlar bug'ining bosimi kritik bosim(22Mpa)dan yuqori(24-25Mpa) va harorati T=800-900K bo'ladi. Ularning iqtisodiy ko'rsatgichlari IEMlarga nisbatan yuqoriroq bo'ladi va FIKni yordamchi uskunalarga ketgan energiyani etiborga olmay(Brutto) quyidagi ifodadan topish mumkin:

$$\eta_{op} = \frac{W_{\vartheta}}{q_c} = \frac{W_{\vartheta}}{B : Q_k^u} = \frac{3600}{q_c} W_{\vartheta};$$

IEMlarning FIKini esa quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

$$\eta_{+}^{u\vartheta M} = \frac{3600W_{\vartheta} + q_u}{B : Q_k^u};$$

Bu Erda W_e - vaqt birligida ishlab chiqarilgan elektr energiyasi. $q_c = B : Q_k^u$ -vaqt birligida sarflangan issiqlik energiyasi. v-vaqt birligida sarflangan yoqilg'i(kg).

Q_k'' -yoqilg'ining quyi yonish issiqligi. Zamonaviy GRESlarda $\eta_{op} = 30\%$ atrofida GRES va IEMlarda MGDGlardan foydalanish ularning FIKlarini 50-60%ga chiqarishga yordam beradi.

10.4.Hozirgi IESlarining FIKini oshirish

Yuqoridagi ifodalardan ko'rinib turibdiki IESlarning FIKlari vaqt birligi ichida ishlab chiqarilgan elektr va issiqlik energiyalariga hamda sarflangan issiqlik energiyasi yoki yoqilg'i miqdori va turiga bog'liq boshqacha qilib aytganda W_e va q_u qancha ko'p, q_c yoki B va Q_k'' qancha oz bo'lsa η_o shuncha yuqori bo'ladi.

Zamonaviy IESlarning FIKini oshirish uchun quyidagi tadbirlar ko'zda tutiladi:

1. Yoqilg'ini to'la va tez yonishini taminlaydigan qozon qurilmalaridan foydalanish;
2. Yuqori harorat($T=2600K$) va bosimda($R>22MPa$) ishlaydigan MGDGlik sxemalarga o'tish;
3. IESlardan belgilangan grafik asosida lekin faqat to'la quvvat bilan foydalanish;
4. Hosil kilingan issiqlik energiyadan to'la foydalanish va uning yo'lovchi gazlar(tutun) hamda Bug' bilan birga isrof bo'lishiga yo'l qo'ymaslik;
5. Yoqilg'i yoqishdan tortib to ishlab chiqilgan energiyani istehmolchiga etkazib berishgacha bo'lgan jarayonni nazorat(hisob) qurilmalari bilan ta'minlash.

10.5. Noanhanaviy elektr stansiyalari

Noanhanaviy issiqlik kuch qurilmalari va elektr stansiyalariga geoeenergetik va geotermal qurilmalarni hamda ular asosida qurilgan elektr stansiyalarni ko'rsatish mumkin.

Gelio(quyosh) elektr stansiyalari(GeoES) quyosh nurining issiqligidan Bug' hosil qilib yoki termoelektr generatoridan(quyosh batareyalari) foydalanib ishlashi mumkin. Dunyoda birinchi GeoES 1912y.da Misrda qurilgan bo'lib uning quvvati 45kBt ga teng bo'lgan. Hozirgi vaqtdagi GeoES lardan biri Qrimda bo'lib uning quvvati 5000kBt ga teng

Agar Quyosh energiyasini to'liq elektr energiyasiga aylantirish imkoni bo'lsa $1m^2$ Er yuziga tushgan quyosh nuridan 1kBt soat quvvat hosil qilish mumkin.

Lekin hozirgi GeoESlarning FIK 10-12% dan oshmaydi. Hozirgi paytda Buxoro va Xorazm viloyatlarida quvvati 100MBt bo'lgan ikkita GeoES qurilishi loyihalanmokda. Ularning har biri 200ga maydonni egallaydi. Toshkent viloyatining Parkent tumanida "Quyosh" nomli gelioqurilmada qiyin eriydigan sof metall qotishmalari olinmoqda. Yaqin kelajakda uylar va kichik korxonalrni issiqlik va elektr energiyasi bilan ta'minlashda quyosh energiyasidan keng foydalanilishi kutilmoqda.

Geotermal elektr stansiyalari issiqlik energiyasi manbai sifatida Er qaridagi(magma) energiyasidan foydalanishga asoslangan. Ba`zi hollarda (vulqonli hududlarda) bu issiqlikning o'zi Er qobig'ini teshib geyzerlar ko'rinishida tayyor suv Bug'i beradi. Ba`zan esa Er ostiga 2000-3000m lik quduqlar qazilib biridan sovuq suv xaydalsa ikkinchi quduqdan yuqori haroratli va bosimli ishchi Bug' chiqadi. Shunday stansiyalardan biri Dog'istonda qurilgan bolib kuniga 10000 m³ issiq suvt=60-70°S) bradi. Kamchatkadagi quyi Koshelsk GeoIESining quvvati esa 94MBTga teng .

Mavzuga oid test savollari.

1.Quyidagi elektr stansiyalardan qaysi biri faqat mahalliy ehtiyojlar uchun elektr energiyasi etkazib beruvchi hisoblanadi?

A.IES B. IEM S. DTES. D. KES. E. GTDES.

2.Quyidagilardan qaysi biri atrof muhit uchun zararsiz?

A. IES. B.IEM. S. AES. D.GES. E.GeoTES

3.Quyidagilardan qaysi birida qozon agregati bo'lmaydi?

A. IES. B. AES. S. DTES. D.DES. E. IEM.

4.Quyidagilardan qaysi biri Issiqlik energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantirib beradi?

A. Bug' turbinasi. B. Gaz turbinasi. S. Dizel. D. IYoD. E. MGDF

5.Quyidagilardan qaysi biri IES FIKini 50-60%ga chiqarishga yordam beradi?

A. Bug' turbinasi B. gaz turbinasi. S. dizel D. IYoD. E.MGDF

- 6.Quyidagilardan qaysi biri (kBt soat) elektr energiyasi uchun eng kam yoqilg'i ishlatiladi? A. AES B. GeoTES S. IEM. D. DES E. DTES.
- 7.Quyidagi elektr stansiyalaridan qaysi biri IYoDda ishlaydi?
A. AES B. GeoTES S. IEM. D. DES. E. DTES.
- 8.Quyidagilardan qaysi birida FIK eng past ?
A. AES B. GeoES S. IEM D. DES E. DTES
- 9.Dunyoda birinchi Quyosh elektr stansiyasi qaysi mamlakatda qurilgan?
A. AKSh B. Brazilya S. Rossiya. D. Misr. E. Evropa.
- 10.Dunyodagi eng quvvatli Geotermal ES qaerda?
A. AQSh B. Brazilya S. Rossiya. D. Misr. E. Evropa.

Adabiyotlar

{3} 439-463 B: {6} 204-222 B:

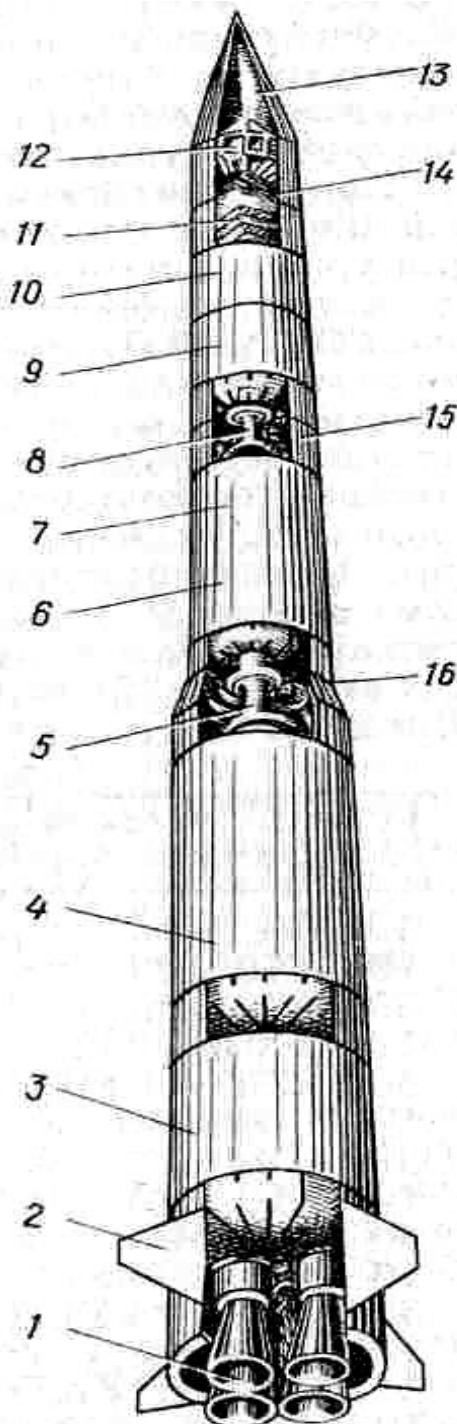
MABZU: REAKTIV DBIGATELLAR.

REJA:

- 11.1. Umumiy ma'lumotlar
- 11.2. Turboreaktiv dvigatel (TRD)
- 11.3. To'g'ri oqimli havo reaktiv dvigatellari (TOHRD)
- 11.4. Pulsasiyali HRD.
- 11.5. Raketa dvigatellari.

