

## 7-mavzu. Issiqlik dvigatellarining ideal sikllari

### Reja:

#### 1.Porshenli ichki yonuv dvigatellari (i.yo.d) ning ideal sikllari

1.1. O'zgarmas hajmda issiqlik beriladigan ichki yonuv dvigatelinining sikli.

1.2. O'zgarmas bosimda issiqlik beriladigan ichki yonuv dvigatelinining sikli.

1.3. Aralash usulda issiqlik beriladigan ichki yonuv dvigatelinining sikli.

#### 1.Porshenli ichki yonuv dvigatellari (i.yo.d) ning ideal sikllari

Ichki yonuv dvigateli dunyodagi eng keng tarqalgan issiqlik dvigatelidir. U avtomobil, temir yo'l va suv transportida, avtomobil vagonlarida va hokazolarda yetakchi o'rinni egallaydi. Qishloq xo'jaligi energetikasi sohasida ichki yonuv dvigatellarining o'rni beqiyos – traktorlar, kombaynlar, transport vositalari, zaxira dizel elektr stansiyalari va boshqalarning ajralmas elementi. qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida ishlatiladigan birliklar.

**Termodinamik sikllar.** Issiqlik ta'minoti usuliga qarab,ichki yonish dvigatellarining uchta termodinamik sikli ajralib turadi:

$v = \text{const}$  da issiqlik ta'minoti bilan sikli;

$p = \text{const}$  da issiqlik ta'minoti bilan sikli;

$v = \text{const}$  va  $p = \text{const}$  da aralash issiqlik ta'minoti bilan sikli.

Birinchi sikli tashqi aralash tirish (benzin, gaz) bo'lgan dvigatellar uchun xosdir.

Ideal sikllarni o'rganib chiqishda dvigatel silindrlari ichida sodir bo'ladigan jarayonlarni tadqiq va jarayonlarning f.i.k. ga taʼsir qiluvchi omillar tahlil qilinadi.

Sikllarni o'rganishda quyidagi shartlarga amal qilamiz:

1) Ishchi jism sifatida ideal gaz olinadi;

2) Sikllar - yopiq va qaytuvchan;

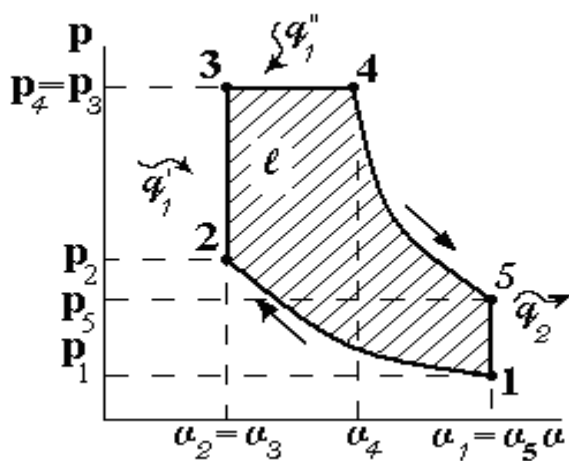
3) Ishchi jism kimyoviy o'zgarmas (ya'ni yonish jarayoni sodir bo'lmaydi);

4) Yonish jarayoni o'rniga gazga teng miqdordagi issiqlik berish bilan almashtiriladi.

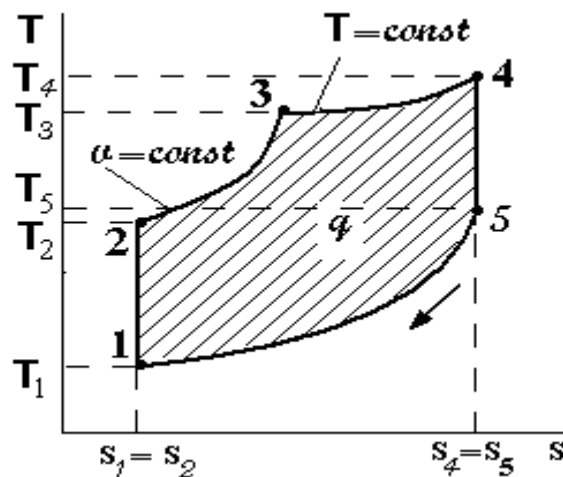
Shunday qilib, texnikaviy termodinamika faqat eng yuqori f.i.k. beradigan jarayonlarni va ularning eng qulay kombinatsiyalarini ko'rib chiqadi va demak, dvigatelning ideal ishlash sharoitini o'rganadi.

### 1.1. Aralash usulda issiqlik beriladigan ichki yonuv dvigatelining sikli.

Aralash issiqlik ta'minoti bo'lgan sikli dizel dvigatellari, ya'ni ichki aralashma hosil bo'lgan dvigatellar uchun xosdir.  $P = \text{const}$  da issiqlik ta'minoti bilan sikli - kompressorli dizel dvigatelida sodir bo'ladigan termodinamik aylanma jarayon bo'lib, unda yoqilg'i silindrga siqilgan havo bilan purkaladi. Ushbu dvigatellar hozirda ishlatilmaydi, shuning uchun biz faqat birinchi va uchinchi davrlarni ko'rib chiqamiz.



1- rasm



2- rasm

Aralashtirilgan issiqlik ta'minotiga ega bo'lgan sikli  $p_v$  - va  $T_s$ -koordinatalari 1-2- rasmlarda ko'rsatilgan. 1-2 egri chiziq ishchi gazning adiabatik siqilish jarayoniga mos keladi. Issiqlik ta'minoti (haqiqiy dvigatelda yoqilg'ining yonishi) birinchi navbatda 2-3 chiziq bo'ylab  $v = \text{const}$  da, keyin esa 3-4 chiziq bo'ylab  $p = \text{const}$  da sodir bo'ladi. Bunda  $q^1 = q^1 + q^{1''}$  issiqlik beriladi. 4-5 egri ishchi suyuqlikning

adiabatik kengayish jarayoniga to'g'ri keladi va 5-1 bo'lim  $q^2$  issiqlikni gazning olib tashlashning izoxorik jarayonini tavsiflaydi.

Keling, siklini tavsiflovchi o'lchamsiz parametrlarni kiritamiz:

$\varepsilon = v_1 > v_2$  - siqilish darajasi;

$\rho = v_4/v_3$  - dastlabki kengayish darajasi;

$\lambda = p_3/p_2$  - izoxorik bosim ortishi darajasi.

Tsiklning issiqlik samaradorligini aniqlaylik. Bu aniq

Siklning termik f.i.k.ning aniqlaylik.

2-3 izobara jarayoni va 4-1 izoxora jarayonlarida gazga berilgan va olingan issiqlik miqdorlari quyidagicha bo'ladi:

$$2-3\text{- izoxorada} \quad q_1' = c_v(T_3 - T_2)$$

$$3-4\text{- izobarada} \quad q_1'' = c_p(T_4 - T_3)$$

$$5-1\text{- izoxorada} \quad q_2 = c_v(T_5 - T_1)$$

Qiymatlarni o'rniga keltirib qo'yamiz:

$$\eta_t = 1 - \frac{c_v(T_5 - T_1)}{c_v(T_3 - T_2) + c_p(T_4 - T_3)} = 1 - \frac{T_5 - T_1}{(T_3 - T_2) + K(T_4 - T_3)} \quad (7.1)$$

1-2- adiabatik jarayon uchun ko'rsatkichlar orasidagi bog'lanishni yozamiz:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{g_1}{g_2} \right)^{k-1} = \varepsilon^{k-1} \quad \text{yoki} \quad T_2 = T_1 \cdot \varepsilon^{k-1}$$

2-3 izoxorik jarayon uchun, bu jarayonda  $p_3/p_2 = T_3/T_2$  ekanligini hisobga olsak, u xolda quyidagi ko'rinishda ega bo'ladi.

$$\frac{T_3}{T_2} = \lambda; \quad \text{yoki} \quad T_3 = T_2 \cdot \lambda = T_1 \cdot \varepsilon^{k-1} \cdot \lambda$$

Izobar jarayon uchun 3-4 da

$$\frac{g_4}{g_3} = \frac{T_4}{T_3} = p \quad - \text{i.yo.d. larida dastlabki kengayish darajasi deyiladi.}$$

Oxirgi tengliklardan  $T_4$  ning qiymatlarini aniqlaymiz:

$$T_4 = T_3 \cdot p \quad \text{yoki} \quad T_4 = T_1 \cdot p \cdot \lambda \cdot \varepsilon^{k-1}$$

Adiabatik jarayon uchun 4–5 nuqtalar oralig'ida,  $v_2 = v_3$  ekanligini hisobga olsak, yozishimiz mumkin

$$\frac{T_5}{T_4} = \left( \frac{g_4}{g_5} \right)^{k-1}, \quad \frac{T_5}{T_4} = \left( \frac{g_4}{g_3} \cdot \frac{g_2}{g_5} \right)^{k-1} = p^{k-1} \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$$

tengliklikdan  $T_5$  ning qiymatini topamiz:

$$T_5 = T_4 \cdot p^{k-1} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} = T_1 \cdot p^k \cdot \varepsilon^{k-1} \cdot \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} = T_1 \cdot \lambda \cdot p^k$$

Olingan ifodalarni (1.1) ga almashtirib,  $c_p / c_v = k$  ekanligini hisobga olsak, biz quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$q_1 = q_1' + q_1'' = c_v T_1 \varepsilon^{k-1} [(\lambda - 1) + k\lambda(p - 1)]$$

$$q_1 = c_v T_1 (\lambda p^k - 1)$$

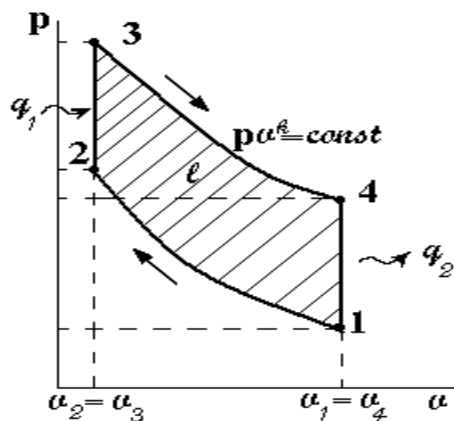
Shunday qilib, aralash issiqlik ta'minotli ichki yonuv dvigatelining termik f.i.k.ning quyidagicha yoziladi:

$$\eta_i = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\lambda \cdot p^k - 1}{(\lambda - 1) + k\lambda(p - 1)} \quad (7.2)$$

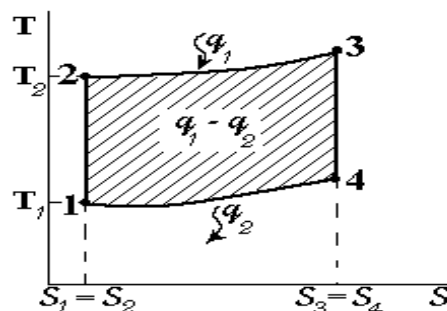
Yuqoridagi formuladan kelib chiqadiki, aralash issiqlik bilan ta'minlangan siklining termik f.i.k., siqilish darajasi  $\varepsilon$  va bosim ortishi darajasi  $\lambda$  ortishi va dastlabki kengayish darajasi  $p$  kamayishi bilan ortadi.

## 1.2. O'zgarmas hajmda issiqlik beriladigan ichki yonuv dvigatelining sikli.

O'zgarmas hajmda issiqlik beriladigan siklni  $p\vartheta$  va Ts diagrammalarida ifodalaymiz.



3- rasm



4- rasm

1-2 egri chizig'i bo'ylab ishchi gazning adiabatik siqilishi (bu holda yonuvchan aralashma) sodir bo'ladi. Izoxora 2-3 issiqlik manbasidan  $q_1$  issiqlik ta'minoti jarayoniga to'g'ri keladi (haqiqiy dvigatelda, aralashmaning yonishi va yoqilg'ining yonishi). Keyin adiabatik kengayish jarayoni 3-4 bo'ladi. 4-1 izoxorik jarayonda issiqlik  $q_2$  ishchi suyuqlikdan atrof-muhitga chiqariladi.

So'rish va chiqarish jarayonlari o'zgaruvchan gaz miqdorlarida bo'lganligi uchun ular termodinamika jarayonlari bo'la olmaydi va shu sababli siklga kirmaydi.

Agar (7.2) formulada  $\rho=1$ olinsa, ichki yonuv dvigateli siklining termik f.i.k.ning olish mumkin:

$$\eta_t = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{T_1}{T_1 \cdot \varepsilon^{k-1}} \quad \text{yoki} \quad \eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$$

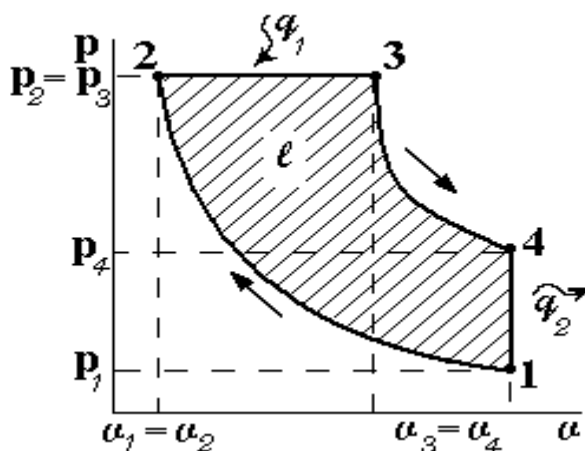
Demak, siklning termik f.i.k. dvigatelning qisish darajasiga va adiabata ko'rsatkichlariga to'g'ri proporsional bog'langan.

Yuqorida ko'rib chiqilgan sikl hozirgi zamon tez yurar karbyuratorli dvigatellarida keng qo'llaniladi. Dvigatelning f.i.k. ni orttirish uchun uning  $\varepsilon$  va K

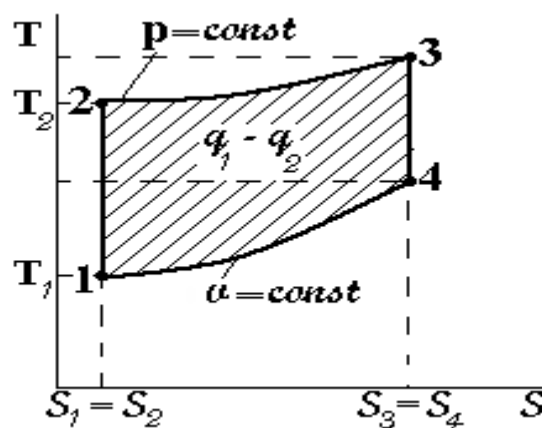
ko'rsatkichlarini kattaroq qilish kerak (7.2 ifodaga qarang). " $\epsilon$ " ni kattalashtirish uchun dvigatelga oktan soni yuqoriroq benzin kerak bo'ladi. "K" ni orttirish uchun esa dvigatel silindriga havo emas, balki biror bir atomli gaz kiritish kerak, bu esa mushkul masala. Demak, benzinni oktan sonini orttirish osonroq yo'l hisoblanadi.

### 1.3.O'zgarmas bosimda issiqlik beriladigan sikl.

O'zgarmas bosimda issiqlik beriladigan siklning  $p^g$  va Ts diagrammalarida ifodalaymiz.



5- rasm



6- rasm

Yuqorida ko'rib chiqilgan sikldan bu siklning asosiy farqi shuki, bu yerda gazga beriladigan issiqlik  $q_1$  oniy bo'lmay biroz davom etadi. Bu paytda silindrda bosim o'zgarmaydi (izobara).

O'zgarmas bosimda issiqlik ta'minotiga ega bo'lgan sikl  $p-v$  va  $Ts$ -koordinatalari 3-4-rasmlarda ko'rsatilgan. 1-2 egri chiziq ishchi gazning adiabatik siqilish jarayoniga mos keladi. Issiqlik ta'minoti (haqiqiy dvigatelda yoqilg'ining yonishi) birinchi navbatda 2-3 chiziq bo'ylab  $p = \text{const}$  da sodir bo'ladi. Bunda  $q_1$  issiqlik beriladi. 3-4 egri ishchi gazning adiabatik kengayish jarayoniga to'g'ri keladi va 4-1 bo'lim  $q_2$  issiqlikni gazning olib tashlashning izoxorik jarayonini tavsiflaydi.

Agar (7.2) formulada izoxorik bosim ortishi darajasi  $\lambda=1$  olinsa, ichki yonuv dvigateli siklining termik f.i.k.ning olish mumkin:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{p^k - 1}{K(p-1)}$$

Demak,  $p=\text{const}$  sharoitida issiqlik beriladigan I.Yo.D. larida (bir xil sharoitda)  $\eta_t$  kamroq bo'ladi.

Biroq bu sikl bilan ishlaydigan dvigatellar sekin yurar (kema) dizellarida keng qo'llanilmoqda. Buning sababi, dizel dvigatellarida qisish darajasi ( $\varepsilon$ ) karbyuratorli dvigatellarga qaraganda deyarli 2 marta yuqori bo'lganligi uchun

ikkinchi siklda  $\frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$  nisbatan birinchi sikldan ancha kichik bo'lib,  $p=\text{const}$  bo'lgandagi I.Yo.D. ning termik f.i.k. larini amalda sezilarli yuqori bo'lishini ta'minlaydi.

Ichki yonuv dvigatellarining sikllarining termik f.i.k. ,0,45 ... 0,60 oralig'ida. Demak, sikllarining termik f.i.k., oshirish usullari ustida izlanishlar olib borishimiz kerak bo'ladi.

### **Nazorat savollari va topshiriqlar**

1.Issiqlik dvigatellari termodinamik sikllarini tahlil qilishda qanday ruxsat etilgan cheklanishlar qabul qilinadi?

2.Ichki yonuv dvigatelining aralash issiqlik kiritish sikli haqida asosiy ma'lumotlarni gapirib bering. Siklning issiqlik FIK tahlilini keltiring?

3. Ichki yonuv dvigatelining xajm o'zgarmas jarayonida issiqlik kiritish sikliga doir asosiy ma'lumotlarni keltiring?

4.Hajm o'zgarmas va aralash issiqlik kiritish issiqlik FIK  $\eta_t$  larini solishtiruvchi tahlilni keltiring. Qaysi dvigatellar mos ravishda birinchi va keyingi sikllarni tavsiflaydi?