

13 - MA'RUZA. ICHKI YONUVDVIGATELLARI SIKLLARI

REJA:

1. *Asosiy tushunchalar.*
2. *O'zgarmas hajmda issiqlik keltirilishi bilan boradigan sikl.*
3. *O'zgarmas bosimda issiqlik keltirilishi bilan boradigan sikl.*
4. *Aralash yonuv sikli.*

1. Asosiy tushunchalar

Ichki yonuv dvigatellari shunday issiqlik mashinasiki, unda ishchi jismga issiqlik keltirilishi dvigatelning o'zining ichida yoqilg'i yoqish hisobiga amalga oshiriladi.

O'tgan asrning 70-80 yillarigacha mexanik ish olishning asosiy manbasi bug' mashinalari edi. Ularda bug' past bosim va past temperaturada foydalanilar edi. Yoqilg'ini yonishidan hosil bo'ladigan yuqori temperaturali gazlar ishchi jism bo'lgan past bosimli bug' olish uchun avval bug' qozonlariga yuboriladi. Yoqilg'ini issiqligidan bunday foydalanish bug'-kuch qurilmalari f.i.k.ni kichik bo'lishiga olib keladi.

Olim va ixtirochilarning izlanishlari natijasida, yoqilg'ining yonishidan hosil bo'ladigan gazlar bevosita mashina porsheniga ta'sir etadigan yangi tipdagi dvigatel yaratildi.

Bunday ichki yonuv dvigateli yaratish mumkinligi g'oyasini birinchi bo'lib 1824 yilda Sadi Karno e'tirof etgan.

1860 yilda frantsuz mexanigi Lenuar ishchi jismni oldindan siqmasdan, yoritilgan gazda ishlaydigan ichki yonuv dvigateli yaratdi.

1862 yil frantsuz injeneri Bo-de-Rosha Karno g'oyasiga mos keladigan dvigatel yaratadi.

1877 yilda nemis injeneri Otto Bo-de-Rosha taklif qilgan printsipda benzin bilan ishlaydigan dvigatel yaratdi.

1897 yilda nemis injeneri Dizel kerosinda, yuqori bosimda kompressordan tsilindrga havo purkalib yuqori siqishda ishlaydigan dvigatel yaratdi.

1904 yilda rus injeneri Trinkler tomonidan yoqilg'i oldin o'zgarmas hajmda, so'ngra o'zgarmas bosimda yonadigan kompressorsiz dvigatel yaratildi. Yoqilg'i

aralash yonadigan bu tipdagi dvigatel hozirgi paytda barcha mamlakatlarda keng qo'llanilyapti.

Barcha takomillashgan ichki yonuv dvigatellari 3-guruxga bo'linadi:

1-o'zgarmas hajmda yoqilg'ini tezda yonishi bilan boradigan;

2-o'zgarmas bosimda yoqilg'ini asta sekin-yonishi bilan boradigan;

3-bir qismi o'zgarmas hajmda, bir qismi o'zgarmas bosimda yoqilg'ini aralash yonishi bilan boradigan.

Ideal termodinamik ichki yonuv dvigatellari sikllarini tahlil qilishda keltirilgan va olingan issiqlik miqdori, siklning xarakterli nuqtalarida ishchi jismning asosiy termodinamik parametrlari, siklning termik f.i.k. asosiy xarakteristika (parametr)lar yordamida aniqlanadi.

Barcha ichki yonuv dvigatellari sikllari uchun quyidagi o'lchamsiz asosiy xarakteristikalar yoki parametrlar o'rinlidir:

Siqilish darajasi $\varepsilon = \frac{g_1}{g_2}$ ishchi jism boshlang'ich solishtirma hajmini

siqilish so'ngidagi solishtirma hajmiga nisbati; bosim ortishi darajasi $\lambda = \frac{P_3}{P_2}$

o'zgarmas hajmda issiqlik berish protsessi oxiri va boshidagi bosimlar nisbati;