Tayanch so'z va iboralar: reaktiv dvigatel, raketa dvigateli, yoqilg'i, oksidlovchi, yonish kamerasi, soplo, turboreaktiv dvigatel (TRD), havo-reaktiv dvigateli (HRD), pulsasiyali havo-reaktiv dvigateli (PHRD).

Muammolar: 1) Nima uchun TRDning B diagrammasida hajm avval izobarik (5-1) so'ngra adiabatik (1-2) o'zgarmoqda? 2) Nima uchun oksidlovchini havodan olmaydigan reaktiv dvigatellarni raketa dvigateli deb ataladi? 3) Nima uchun reaktiv dvigatellar asosiy ishni adiabatik jarayonda bajaradi?



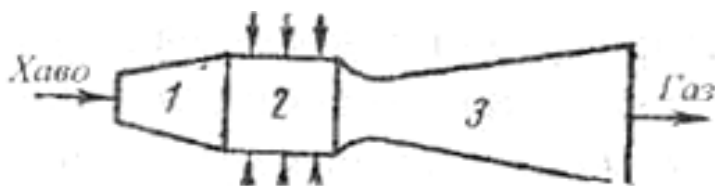
40-рasm.

Таркибли (уч босқичли) ракета: 1—1-босқич суюқ ёқилгили ракета двигатели; 2—стабилизатор; 3—1-босқич ёқилги баки; 4—1-босқич оксидловчи модда баки; 5—2-босқич суюқ ёқилгили ракета двигатели; 6—2-босқич ёқилги баки; 7—2-босқич оксидловчи модда баки; 8—3-босқич суюқ ёқилгили ракета двигатели; 9—3-босқич ёқилги баки; 10—3-босқич оксидловчи модда баки; 11—бошқариш системаси аппаратлари жойлаштирилган приборлар бўлмаси; 12—фойдали юк; 13—бош суйри; 14—космик объект бўлимининг механизми; 15—2-ва 3-босқичларнинг уланган жойи; 16—1-ва 2-босқичларнинг уланган жойи.

11.1. Umumiy ma'lumotlar

Reaktiv dvigatel(ReD) deb yonish ma'sulotining katta tezlikda otilib chiqish hisobiga tortish kuchi hosil qiluvchi issiqlik mashinalariga aytiladi(39-rasm).

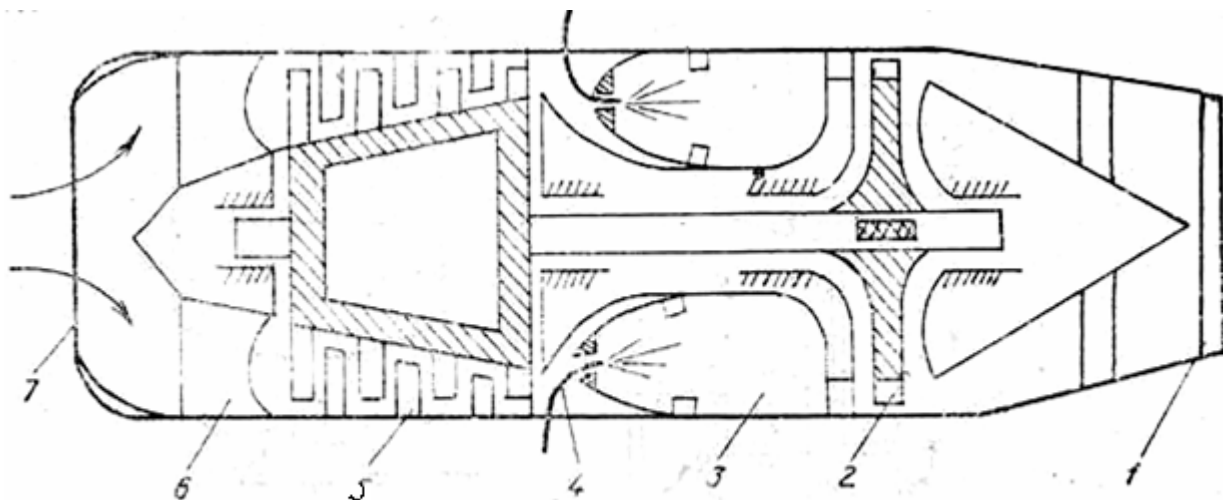
Agar ReD oksidlovchi sifatida havodagi kisloroddan foydalansa uni "**Havo-reaktiv dvigateli**(HRD)" deb ataladi. Oksidlovchini maxsus idishlarda o'zi bilan olib yuruvchi ReDlarni "**Raketa dvigatellari** (RD)" deyiladi(40-rasm). HRDlar **kompressorli**(turboreaktiv) dvigatellar(TRD) va **kompressorsiz** dvigatellarga bo'linadi. O'z navbatida kompressorsiz HRDlar **to'g'ri oqimli**(TOHRD) yoki **pulsasiyali**(PHRD) bo'lishi mumkin.



39-рasm. Реактив двигателъ схемаси:
1-диффузор; 2-ёниш камераси;
3-сопло

Reaktiv dvigatellarning asosiy ko'rsatkichi bu ularning tortish kuchidir: $=m(v_r - v_c)$; bu Erda: m -1 sekundda hosil bo'ladigan yonish ma'sulotlari massasi; v_r - gazning soplodan chiqish tezligi; v_c - samolyotning uchish tezligi.

11.2. Turboreaktiv dvigatellar.(TRD)



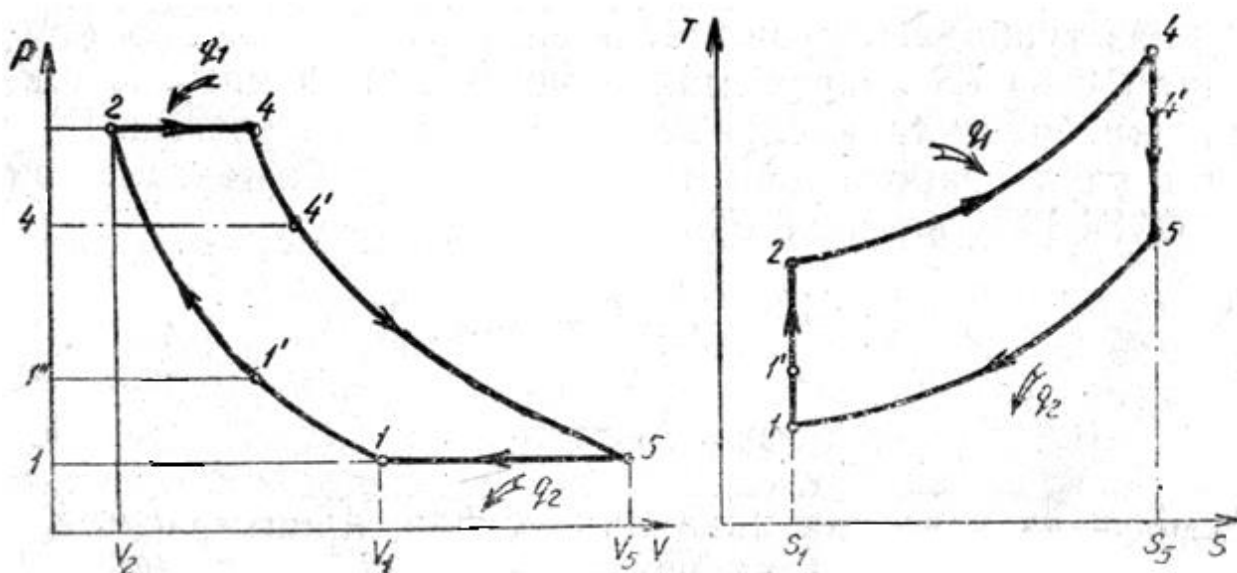
41-рasm. Турбореактив двигателларнинг схематик тасвири: 1-сопло; 2-газ турбинаси;
3-ёниш камераси; 4-ёқилғи узатувчи трубалар ва форсункалар; 5-турбокомпрессор;
6-паррақлар; 7-диффузор.

TRD(41-rasm)lardagi termodinamik jarayon gaz turbinalik qurilmalardagiga o'xshab ikkita adiabatik va ikkita izobarik jarayonlardan tashqil topadi(42-rasm). B diagrammasidagi 1-1'-2 nuqtalar oralig'i atmosfera havosining diffuzor(7) Ba kompressor(5)larda adiabatik siqiladi va ichki energiyaning o'zgarishi hisobiga qiziydi hamda yonish kamerasiga kiradi. Qizigan havoga yoqilg'i purkalib kuchli yonish va izobar kengayish(2-4) sodir bo'ladi. Yonish ma'suloti dastlab turbina(2) kuraklarida(4-41) so'ngra soploda(1), kengayib (4-5) juda katta kinetik energiyaga ega bo'ladi va asosiy adiabatik shuni bajaradi:

$$A = \frac{P_2 V_2}{k-1} (\rho - 1)^k \cdot \eta_t :$$

Bu Erda: $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$ -TRD FIK;

$k = \frac{C_p}{C_v}$ -adiabata ko'rsatkichi; $\rho = \frac{V_4}{V_2}$ -hajmning dastlabki kengayish darajasi;



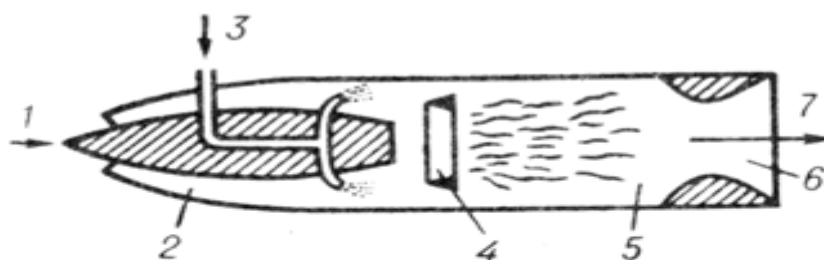
42-rasm. Турбореактив двигателъ циклидаги термодинамик жараёнларнинг PV ва TS диаграммаси.

