

## Adiabatik jarayonlar. Issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsiyenti

### Reja:

1. *Adiabatik jarayon haqida tushunchalar.*
2. *Issiqlik mashinalari haqida tushunchalar.*
3. *Kamo sikli. Inson hayotida issiqlik dvigatellarining ahamiyati.*
4. *Issiqlik dvigatellari va ekologiya.*

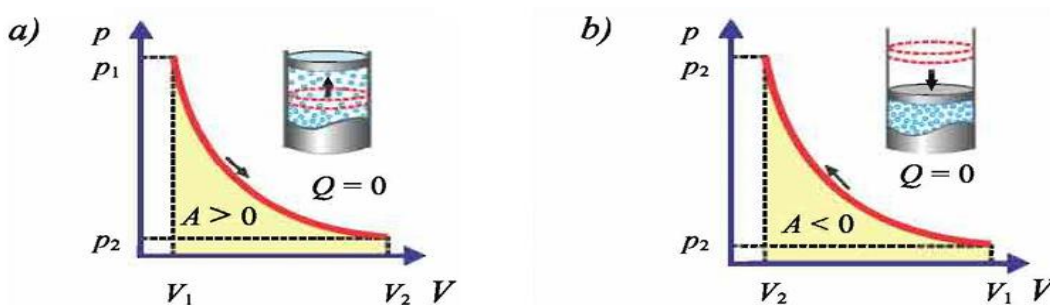
*Adiabatik jarayon* deb, sistema atrof-muhit bilan issiqlik almashmaydigan qilib izolatsiyalangan tizimda yuz beradigan jarayonga aytiladi.

Adiabatik jarayonda  $Q = 0$  bo'lgani uchun (10.15)-tenglamadan quyidagi munosabatni olish mumkin:

$$\Delta U + A = 0 \text{ yoki } A = -\Delta U \quad (11.1)$$

Gaz adiabatik kengayganda ichki energiyasi kamayadi ( $\Delta U < 0$ ). Ish gazning ichki energiyasining kamayishi hisobiga bajariladi ( $A > 0$ ). Gaz bajargan ishning miqdori diagrammadagi yuzga teng bo'ladi (60 a - rasm).

Tashqi kuchlar ta'sirida gaz adiabatik siqilganda ichki energiyasi ortadi ( $\Delta U > 0$ ) va gaz ustida ish bajariladi ( $A < 0$ ). Tashqi kuch tomonidan bajarilgan ishning kattaligi diagrammada ko'rsatilgan yuzga teng bo'ladi (60 b - rasm).



60-rasm.

Adiabatik jarayonda gazning uchta makroskopik parametrlari  $p$ ,  $V$  va  $T$  o'zgaradi.

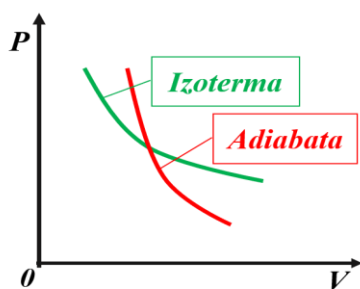
Gazning tashqi muhit bilan issiqlik almashinishi uchun ma'lum vaqt ketadi.

Agar jarayon juda tez sodir bo'lsa (porshen yordamida gaz tez siqilsa yoki aksincha, tez kengaytirilsa) gaz tashqi muhit bilan issiqlik almashishga ulgurmaydi va jarayon adiabatik jarayonga yaqin bo'ladi. Gazning adiabatik kengayishida sovishi yoki adiabatik siqilishida isishi turmushda va texnikada ko'p kuzatiladi. Atmosferadagi havo yuqoriga ko'tarilib, kengayadi va soviydi. Havoning sovishi natijasida undagi suv bug'lari kondensatsiyalanib, bulutni hosil qiladi.