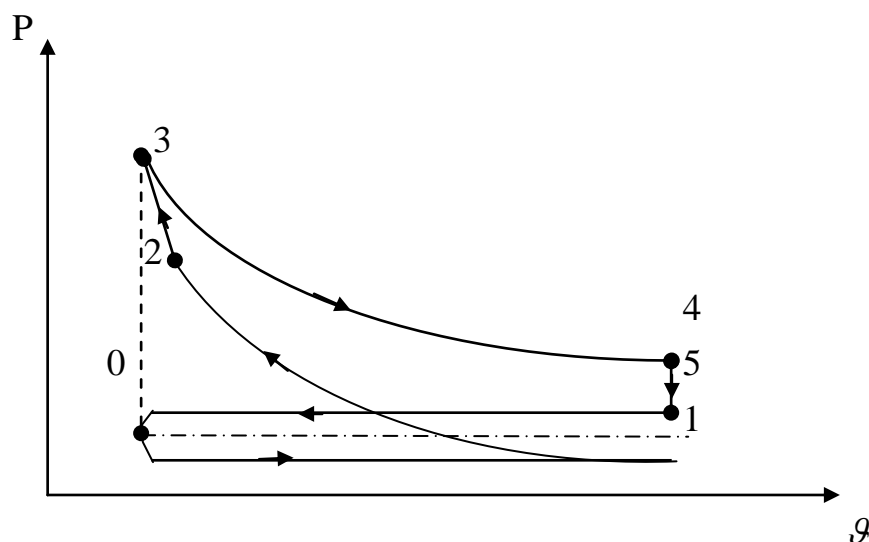
oldindan kengayish darajasi $\rho = \frac{g_3}{g_2}$ izobarik issiqlik berish protsessi oxiri va

boshidagi solishtirma hajmlar nisbati.

Porshenli ichki yonuv dvigatellari sikllarining uchta asosiy turi mavjud: Otto sikli ($V=\text{const}$ da yonish); Dizel sikli ($p=\text{const}$ da yonish); Trinkler sikli ($V=\text{const}$ va so'ngra $p=\text{const}$ da yonish).

2. O'zgarmas hajmda issiqlik keltirilishi bilan boradigan sikl

Real porshenli dvigatelni ishlashini sikl davomida porshenni holatiga qarab tsilindrda bosimni o'zgarishini ko'rsatadigan diagrammada tekshirish qulayroq. Indikator nomli asbob yordamida olinadigan bunday diagrammani indikator diagrammasi deyiladi.



1- rasm.

1- rasmda o'zgarmas hajmda tez yonish bilan ishlaydigan dvigatelning indikator diagrammasi berilgan. Yoqilg'i sifatida yengil yoqilg'ilar benzin, yoritgich gaz, spirt va boshqa shu kabi yoqilg'ilar qo'llaniladi.

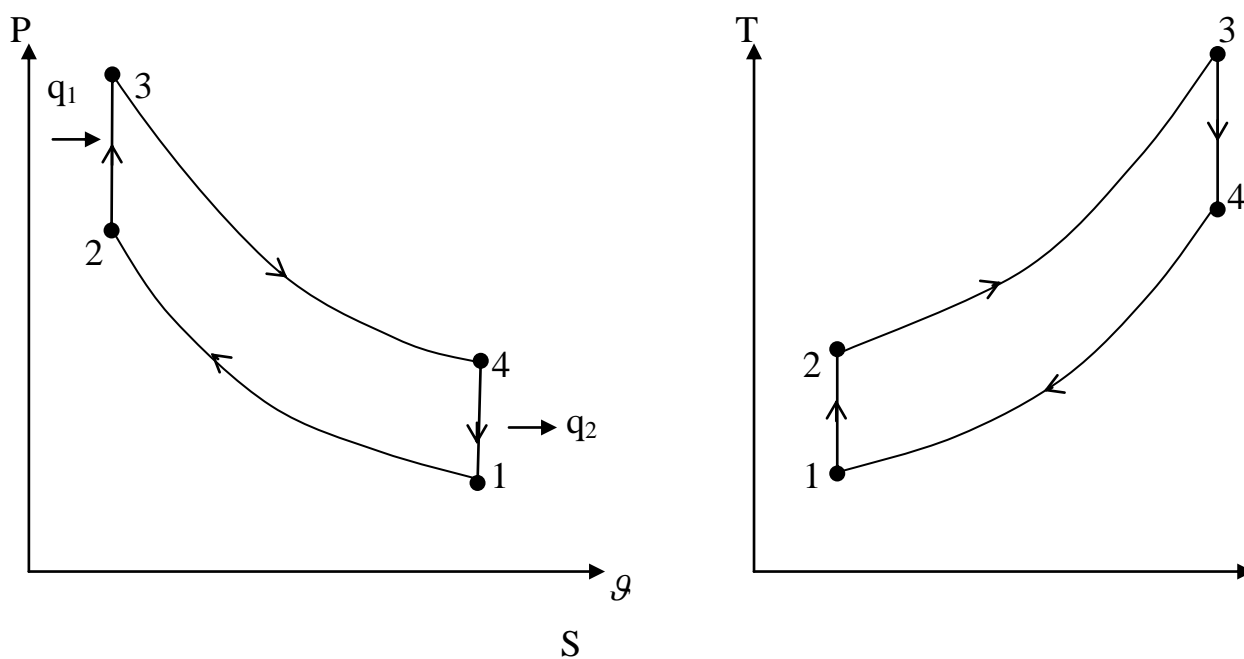
0-1 protsessda porshen chapdan o'ngga harakatlanadi va so'rish klapani ochilib tsilindrga karbyuratorda tayyorlangan yonuvchi aralashma beriladi. Porshen eng chekka holatga borganidan so'ng so'rish klapani yopiladi va porshen o'ngdan chapga harakatlana boshlaydi. Bunda yonuvchi aralashma tsilindrda siqiladi va uning bosimi ortadi (1-2 protsess).