$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$ -siqish darajasi:

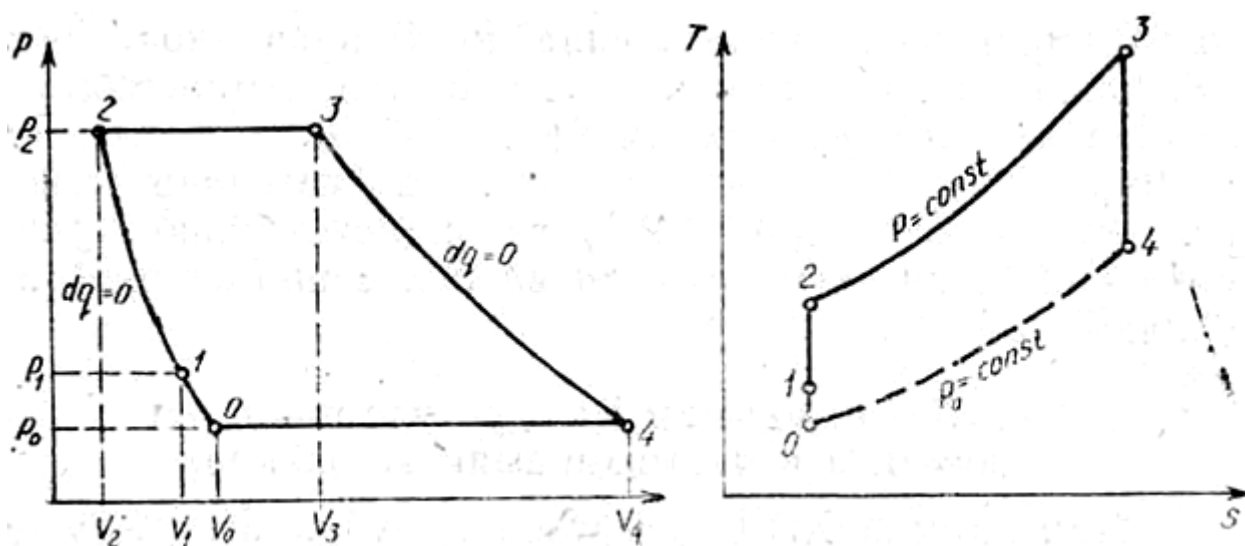
11.3.To'g'ri oqimli havo-reaktiv dvigatellari(TOHRD).

TOHRDlar diffuzor, yonish kamerasi, stabilizatorlar va soplodan iborat bo'lib ularning tovush tezligida va undan tezroq uchadigan turlari o'zaro diffuzor va soplolarining shakllari bilan farq qiladi(43-rasm).

Bu dvigatellarning termodi-namik jarayonlari ham TRDlarniki kabi bo'lib v diagrammasi 2ta izobara va 2ta adiabatlardan tashkil topadi(44-rasm).

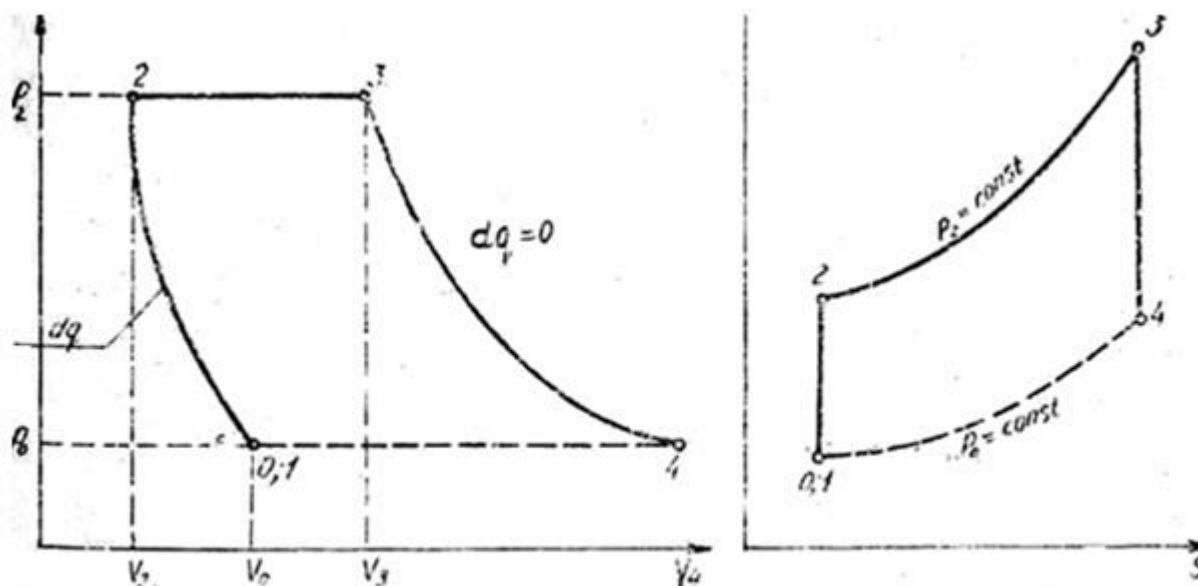


43-расм. Тўғри оқимли ҳаво-реактив
двигатель схемаси: 1-ҳаво; 2-диффузор;
3-ёнилғи; 4-аланга стабилизатори; 5-ёниш
камераси; 6-сопло; 7-газларнинг чиқиши.



44-расм. Тўғри оқимли ХРД циклининг PV ва TS диаграммаси.

Havoning dastlabki siqilish diffuzordan tashqarida(0-1) boshlanadi va unda davom etib(1-2) adiabatik siqiladi. Yuqori bosimli va haroratli havo stabilizatorlar orqali o'tib bir jinsli va uyurmali oqim ko'rinishida yonish kamerasida kirib yoqilg'i bilan izobar (2-3) yonib kengayadi.Yonish maxsuloti stabilizatoridan o'tib katta tezlikda soplodan uchib chiqib adiabatik kengayadi(3-4), qoldiq issiqlik atmosferaga uzatilib(4-0) yonish maxsuloti muvozanat holiga qaytadi.

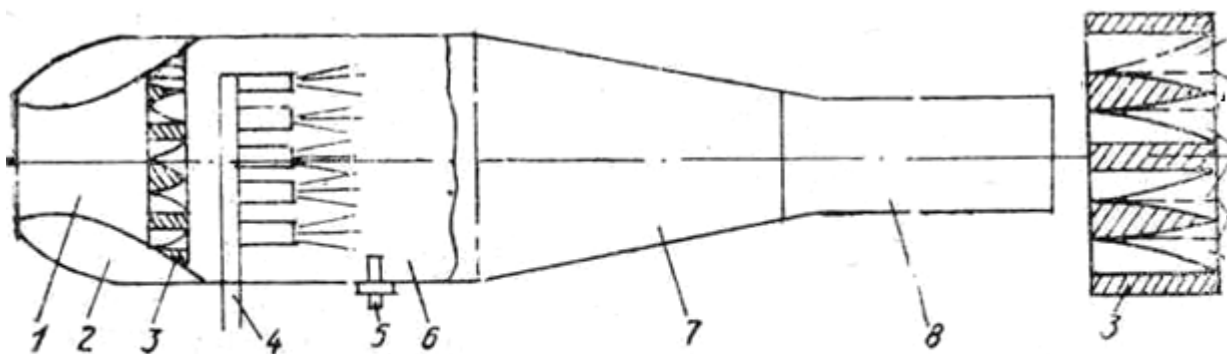


45-расм. Тўғри оқимли товушдан тез учувчи ҲРДларнинг PV ва TS диаграммаси.

Товушдан тез учувчи ТОHRДларда диффузordan ташқаридagi сиқилиш(0-1) бо'лмайди(45-расм). ТОHRДларнинг FIK TRD билан бир хил аниқланadi.

11.4. Pulsasiyali havo-reaktiv dvigatellari (PHRD)

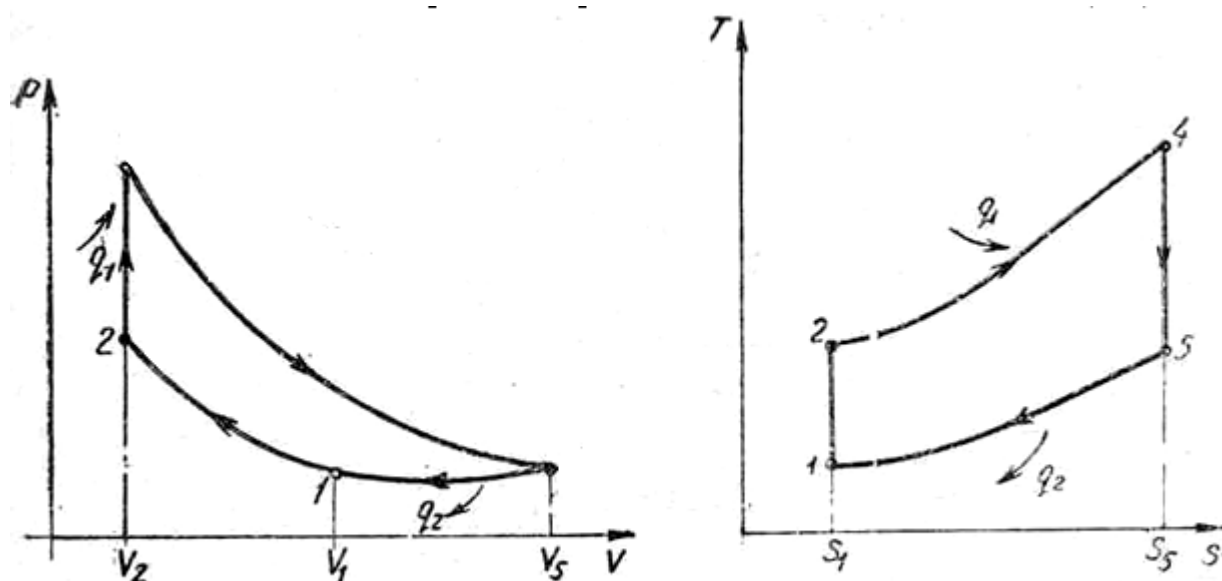
PHRDlar ТОHRДlardan диффузор ва сопло томонlarida клапанли панжарalar mavjudligi bilan farq qiladi(46-расм).



46-расм. Пульсацияли ҲРДнинг схематик тасвири: 1-диффузор; 2-суйралигич; 3-клапанли панжара; 4-ёқилғи форсункалари; 5-свеча; 6-ёниш камераси; 7-конфузор; 8-тутун ва газлар трубаси.

Ҳаво ва yoqilg'i yonish kamerasiga uzluksiz emas balki kerakli miqdordagi qismlarda kiritiladi. Hosil bo'lgan ish jismi svecha bilan yoqiladi va portlab izoxorik($v=c^{nst}$) yonadi. Soplo tomondagi to'siq ochilib yonish maxsulotlari katta tezlikda uchib chiqib adiabatik ish bajaradi.

PXRДларнинг v diagrammasi amalda ikkita adiabata, bittadan izobara va izoxoralardan iborat bo'ladi (47-расм).

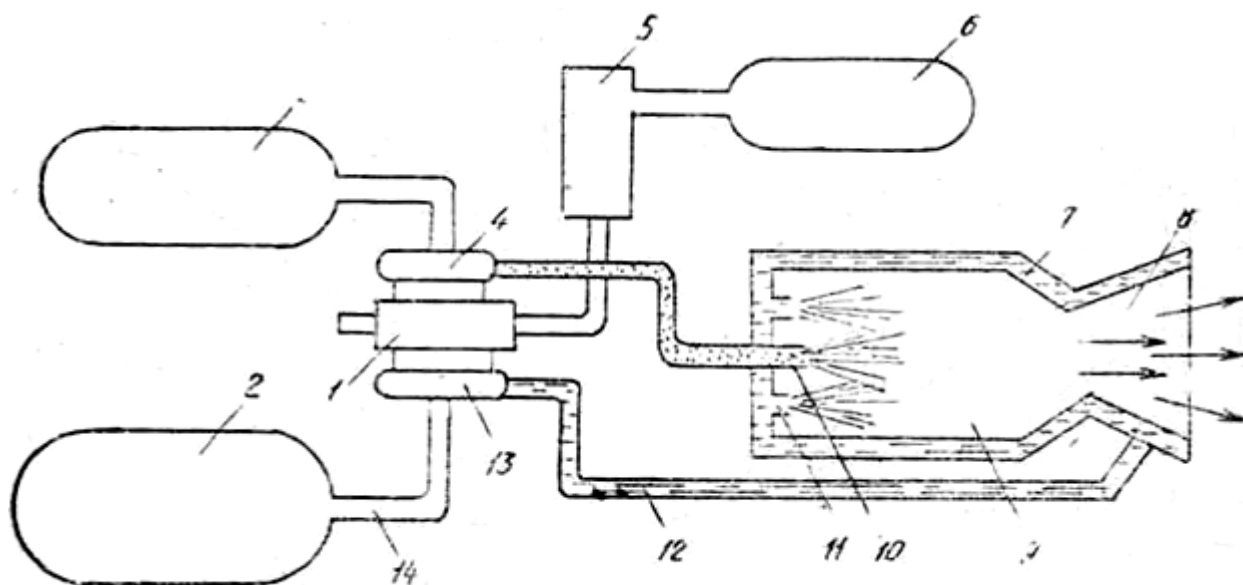


47-расм. ОХД циклидаги термодинамик жараёнларнинг PV ва TS диаграммалари.

Tashqaridan kirgan havo adiabatik siqilib(1-2) yonish kamerasiga kiradi va yoqilg'i bilan aralashib izoxorik yonadi(2-3). Soplo tomondagi to'siq ochilib yonish maxsulotlari adiabatik kengayadi(3-4) va asosiy ishni bajarib tortish kuchi hosil qiladi. Atmosferaga qoldiq issiqlik(q_2)ni berib izobarik toraygan(4-1) yonish maxsulotlari muvozanat holiga qaytadi. Yonish kamerasida vakuum hosil bo'lib panjara klapanlari ochiladi va yonish kamerasiga yangi havo oqimi kiradi.

11.5. Raketa dvigatellari (RD).

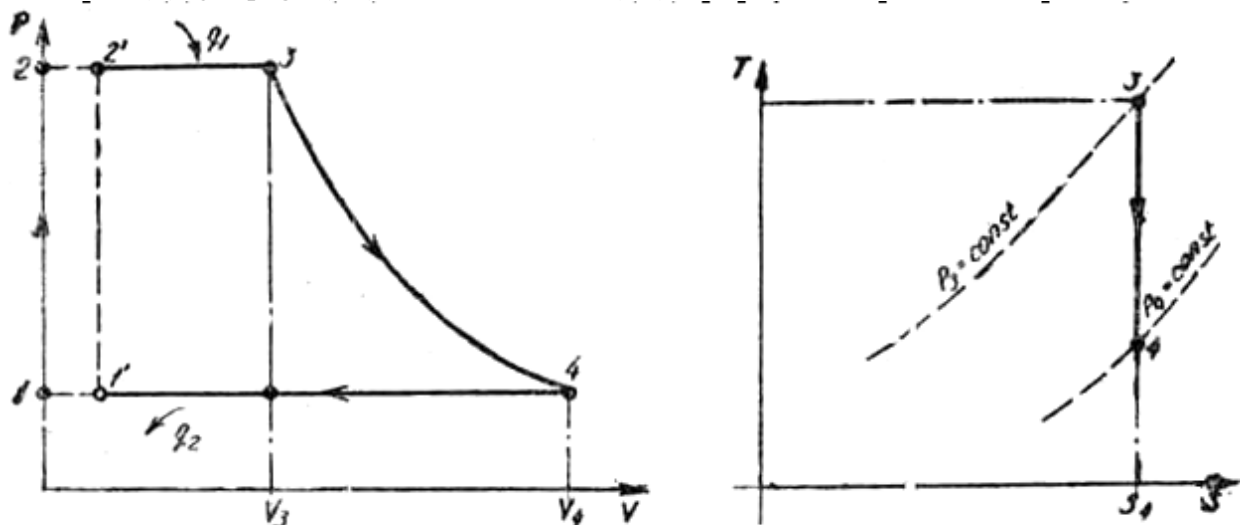
Yoqilg'i turiga qarab suyuq, qattiq va atom yoqilg'isida ishlaydigan RD farq qilinadi. **Ish jismiga** qarab RDlar kimyoviy, elektr, qattiq, qattiq va suyuq, lazer



48-расм. Суяқ ёқилғида ишлайдиган РДнинг схематик тасвири.

va fotonlarda ishlaydigan bo'ladi. **Ishlatilishiga** ko'ra RDlar harbiy, meteorologik, kosmik turlarga bo'linadi.

RDlar(48-rasm) turbina(1), yoqilg'i va oksidlovchi idishlari(2,3), nasoslar (4,13), reduktor(5), ish moddasi(6), raketa "g'ilofi"(7), soplo(8), yonish kamerasi(9), yoqilg'i(10) va oksidlovchi(11) forsinkalaridan iborat bo'ladi.



49-рasm. РД циклининг PV ва TS диаграммалари.

Dlarning v diagrammasi ikkita izobara va bitta adiabatadan iborat bo'ladi(49-rasm). Yonish maxsuloti soploga o'tib adiabatik kengayadi(3-4) va asosiy ishni bajaradi: $A_s = i_3 - i_4$; Siklning FIK:

$$\eta_t = \frac{A_u}{q_1} = \frac{i_3 - i_4}{q_1} = \frac{i_3 - i_4}{i_3 - i_2};$$

Soplodan chiqayotgan gazning kinetik energiyasini ehtiborga olinsa:

$$A = mv^2 \text{ va } \eta_t = \frac{v^2}{2q}$$

Mavzuga oid test so'rovlari.

1.Yonish maxsulotining otilib chiqishi xisobiga tortish kuchi hosil qiluvchi issiqlik mashinasi qanday ataladi? A. IYoD; B. TYoD; S. GTQ; D. ReD; E. RD.

2.Suyuq yoqilg'ili reaktiv dvigatellarning asosiy yoqilg'isi qaysi?

A.Benzin; B. Kerosin; S. Gazoyl; D.Ligroin; E. Solyar moyi.

3.Quyidagilarni qaysi biri turboreaktiv dvigatellarda yo'q?

A. Diffuzor; B. Konfuzor; S. Soplo; D.Kompressor; E. Gaz turbinasi.

4. Reaktiv dvigatellarning termodinamik jarayoni nechta elementar jarayondan iborat? A. 1; B.2; S.3; D.4; E.5.

5. Quyidagilarning qaysi biri to'g'ri oqimli havo reaktiv dvigatelida bo'lmaydi?
A.Diffuzor; B.Konfuzor; S.Soplo; D.Kompressor; E.Yoqilg'i baki.
6. Tovush tezligida va undan tezroq uchuvchi TOHRDlarning asosiy farqi nimada?
A. Diffuzorda; B.Yonish kamerasida; S.Yoqilg'i bakida;
D.Konfuzorda; E. Oksidlovchida;
7. Quyidagilarning qaysi biri pulg'sasiyalik havo-reaktiv dvigatellari-ning o'ziga xos qismi hisoblanadi?
A.Diffuzor; B.Konfuzor; S.Soplo; D.Kompressor; E.Yoqilg'i baki.
8. PHRDlarning keng tarqalmaganiga asosiy sabablardan biri qaysi?
A.Tortish kuchi oz; B.FIK past; S.Doimiy ishlaydi; D.Yoqilg'i sarfi katta;
E.Ishonchli emas. Adabiyot[6]191-203B., [9]253-256B.

MABZU: ATOM ELEKTR STANSIYALARI

REJA:

- 12.1.Umumiy ma'lumotlar
- 12.2.Hozirgi zamon AES larining sxemasi
- 12.3.Termoyadro energiyasidan foydalanish prinsplari
- 12.4.Termoyadro reaksiyasini boshkarish muammolari va ularni hal qilish yo'llari
- 12.5. IES lar turini tanlashning umumiy qoidalari

Tayanch so'z va iboralar: atom energiyasi, atom reaktori, regenerator,. plutoniy 239, yadro yoqilg'isi(U^{235} , L^{239} , U^{233}), zanjir reaksiyasi, neytron qaytargichlar boshkarish sterjenlari, termoyadro sintezi, deyteriy, geliy, plazma, tokomak, sovuq yadro sintezi.

Muammolar: 1) Nima uchun U yadrosi Bo'linsa, N yadrosi esa qo'shilsa issiqlik chiqaradi? 2) Nima uchun hozirgacha radiaktiB chiqindilar muammosi hal qilinmagan? 3) Termoyadro sintezini yana qanday Boshqarish mumkin?

Umumiy ma'lumotlar

Yadro energetikasining paydo Bulish tarixini kiskacha kuyidagicha bayon qilish mumkin: 1902-1903 yillarda angilyalik Ernest Rezerford Ba Frederik Saddilar

reaktiv moddalarning alfa(α) Ba Betta(β) nurlarini chiqarib parchalanish xususiyatini kashf qildilar. Alfa nurlari geliy(Ne) yadrosidan va Betta nurlari elektronlar oqimidan iborat bo'lishi aniqlandi. Shuningdek α nurlari chiqargan elementdan ikki katak chapda turuvchi yangi element va β nurlangandan bir katak o'ngdagi element hosil bo'lishi ham aniqlandi. Yangi elementlarning ko'pchiligida atom massalari har-hil bo'lsada xossalari bir hil bo'lgani uchun ularni "**izatop**"lar (grek. is`-bir xil, t`e-joy) deb ataladi.

1930 yillarning boshida Amerikalik olimlar og'ir va o'ta og'ir vodorodlarni ya`ni deyteriy va tritiyni kashf qilishdi. 1939 yilda nemis olimi Otto Gann neytron bilan "**Bombardimon**" qilingan uran yadrosi ikkita yangi yadroga bo'linishi mumkinligini aytdi. 1942 yil 2-dekabrda asli Italiyalik Enriko Fermi Chikago universitetida birinchi zanjir reaksiyasini amalga oshirdi. 1945 yil 16-iyunda Amerikaning Nhyu Meksika shtatida birinchi atom bombasi sinovdan utdi.

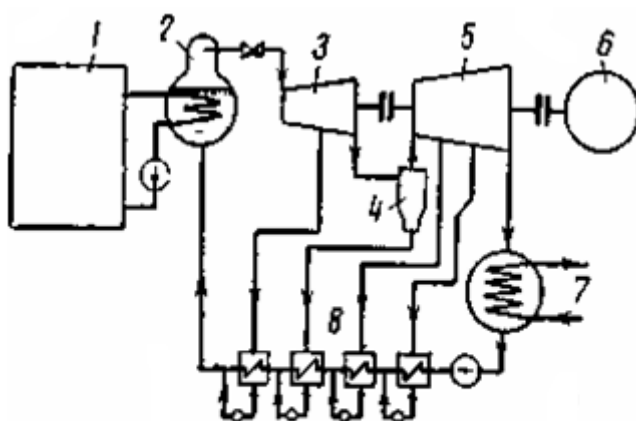
1954 yilda Rossiyaning Ovninsk shaxrida dunyoda birinchi AES ishlay boshladi. 1945yil avgust oyida yaponiyaning Xerosimava Nagosaki shaharlariga tashlangan Amerika atom Bombalari 400 000 dan ortiq odamlarning yostig'ini quritdi. 1949 yilda sovet ittifoqida atom Bombasi, 1952 yilda esa dunyoda birinchi vodorod Bombasi sinovdan o'tkazildi. 1986 yilda yuz Bergan Chernobl AESdagi halokat natijasida 50 000dan ortiq odam halok bo'ldi va 100 000laB qutqaruvchilar nogiron bo'lib qoldi.

Xozirgi kunda atom yoqilg'isida ishlaydigan kuch qurilmalari kemalarda, samolyotlarda, kosmik kemalarda va boshka sohalarda ishlab turibdi. 60-70 yillardagi ta`minlarga ko'ra bugungi kunga kelib dunyo elektr energiyasining 60%dan ortig'ini AESlar berishi, boshqariladigan termoyadro sintezi inson xizmatida bo'lishi lozim edi. Lekin AESlarda yuz bergan halokatlarning oqibatlari va ularda ishlab chiqqan radioaktiv chiqindilarni "**saklash**" va qayta ishlash muamolarining ko'ngildagidek hal qilinmagani atom energetikasi taraqqiyotiga salbiy ta`sir qilmoqda. Holbuki atom yoqilg'isi(U^{235}) oddiy ko'mirga karaganda 2,5 million marta, termoyadro sintezi esa 20 million marta ko'p energiya bera

oladi. Ko'rinib turibdiki, bu erda ham asosiy muammo atrof-muhit muhofazasi hisoblanadi.

12.2. Hozirgi zamon AESlarining sxemasi.

Hozirgi kunda butun dunyo bo'yicha 300dan ortiq AESlar ishlab turibdi. Dastlabki AESlar "**sekin**" neytronlarda parchalanadigan U^{235} yoqilg'isida ishlagan bo'lsa hozirgi AESlar asosan "**tez**" neytronlar ta'sirida yonadigan U^{238} izatopida ishlaydi. Chunki bunday reaktorlarda katta miqdordagi issiqlik bilan birga yangi atom yoqilg'isi U^{239} hosil bo'ladi. Bundan tashqari tabiiy uran tarkibida U^{235} izatopi 0,713%ni tashkil qilsa U^{238} 99,274%dan ortiq bo'ladi.



50-расм. Тўйинган буғда ишловчи АЭС
схемаси.

Atom reaktori(1) zanjirli yadro reaksiyasi kechadigan qurilma bo'libzanglamaydigan metallardan qilingan kostryulkasimon idish ko'rinishda yasaladi. Uning ichida shaxmat tartibida joylashgan "**atom**" yoqilg'isi, maxsus issiqlik ajratuvchi elementlarda(TBEL) Bo'ladi. Bundan tashqari reaktorda bor(B), kadmiy(S_d), grafit(S) kabi neytronlarni yaxshi "**yutuvchi**" materialardan tayyorlangan boshqarish sterjenlari, neytronlarni sekinlatuvchi va qaytaruvchi elementlar(grafit, og'ir yoki odiy suv) ma'lum tartibda joylashtiriladi. Aktiv

zonada hosil bo'lgan issiqlik esa maxsus berk kontur buyicha harakatlanuvchi ishchi modda(SO₂, organik suyuqlik, og'ir suv yoki suyuq metall, geliy) bilan bug' generatoriga(2) uzatiladi(50-rasm). Ishchi modda radioaktiv bo'lgani uchun uni "yo'qolishi" mumkin emas. Yuqori haroratli quruq bug'(T=550K) yuqori bosimli(3) turbinadan o'tib namligi oshgach seperator(4)dan o'tib past bosimlik(5) turbinaga uzatiladi va elektr generator(6) elektr energiyasini hosil qiladi. Bundan tashkari AES tarkibida IESlarga o'xshash kondensator(7), ko'p bosqichli generator(8) va bosimli nasoslar mavjud(9,10).

AESlardagi ishchi moddaning eng maqbul o'rtacha harorati:

$$T_{1yp}^{эм} = \sqrt{T_{ua} : T_{2yp}}$$

va eng maqbul FIK:

$$\eta_T^{эм} = 1 - \sqrt{T_{2yp} / T_{ua}} ;$$

Bu Erda: T_{ia} -isiklik ajratuvchi element harorati(K); T_{2ur} - reaktorga qaytayotgan ishchi moddaning o'rtacha harorati.

12.3.Termoyadro energiyasidan foydalanish prinsiplari

Termoyadro energiyasining tarixi angilyalik astronom olim Artur Edington nomi bilan uzviy bog'liq U o'zining 1926 yilda nashr kilingan "Yulduzlarning ichki tuzilishi" degan kitobini quyosh va yulduzlarning energiya manbai ularning qarida yuz beradigan termoyadro reaktorlari ekanligi va bunda yoqilg'i bo'lib vodorod(H) xizmat kilishini ko'rsatgan .

1930 yillarda, to'g'rirog'i 1938 yilda Amerikalik va Germaniyalik fizik olimlar N atomlarining o'zaro birikib Ne atomlariga aylanishi mumkinligini nazariy jixatidan asosladilar(quyosh va yulduzlar qa`rida). Nazariy izlanishlar natijasi sifatida vodorod bombasining yaratilishi va sinovdan o'tkazilishi bunday termoyadro reaksiyasini Er yuzida ham amalga oshirish mumkinligini ko'rsatdi. Lekin Erdagi termoyadro sintezlarida 1 atomlik oddiy N emas balki uning og'ir(N²)va o'ta og'ir(N³) izotoplaridan foydalaniladi.

Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki dunyo okeanlarida mavjud vodorod yoqilg'isi insoniyatni bir necha million yilga energiya tashvishidan qultirishi mumkin. Termoyadro reaksiyasining atomlarining bo'linishi zanjir reaksiyasidan farqi shundan iboratki, bunda AESlardagi atrof muhitni izdan chiqaribchi asosiy omil, radiatsiya bo'lmaydi. Xozirgi paytda termoyadro sintezi asosida ishlaydigan reaktorlarning tajriba namunalari Rossiya va AQSh da yaratilgan.

12.4. Termoyadro reaksiyalarini boshqarish muammolari va ularni echish yo'llari

Termoyadro sintezini hosil qilish va uni boshqarishning asosiy muammosi bunday reaksiyani amalga oshirish uchun zarur bo'lgan 10^8K (10KeV) haroratni hosil qilish va ushlab turishdan iborat, bu muammo xozirgacha to'la hal etilmagan. Bu muammoni hal qilishga uchta yo'nalishda harakat qilinmoqda;

1) Magnit maydoni yordamida yuqori haroratli plazma ipi **toroidal kamerada** ushlab turiladi. Xozirgi kunda bu uslub "**tokamak**" tipidagi qurilmalarida amalga oshirilgan.

2) Reaksiya uchun zarur quvvatga ega bo'lgan lazer nuri impulsga shaklida deyteriy- tritiy "**tabletka**"siga yo'naltiriladi va "tabletka"ning yuza qatlamida termoyadro mikroportlashlari sodir bo'lib to'laqonli termoyadro sintezi uchun zarur bo'lgan 100mlnK (10KeV) haroratni yuzaga keltiriladi. Bunday plazmani ushlab turish va undan reaktor devorini himoya qilish uchun o'ta katta quvvatli magnit maydonidan foydalaniladi.

Lekin yuqoridagi uslublarda hosil qilingan energiya sarflanganidan oz bo'lmoqda, ya'ni mavjud qurilmalar iqtisodiy jixatdan zararga ishlamoqda.

3) Muammoni hal qilishning yana bir yo'li-sobi termoyadro sintezi ($T=219\text{--}293\text{K}$) haqida A.D. Saharov 1948 yilda bashorat qilgan edi. 1989 yilda esa amerikalik va rossiyalik olimlar buni amalda isbot qildilar. Lekin bu ham boshqariladigan sobuq termoyadro sintezini to'la amalga oshirish uchun etarli emas.

12.5. IESlar turini tanlashning umumiy qoidalari

IESlar turini tanlashda birinchi navbatda ularning vazifasiga va ish sharoitiga ehtibor beriladi. Bundan tashqari IESning termik samaradorligi va ishlab chiqarish tannarxi ham katta a`amiyatga ega.

Ikkinchi darajali talablarga IESning ishonchliligi, ishlab-chiqarish jarayonining to'liq avtomatlashgani, yoqilg'i turi, sanitariya-gigiena talablari, atrof muhit muhofazasi va boshqalar kiradi.

1kBt.soat elektr energiyani arzonlashtirish, qurilish muddatini qisqartirish va ayniqsa ishchi jism(bug')ning boshlang'ich parametrlarini oshirish(xozir 24Mpa va 565⁰S) IESlarning iqtisodiy samaradorligini oshiruvchi asosiy omillar bo'lib qolmoqda.

Mavzuga oid test so'rovlari

1. Birinchi zanjir reaksiyasini kim amalga oshirgan?
A. E.Rezerford; B. E.Fermi; S. O.Gann; D. A.Eyneshteyn; E. D.A.Saharov.
2. Birinchi vodorod bombasi nechanchi yilda portlatilgan?
A. 1942; B. 1945; S. 1949; D. 1952; E. 1938.
3. Quyidagi yoqilg'ilarning qaysi biri eng ko'p issiqlik bera oladi?
A. vodorod; B. Uglerod; S. Uran; D. Plutoni; E. Geliy.
4. Tez neytronlarda ishlaydigan reaktorlar uchun asosiy yoqilg'i bo'lib qaysi element hisoblanadi? A. U^{233} ; B. U^{234} ; C. U^{235} ; D. U^{238} ; E. U^{239} .
5. Atom reaktorining boshkarish sterjenlarini kaysi elementdan tayyorlash mumkin? A. Ge; B. S; C. Si; D. Se; E. Fe.
6. Termoyadro reaksiyasini kim birinchi bo'lib bashorat qilgan?
A. A.Edington; B. E.Rezerford; S. A.Eneshteyn; D. A.D.Saharov; E. E.Fermi.
7. Termoyadro sintezini boshqarishdagi asosiy muammo nima? A. Yoqilg'i; B. Yuqori harorat; S. Magnit maydoni; D. Reaktor qurish; E. Radiasiya.
8. Termoyadro reaksiyasi hosil bo'lishi uchun kamida qanday harorat kerak?
A. 1mln.K; B. 2,5mln.K; S. 20mln.K; D. 100mlnK; E. 200mlnK.
9. Sovuq termoyadro sintezi uchun qancha harorat kerak?

A. 291K; B. 550K; S. 750K; D. 1400K; E. 2600K.

10. IESturini tanlashda birinchi navbatda nimaga ehtibor beriladi?

A. Yoqilg'i turi; B. Qurilish muddati; S. Ish sharoiti;

D. Ishchi modda parametrlari; E. 1kBt.soat narxi.

Adabiyotlar

[3]465-472B., [6]223-230B.

MABZU. SOBITISH QURILMALARI

REJA:

13.1. Sovitish nazariyasi asoslari

13.2. Havo bilan sovitish qurilmasi

13.3. Bosimli bug' bilan sovitish qurilmasi

13.4. Ochimli bug' bilan sovitish qurilmasi

13.5. Issiqlik nasosining ishlash prinsipi

Tayanch so'z va iboralar: sovitish, teskari Karno sikli, sovituvchi, sublimasiya, freon, ammiak, detander, havoli, bosimli(kompreesion), oqimli (ejektorli), issiqlik nasosi.

Muammolar: 1. Nima uchun $+ 374,15^{\circ}\text{S}$ suvning kritik harorati, 22,12MPa esa kritik bosimi dev ataladi? 2. Detander nima va nima uchun havo bilan sovitish qurilmalariga qo'yiladi? 3. Sovitish nazariyasining asosiy prinsipi nima? 4. Nima uchun sovtish qurilmasi olgani(q_2)dan ko'proq($q_1 > q_2$) issiqlik chiqaradi?

1. Sovitish nazariyasi asoslari

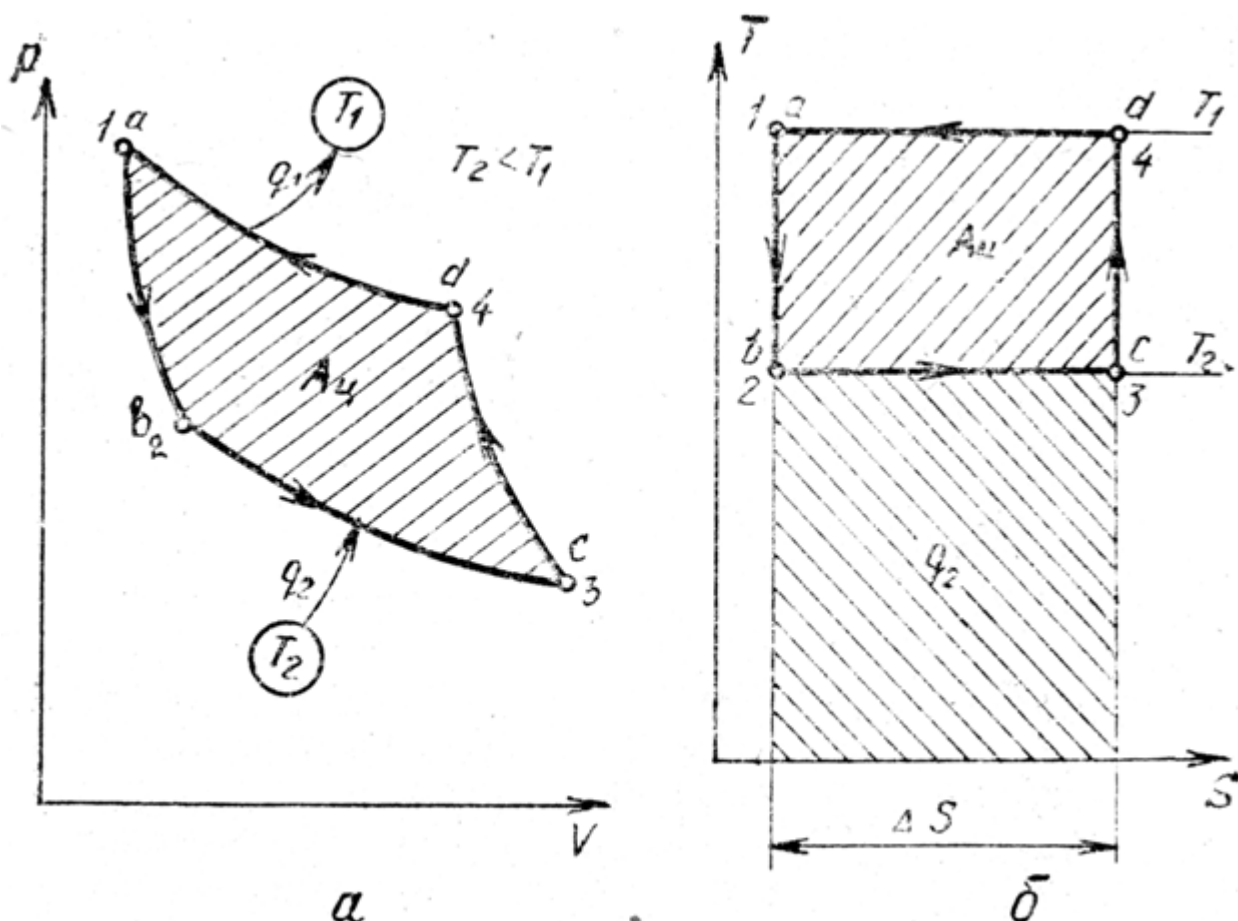
Sovitish qurilmalarining ish prinsipi termodinamikaning 2-qonuniga asoslanadi. Ya'ni issiqlik harorati past jismdan harorati yuqori jismga o'z-o'zidan o'ta olmagan uchun uni(issiqlikni) majburan o'tkaziladi-qo'shimcha energiya sarflanib ma'lum miqdorda foydali ish bajariladi.

Bunday ishni bajarish uchun **ish jismi** yani **sovituvchi** sifatida muz($t > 0^{\circ}\text{C}$), muz+NaCl($t > -21,4^{\circ}\text{C}$), muz+CaCl($t > -55^{\circ}\text{C}$), C_2 ($t > -78^{\circ}\text{C}$), ammiak va freon ishlatiladi.

Moddalarning qattiq holatdan, suyuq holatni chetlab, birdaniga gaz holatiga o'tishi **sublimasiya** deb aytiladi. Sovitish qurilmalarida bunday moddalardan qattiq **SO₂** yoki **quriq muz** ishlatiladi.

Siqilgan gaz **izobarik** kengayganda haroratining pasayishidan havoli sovitish qurilmalardan foydalaniladi.

Sovitish qurilmalari Karnoning teskari sikli asosida(51 r.) ishlaydi. Bu sikl 2ta adiobata va 2ta izotermalardan iborat Bo'lib 1-2 oraliqda ish jismi **adiobatik** kengayib harorati pasayadi, 2-3 nuqta orasida **izotermik** kengayib sovitiladigan muhitdan ortiqcha issiqlik (q_2)ni yutadi, 3-4 orasida tashqi kuch-kompressor bilan majburan



51-расм. Карно совитиш циклининг PV ва TS диаграммалари.

(adiobatik) siqilib harorati keskin ortadi, 4-1 orasida esa izotermik siqilish davom etib, ish jismi sovitiluvchidan olgan issiqligining bir qismini($q_1 > q_2$) tashqi muhitga uzatadi. Siklda bajarilgan foydali ish:

$$A_s = q_1 - q_2 = S_{12341};$$

Sovitish qurilmasining samaradorligi: $\varepsilon = \frac{q_2}{A_q} = \frac{T_2}{T_1 - T_2};$

Demak, qancha ko'p issiqlik(q_2) olinib ε qancha katta bo'lsa, sovitish qurilmasining FIK(samaradorligi) shuncha yuqori bo'ladi.

Sovitish qurilmalari: 1. Gazli; 2. Bug'li bo'ladi.

Bug'li sovitgichlar:1. Bug' kompressorli; 2. Bug' ejektorli; 3. Absorbion Bo'lishi mumkin.

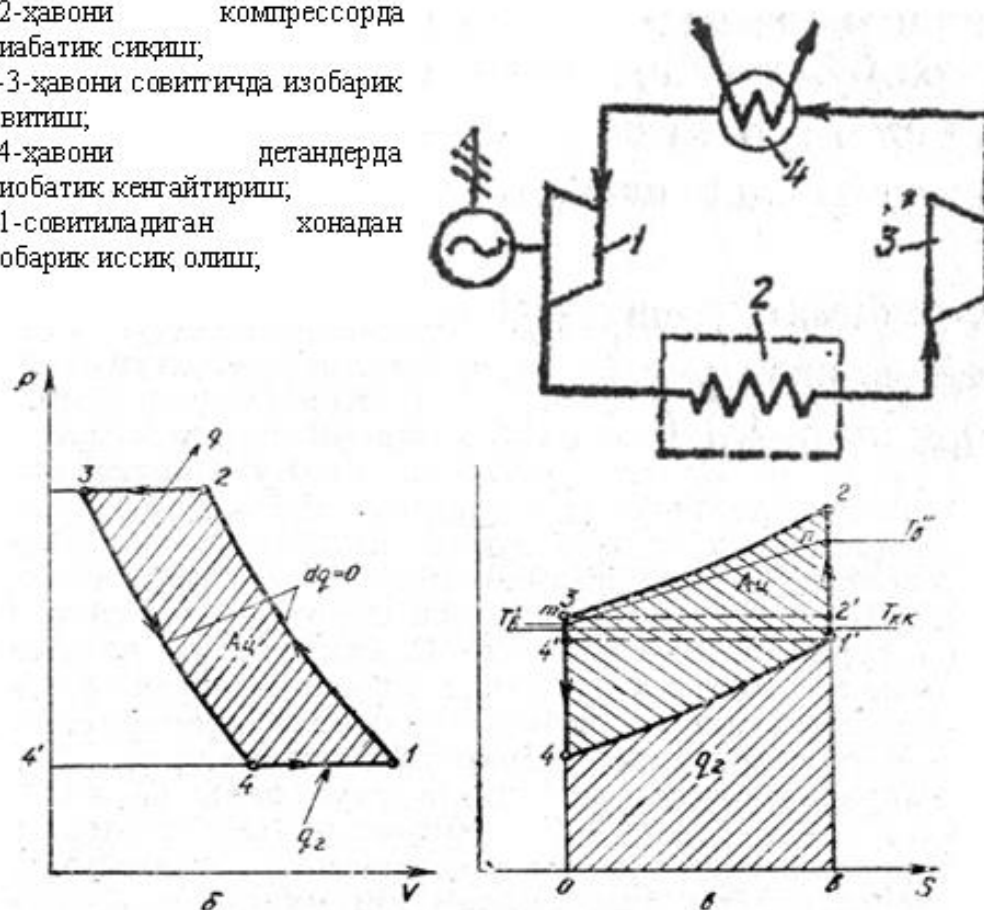
Temroelektrik va termomagnet sovitgichlarda sovituvchi ya'ni ishchi modda bo'lmaydi.

2. Havo bilan sovitish qurilmasi

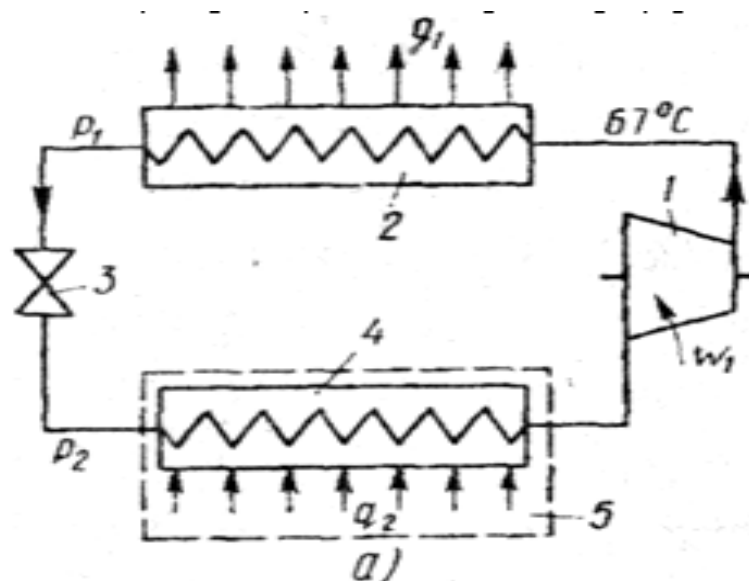
Bunday qurilmaning asosiy ishchi moddasi sifatida atmosfera havosi xizmat qiladi. Bunday qurilma 1845 yil amerikada kashf qilingan. Uning asosiy qismlari va ish prinsipi qo'yidanilardan iborat(52 r.):

1- detander(issiqlik almashtirgich); 2- sovitiladigan xona; 3- kompressor; 4- sovitgich(pnevmatik havo dvigateli). Bu qurilmaning Rv diagrammasi esa qo'yidagicha:

1-2-ҳавони компрессорда
адиабатик сиқиш;
2-3-ҳавони совитгичда изобарик
совитиш;
3-4-ҳавони детандерда
адиабатик кенгайтириш;
4-1-совитиладиган хонадан
изобарик иссиқ олиш;



52-расм. Ҳаво билан совитиш қурилмасининг схемаси ҳамда PV ва TS диаграммалари



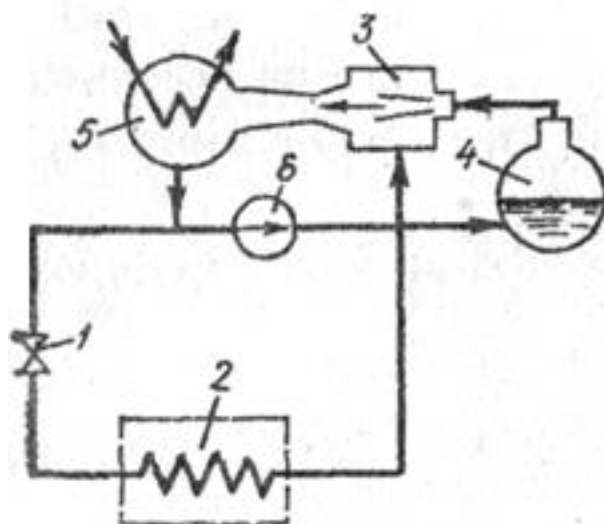
53-расм. Буғ-компрессорли совитиш қурилмасининг схемаси.

3. Bosimli bug' bilan sovitish qurilmasi

Bunday qurilmalarda ish jismi bo'lib atmosfera bosimiga yaqin bosimlarda bug' holatiga o'tadigan ya'ni qaynaydigan (H_2 , NH_3 , C_2 , S_2 , CH_3Cl , freon) gazlar xizmat qiladi. Ular termodinamika nuqtasi nazaridan qo'yidagi talablarga jabob berishi kerak: a) Bug'ning bosimi atmosfera bosimidan kichik bo'lmasligi shart; B) siqish kamerasidagi bosim kichik bo'lishi kerak; B) past haroratda ham tez va ko'p bug'lanishi kerak; g) issiqlik sig'imi (suyuq holdagi) kichik bo'lishi lozim.

Bu qurilmalarda issiqlik olish va berish **izotermada** ya'ni, Karnoning teskari siklidagiday amalga oshadi va samaradorligi yuqori bo'lgani uchun eng ko'p tarqalgan.

Bunday qurilmaning sxemasi qo'yidagicha (53-rasm): 1-kompressor (Bug'ni siqish); 2-kondensator (qisman kondensasiyalash); 3-rostlovchi (drosselli) Bentil (Bosim va haroratni pasaytirish); 4-Bug'latgich (q_2 hisobiga bug'lanish); 5-sovitish xonasi.



54-расм. Оқимли бут(эжектор) билан совитиш қурилмасининг схемаси.

4. Oqimli bug' bilan sovitish qurilmallari

Bunday qurilmada oddiy yoki sho'r suv asosiy ishchi modda bo'lib xizmat qiladi. U(54-rasm): 1-drossellash ventili; 2-bug'latgich; 3-aralashtirish(ejektor) kamerasi; 4-bug' qozoni; 5-kondensatorlardan tashkil topadi. Bunday qurilmaning sovitish sikli bosimli bug' bilan sovitish qurilmasi bilan bir xil, ya'ni nam bug' tarzidagi sovitish moddasi yordamida amalga oshiriladi. Farqi esa quyidagilardan iborat: Bu qurilmada bug'ni siqish uchun kompressor o'rniga ejektordan foydalaniladi. Ejektor-gaz, bug' va suyuqliklarni siquvchi va harakatlantiruvchi qurilma. Bunda siquvchi kuch sifatida bug'ning kinetik energiyasidan foydalaniladi. Bu qurilmalar sovitish qurilmalarining eng eski turlaridan biri hisoblanadi.

5. Issiqlik nasosining ishlash prinsipi

Bunday qurilmalarning vazifasi sovitiluvchi jism yoki muhitdan olingan issiqlikni isitilishi lozim bolgan muhitga uzatib brishdan iborat. Bunday g'oyani birinchi bo'lib, 1852 yilda Kelvin tomonidan ilgari surildi. Ya'ni u sovuqxonalardan so'rib olingan issiqlikdan, yilning sovuq oylarida, boshqa xonalarni issitishda foydalanishni taklif etdi.

Bunday qurilmaning samaradorligi isitish koeffisienti bilan va'olanadi: $\varepsilon = \frac{q_1}{A_y^1}$;

Bu Erda; A_y^1 –kompressor issiqlikni so'rib olish uchun bajargan ish. $q_1=q_2+A_y^1$ bo'lgani uchun $\varepsilon_{uc} = \varepsilon + 1$ deb yozish mumkin ya'ni, sovitish koeffisienti(ε) qancha katta bo'lsa issitish koeffisienti(ε_{uc}) ham shuncha katta bo'ladi deb aytish mumkin.

Issiqlik nasosining boshqa har qanday isitish manbaidan ustunligi shundan iboratki, bohqa manbalar A_y^1 ga teng issiqlik bersa issiqlik nasosi $q_2+A_y^1$ miqdorda issiqlik berishi mumkin.

M-n: sovuqxonada $t_2=0^\circ\text{C}$, isitilayotgan h'nada $t_1=25^\circ\text{C}$ bo'lsa:

$$\varepsilon_{uc} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} + 1 = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \frac{25 + 273,15}{25} = 11,9;$$

Ya'ni, bunday qurilmalarda oddiy elektr pechlarga nisbatan 11,9 marta ko'p issiqlik olish mumkin. Amalda bu ko'rsatkich 3-4 ga teng bo'ladi. (yaxmalak).

Mavzuga oid test so'rovlari:

1. Sovitish qurilmalari termodinamikaning qaysi qonuniga tayanadi?
A. 1; B. 2; S. 3; D. 4; E. 5.
2. Muz va osh tuzi yordamida necha gradusgacha sovitish mumkin ?
A.-5; B.-21,4; S.-55; D.-34; E.-40,8;
3. Sovitish qurilmalari qaysi jarayonda foydali ish bajaradi ?
A. Izoxorik; B. Izobarik; S. Izotermik; D. Adiobatik; E. Politrop.
4. Qo'yidagi sovitish qurilmalarining qaysi turi eng ko'p tarqalgan ?
A. Bug' kompressorli; B. Bug' ejektorli; S. Absorbsion; D. Termoelektrik; E. Termomagnit.
5. Havo bilan sovitish qurilmasining asosiy elementlari nechta ?
A. 2; B. 3; S. 4; D. 5; E. 6.
6. Bosimli bug' bilan sovitish qurilmasida qo'yidagilarning qaysi biri ishchi modda sifatida ishlatiladi ? A. H_2 ; B. NH_3 ; C. C_2 ; D. S_2 ; E. NaCl.
7. Bosimli bug' bilan sovitish qurilmalariga nechta amaliy talab qo'yiladi? A. 2; B. 3; C. 4; D. 5; E. 6.
8. Oqimli bug' bilan sovitish qurilmasida qo'yidagilarning qaysi biri ishchi modda hisoblanadi ? A. H_2 ; B. NH_3 ; C. C_2 ; D. S_2 ; E. NaCl.
9. Issiqlik nasosi g'oyasini birinchi bo'lib kim taklif qilgan ?
A. Bernulli; B. B.Lomonosov; S. Sharl; D. Karno; E.Kelvin.
10. Issiqlik nasoslari oddiy elektr pechlariga nisbatan necha marta ko'p issiqlik berilishi mumkin ? A. 3; B. 4; S. 7; D. 11; E. 12.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Larikov N.N. “OBo’aya teplotexnika” M. 1970.
2. Alekseev FN. “OBo’aya teplotexnika ” M. Bqo’.shk № 80.
3. “Teplotexnika” pod redaksii Matveeva A.F M.Bqo’. shk 1981.
4. “Teplotexnika” pod redaksii Baskakova A.P. M. 1982.
5. Yarko S. A. “Teplotexnika” Teplovqe mashinq. M. 1986.
6. J. Nurmatov va bosh. “Issiqlik texnikasi” T. O’qituvchi. 1998.
7. Q T Shves va bosh. “Teplotexnika” Kiev. 1979.
8. A.A. Shuniya va bosh. “Teplotexnika ” M. 1973.
9. E. O’. Madaliev “ Issiqlik texnikasi” Farg’ona. 2002.

MUNDARIJA

1. Kirish.....	4
2. Issqlik texnikasining nazariy asoslari.....	10
3. Issqlikni uzatish va almashish uslublari.....	17
4. Nurlanish va isiqlik almashish asboblari.....	25
5. Yoqilg'i va yonish jarayoni.....	34
6. Ichki yonuv dvigatellaridagi asosiy jarayonlar.....	42
7. Ichki yonuv dvigatellari	54
8. Qozon qurilmalari.....	61
9. Bug' va gaz trubinalari	68
10. Issiqlik elektr stansiyalari.....	77
11. Reaktiv dvigatellar.....	84
12. Atom elektr stansiyalari	92
13. Sovutish qurilmalari.....	98
14. Foydalanilgan adabiyotlar.....	105