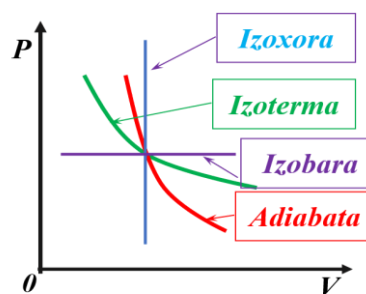
$$A = -\Delta U \quad A' = \Delta U \quad A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

Adiabatik jarayonda bajarilgan ish. Bunda sistema bilan tashqari orasida issiqlik energiyasini uzatish bo'lmaydi. Bunda  $Q = 0$  bo'lgani uchun  $dA = -dU$ . Demak, ish ichki energiya hisobiga bajariladi. Adiabatik siqilishda ichki energiya oshadi va  $dU > 0$  bo'ladi, lekin  $dA < 0$  bo'ladi, chunki ishni tashqi kuchlar bajaradi.

Adiabata chizig'i izoterma chizig'idan tikroq bo'ladi (61-rasm).



61-rasm

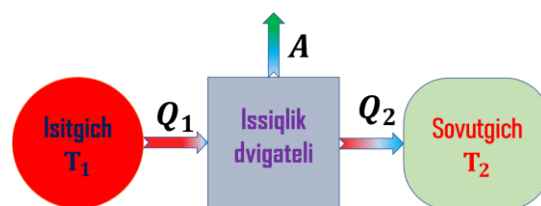


62-rasm

62-rasmda ideal gazning izoxora, izobara, izoterma va adiabatolari  $P - V$ , diagrammada keltirilgan. Barcha jarayonlar uchun gazning boshlang'ich holati bir xil. Tez siqilganda gazning isishini porshenni zich siqilib turadigan shaffof silindrda ko'rsatish mumkin. Agar silindr tubiga efirga botirib olingan bir tutam paxta qo'yib, porshenni pastga tez tushursak, efir bug'lari alangalanib ketadi. Tez siqilganda havonin v isishidan Dizel dvigatellarida foydalaniladigan bo'lindi. Bu dvigatellarda yonuvchi aralashmani o't oldirish tizimi yoq, vaholanki benzin bilan ishlaydigan odatdagi ichki yonuv dvigatellari o't oldirish tizimi zarur. Dizel dvigatelida silindrga yonuvchi alarashma emas, balki atmosfera havosi so'riladi. Siqish taktining oxirida silindr ichiga maxsus forsunka suyuq yoqilg'i purkaydi. Bu paytga kelib silindr ichidagi havoning harorati shu qadar yuqori bo'ladiki natijada yoqilg'

alangalanib ketadi. Dizel dvigatellarining foydali ish koeffitsiyenti odatdagi dvigatellarnikidan yuqori bo'лади, ammao ularni yashash va ishlatish ancha murakkab. Hozir tobora ko'roq avtomobillarga Dizel dvigatellari o'rnatilyapti. Havoni siqadigan kuchli kompressorlar ishlab turganda havoning harorati shu qadar yuqori bo'ladiki, bunda silindrlarni mahsus tizimlar vositasida sovutib turishga to'g'ri keladi. Kengayishda gazlarning adiabatik sovishidan gazlarni suyuqlantiradigan mashinalarda foydalaniladi. Adiabatik kengayishda gazning sovishi yer atmosferasida ulkan miqyosda yuz beradi. Isigan havo yuqori ko'tarilib kengayadi, chunki yuqori ko'tarilgan sari atmosfera bosimi kamayib boradi. Havo bunday kengayganda ancha soviydi. Natijada ko'tarilgan suv bug'lari kondensatsiyalanib, bulut hosil bo'лади.

Issiqlik mashinasining ish prinsipi 63-rasmda ko'rsatilgan. Bir siklda;  $T_1$  haroratli isitkichdan  $Q_1$  issiqlik miqdori olinib  $T_2$  haroratli sovutkichga  $Q_2$  issiqlik miqdori qaytariladi va  $A=Q_1-Q_2$  miqdordagi ish bajaradi. Har qanday issiqlik dvigateli uch qismdan iborat



63- rasm

bo'лади, ishchi modda (gaz yoki bug'), isitkich va sovutkich.

Issiqlik dvigateli siklik ravishda ishlaydi. Aylanma jarayon yoki sikl deb, tizim bir qancha holatlardan o'tib, daslabki holatiga qaytadigan jarayonga aytiladi. Soat strelkasi aylanish yo'nalishi bo'yicha ro'y beradigan jarayon (bunda gaz oldin kengayib so'ng siqiladi) to'g'ri sikl, soat strelkasi aylanish yo'nalishiga teskari yo'nalishda ro'y beradigan jarayon esa teskari sikl deyiladi. Issiqlik mashinalari to'g'ri sikl, sovutkichlar esa teskari sikl bilan ishlaydi. Sikl tugaganda tizim o'zining boshlang'ich holatida bo'лади, ya'ni moddaning ichki energiyasi boshlang'ch qiymatiga ega bo'лади.

$$\eta_k = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad (11.2)$$

Shuningdek, Karno siklining FIK ni isitkichning  $T_1$  va sovutkichning  $T_2$  temperaturalari orqali ham ifodalash mumkin:

$$\eta_k = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (11.3)$$

**Demak, ideal issiqlik mashinasining FIK ishchi moddaning turiga bog‘liq bo‘lmay, balki isitkichning va sovitchning temperaturalari bilangina aniqlanadi.**

(11.3) ifodadan yana quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1) issiqlik mashinasining FIK ni ko‘tarish uchun isitkichning temperaturasini oshirish, sovitchning temperaturasini esa pasaytirish kerak;

2) issiqlik mashinasining FIK doimo birdan kichik bo‘ladi.

(11.3) ga muvofiq Karno FIK to‘g‘risida teoremasini yozgan. Isitkichning va sovitchning berilgan temperaturalarida istalgan dvigatelning FIK Karno siklining FIK dan katta bo‘lmaydi.

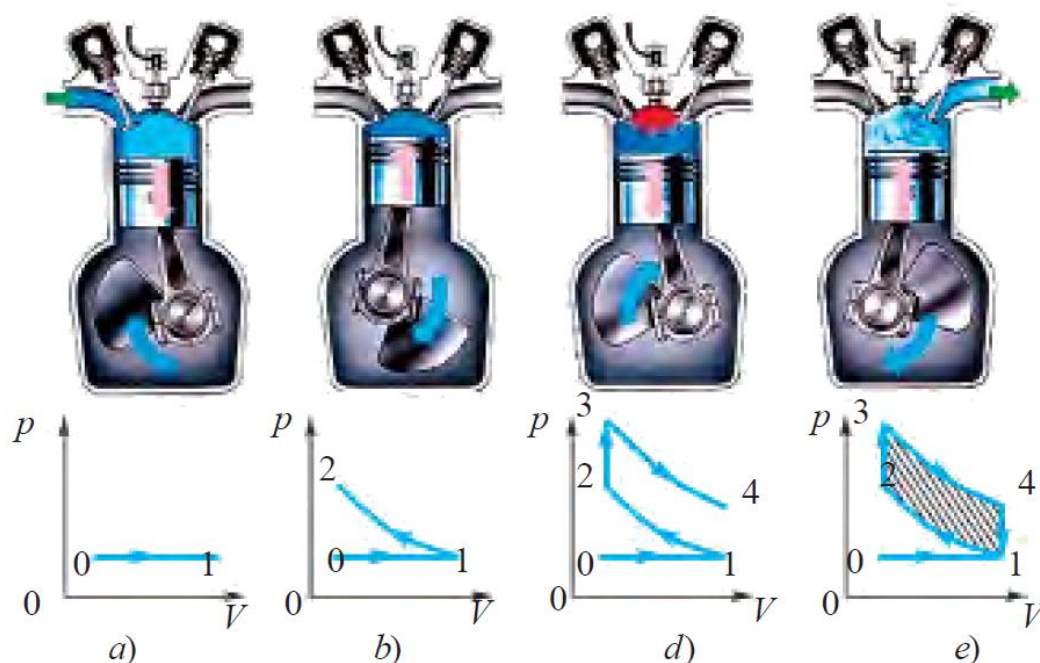
**Inson hayotida issiqlik dvigatellarining ahamiyati. Issiqlik dvigatellari va ekologiya.**

**Issiqlik dvigatellari.** Issiqlik dvigatellariga bug‘ mashinasi, bug‘ turbinasi, ichki yonuv dvigateli, reaktiv dvigatellar kiradi.

**Bug‘ mashinasi.** Bug‘ mashinalari va bug‘ turbinalarida isitkich vazifasini bug‘ qozoni, ishchi modda vazifasini bug‘, sovitch vazifasini esa atmosfera yoki ishlatilgan bug‘ni sovitch qurilmasi – kondensator bajaradi.

**Ichki yonuv dvigateli.** Ichki yonuv dvigatelida isitkich va ishchi modda vazifasini yonilg‘i, sovitch vazifasini esa atmosfera o‘taydi. Odatda, yonilg‘i sifatida benzin, spirt, kerosin va dizel yoqilg‘isi ishlatiladi. Maxsus qurilma (masalan, benzinli dvigatellarda karburator) yordamida yonilg‘i va havo aralashma ko‘rinishida tayyorlanib, silindrga uzatiladi. Silindrda esa aralashma yonadi. Yonish mahsulotlari esa atmo sferaga chiqarib tashlanadi. Endi ba‘zi turdagi dvigatellarga batafsil to‘xtalamiz.

**Karburatorli dvigatel.** To‘rt taktli karburatorli dvigatelning ish prinsipi va ishchi diagrammasini ko‘raylik (64-rasm). Tashqi kuchlar ta‘sirida porshen pastga qarab harakatlenganda (64 a-rasm) kiritish klapani ochilib ishchi aralashma silindrga tushadi.



**64-rasm.**

Jarayon atmosfera bosimi ostida izobarik ravishda ro'y beradi. Porshen eng quyi holatga yetganida kiritish klapani yopilib, birinchi takt (so'rish takti) tugaydi: grafikda jarayon 0–1 to'g'ri chiziq bilan ko'rsatilgan. Ikkinchi (siqish) takti ham (64-b rasm) tashqi kuch ta'sirida ro'y beradi.

Har ikkala klapan ham yopiq va gaz adiabatik ravishda qiziydi. Bu grafikda 1–2 chiziqqa to'g'ri keladi. Uchinchi takt ish jarayonida chaqnaqab yonish (64-d rasm). Porshen eng yuqori holatga yetganida o't oldiruvchi svecha uchquni aralashmani yoqadi va gazning bosimi keskin ortadi. Grafikda bu 2–3 izoxorik jarayonga mos keladi. Klapan yopiq turib, porshen pastga qarab harakatlanadi, ya'ni adiabatik ravishda kengayadi. 3–4 chiziq ishchi yo'li taktiga to'g'ri keladi (64-d rasm). Ko'rinib turibdiki, bu taktida gazning bosimi pasayadi, hajmi ortadi, temperaturasi pasayadi. Bu holda bajarilgan ish musbat bo'lib, u gaz ichki energiyasining kamayishi hisobiga bajariladi. To'rtinchi chiqarish takti 64-e rasmda tasvirlangan. Porshen eng pastga yetganida chiqarish klapani ochilib, yonish mahsulotlari chiqarish moslamasi orqali atrof-muhitga chiqarib tashlanadi. Gazning bosimi pasayadi va takt oxirida atmosfera bosimiga teng bo'lib qoladi. Grafikda bu izoxorik jarayon 4–1 chiziq bilan ko'rsatilgan. Porshen maxovik energiyasi hisobiga yuqori holatiga qaytadi va takt tugaydi.

Ko‘rilgan yopiq jarayonda bajarilgan ish jarayonlar chiziqlari bilan ajratilgan, shtrixlangan shaklning yuzasiga teng bo‘ladi. Grafikni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, 3–4 qismdagi kengayish 1–2 qismdagi siqilishga nisbatan kattaroq bosimda ro‘y beradi. Aynan shuning natijasida dvigatel foydali ish bajaradi. 3–2 va 4–1 izoxorik jarayonlarda ( $V = \text{const}$ ) ish nolga teng va yuqorida qayd etilganidek, foydali ish adiabatik kengayish va siqilishlarning farqlari bilan aniqlanadi.

Amalda ichki yonuv dvigatellarining FIK 20–30 % ni tashkil etadi. Ularning FIK ni orttirish uchun esa aralashmani ko‘proq siqish kerak. Lekin ichki yonish dvigatellarida yonilg‘i aralashmasini juda qattiq siqish mumkin emas, chunki siqilgan yonilg‘i qizib, o‘z-o‘zidan yonib ketishi mumkin. Bu esa dvigatelning ish prinsipini buzadi.

**Dizel.** Nemis muhandisi Dizel yuqoridagi qiyinchiliklardan holi va FIK ancha yuqori bo‘lgan dvigatelni yaratdi. Dizellarda siqish darajasi ancha yuqori bo‘lib, uning oxirida havoning temperaturasi, yoqilg‘i o‘z-o‘zidan o‘t olishi uchun yetarli darajada baland bo‘ladi. Yoqilg‘i esa karburatorli dvigatellarnikidek birdaniga emas, balki asta-sekin, porshen harakatining biror qismi davomida yonadi. Yoqilg‘ining yonish jarayoni ishchi bo‘shliqning hajmi ortib borishi davomida ro‘y beradi. Shuning uchun ham gazlarning bosimi ish davomida o‘zgarmay qoladi. Shunday qilib, dizelda aralashmaning yonish jarayoni o‘zgarmas bosimda ro‘y beradi. Karburatorli dvigatellarda esa bu jarayon o‘zgarmas hajmda ro‘y berar edi. Dizel, karburatorli dvigatelga qaraganda tejamkorroq bo‘lib, FIK ham ancha yuqori, qariyb 40 % ni tashkil qiladi. Uning quvvati ham ancha katta bo‘lishi mumkin. Shu bilan birga, ancha arzon yoqilg‘ida ham ishlayveradi. Dizellar statsionar qurilmalarda, temir yo‘l, havo va suv transportlarida keng qo‘llaniladi. Hozirgi paytda kichik quvvatli dizellar avtomashina va traktorlarda ham ko‘p ishlatilmoqda.

**Reaktiv dvigatel.** 65-rasmda reaktiv dvigatelning sxematik tuzilishi keltirilgan. Uning ish prinsipi quyidagicha. Samolyot uchganda qarshisidan kelayotgan havo oqimi soplo orqali o‘tib, forsunka sochayotgan yoqilg‘i bilan aralashib, ishchi yoqilg‘ini hosil qiladi. So‘ngra yonish kamerasiga tushadi va o‘t oldiruvchi svecha yordamida yonadi. Ishchi aralashmaning yonishi natijasida hosil

boʻlgan gazlar katta tezlik bilan chiqarish tirqishi – soplo orqali chiqarib tashlanadi. Aralashmaning yonishi bosimning keskin ortishiga olib keladi va natijada soplodan chiqadigan gazning tezligi dvigatelga kirayotgan gazning tezligidan juda katta boʻladi. Aynan shu tezliklar farqi natijasida impulsning saqlanish qonuniga muvofiq, reaktiv tortish kuchi vujudga keladi.



65-rasm.

Hozirgi issiqlik mashinalarining FIK 40 % dan (ichki yonuv dvigatellari) 60 % gacha (reaktiv dvigatellar) boʻlishi mumkin. Shuning uchun ham olimlar mavjud dvigatellarni takomillashtirish yoