

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

**“ENERGETIK QURILMALARNING TERMODINAMIK
SIKLLARI”**

fanidan laboratoriya ishlari to‘plami

USLUBIY KO'RSATMASI

Toshkent 2013

«Energetik qurilmalarning termodinamik sikllari» fanidan laboratoriya ishlari to'plami uslubiy qo'llanmasi. Umarjonova F.Sh., Isaxojayev X.S., Mavjudova Sh.S., Alimova L.O., Axmatova S.R.- Toshkent, ToshDTU. 2014.- 94 b.

“Issiqlik texnikasi” fanidan bosim va harorat, issiqlik sig'imi, nam havo parametrlari, issiqlik o'tkazuvchanlik, erkin va majburiy konveksiya, qaynashda issiqlik berish va kompressor mavzulari bo'yicha laboratoriya ishlari keltirildi.

ToshDTUning barcha yo'nalishlari bakalavriat talabalariga mo'ljallangan.

«Issiqlik energetikasi» kafedrası

Abu Rayhon Beruniy nomidagi ToshDTU Energetika fakulteti o'quv-uslubiy kengashida tasdiqlandi. 1-bayonnoma, 27.08.13 yil.

Taqrizchilar:

A.I.Anarboyev

A.Badalov

O'zR FA Energetika va avtomatika ITI laboratoriya mudiri, t.f.n.

ToshDTU EMKT kafedrası dotsenti, t.f.n.

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

Ishdan maqsad:

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

1. Quyidagilarni hisoblab topish kerak:

- a) kompressorning nazariy ishlab chiqarish quvvati, V_m , m^3/soat ;
- b) kompressorning haqiqiy ishlab chiqarish quvvati, V , m^3/soat .
Ishning davomiyligi 4 soat.

I. KOMPRESSOR QURILMASINING TEXNIK TAVSIFI

Ishlab chiqarish quvvati	30 m^3/soat ;
Ishchi bosimi	6 kgs/sm^2 ($6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$);
Silindr diametri	78 mm;
Porshen diametri	75 mm;
Silindrlar soni	2 ;
Porshenning xarakat masofasi	85 mm;
Tirsakli valning aylanish tezligi	1000 marta/min;
Tirsakli valning aylanish yunalishi	soat strelkasi
(mexanik tomonidan)	yunalishiga qarshi;
YOg' sarfi	40 g/soat dan ko'p emas;
Bosimni sozlash chegarasi	$2+6 \text{ kgs}/\text{sm}^2$;
Elektr dvigatelining turi	AOL2-32-2;
Quvvati	4 kVt ;
Valning aylanish soni	2880 marta/min;
Resiverning hajmi	22 litr.

II. UMUMIY MA'LUMOTLAR

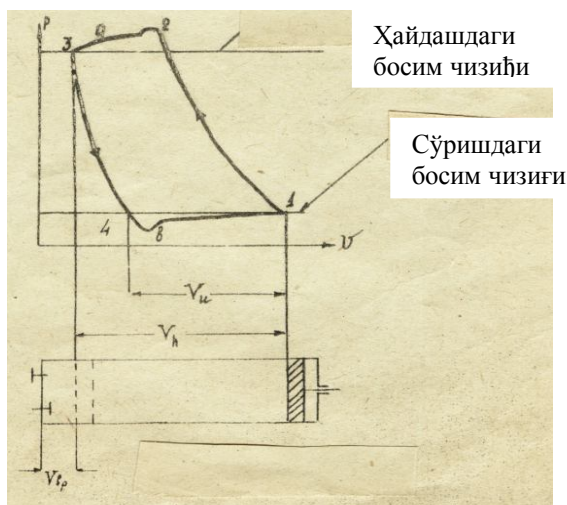
Kompressorlar deb, gazlarning shu jumladan havoni 3 atm dan yuqori bo'lgan bosim bilan siqish uchun xizmat qiluvchi mashinalarga

aytiladi. Kompessorlarda olinadigan siqilgan havo, texnikaning turli sohalarida keng qo'llaniladi. Masalan, siqilgan havoda ishlovchi bolg'alarda; metallurgiya sanoatida: o'choqlarga havo purkashda, metallarga katta bosim ostida qurilishda: pardozlash ishlarini baja-rishda, metall quymalarning sirtini qumli oqim bilan tozalashda va h.k.

Kompessorlar ikki turga bulinadi:

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

Kompessor mashinalarining ishi termodinamik nuqtai nazardan tahlil qilinganda, gazning sikilishidagi haqiqiy jarayon bilan ideal jarayonlarning farqi shundaki, haqiqiy jarayonda zararli hajm va boshqa yo'qotishlar hisobga olinadi, ideal jarayonda esa hisobga olinmaydi. Porshenli kompessorning indikator diagrammasini ko'rib chiqamiz.



6.1-rasm

Porshenli kompessorning ishlash jarayonining 6.1-rasmda porshenli kompessorning haqiqiy indikator diagrammasi ko'rsatilgan. Bu diagrammada 1-2 chizig'i, kompessorning surish va haydash klapanlari yopiq bo'lganda gazning siqilishini tasvirlaydi. Silindrdagi gaz bosimi, haydash quvuridagi bosimdan bir oz oshgach (nuqta 2), haydash klapani ochiladi va gaz silindrdan xaytab chiqariladi (2A3 chizig'i). Porshen chap tomonga eng ko'p chiqqan holatida ya'ni 3-nuqtada, haydash klapani yopiladi va yana o'ng tomonga

harakatlanayotganda, haydash klapani yopilib, "zararli" hajmda qolib ketgan gazning kengayishi sodir bo'ladi. (3-4 chizig'i) . Silindrdagi bosim atmosfera bosimiga nisbatan bir oz kamaygach, surish klapani ochilib, silindr havoga to'ladi. (4v1-chizig'i) so'ngra xamma jarayonlar shu tariqa qaytarillaveradi. SHuni eslatib o'tish kerakki, 4-v-1 va 2-A-3 chiziqlari bilan ifodalangan jarayonlar termodinamik jarayonlar bo'la olmaydi, chunki havo surilganda va haydalganda amalda uning holati o'zgarmaydi, balki silindrdagi havoning miqdori o'zgaradi xolos. SHuning uchun 12A34V1 yopiq chiziq termodinamik siklni ifoda qilmaydi.

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

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

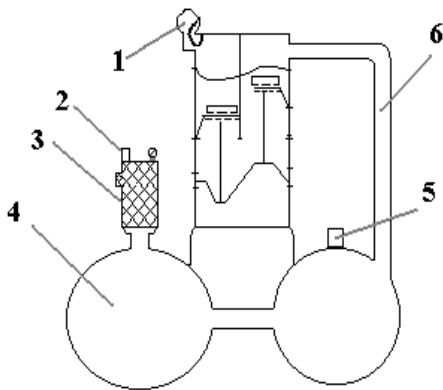
Kompressordagi har xil tirqishlar orkali gaz chiqib ketganligi uchun, silindrga rostmana surib olingan gazning hajmi haqiqiy indikator diagrammadan olingan gaz xajmi V_u dan kichik bo'ladi. V ning ishchi xajmi V_h ga nisbati uzatish koeffitsienti deyiladi.

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

Hajmiy F.I.K. va uzatish koeffitsientlarining qiymatlari

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

6.2-rasm



III. KOMPRESSOR CO-7A VA UNDAGI HAVO YULINING CHIZMA TASVIRI

Porshen pastga harakatlanganda, silindrdagi bosim atmosfera bosimiga nisbatan kamayib ketadi, natijada atmosfera bosimining kuchi tufayli surish klapani ochilib, silindr havo filtridan (1) o'tgan havo bilan to'lad. Porshen qayta yuqoriga qarab harakatlanganda, silindrdagi havo atmosfera bosimiga nisbatan katta bosim bilan siqiladi, natijada surish klapani yopilib, tashqi havoning silindr bilan aloqasi uziladi (6.2-rasm). Porshenning yuqoriga qarab harakatlanishi davom etadi va silindrda havo haydash klapanini va haydash quvuridagi siqilgan havo qarshiligini enguniga qadar siqiladi. SHu daqiqada haydash klapani ochilib, siqilgan havo porshen yordamida silindrdan silindr qopqogidagi haydash kamerasiga haydab chiqariladi, va haydash quvuri (6) orkali resiver (4) ga, so'ngra undan yog' namlik tozalagichga (3) kelib tushadi. Havo yog' namlik tozalagichdan ikkita taqsimlanuvchi kran orqali iste'molchiga yuboriladi. YOg' namlik tozalagichda bosimni kuzatish uchun manometr va siqilgan bosimni sozlash uchun bosim (2) sozlagich o'rnatilgan. Kompressordagi bosim me'yordan oshib ketmasligi uchun resiverga ehtiyot klapani (5) o'rnatilgan.

SO-7A - oddiy harakatlanuvchi, havo bilan sovutiladigan, ikki silindrli bir pog'onali porshenli kompressor hisoblanadi. Kompessor karteri va silindrlar bloki cho'yandan quyilgan. Silindrlarni sovutish uchun silindrlar blokiga halkali qirralar o'rnatilgan. Kompessor silindrlarning kopkogi allyuminiydan quyilgan bo'lib, sovutish uchun uning tashqi tomoni qirralar bilan jihozlangan. Qopqoqning ichki tomonidagi bo'shliq to'siq bilan ikki qismga, ya'ni surish va haydash bo'shliqlariga ajratilgan. Har bir silindr prujina lentasidan tayerlangan surish va haydash klapanlari bilan ta'minlangan.

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

Havo filtri - silindr shaklida bo‘lib, silindr kallachasi tagidagi surish bo‘shlig‘iga kirayotgan havoni tozalash uchun, xizmat qiladi.

YOg‘-namlik tozalagich - payvandlangan balon shaklida bo‘lib, ichida Rashig xalkalari bilan to‘ldirilgan stakan bor. YOg‘-namlik tozalagichning vazifasi istemolchiga yuboriladigan siqilgan havoni yog‘ va suv zarrachalaridan tozalashdir. Ajratib olingan yog‘ va suv balon tubiga oqib tushadi va to‘kish teshigidan vaqti-vaqtida to‘kib tashlanadi.

Bosim sozlagich - yordamida bosimni 2 dan 6 kg/sm gacha sozlash mumkin. Ortiqcha siqilgan havoni chiqarib yuborish yo‘li bilan kerakli bosim saqlanadi.

Vint (6) bilan kerakli bosim sozlanayotganda, prujina (4) ga kerakli bosimga mos keluvchi zo‘riqish beriladi va undan so‘ng sozlash vinti kontgayka bilan (5) yopib qo‘yiladi.

Extiyot klapani - 7 kgs/sm^2 ga moslab sozlangan bo‘lib, bosimni me‘yordan oshib ketmasligi uchun xizmat kiladi.

Resiver – tuzilishi jihatidan bir-biriga tutashtirilgan ikkita po‘lat quvuridan iborat bo‘lib, quyidagilarni amalga oshirish uchun xizmat qiladi: a) kompressor porshenining ilgarilama qaytar harakati tufayli paydo bo‘ladigan havo tebranishini bir maromga keltirish uchun; b) siqilgan havoni tekis iste‘mol qilinganda havo bosimi tebranishini yo‘qotish uchun; v) havo bilan birga resiverga kirib kolgan suv va yog‘ zarrachalaridan tozalash uchun.

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

IY. KOMPRESSOR QURILMASINING SIQILGAN HAVO HAR XIL BO‘LGANDA ELEKTR DVIGATEL SARE QILGAN QUVVATNI TAJRIBA USULI BILAN ANIQLASH

Kompressor qurilmasining tuzilishi bilan tanishib chiqilgach, kompressor qurilmasining siqilgan havo yo‘lidagi qarshilikni

taqsimlash jo‘mrigidagi ko‘ndalang kesim yuzasini asta-sekin kamaytirish yo‘li bilan sun’iy ravishda har xil qilib,elektr dvigatel sarf qilgan quvvatini aniqlashga kirishiladi.

Y.TAJRIBA NATIJALARINI YOZISH UCHUN JADVAL

Manometr ko‘rsatayotgan havo bosimi	Elektr o‘lchash asboblariining ko‘rsatishlari		Elektr dvigateli-ning (3) ifodadan hisoblab topilgan quvvati
	Tok kuchi, A	Kuchlanish V	
1 atm da			
2 atm da			
3 atm da			
4 atm da			

O‘lchashlar amalga oshirilgandan keyin, elektr dvigatel sarf qilgan quvvat quyidagi ifodadan hisoblab topiladi:

$$W = 1,73 \cdot I \cdot U \cdot \cos\varphi, \quad (Vt) \quad (3)$$

bu ifodada: I – tok kuchi, A

U – tok kuchlanishi, V

$$\cos\varphi = 0,89.$$

Buning uchun:

a) Asboblari ko‘rsatishini yozish uchun jadval tayyorlanadi.

b) YOg‘ va namlik ajratgichdagi taqsimlagich jo‘mraklaridan biri yopib qo‘yiladi va ikkinchi taqsimlagich jo‘mrak esa butunlay ochib qo‘yiladi.

v) Bosim sozlagichni tajriba davomida o‘zgartirmaydigan ma’lum bosimga moslab qo‘yib, elektr dvigatel ishga tushiriladi.

g) Manometrning ko‘rsatishi 1 atm. ni ko‘rsatguncha, ikkinchi taqsimlagich jo‘mrak asta-sekin yopiladi. Bosim 1 atm. ga etgach, ampermetr va voltmترلarning ko‘rsatishlari yozib qo‘yiladi.

d) Manometrning ko‘rsatishi 2, 3, 4 atm ko‘rsatguniga qadar ikkinchi taqsimlagich jo‘mrakni asta-sekin yopish davom ettiriladi va bir vaqtning o‘zida 2, 3, 4 atm. larda ampermetr va voltmترلarning

ko'rsatishlari yozib boriladi. Manometrning ko'rsatishini 4 atm.da oxirgi marta yozib olgach, elektr dvigatel to'xtatiladi.

YI. KOMPRESSOR ISHLAB CHIQUARISH QUVVATINI HISOBLASH

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

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

bu ifodada: 2 – kompressor silindrlarining soni;

S – porshen yo'li, m;

D – porshen diametri, m;

n – kompressor valining aylanish soni, marta/min.

b) SHu kompressorning haqiqiy ishlab chiqarish quvvati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

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

bu ifodada: λ - uzatish koeffitsienti.

2-tajriba ishi

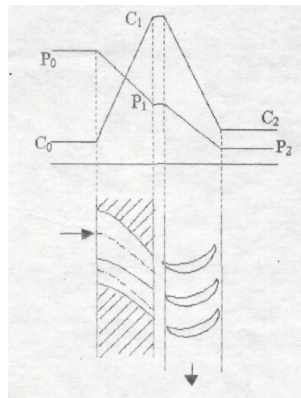
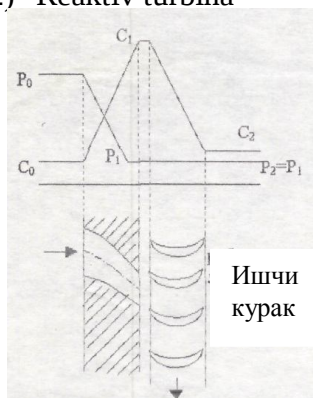
BUG‘ TURBINALARI

1. Bug‘ turbinalari va ularning ishlash uslubi

Bizga ma'lumki, elektr energiyani ishlab chiqarish jarayoni murakkab bo'lib, uni issiqlik elektr stansiyalarida, gidroelektr stansiyalarda atom elektr stansiyalarida amalga oshiriladi. Issiqlik elektr stansiyalarini ishlash jarayonini misolga olsak, u erda ishchi jism bo'lgan suv bug'ining issiqlik energiyasini mexanik energiyaga aylanishi hisobiga elektr energiyasi hosil bo'ladi. Bu esa turbogeneratorlarda amalga oshiriladi. Demak, turbinaning vazifasi ikkita ketma-ket jarayonni biri-bug'ning issiqlik energiyasini kinetik energiyasiga, ikkinchisi - kinetik energiyani mexanik energiyaga aylanishini amalga oshirib beradi. Turbina stator va rotor qismlariga bo'linadi. Stator bu qo'zg'almas qismi bo'lib, unda soplo yo'naltiruvchi parraklar, buni taqsimlovchi drossel qurilma, tezliklar regulyatori, podshipniklar, reduktor, yog' nasosi va boshqalar joylashgan. Rotor bu qo'zg'aluvchan qism bo'lib, unda val, disk bilan qo'yilgan bo'lib ishchi parraklar esa unga o'rnatilgandir.

Turbina ikki turga bo'linadi:

- 1) Aktiv turbina
- 2) Reaktiv turbina



1-rasm. a) aktiv turbinadagi jarayon; b) reaktiv turbinadagi jarayon

Aktiv turbinalarda hamma ishlatishi mumkin bo'lgan issiqlik soploda amalga oshadi, ya'ni vallarda bosim oxirgi bosimgacha kamayadi, ishchi parranlarda esa o'zgarmaydi. Tezlik soploda ortadi, so'ngra parraklarda sekin-asta kamayadi (1,a-rasm).

Reaktiv turbinalarda esa ishlash mumkin bo'lgan issiqlikni bir qismi soploda qolgan qismi esa ishchi parraklarda amalga oshiriladi (1,b-rasm).

Aktiv turbinaning ishlash uslubini ko'rib chiqamiz. Bug qozonida suvning qaynash natijasida hosil bo'lgan o'ta qizigan bug', bug' xarakatlanuvchi quvurlar yordamida bug'ni taqsimlovchi drossel qurilmasi (drossel klapani)ga kelib tushadi. U erdan bug' turbinaning asosiy elementi bo'lgan soploga kelib tushib, u erda bug'ning bosimi kamayib tezligi ortadi (ya'ni issiqlik energiyasi kinetik energiyaga aylanadi). SHunday katta tezlik bilan bug' soplodan chiqib turbinaning valiga o'rnatilgan ishchi parraklarga uriladi va natijada parraklar aylana boshlaydi, ya'ni harakat sodir bo'ladi, kinetik energiya mexanik energiyaga aylanadi.

Turbinaga kelayotgan bug'ning boshlang'ich bosimi - R_0 soplodan chiqayotgan bug'ning bosimi - R_1 tezligi esa S_1 ga teng bo'ladi.

Bug' turbinaning birinchi pog'onasidan uning qo'zg'almas qismida joylashtirilgan yo'naltiruvchi parraklar yordamida ikkinchi pog'onaga, so'ngra keyingi pog'onalarga o'tib harakatini davom ettiradi.

63-rasmda uchta tezlik pogonasiga ega bulgan aktiv turbinaning chizma tasviri keltirilgan. Bug' R_0 bosim bilan soploga yuboriladi. Bu erda uning potensial energiyasi kinetik energiyaga aylantiriladi. S_1 tezlik bilan soplodan chiqib, bug' birinchi qator ishchi parraklarga kelib tushadi, bu erda uning kinetik energiyasi ishga aylanadi. SHunda uning yo'nalishi o'zaradi. S_2 tezlik bilan birinchi poona ishchi parraklaridan chiqib, bug' birinchi qator yo'naltiruvchi parraklarga kelib tushib, o'zini yo'nalishini o'zgartiradi va ikkinchi qator ishchi parraklarga kelib tushadi.

So'ngra bug' u erdan ikkinchi qator yo'naltiruvchi parraklarga kelib tushadi, undan chiqib uchinchi qator ishchi parraklarga yo'naladi va harakat davom etadi. Turbinaning uchinchi pogonasidan chiqqayotganda bug' juda katta bo'lmagan tezlikka ega bo'ladi.

2. Parraklardagi ishchi jarayon

Soplodan oqib chiqayotgan bug'ning oqimi, ishchi parraklari aylanayotgan disk yuzasiga qandaydir burchak ostida yo'naladi. Bunda ishchi paraklarga bug' oqimining qattiq urilmasdan kirib kelishi, ishchi parrakka kirib kelishdagi nisbiy tezlik parrakning kirishi yuzasiga urinma bo'lib yo'naladi. Ko'rib chiqilayotgan turbinaning parraklaridagi ishchi jarayon yoki kirish va chiqish tezliklar uchburchaklari 2-rasmda ko'rsatilgan . Bug' soplodan ishchi parraklarning birinchi qatoriga S_2 absolyut tezlik bilan α_1 burchak ostida kirib keladi, ishchi parrakning birinchi katonga kirishdagi nisbiy tezligi - S_2 tezlik bilan chiqib bug' yo'naltiruvchi parraklarning birinchi qatoriga tushadi, yo'naltiruvchi parraklar qo'zgalmas bo'lgani uchun, bug' u erda ish bajarmaydi, faqat yo'nalishini o'zgartiradi, bug'ning yo'qotilishi hosil bo'lgani uchun uning tezligi birmuncha kamayadi. Ikkinchi va uchinchi qator ishchi parraklarning tezliklar uchburchagini kurish xuddi shu tarzda olib boriladi. Diskda uchta pogonani qo'llanishi bug'ning chiqish tezligini yo'qolishini pasaytiradi va valning aylanishlar sonini kamaytiradi.

3. Turbina diski aylanisiga kerak bo'ladigan tezlik

Bug'ning kinetik energiyasini to'liq ishlatish uchun, aktiv turbina parragidan harakat tezligi bug' oqimining tezligidan ikki marotaba kichik bo'lishi kerakdir, ya'ni

$$S_1 = 2 U \text{ yoki } U/C_1 = 1/2 = 0,5 \quad U = 0,5$$

bu erda S_1 - bug'ning tezligi;

U - aylana bo'yicha parrakning tezligi;

d_{0r} - parrakning o'rtasidagi aylana diametri;

n - valning aylanishlar soni;

SHunday qilib, aylanma tezlik nazariy jihatdan bug' oqimining absolyut tezligining yarmiga teng bo'lishi kerak. Ikki pog'onalikda ikki marta kichik, uch pog'onalikda esa uch marotaba kichik bo'ladi. Bunday holatni matematik ravishda echimini topib beriladi. U/C_1 nisbatni qo'llanmaslik FIKni pasaytiradi. Umumiy xolatda $U/S_1 = 1/2Z$ ifodasini qo'llaniladi. Bu ifodada: Z - ko'rib chiqilayotgan turbinaning pog'onalar soni.

Ko'rib chiqilayotgan turbina uchun $U/S_1=1/2Z$;
 $U/C_1=1/U=0,166$ bo'ladi.

Yo'qolishlarni hisobga olgan holda:

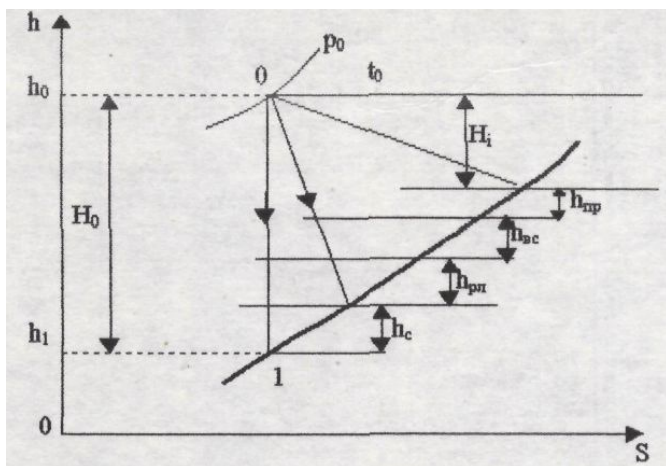
$U/C_1=0,15$ bo'ladi.

Demak, ko'rib chiqilayotgan tezligi uch pog'onada o'zgaruvchi aktiv bug' turbinani kinetik energiyasini aniqlashda uchun aylanma tezlik oqim tezligidan olti marotaba kichik bo'lishi kerak, bunda valning aylanishlar soni 8250 ayl/min oshib ketadi. Zamonaviy generator, nasoslar 3000 ayl/min qabul qila oladi, shuning uchun valning aylanishlar sonini kamaytirish uchun reduktor o'rnatiladi.

4. Tezligi uch pogonada o'zgaruvchi aktiv bug turbinasining ishchi jarayonini h-s diagrammada ko'rinishi

Turbinadagi ishchi jarayon bir qancha yo'qolishlar bilan boradi, buning asosiy sababi mexanik ishni hosil qilinishida issiqlik energiyani ko'proq ishlatiladi. Yo'qolishlar quyidagi turlarga bo'linadi:

- I. Soplodagi yo'qolish bug' zarrachalarini ishqalanish tufayli soploning devorlariga urilishi natijasida yuzaga keladi. Undan tashqari bug'ning soplodan oqib chiqishi zarrachalarning tartibsiz harakati hisobiga bo'ladi, buning natijasida soplodan oqib chiquvchi bug'ning absolyut tezligi nazariyasidan kichik bo'ladi. Soplodagi yo'qolish kerak bo'ladigan issiqlik tushishining 10% tashkil etadi.
- II. Ishchi parraklardagi yo'qolishlar - bug' zarrachalarini parraklarni oldingi qismiga urilishi natijasida yuzaga keladi, u 15-20 %ni tashkil etadi.
- III. Bug'ni chiqishidagi yo'qolishlar - bu yo'qolishlarlar bug' turbinadan chiqishda ham oz miqdorda bo'lsa xam absolyut tezlikka ega bo'ladi, bu kinetik energiyadir, bu energiya hech qaerda ishlatilmaydi, shuni hisobiga hosil bo'ladi, u 2 - 4% ni tashkil etadi.
- IV. Ventilyasion yo'qolishlar va bug'ning diskka ishqalanishidagi yo'qolishlar



2-rasm. Aktiv pog'onadagi jarayonning h-s diagrammasi

Ventilyasion yo'qolishlarni hosil bo'lishi turbinaning birinchi pog'onasida bug'ning solishtirma hajmi hali katta bo'lmaganda hosil bo'ladi, bu bug'ni kirishi disk aylanasi bo'ylab emas, balki bir qismiga berishi hisobiga bo'ladi.

Bug'ni diskka ishqalanishi hisobiga bo'ladigan yo'qolishlar - disk aylanishi natijasida uning yuzasiga yopishgan bug' zarrachalarini o'zi bilan olib ketadi, bunga esa energiya sarflanadi.

Atrof muhitga bug'ni turbinaga kirishdagi va chiqishdagi yo'qolishlar mavjud.

Sanab o'tilgan yo'qolishlar turbinaning nisbiy foydali ish ko'effitsientida e'tiborga olinadi, u quyidagicha belgilanadi - η_{oe} .

Ishchi jarayon h-s diagrammada keltirilgan (64-rasm). bunda H_0 - turbina ishlashi kerak bo'lgan issiqlik tushishi.

H'_0 - soplodan oldingi issiqlik tushishi.

Kengayish jarayoni $A_0 A'_0$ egri chizig'i bilan ko'rsatilgan turbinada ishlatilgan issiqlik tushishi $A_0 L$ adiabat bilan chizilgan.

Issiqlik yo'qolishlarinig yig'indisi $A'_1 + L$ chizig'i bilan ko'rsatilgan.

1) $A_i A_1$ - soplodagi yo'qolishlar (h_e)

- 2) SE - I qator ishchi parraklardagi yo'qolishlar. (h_i).
- 3) GE EG - I qator yo'naltiruvchi parraklardagi yo'qolishlar (h'_{iyh})
- 4) GE - II qator ishchi parraklardagi yo'qolishlar. (h''_u)
- 5) E' G' - II qator yo'naltiruvchi parraklardagi yo'qolishlar (h'''_{iyh})
- 6) G' E'' - III qator ishchi parraklardagi yo'qolishlar (h''''_u)
- 7) EK - ventilyasion va ishqalanishdagi yo'qolishlar (h_v ishq)
- 8) E - chiqishdagi tezlik bilan yo'qolishlar (h_{ch})

Turbinada ishlatilgan issiqlik tushishi H_i ning H'_0 ga nisbati ichki nisbiy F.I.K. deyiladi va 3_{oi} deb belgilanadi. $3_{oi} = H_i / H_0$

3_{oi} - har bir turbinani ishlashida issiqlikni qancha qismi mexanik ishga aylanishi ifodalaydi, past bosimli turbinalarda $3_{oi} = 0,6-0,93$ atrofida bo'ladi.

Turbinaning validagi quvvat, turbina ichidagi quvvatga qaraganda kichik bo'ladi, bu podshipniklarni ishqalanishi tufayli, nasoslarni ishlashi tufayli yuzaga keladi, bu esa mexanik F.I.K bilan tavsiflanadi va 3_M deb belgilanadi. $3_M = 0,92-0,93$.

Turbinaning nisbiy effektiv FIK:

$$3_{oe} = 3_{oi} * 3_M$$

quvvati kichik bo'lgan turbinalarda $3_{oe} = 0,55-0,65$ bo'ladi.

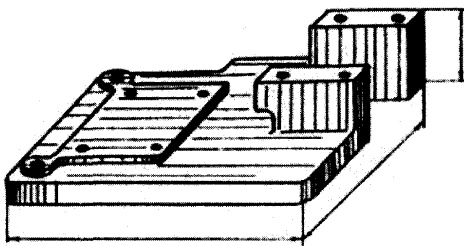
II. Turbinaning asosiy detallari

1. Asosiy plita

Asosiy plita (12.5-rasm) turbina va reduktor korpusining usti hisoblanadi. U ichi g'ovak cho'yan rama shaklida yasalgan. Asosiy plita asos ustiga o'rnatilgan. Turbinaning asosi odatiy ish jarayonini kafolatlashi va yuqori tebranish sharoitini yaratmasligi kerak.

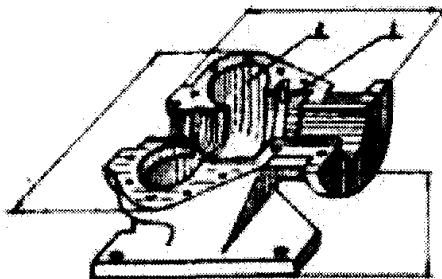
Bundan tashqari turbinaning asosi har qanday sharoitda pishiq – puxtalik talablariga javob berishi kerak.

12.5-rasm Asosiy plita



2. Turbina qobig'i

Turbina qobig'i turbinaning harakatga keltiruvchi qismi bo'lgan rotorga moslab silindrik shaklda ishlangan. Qobiqning qo'zg'almas qismida, uni alohida kameralarga bo'luvchi yo'naltiruvchi kuraklar yoki diafragmalar biriktirilgan.

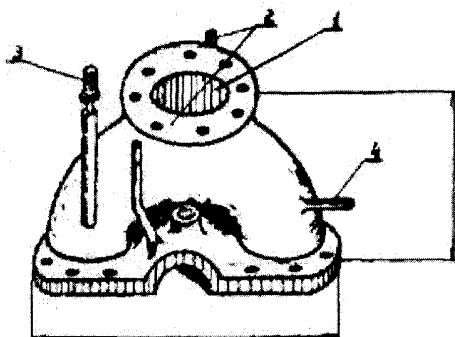


12.6-rasm. Turbina korpusi

Turbina qobig'ini yig'ish va tayyorlashda qulaylik yaratish uchun valning o'qidan o'tuvchi tekislik bo'yicha gorizontal qiyiqqa ega. Turbina qobig'i ikkita po'lat yuqori va pastki yarim qismlardan tashkil topgan, ular esa flanestlar bilan biriktirilgan. Undan tashqari qobiqning har bir yarmi bir necha uymaga ega bo'lib, ular qobiqni yig'ishni yengillashtiradi. Korpusning ichki qismida pastda yo'naltiruvchi kuraklarli qisqich va segmentli soplo o'rnatilgan (1). Kurakning oxirgi pog'onasidan chiqayotgan bug' turbinaning kengayuvchi qismiga kelib tushishi natijasida u keskin kengayadi, bug' egilgan qismidan chiqib ketadi (2).

Turbinaning korpusida chiquvchi quvurlar joylashgan bo'lib, ular yordamida labirintli zichliklardan bug' atmosferaga va ehtiyot klapanlariga chiqib ketadi (12.7-rasm). Korpusni quyish uchun cho'yan va po'latdan foydalaniladi. Turbina qoplamasining chiquvchi qismidan (1) bug' chiqib ketadi. Turbina qoplamasida joylashgan quvurlardagi (2) labirintli to'ldiruvchilar orqali bug' atmosferaga saqlanuvchi klapan (3) orqali chiqib ketadi.

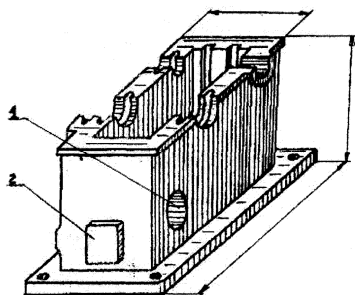
12.7-rasm. Turbina qoplamasi



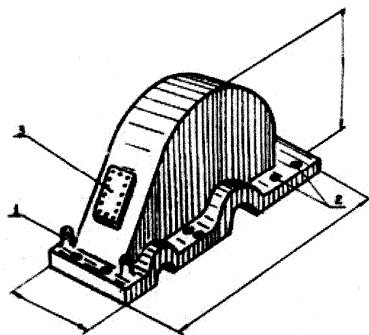
3. Reduktor korpusi

Reduktor korpusi boltlar yordamida bevosita asosiy plitaga biriktiriladi (12.8-rasm). Korpus gorizontaal o'yiqlik bilan ishlangan bu reduktorni yig'ish uchun imkoniyat yaratadi.

Ichi g'ovak reduktorning korpusi moyli (1) idish vazifasini bajaradi. Moy sovutkichining korpusi reduktor korpusi bilan quyma holda ishlangan. Reduktorning korpusiga asosiy va yordamchi moy nasosi (2) mahkamlangan qarama-qarshi tomonida esa moy rezervuarini tozalash lyuki joylashgan. Reduktorning yuqori qobig'i (9-rasm) kuchli o'yiqlarga ega bo'lib u reduktorning korpusiga ulanishiga yordam beradi. Reduktor korpusiga mahkamlovchi yoriq qopqoqli tuynukdan iborat bo'lib u yirik tishli g'ildirakli kuzatib turishga mo'ljallangan. Korpus cho'yandan ishlanadi.



12.8-rasm Reduktor qismi



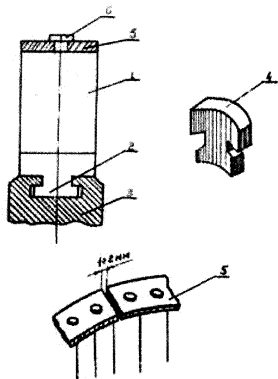
12.9-rasm Reduktorning yuqori qismi

4. Val

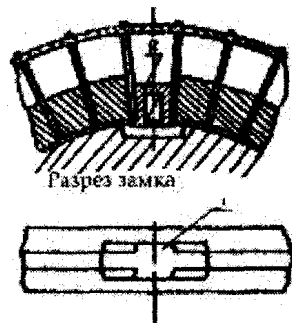
Val asosiy moy nasosining aylanuvchi tishli shesternyasi, reduktorning kichik shesternyasi, turbina kuraklarining diski, labirint,

xavfsizlik avtomati va markazdan qochma regulyatordan iborat. Turbinaning vali yuqori termik ishlovdan o'tgan sifatli po'latdan tayyorlangan bo'lib, disk bilan birga quymadir. Valning orqa qo'shimchasida shesternya biriktirilgan, u reduktorning tishli g'ildiragi va moy nasosiga aylanma harakatni uzatadi. Valning old qismi oxirida xavfsizlik avtomati va tezlik regulyatori o'rnatilgan. Rotor (turbinaning aylanuvchi qismi) uch qator kuraklarga ega, u disk yoriqi atrofiga uchi bilan biriktirilgan va o'z o'rnida disk asosiga mahkamlangan.

5. Kuraklar



12.10-rasm Turbina kuraklari



12.11-rasm Oqim kengayishi

Ishchi kuraklar turbinaning eng qimmat va asosiy ishni bajarib beruvchi elementlardan hisoblanadi. Konstruktiv jihatdan ishchi kuraklarni quyidagi qismlarga bo'lish mumkin: 1- ishchi qismi, 2-dum qismi va ishchi kuraklarni pog'ona bilan bog'lovchi elementlar.

Ishchi qismi ko'ndalang kesmning perimetri bo'yicha ichki va tashqi qismiga bo'linadi. Ishchi kurakning ko'rinish qismi kuraklar balandligi bo'yicha o'zgaruvchan va o'zgarmas bo'lishi mumkin. Dum qismi – ishchi kurakning qismi bo'lib, ishchi g'ildirakka biriktiriladi va u orqali diskka kurakning hamma kuchi beriladi. Oraliq qismi-bu kurakning dum qismidan ishchi qismiga o'tuvchi qism bo'lib, diskdan tashqarida joylashadi, lekin ishchi qism bo'lib hisoblanmaydi. Qo'shni kuraklarning dum qismlari orasida 4-oraliq jism o'rnatilgan bo'lib, u kuraklar oralig'ini aniqligini belgilaydi. Kuraklar bir-biriga qattiq birikishini ta'minlovchi 5-bandajlar bilan ta'minlangan. Bandajlarni biriktirilishi uchun 6-qisqichlar o'rnatilgan. Bandaj o'rnatilishi bilan qisqichlar

maxkamlanadi. Bandajlar kuraklar birikmasini (10-12 dona) birlashtiradi. Sektsiyalar oralig'ida 1-2 mm teshik qoldiriladi. Parrallel dum qismi 1-kengaygan qismidan (12.11-rasm) teshiksimon qismiga kiritiladi, so'ngra 2-maxsus qulupga qo'yiladi. Kuraklar qulupi ikkita qo'yiladigan qismidan iborat bo'lib, har birini turtib chiqqan joyi mavjuddir. Shu joyga qo'shni kuraklar joylashtiriladi.

6. Soplo

Soplo po'latdan segment ko'rinishda qo'yilgan bo'lib, issiq nasadkaga bolt bilan turbina korpusiga mahkamlangan.

7. Yo'naltiruvchi kuraklar

Korpusning pastki qismida bug'ni ma'lum miqdorda o'tkazuvchi ikki pog'onali yo'naltiruvchi kuraklar joylashgan. Bu kuraklar turbina korpusiga joylashtiriladi va vintlar bilan mahkamlanadi. Kuraklar oralig'idagi masofani aniq o'lchovda saqlash uchun ularning orasiga oraliq jismlar to'sib qo'yiladi. Kuraklar aylanasi g'ildirak shinasi bilan bog'langan.

8. Zichlagichlar (uplotneniye)

Turbinaning vali uning korpusidan ikki joyda chiqib turadi, bu esa yuqori bosimga ega bo'lgan bug'ning tashqariga chiqib ketishiga sabab bo'ladi, shuning uchun ham zichlagichlar bilan o'rab qo'yiladi, bu bug'ni tashqariga chiqib ketmasligining oldini oladi. Val ust tomonidan aylanma taroqsimon do'ngliklar bilan ta'minlangan. Ular shunday tanlanganki orasidagi masofa galma-galdan bug'ni to'liqsimon harakatlanib o'tishiga imkon beradi. Jumladan quyidagi hodisa sodir bo'ladi: bug' birinchi tirqishdan o'tganda, bosimning bir qismini yo'qotadi va birmuncha tezlikka ega bo'ladi, keyingi pog'onaga kichik tezlik bilan yaqinlashadi. Xuddi shuning o'zi boshqa aylanma tirqishlarda sodir bo'ladi va natijada bug'ning bosimi sekin asta tashqi bosimga tenglashadi.

9. Podshipniklar

Chidamliligi va ishonchliligi ma'nosida turbina tayanchiga juda katta talablar qo'yiladi. Kichik yo'qotishlar o'rnatishning aniqlik imkoniyati va ishqalanish hisobiga asosiy va ikkilamchi qismlarga bo'linadi.

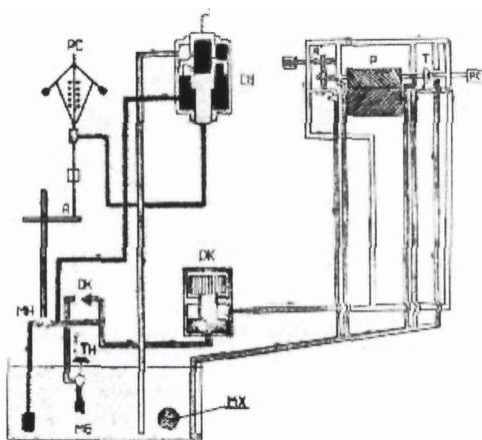
Tayanch podshipniklar qattiq bo'lib, turbina korpusi bilan birga qo'yilgan tirgovuch qismidir. Turbina valida asosan ikki turdagi podshipniklar mavjuddir: birinchisi - tayanch; ikkinchisi ham tayanch, ham suyanuvchi. Har ikkisinin ham vazifasi turbinaning rotorini katta tezlik bilan harakatlanganda turbina rotorini otilib ketmasligini ta'minlaydi.

10. Turbinaning issiqlik izolatsiyasi

Turbina korpusi va unga biriktirilgan bug' harakatlanuvchi quvurlarning issiqlik izolatsiyasi, nafaqat atrof-muhitga issiqlik yo'qolishi, isrofni maksimal kamaytirish, balki turbinaning issiq detallarining notekis sovishini oldini olishdir. Issiq izolatsiya odatda qobiqlarning yoki izolyatsion materialdan yasalgan to'shamalarini moylash natijasida hosil bo'lgan materiallardan qilinadi.

III. BUG' TURBINASINI MOYLASH

Turbinani moylash avtomatik tarzda bajariladi, bunda doimiy ravishda moylash tizimiga qo'yilgan turbina moyi aylanib turadi (12.12-rasm). Moyning kamayishi, asosan, zichlashmagan joylardan oqib chiqishiga bog'liqdir. Asosiy moy nasosi orqali moy barcha podshipniklarga uzatiladi. Asosiy moy nasosi reduktor korpusining pastki qismida joylashgan.



12.12-rasm Turbinani moylash chizmasi

Odatda turbina ishga tushganidan 10-15 minut o'tgach, kerakli bosimda turbina valining aylanishi $\frac{1}{3}$ qismiga yetganda moy nasosi moy uzata boshlaydi. Shuning uchun asosiy moy nasosidan tashqari yordamchi nasos joylashtirilgan. Yordamchi nasos turbinani ishga tushirishda va to'xtash vaqtida ishlatiladi.

Moylash nasosi turbina reduktorining pastki qismida joylashgan moylash bakidan moyni so'rib oladi. Moy 4-7 atm ortiqcha bosim bilan servomotorning sozlash tizimi, reduktor klapani va moy uzatish tizimi bilan turbina podshipniklarini moylaydi. Ish bajarib bo'lgan moy bakka qaytib keladi. Moy bakidagi moy sovutkich sirtlarida sovutiladi. Moy bakining tubi suv va ifloslikni tez to'liq olib tashlash uchun qiyalikka ega. Moy bakida moy sovutkich joylashgan. Moy baki moy sathi ko'rsatkichi bilan ta'minlangan.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Turbinaning vazifasi nimadan iborat?
2. Turbinaning qo'zg'almas qismida qanday elementlar joylashgan?
3. Turbinaning soplosi qanday vazifani o'taydi?
4. Nima uchun turbina rotoridagi kuraklarning diametri ketma-ket ortib boradi?
5. Aktiv va reaktiv turbinalardagi jarayonlarni so'zlab bering.

3-tajriba ishi

ICHKI YONUV DVIGATELLARINING ISHLASH USLUBI VA SIKLLARI

Ishning maqsadi: ichki yonuv dvigatellarining asosiy qismlari, ishlash uslubi, sodir bo'ladigan sikllar bilan tanishish va uning F.I.K.ni berilgan parametrlari orqali aniqlash.

I. NAZARIY QISM

Ichki yonuv dvigateli - yonilg'ining kimyoviy energiyasini mexanik ishga aylantirib beradigan porshenli issiqlik dvigateli.

Gaz bilan ishlaydigan birinchi yarokli IYDni fransuz mexanik E. Lenuar (1860) loyihalagan; 1876 y.da nemis kashfiyotchisi N.Otto ancha mukammal 4 taktli IYD yasagan. Rossiyada 1880-yillarda O.S. Kostovich benzin bilan ishlaydigan karbyuratorli dvigatel yasadi. R. Dizel 1897 y.da yonilg'ini siqilgan havo alangalatadigan IYD (dizel)ni taklif qildi. AKD1 da IYD o'rnatilgan birinchi traktor 1901 y.da ishlab chiqildi; akauka O. va U. Raitlar IYD o'rnatilgan dastlabki samolyotni yasashdi; bunday samolyotlar 1903 y.da ucha boshladi. Shu yili rus muxandislari IYDni "Vandal" kemasiga o'rnatishib, birinchi teploxodni yaratishdi. 1924 y.da Rossiyada Ya. M. Gakkel loyihasi bo'yicha birinchi teplovoz qurildi. 1957 y.da rotorporshenli Vankel dvigateli yaratildi. Hozirgi paytda I. yo.d. av-tomobillar, q.x. va yo'l qurilishi mashinalarida, o'ziyurar harbiy texnikada, mototsikllar va b.da keng ishlatilmoqda.

II. TAJRIBA QURILMASINING BAYONI

Porshenli ichki yonuv dvigatellari quyidagi mexanizm va tarmoqlardan tashkil topgan. Krivoship - shatun mexanizm, gaz taqsimlash mexanizmi hamda sovitish, moylash va ta'minlash tarmoqlari. Bundan tashqari, karbyuratorli dvigatellarda majburiy o't oldirish, dizel dvigatellarida esa yuritish tarmog'i bor.

Krivoship - shatun mexanizm gazning kengayishidagi bosimni uziga qabul qiladi, hamda porshenning to'g'ri chiziqli ilgarilanma va qaytma harakatini tirsakli valining aylanma harakatiga aylantirib beradi, uni tashkil qiluvchi detallar: tsilindr, halqalari bo'lgan porshen, porshen

barmog'i, shatun, tirsakli val va maxovik. TSilindrning ustki qismi tsilindr kallagi bilan biriktirilgan.

Gaz taksimlash mexanizmi yonilg'i aralashmasi yoki havoning tsilindriga kirishini hamda ishlatilgan gazlarni chiqarib yuborishini boshqarish uchun xizmat qiladi. Bu mexanizm tarkibiga gaz taksimlash val, gaz taksimlash valini yuritgich shesternyasi, turtkichlar, klapanlar hamda prujina kiradi.

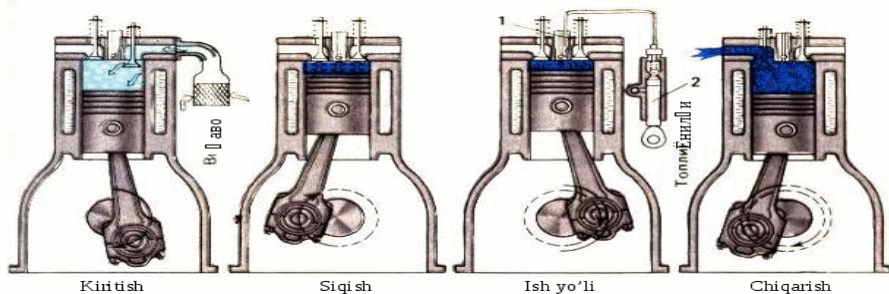
Ta'minlash tizimi benzin va havodan yonuvchi aralashma tayorlaydi, uni dvigatel tsilindrlariga uzatadi va ishlatilgan gazlarni tashqi muxitga chiqarib yuboradi.

Sovitish tizimi dvigatelning qizigan detallaridan ajralgan issiqlikni tarqatadi va uni eng qulay issiqlik maromida ishlashini ta'minlaydi. Dvigatel suv yoki havo bilan sovitiladi. Suv bilan sovitiladigan dvigatelda suv g'ilofi, havo bilan sovitiladigan dvigatelda esa maxsus sovitish qovurg'alari bo'ladi.

Moylash tizimi dvigatelning ishqalanuvchi detallariga moy uzatib, ularning ishqalanishini kamaytiradi, uning detallarini ishqalanuvchi sirntlarni qisman sovitadi, ishqalanuvchi yuzalardagi kirlarni va yeyilish zarrachalarini yuvadi hamda moyni tozalab beradi.

O't oldirish tizimi karbyuratorli dvigatel majburiy ravishda o't oldirish uchun elektr uchquni hosil qiladi va uni ma'lum tartibda tsilindrlarga yuboradi. **Bir silindrli 4 taktli karbyuratori I. yo.d. quyidagicha ishlaydi** : kiritish taktida (A) havo tozalagich orqali havo o'tib, karbyuratorda u yonilg'iga aralashadi va yonuvchi aralashma hosil qiladi; bu aralashma kiritish klapani orqali silindrga kiradi, qisish taktida yonuvchi aralashma 0,8-2 MPa gacha siqiladi, 200-400 gacha qiziydi. Porshen yuqori chekka nuqta (yu.ch.n.)ga 20-40°C (tirsakli valning aylanish burchagi) yetmasdan aralashma sham (svecha)dan o't oladi. Porshen yu.ch.n.ga yetgach, aralashma tekis yona boshlaydi. Gazlar bosimi 3-6 MPa ga, harorati esa 2200°C gacha yetadi. Kengayish (ish) takdi (V)da porshen gaz bosimi ta'sirida pastga harakatlanib, shatun vositasida tirsakli valni aylantiradi. Gaz bosimi 0,3-0,4 MPa, harorati esa 900-1200°C gacha pasayadi. Chiqarish takti (G) da chiqarish klapani porshen pastki chekka nuqta (p.ch.n.)ga 30-60°C yetmasdan ochila boshlab, yu.ch.n.dan 10-28°C o'tgandan keyin yopiladi. Demak, IYDning bir ish siklida tirsakli val ikki marta aylanadi, shundan yarim aylanish gazlarning porshenga ta'siri hisobiga, qolgan bir yarim aylanish zalvar massa (maxovik)ning inersiya kuchi hisobiga yuz beradi. Silindrlar soni

qancha ko'p bo'lsa, IYD shuncha tekis ishlaydi, tirsakli val ham shuncha ravon aylanadi.



3.1-rasm. Bir silindirli to'rt taktli dizelning ishchi sikli sxemasi
1-forsunka, 2- yonilg'i nasosi

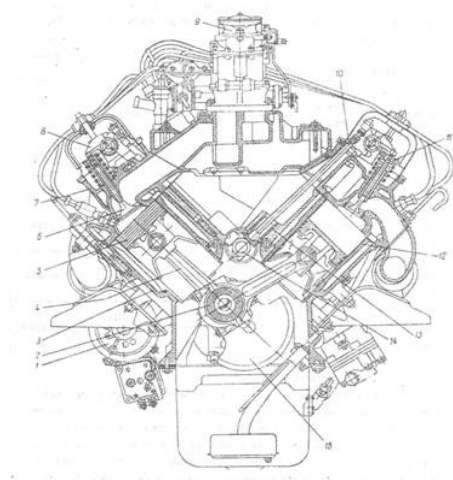
Ish jarayoni porshenning to'rt yo'lida, tirsakli val ikki marta aylanganda bajariladigan dvigatel deyiladi. **To'rt taktli dvigatelnin** **ish jarayoni** quyidagicha:

Kiritish (so'rish) takti. Bunda tsilindrga yonuvchi aralashma to'ldiriladi. Tirsakli val burilganda porshen YuChN dan pastga siljiy boshlaydi va porshen tepasidagi hajm kengayib siyraklanish hosil bo'ladi. Bu paytda kiritish klapani ochilib, tsilindr trubasi orqali karbyurator bilan tutashadi. Yonish kamerasida oldingi ish tsiklidan qolgan gazlar yangi kirgan yonuvchi aralashmaga aralashadi. Qoldiq gazlar aralashgan yonuvchi aralashma ishchi aralashma deyiladi. Kiritish taktida tsilindrdagi bosim 0,07...0,09 MPa, ishchi aralashmaning haroratsi 330-390 K bo'ladi.

Siqish taktida ishchi aralashma yonishga tayyorlanadi. Porshen PChN dan YuChN ga siljiganda tsilindr ichiga kirgan ishchi aralashmani siqadi. Kiritish va chiqarish klapanlari yopiq bo'lganligi sababli aralashmaning hajmi kengayib, tsilindrdagi bosim va harorat ko'tarila boshlaydi. Dvigatelnin siqish darajasiga qarab aralashma hajmi kamayadi. Siqish taktining oxirida bosim 0,9 - 1,2 MPa, haroratsi 500 - 700 K bo'ladi.

Kengayish takti. Yongan aralashmaning issiqlik energiyasi mexanik ishga aylantiriladi. Bu paytda kiritish va chiqarish teshiklari klapanlar bilan yopilgan bo'ladi. Gazlar kengayib porshenni pastga bosadi. Porshenni harakati shatun yordamida tirsakli valga uzatilib uni

aylantirishga majbur qiladi. Kengayish taktini oxiridagi bosim 0,3-0,4 MPa, haroratsi 1200-1500K bo'ladi.



3.2-rasm. Silindrlari V-simon joylashtirigan dvigatelning ko'ndalang kesimi: 1-startyor; 2-tirsakli val; 3-tsilindrlar bloki; 4-shatun; 5-porshen; 6- kiritish klapani; 7-tsilindrlar golovkasi; 8-koromislo; 9-karbyurator; 10-shtanga; 11-chiqarish klapani;12-tsilindrlar gil zasi; 13-turtkich; 14-taqsimlash vali; 15-tirsakli val va shesternyasi.

Chiqarish takti tsilindrlar ishlatilgan gazlardan tozalanadi. Porshen PChN dan YuChN ga siljib, ishlatilgan gazlar chiqarish teshigidan truba orqali atmosferaga chiqariladi. Chiqarish taktining oxirida gazning bosimi 0,11-0,12 MPa, haroratsi esa 700-1100 K bo'ladi. Dvigatel silindrlarining joylashtirilishiga qarab-tsilindrlari tik joylashtirilgan, yotiq joylashtirilgan, V-shaklida joylashtirilgan bo'lishi mumkin. Sovitilishiga qarab suv bilan sovitiladigan va havo bilan sovitiladigan dvigatellar bo'ladi. Karbyuratorli dvigatellarda silindrlar golovkasiga yondirish svecha o'rnatilgan bo'ladi.

III. ICHKI YONUV DVIGATELARINIG SIKLLARI

Issiqlik mashinalari 2 turga bo'linadi;

- 1) Tashqi yonuv dvigatellari
- 2) Ichki yonuv dvigatellari

Tashqi yonuv dvigatellarida yonish jarayoni boshqa bir dvigatelda amalga oshiriladi. Ichki yonuv dvigatellarida esa yonish ham, ish bajarish yonish kamerasida amalga oshiriladi. Hozirgi zamonda ishlayotgan ichki yonuv dvigatellarini 3 turga bo'lish mumkun:

1. Hajim o'zgarmaganda ($v=\text{const}$) issiqlik keltiruvchi sikl
2. Bosim o'zgarmaganda ($P=\text{const}$) issiqlik keltiruvchi sikl
3. Qisman hajim ($v=\text{const}$) qisman bosim ($p=\text{const}$) issiqlik keltiruvchi sikl.

I yo d tekshirishda ularga keltirilgan, olib ketilgan issiqlikni paremetirlar o'zgarishi siklining FIK bajargan ishni aniqlanadi.

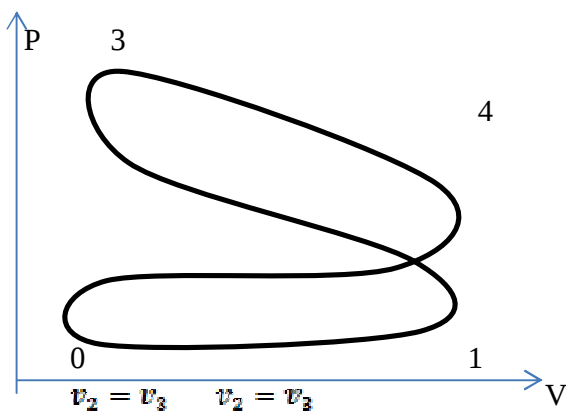
I yo d larning asosiy harakteristikalariga quydagilar kiradi;

1. $\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$ -siqilish darajasi
2. $\gamma = \frac{P_3}{P_2}$ -bosimni oshirish darajasi
3. $\rho = \frac{v_3}{v_2}$ -avvaldan kengayish koeffsienti

1. $V=\text{const}$ issiqlik keltiruvchi sikl.

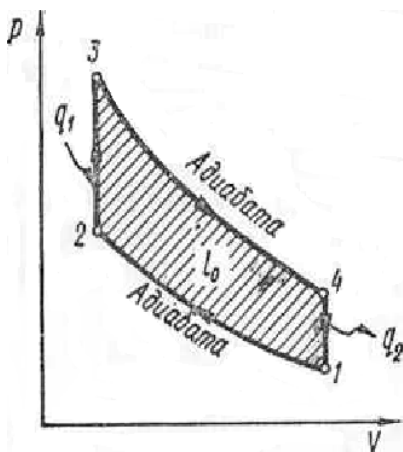
Ushbu sikilning indicator diagrammasi ko'rib chiqamiz. Buning uchun dvigatelini ishlash jarayonida indicator deb ataluvchi qurilma ulamadi. Qurilma sikli ishlashida sodir bo'layotgan termadinamik jarayonlarni ko'rsatib beradi. Diagramma quydagi ko'rinishga ega.

Ish bajarish jarayoni porshini holatiga bog'liq bo'ladi. Bu dvigatellarda yoqilg'I sifatida yengil yoqilg'ilar-benzin, generator gazlari, spirtlar ishlatiladi. Tirsakli valning 2 marta aylanishda 4 ta takt bajariladi shuning uchun 4 taktli deyiladi.

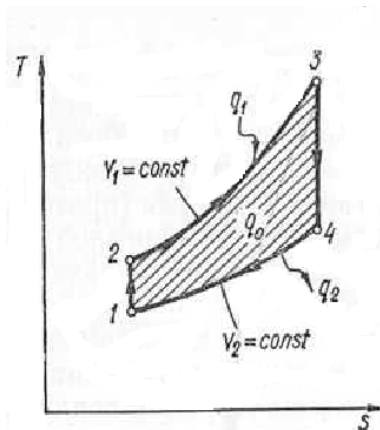


3.3-rasm. IYD ning indikator diagrammasi

1. $V = \text{const}$ bo'lgandagi issiqlik keltiruvchi siklni ko'rib chiqamiz. Uni P-V va T-S diagrammasi quyidagi ko'rinishga ega.



a



b

3.4-rasm. Ichki yonuv dvigatellarida izoxor tarzda issiqlikni keltirilish sikli: p-V koordinatalarda (a); T-S koordinatalarda (b)

Porshen yuqori nuqtadan pastki nuqtaga harakatlanganda so'rish jarayoni amalga oshiriladi so'rish jarayoni termodinamik jarayon emas. So'ngra adibatik siqilish jarayoni 1-2 chizig'i bo'ylab davom etadi. Shu jarayon ohirida 2-3 izahor ravishda issiqlik keliriladi, yonish shunchaki tez bo'ladiki, hajim o'zgarmasdan qolib, bosim ortadi. Ishchi massa 3-4 chizig'i bo'ylab ushbu uning asosiy karakteristikasi bo'lib bosimni oshirish darajasi γ -avvaldan kengayish koefsiienti $\rho = \frac{q_2}{q_1}$ hisoblanadi.

Termik FIK aniqlaymiz.

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

q_1 va q_2 larni yozib olamiz

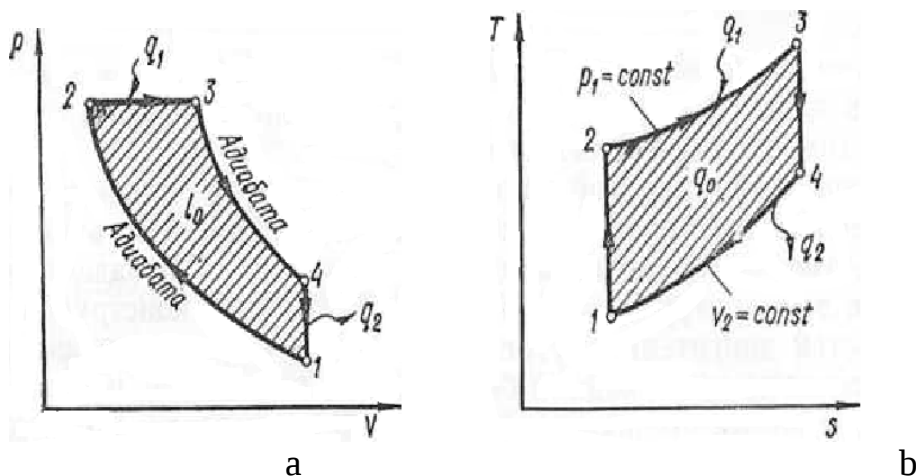
$$q_1 = c_v (T_3 - T_2) \quad (2)$$

$$q_2 = c_v (T_4 - T_1) \quad (3)$$

$$\eta_t = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}} \quad (4)$$

2. $P=\text{const}$ bo'lganda issiqlik keltiruvchi sikl

$V=\text{const}$ bo'lganda siklni ko'rib chiqamiz shu narsa aniq bo'ldiki uni termik FIK torayish darajasiga bog'liq bo'ladi, siqilish darajasini oshirish esa dvigatel detallarini detannatsiyaga olib keladi undan tashqari yoqilg'I aralashmasi alangalanish haroratiga bog'liqdir. Bunda usul esa alohida alohida jarayonlarni amalga oshirish mumkin bo'lgan sikl yaratilishi kerakligi isbotlandi. Bunday siklni dizel degan olim ishlab chiqdi.



3.5-rasm. Bosim o'zgarmaganda ($P=\text{const}$) issiqlik keltiruvchi ichki yonuv dvigatellari: a) p - V koordinatalarda; b) T - s koordinatalarda

Havo alohida siqilishi natijasida harorat ko'tariladi va yoqilg'I berilishi natijasida yoqilg'I aralashmasi hosil bo'ladi. Buning uchun esa hech qanday qurilma kerak bo'lmaydi. Shunday hususiyslarga bosim o'zgarmaganda issiqlik keltiruvchi sikl ega. Uning P - V va T - S diagrammasi quyidagi ko'rinishga ega.

Gaz P, V, T , parametrlari bilan adiabatik siqiladi 2-3 izabar ravishda issiqlik keltirilgan 4-1 izahor ravishda issiqlik q_2 olib ketiladi ishchi jism avvalgi holatiga qaytadi. Siklning asosiy harakteristikalariga quyidagilar kiradi:

$$1. \text{ Siqilish darajasi } \epsilon = \frac{V_1}{V_2}$$

2. Avvaldan kengayish koefisienti $\rho = \frac{v_1}{v_2}$

FIK ni aniqlaymiz

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

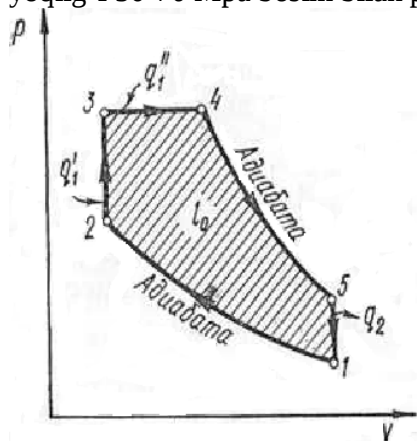
$$q_1 = c_p (T_3 - T_2) \quad (2)$$

$$q_2 = c_v (T_4 - T_1) \quad (3)$$

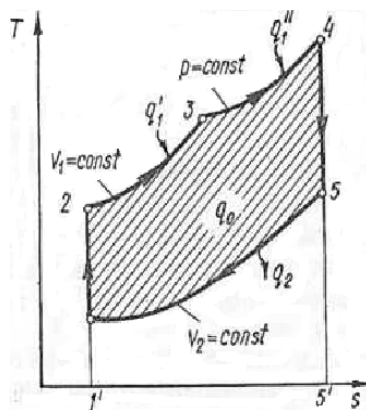
$$\eta_{\tau} = 1 - \frac{\rho^{k-1}}{k \rho^{k-1} (\rho - 1)} \quad (4)$$

3. Qisman $V=const$ qisman $P=const$ bo'lganida issiqlik keltiruvchi IYD sikli

Avvalgi ko'rib chiqilgan sikl ham anchagina kamchiliklarga egadir ulardan biri yoqilg'ini yetkazib beruvchi kalenressorni qo'llanishidir kalenressorni ishlashi uchun. Dvigatelni umumiy quvvatdan 6-10 % sarflanadi bu esa kanstruksiyani murakkablashishiga tasiri katta bo'ladi yoqilg'I 50-70 Mpa bosim bilan purkaladi bunday dvigatelni rus olimi



a



b

3.6-rasm. Ichki yonuv dvigatellarida issiqlikning aralash usulda keltirilish sikli. a) P-V koordinatalarida; b) T-S koordinatalarida.

Trinkler ishlab chiqqani uchun uni Trinkler sikli deyiladi suyuq yoqilg'I nasosdan yoqilg'I porsunkasi orqali siklga yuboriladi yoqilg'I qizayotgan havoga kelib tushadi alangalanadi va butun voqiy davomida forsunka ochiq vaqitda avval hajim o'zgarmaganda so'ngra bosim o'zgarmaganda yonadi. Ushbu siklni P-V va T-S diagrammasi quydagi ko'rinishga egadir.

Ishchi jism P,V,T, parametrlar bilan 1-2 adibata bo'yicha 2 – nuqttagacha siqiladi izahora 2-3 bo'yicha ishchi jism q izabara 3-4 orqali q issiqlik keltiriladi 4-nuqtadan boshlab ishchi jism 4-5 adiabatga bo'yicha kengayadi va izahora 5-1 bo'yicha atrof muhitga chiqarib yuboriladi so'ngra ishchi jism o'zining avvalgi holatiga qaytadi va q issiqlik qabul qilinadi.

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

$$q_1' = c_v (T_2 - T_1) \quad (2)$$

$$q_1'' = c_p (T_4 - T_3) \quad (3)$$

$$q_2' = c_v (T_5 - T_1) \quad (3)$$

$$\eta_T = 1 - \frac{T_1 \gamma p^k - T_1}{T_1 s^{k-1} \gamma p - T_2 s^{k-1} + k(T_2 s^{k-1} \gamma p - T_1 s^{k-1})} =$$

$$1 - \frac{T_1 (\gamma p^{k-1})}{[T_1 s^{k-1} (\gamma p - 1) + T_1 s^{k-1} \gamma k (\gamma p - 1)]} - 1 - \frac{\gamma p - 1}{s^{k-1} [(\gamma p - 1) + \gamma k (\gamma p - 1)]}$$

; (4)

Olingan qiymatlardan shunday hulosa kelib chiqadiki ushbu siklni FIK siqilish darajasiga avvaldan kengayish koefssientiga adiabatga ko'rsatkichiga bog'liq emas.

IV. Nazorat savollari

1. Issiqlik mashinalari necha turga bo'linadi?
2. IYDlari haqida tushuncha bering.
3. To'rt taktli IYDlarining ishlash uslubi.
4. Ikki taktli IYDlarining ishlash uslubi.
5. V=const issiqlik keltiruvchi sikl.
6. P=const bo'lganda issiqlik keltiruvchi sikil
7. Qisman V=const va qisman P=const bo'lganida issiqlik keltiruvchi IYD sikli

4,5-tajriba ishi

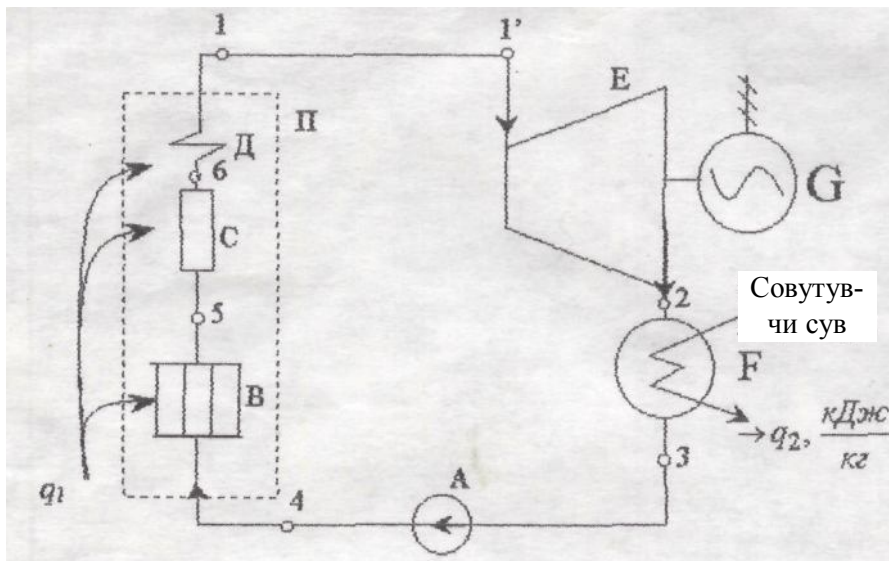
BUG‘ TURBINA QURILMASINING SIKLINI HISOBLASH ASOSLARI

Ishning maqsadi: bug‘ turbina qurilmasi siklining foydali ish koefitsientini aniqlashda suv bug‘ining diagrammalari, jadvallaridan foydalanishni o‘rganishdan iborat.

NAZARIY QISM

Issiqlik energetikasining asosi bo'lib, bug' turbina qurilmalari hisoblanadi, bunday qurilmalarda ishchi jism sifatida suv bug'i ishlatiladi.

Bug' turbina qurilmasining chizma tasviri 1-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm. A-nasos, V- bug‘ qozonining ekonomayzeri, S- bug‘ qozrnining bug‘latuvchi qismi, D- bug‘ qizdirgich, E- bug‘ turbinasi, F- kondensator, G- elektrogenerator.

Nasos – A suvni kerakli bosimgacha oshirib beradi va uni bug‘ qozoniga yuboradi. Bug‘ qozonining ekonomayzerida suv qaynash

haroratigacha qizdiriladi. soʻngra u bugʻ qozonining bugʻlatuvchi qismiga yuboradi va toʻyingan bugʻga aylanadi. Toʻyingan bugʻ bugʻ qizdirgichda quritilib, soʻngra oʻta qizigan bugʻga aylanib bugʻ turbinasiga kelib tushadi. Turbinadagi bugʻning issiqlik energiyasi kinetik energiyaga aylanadi, yaʼni bosim kamayib, tezligi ortadi, soʻngra mexanik energiyaga aylanadi. Turbinaning parraklari aylanishi hisobiga ish bajariladi. Turbina valining bir qatorida elektrogenerator joylashgan boʻlib, elektrogeneratorda mexanik energiya elektr energiyaga aylanadi.

Ishlatilib boʻlingan bugʻ kondensatorga kelib tushadi va u erda oʻzining issiqligini sovuq suvga bergan holda kondensatga aylanadi. Hosil boʻlgan kondensat yana nasos orqali bugʻ qozoniga yuboriladi va sikl qaytariladi. Koʻrib chiqilgan chizma bugʻ turbina qurilmasining chizmasi boʻlib, u Renkin sikli boʻyicha ishlaydi.

2 va 3-rasmda Renkin siklining P-V va T-S diagrammasi koʻrsatilgan.

Renkin siklini tuzish uchun hamma jarayonlarni qaytar jarayonlar deb qabul qilinadi. Bugʻ qozonida jarayon $R_1 = \text{const}$ sodir boʻladi. Bugʻ turbinasining kengayishi va nasosda suv oqimining bosimini ortishi adiabatik ravishda boʻladi. Bugʻning kondensatorda qaytadan suvga aylanishi esa $R_2 = \text{const}$ jarayonida sodir boʻladi.

T-S diagramma (2-rasm, v)da 4-5 izobara, $x=0$ boʻlgan egri chiziqqa yaqin joylashgan. Agar nasosga sarflangan ishni hisobga olmasak, u holda issiqlikni keltirish 3-nuqtadan boshlanadi deb hisoblash mumkin va turbinada olingan ishning hammasi foydalaniladi.

2-rasmda Renkin siklida bugʻning kritik bosimgacha boʻlgan holati koʻrsatilgan. Bunda suvning bugʻga aylanishi (5-6 chizigʻi) jarayoni alohida aniq ravishda chizib koʻrsatilgan.

Kritik bosimdan yuqori bosimga ega boʻlgan suv bugʻi holatida issiqlikni keltiruvchi izobara chizigʻi kritik nuqta boʻlgan k ni tekis ravishda aylanib oʻtadi (3-rasm, v). Bunda 2-rasmdagi 5, 6 nuqta boʻlmaydi (bunday holatda 4-1 izobara, 4-5 izobaraga oʻxshab $x=0$ boʻlgan egri chizigʻiga yaqin boʻladi). Bunday sikl uchun ekonomayzer va bugʻlatuvchi qismlardagi jarayonlarini chegarasini ajratib boʻlmaydi.

Renkin siklining termik f.i.k.ni quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\eta_t = \frac{q_0}{q_1}$$

bu erda q_0 - siklning foydali ishi, kJ/kg;

q_1 - berilgan issiqlik miqdori, kJ/kg.

$q_0 = q_0$ (q_0 - ishga aylangan issiqlik) deb qabul qilib, η_t ni quyidagi 2,v-rasmda 12345661 yuzani S_3 4561 S_2 yuzaga, yoki 3v-rasmda 12341 yuzani S_3 41 S_2 yuzaga nisbatini olsak bo'ladi.

T-S diagrammada Renkin siklini qurish uchun aniq masshtab qabul qilinadi.

Renkin siklining f.i.k. - η_t ni aniqlashning boshqa yo'li quyidagichadir. Agar nasos ishini hisobga olmasak, unda siklning foydali ishi – turbinadagi bug'ni bajarishi kerak bo'lgan ishi bo'lib hisoblanadi:

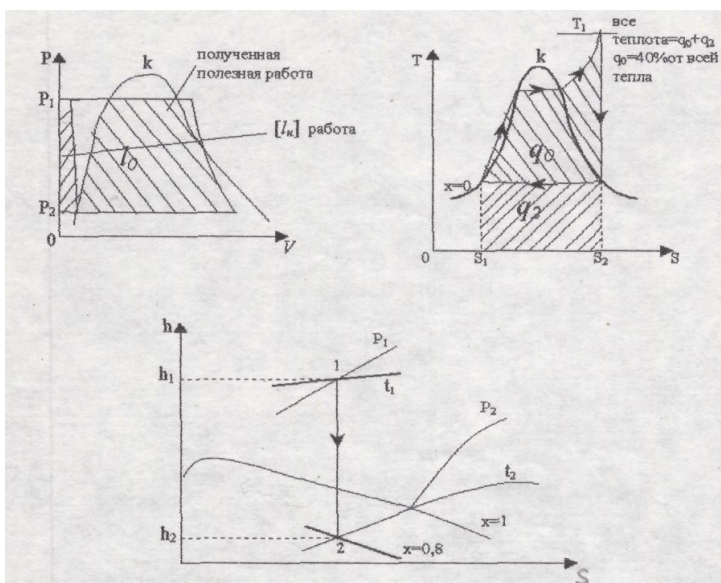
$$q_0 = h_1 - h_2$$

bunda h_1 va h_2 – bug'ning turbinagacha va turbinadan keyingi – entalpiyasi, kJ/kg.

$q_1 = h_1 - h_2'$ - 3-1 izobara jarayonida bug' qozonidagi berilgan issiqlik miqdori. SHuni hisobga olganda η_t quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_t = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_2'} \quad (1)$$

bunda h_2' - R_2 bosimga ega bo'lgan suvning entalpiyasi (3 nuqta).



5-rasm

Entalpiya h_2' ni issiqlik sig'imi orqali ifodalashimiz mumkin:
 $h_2' = c_p \cdot t_2$, kJ/kg. $S_r = 4,19$ kJ/kg gr ni hisobga olganda $h_2' = 4,19 t_2$
 kJ/kg deb yozsak bo'ladi. Demak:

$$\eta_c = \frac{h_4 - h_2}{h_4 - 4,19 \cdot t_2} \quad (2)$$

Juda aniqlikdagi hisoblashlar zarur bo'lsa, u holda h_2' ni qiymati suv va suv bug'i jadvalidan r_2 bosim orqali aniqlash mumkin.

(2) ifoda η_c ni hisoblash bilan bir qatorda u nimalarga bog'liqligini, turbinadagi izoentropik h-S diagrammada 1-2 bug'ning kengayish jarayonini izohlab beradi. Jarayonni h-S diagrammada chizish uchun suv bug'ining boshlang'ich bosimi r_1 , harorati t_2 , hamda kondensatordan keyingi r_2 bosimi berilishi zarurdir.

MUSTAQIL ISHNI BERILISHI VA BAJARISH USLUBI

Renkin sikli uchun suv bug'ining parametrlari berilgan:

$R_1 = (100 + 5N)$, bar; $t_1 = (500 + 5n)$ °C;

$R_2 = (0,04 - 0,0005n)$, bar

bunda N - o'qituvchi jurnalidagi talaba familiyasi tartib nomeri

n – talaba familiyasidagi xarflar soni.

Renkin siklining f.i.k. ni nasosning bajargan ishini hisobga olgan holda hisoblash zarurdir. Sikl su v va suv bug'ining xossalari jadval yordamida t -S koordinatada quriladi, bunda t °C olingani jadvallarda harorat °Cda beriladi. Asosiysi shundaki, t -S yoki T-S koordinatada bo'lishdan qat'iy nazar, q_0 sikldagi chegaralangan yuza bilan aniqlanadi.

Siklni chizish uchun misol 5-rasmda ko'rsatilgan. Bunda quyidagi parametrlar qabul qilingan: $t_1 = 450^\circ\text{C}$, $R_1 = 190$ bar, $R_2 = 0,0358$ bar berilgan.

Berilgan harorat t_i va R_i ni qiymatida aniq masshtabda R_1 nuqta aniqlanadi, ular suyuqlik va o'ta qizigan bug' holatida egri chiziqlar bilan birlashtiriladi, so'ngra R_1 bosimga mos keluvchi $t_{T1} = \text{const}$ gorizontaal chizig'i o'tkaziladi.

Agar siklni bug'ning kritik bosimidagi yuqori bosimida hisoblangan bo'lsa, u holda $R_1 = \text{const}$ chizig'i 3,v-rasmda ko'rsatilganidek egri chizig'i bilan chiziladi. $R = \text{const}$ izobara chizig'i o'ng tomondan t_1 haroratga ega bo'lgan qiymat bilan chegaralanadi. (1-nuqta). So'ngra $t_{T2} = \text{const}$ haroratiga mos keluvchi gorizontaal chizig'i o'tkaziladi, bu chiziq

chapdan S_2^1 qiymatga mos keluvchi (3 nuqta) 1 nuqtadan $t_{T2} = \text{const}$ chizig'igacha perpendikulyar tushiriladi va 2 nuqta hosil bo'ladi. 3 nuqtadan $R_1 = \text{const}$ izobaragacha perpendikulyar olib borib 4 nuqtani hosil qilamiz. Bu 4 nuqta amalda 3 nuqtaga mos tushadi. Kerak bo'ladigan parametrlar suv bug'ining xossalarini xarakterlovchi jadvallardan olinadi va jadvalga yoziladi.

Kelib chiqqan siklning yuzasini sm^2 da plfnimetr bilan aniqlanadi. So'ngra masshtabni hisobga olgan holda 1 sm^2 yuzaga qancha kJ/kg issiqlik mos kelishi va shunga asosan q_0 issiqlik aniqlanadi.

Berilgan issiqlikni ishga aylangan issiqlik bilan ajralgan olib ketilgan issiqliklarni yig'indisi hisobidan aniqlanadi:

$$q_1 = q_0 + (t_{T2} + 273,15)(S_2 - S_2^1) , \text{ kJ/kg} \quad (3)$$

Termik f.i.k.

$$\eta_t = \frac{q_0}{q_1} \quad (4)$$

η_t ni boshqa yo'l bilan hisoblash uchun (1) ifodaga tuzatma sifatida nasosning bajargan ishini kiritamiz:

Nasosga sarflanayotgan ishchi, ishchi jismni siqilishi uchun sarflangan ish asosida (2a va 3v-rasmdagi 3-4 jarayoni) hisoblanadi:

$$\ell_n = \int_{P_2}^{P_1} V dP \approx V_2^1 (P_1 - P_2) , \text{ kJ/kg} \quad (5)$$

bu erda V_2^1 - R_2 bosimga mos keluvchi qaynayotgan suvning hajmi jadvaldan aniqlanadi, m^3/kg ;

R_1 va R_2 – kN/m^2 dagi bosim ($1 \text{ bar} = 100 \text{ kN/m}^2$)

Nasosni ishini hisobga olganda η_t quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_t = \frac{h_1 - h_2 - |\ell_n|}{h_1 - h_2^1 - |\ell_n|} , \quad (6)$$

Nasosni ishini hisobga olganda η_t ni qiymatini kamayishiga olib keladi. h -s diagrammadan h_1 va h_2 qiymatini jadvaldan h_2^1 , V_2^1 ni qiymatlarini olib η_t ni (6) ifoda yordamida aniqlaymiz va (4) ifoda bo'yicha aniqlangan qiymat bilan solishtiramiz.

Ishni hisoboti quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- 1) t-s diagrammani chizish uchun kerak bo'lgan qiymatlarni jadvali;

- 2) millimetrovkaga chizilgan siklning chizmasi;
- 3) η_t ni olib borilgan hisoboti;
- 4) Ish bo'yicha xulosa.

η_t ni hisoblash uchun misol.

Ishchi jismning parametrlari

a) Siklning xarakterli nuqtalaridagi parametrlari.

Berilgan qiymatlar: $t_1=450^{\circ}\text{C}$; $R_1=190\text{ bar}$; $R_2=0,035\text{ bar}$			
Aniqlanuvchi qiymatlar	Suv va suv bug'i xossalari jadvalidagi qiymatlar	Qidirilayotgan kattalik	h-s diagrammadagi qiymatlar
t_{T1}	$361,4^{\circ}\text{C}$	h_1	3080
t_{T2}	$26,69^{\circ}\text{C}$	h_2	1780
S_1'	3,941 kJ/kg K	h_2^1	112
S_1''	5,033 kJ/kg K		
$S_1=S_2$	5,952 kJ/kg K		
S_2^1	0,391 kJ/kg K		
V_2^1	$0,0010033\text{ m}^3/\text{kg}$		

b) $R_1=190\text{ bar}$ izobara bo'yicha (suv va suv bug'ining xossalari jadvalidan) parametrlari

Aniqlanuvchi qiymatlar	Suyuqlik holatida	O'ta qizigan bug' holatida
t_{T1}		
t_{T2}		

Siklni millimetrovkaga qurishda quyidagi masshtab olingan:

$t=1\text{ sm}$ do 50°S ; $S=1\text{ sm}$ da $0,25\text{ kJ/kgK}$.

SHunday qilib 1 sm^2 yuza ($0,25\text{ kJ/kg gr}$) $\cdot 50\text{ gr}=12,5\text{ kJ/kg}$.

Siklning yuzasi $102,66\text{ sm}^2$, ya'ni $q_0=1283\text{ kJ/kg}$.

$q_1=1283+(26,69+273,15)(5,952-0,391)=2948\text{ kJ/kg}$.

(4) ifoda orqali:

$$\eta_t = \frac{q_0}{q_1} = \frac{1283}{2948} = 0,435$$

(6) ifoda orqali:

$$\eta_t = \frac{h_1 - h_2 - |\ell_h|}{h_1 - h_2^1 - |\ell_h|} = \frac{(3080 - 2780) - 0,001 \cdot 190 \cdot 100}{(3080 - 112) - 0,001 \cdot 190 \cdot 100} = \frac{1281}{2949} = 0,434$$

(4) va (6) ifoda orqali olingan qiymatlar to'g'ri keladi.

ADABIYOTLAR

1. Зоҳидов Р.А., Авезов Р.Р., Вардияшвили А.Б., Алимова М.М. Иссиқлик техникасининг назарий асослари. уқ.қул., 1- қисм, Тошкент, ТДТУ, 2005.
2. Теплотехника. // Под ред. В.Н.Луканина. - М.: Высшая школа, 2000
3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С.. Теплопередача. -М.: Энергия, 1975.
4. Ляшков В.И. Теоретические основы теплотехники. –М.: Машиностроение , 2002
5. Баскаков А.П. Теплотехника. – М.:Энергоатомиздат , 1999
6. http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm
7. http://rbip.bookchamber.ru/description.aspx?product_no=854
8. http://www.books.rosteplo.ru/show_book.php?isbn=5-7046-0512-5&catid=2
9. <http://energy-mgn.nm.ru/progr36.htm>

MUNDARIJA

1 - laboratoriya ishi	CO-7A kompressor qurilmasi va uni sinovdan o'tkazish	3
2 - laboratoriya ishi	Bug' turbinalari, detallari va ularning ishlash uslublari.....	10
3- laboratoriya ishi	Ichki yonuv dvigatellarining ishlash uslubi va sikllari	21
4- laboratoriya ishi	Bug' turbina qurilmasining siklini hisoblash asoslari	31
	Adabiyotlar	38