Aralashma bosimi tsilindrda nuqta 2-ga mos bo'ladigan ma'lum kattalikka erishganidan so'ng elektr uchquni yordamida yondiriladi. Aralashmaning yonishi amalda bir onda sodir bo'ladi, porshen siljib ulgira olmaydi va shuning uchun yonish protsessini izoxorik protsess deb hisoblash mumkin (2-3 protsess). Aralashmaning yonishi natijasida ishchi jism qiziydi va uning bosimi nuqta 3-ga mos keladigan kattalikkacha ortadi. Bu bosim ta'siri ostida porshen qaytadan o'ngga harakatlanadi, bunda u tashqi iste'molchiga beriladigan kengayish ishini bajaradi (3-4 protsess). Porshen o'ng chekka holatga yetgandan so'ng chiqarish klapani ochiladi va tsilindrdagi bosim atmosfera bosimidan bir oz yuqoriroq bo'lgan qiymatgacha pasayadi (4-5 protsess). Porshen o'ng chekka holatga yetgandan so'ng chiqarish klapani ochiladi va tsilindrdagi bosim atmosfera bosimidan bir oz yuqoriroq bo'lgan qiymatgacha pasayadi (4-5 protsess); bunda gazning bir qismi tsilindrdan chiqadi. So'ngra porshen qaytadan chapga harakatlanib ish bajargan gazlarning qolgan qismini tsilindrdan atmosferaga chiqarib yuboradi (5-0 protsess).

Otto sikli bo'yicha ishlaydigan dvigatel tsilindridagi porshen bir sikl davomida to'rtta yurish (takt) bajaradi-so'rish, siqish, aralashma yonib tugaganidan keyin kengayish, yonish mahsulotlarini atmosferaga chiqarish.

Tahlil qilish qulay bo'lgan ideallashtirilgan Otto siklini (2-rasm). ko'rib chiqamiz.

Ichki yonuv dvigatelining sikli berk sikl, siklning ishchi jismi ideal gaz, uning miqdori dvigatelda o'zgarmasdan qoladi deb faraz qilamiz. U



2— rasm.

holda ishchi jismga issiqlik q_1 ning keltirilishi esa tashqi qizigan manbadan izoxorik protsess 2-3 da tsilindrning devorlari orqali bajariladi va mos ishchi jismdan soviq manbaga issiqlik olinishi izoxorik protsess 4-1 da amalga oshiriladi deb hisoblash mumkin.

Bu siklda siqish (1-2) va kengayish (3-4) protsesslari juda qisqa vaqt ichida sodir bo'lishi tufayli, bu vaqt ichida ishchi jism atrofidagi muhit bilan sezilarli darajada issiqlik almashmaydi va shu sababli bu protsesslarni adiabatik protsess deb hisoblash mumkin.

Otto sikli termik f.i.k.ning qiymatini issiqlik sig'imi C_v va adiabat ko'rsatkichi K o'zgarmas deb qabul qilib, aniqlaymiz:

$$\eta_t = 1 - g_2 / q_1$$

Ishchi jismga beriladigan issiqlik miqdori:

$$q_1 = C_g (T_3 - T_2)$$

Ishchi jismdan olinadigan issiqlik miqdori:

$$q_2 = C_g (T_4 - T_1)$$

U holda siklning termik f.i.k:

$$\eta_t = 1 - \frac{C_g (T_4 - T_1)}{C_g (T_3 - T_2)} = 1 - \frac{(T_4 - T_1)}{(T_3 - T_2)}$$

T_2, T_3, T_4 – temperaturalarini T_1 orqali ifodalaymiz.

Otto siklining termik f.i.k. qiymati quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \quad (13.1)$$

Otto sikli η_t ning qiymati siqish darajasi ε va adiabat ko'rsatkichi K ga bog'liq. ε va K ning qiymati qancha katta bo'lsa η_t ning qiymati ham shuncha katta bo'ladi.

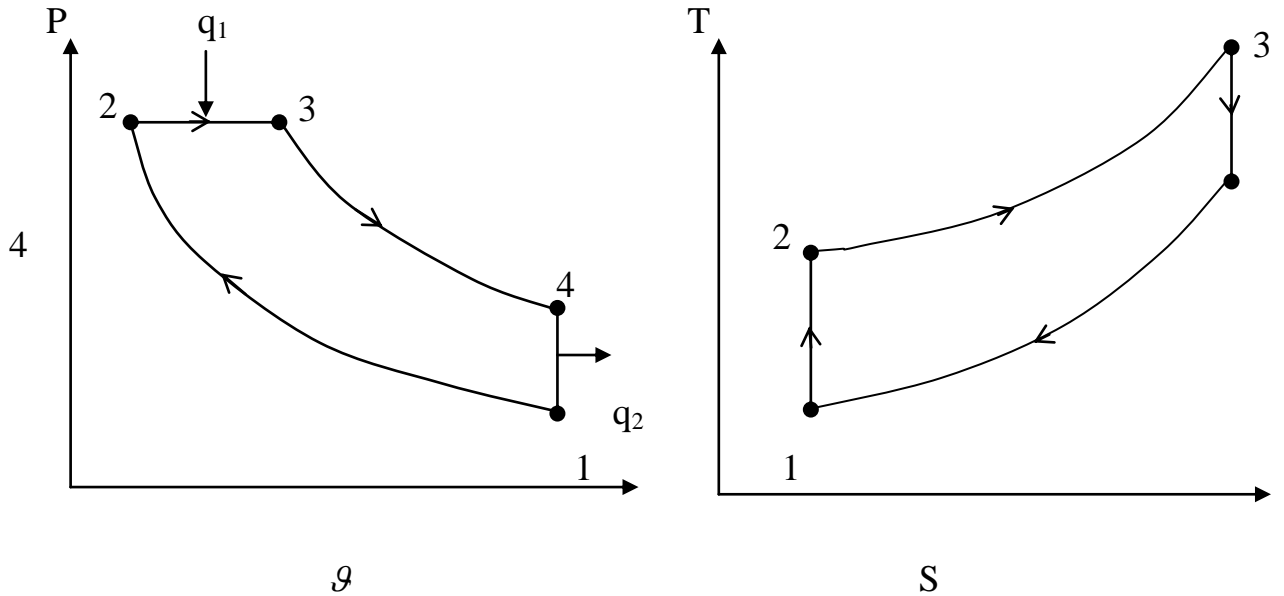
Shunday qilib, η_t ni oshirish nuqtai nazaridan siqish darajasini qanday yo'l bilan bo'lmasin oshirish foydali. Lekin amalda ε ning juda yuqori qiymatigacha erishilgandan so'ng, ko'pincha porshen hali chap chekka holatiga kelmasdan yonuvchi aralashma o'z-o'zidan alangalanib ketadi. Shuning uchun odatdagi karbyuratorli dvigatellarda siqish darajasi 7-12 dan ortiq bo'lmaydi.

Otto sikli bo'yicha ishlaydigan karbyuratorli dvigatellar texnikada keng tarqalgan ular yengil mashinalarda va ko'pchilik yuk avtomobillarida, samolyotlarda qo'llaniladi.

3. O'zgarmas bosimda issiqlik keltirilishi bilan boradigan sikl

Agar yonuvchi aralashma o'rniga toza havoni siqib, so'ngra esa siqish protsessi tugagandan keyin tsilindrga yoqilg'i purkalsa, siqish darajasini oshirish mumkin. Dizel sikli ayni shu printsipga asoslangan.

Tahlil qilish qulay bo'lgan ideallashtirilgan Dizel siklini (3 -rasm) ko'rib chiqamiz.



1 - rasm.

1-2 protsessda dvigatel tsilindriga so'rilgan havo R_2 bosimgacha adiabatik siqiladi. So'ngra havoning kengayish protsessi 2-3 boshlanadi va forsunka orqali yoqilg'i (kerosin, solyar moyi) purkaladi. Siqilgan havoning yuqori temperaturasi hisobiga yoqilg'i alanganadi va o'zgarmas bosimda yonib tugaydi. Shuning uchun Dizel sikli o'zgarmas bosimda yonib tugaydigan sikl deb ataladi.

Yoqilg'ini tsilindrga kiritish protsessi tugaganidan keyin ishchi jism 3-4 adiabataga bo'yicha kengayadi. Nuqta 4 ga mos bo'lgan holatda tsilindrning chiqarish klapani ochiladi va 4-1 izohora bo'yicha soviq manbaga issiqlik q_2 olinishi amalga oshiriladi.

Bu siklning termik f.i.k. ni issiqlik sig'implari C_p va C_g hamda adiabataga ko'rsatkichi K o'zgarmas deb qabul qilib, hisoblaymiz:

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1}$$

2-3 izobarik protsessda ishchi jisimga beriladigan issiqlik miqdori:

$$q_1 = C_p (T_3 - T_2)$$

4-1 izohorik protsessda ishchi jismdan olinadigan issiqlik miqdori:

$$q_2 = C_g (T_4 - T_1)$$

bo'lishini hisobga olib:

$$\eta_t = 1 - \frac{C_g (T_4 - T_1)}{C_p (T_3 - T_2)} = 1 - \frac{(T_4 - T_1)}{K(T_3 - T_2)}$$

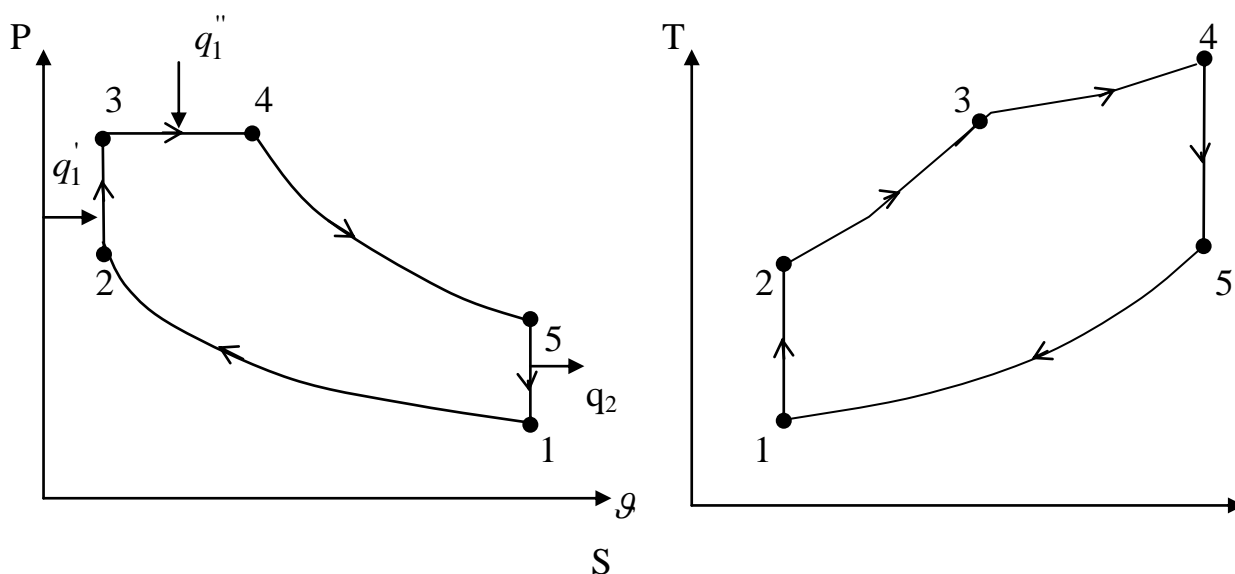
T_2, T_3, T_4 – temperaturalarini T_1 orqali ifodalab, Dizel siklining termik f.i.k. qiymati quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{K\varepsilon^{k-1}(\rho - 1)} \quad (13.2)$$

Siqish darajasi ε qanchalik katta bo'lsa va oldindan kengayish darajasi ρ qanchalik kichik bo'lsa, Dizel siklining f.i.k. shunchalik yuqori bo'ladi.

4. Aralash yonuv sikli

O'zgarmas bosimda yoqilg'ini asta-sekin yonishi bilan ishlaydigan dvigatellarning bir-necha kamchiliklari mavjud. Shulardan biri yoqilg'ini uzatishda kompressordan foydalanilishi bo'lib, uning ishlashiga dvigatelning 6-10 % quvvati sarf bo'ladi va nasos, forsunka kabi qurilmalar ishlatiladi.



4 - rasm.

Rus injeneri G.V. Trinkler tomonidan kompressorsiz yoqilg'i mexanik purkaladigan dvigatel yaratildi. Bunday dvigatel siklining $P\gamma$ va TS diagrammada tasvirlanishi 4 -rasmda ko'rsatilgan.

Aralash yonuv sikli termik f.i.k.ning kattaligini aniqlaymiz. Umumiy munosabat:

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1 + q_1''}$$

da kattalik q_2 :

$$q_2 = C_g (T_5 - T_1)$$

kattalik q_1 esa 2-3 izoxorik protsessda beriladigan issiqlik (q_1') va 3-4 izobarik protsessda beriladigan issiqlik (q_1'') yig'indisidan iborat.

$$q_1 = q_1'' + q_1'$$

bu yerda: $q_1' = C_g (T_3 - T_2)$ va $q_1'' = C_p (T_4 - T_3)$

bo'lishini hisobga olib:

$$\eta_t = 1 - \frac{C_g (T_5 - T_1)}{C_g (T_3 - T_2) + C_p (T_4 - T_3)} = 1 - \frac{(T_5 - T_1)}{T_3 - T_2 + K (T_4 - T_3)}$$

ga ega bo'lamiz.

T_2, T_3, T_4 va T_5 – temperaturalarni T_1 - orqali ifodalaymiz.

Aralash yonuv sikli termik f.i.k qiymati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\eta_t = 1 - \frac{\lambda \cdot \rho^k - 1}{\varepsilon^{k-1} [(\lambda - 1) + K \cdot \lambda (p - 1)]} \quad (13.3)$$

(13.3) ifodaga ko'ra siklning f.i.k. ε va λ ko'payishi bilan ortadi va ρ kattalashganda kamayadi. $\rho = 1$ da (13.3) tenglama Otto siklining termik f.i.k. uchun (13.1) tenglamaga aylanadi, $\lambda = 1$ da esa tenglama (13.3) Dizel siklining termik f.i.k. uchun (13.2) tenglamaga aylanadi.

Aralash yonuv sikli termik f.i.k. η_t ning kattaligini Otto va Dizel sikllari termik f.i.k. η_t larining kattaligini taqqoslash siqish darajasi ε qiymatlari bir xil bo'lganda:

$$\eta_t \text{дизель} < \eta_t \text{арал.ёнув} < \eta_t \text{Отто}$$

bo'lishini, siklning eng yuqori temperaturasi (T_3) bir xil bo'lganda esa:

$$\eta_t \text{дизель} > \eta_t \text{арал.ёнув} > \eta_t \text{Отто}$$

bo'lishini ko'rsatadi.

Nazorat savollari:

1. Ichki yonuv dvigatellari.
2. Ichki yonuv dvigatellari sikllarining asosiy parametrlari.
3. Otto sikli.

4. Dizel sikli.
5. Trinkler sikli.
6. I.Yo.D. turlari.
7. I.Yo.D. f.i.k. ni taqqoslash.
8. Dvigatelning indekator diagrammasi.
9. Otto sikli f.i.k. ni aniqlash.
10. Dizel sikli f.i.k. ni aniqlash.

Tayanch iboralar

Ichki yonuv dvigateli, siqish darajasi, bosim ortishi darajasi, oldindan kengayish darajasi, Otto sikli, Dizel sikli, Trinkler sikli, indikator diagrammasi, termik foydali ish koeffitsienti, nasos, forsunka.

Adabiyotlar

1. Нашокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача М., 1980. 230-240 б.
2. Черняк О.В. Теплотехника ва гидравлика асослари. Тошкент, 1997 й. 244-265 б.
3. Асраев Р.А., Эфендиев А.М., Сафаров Р.Т. Иссиқлик техникаси. Бухоро 2001 й. 80-89 б.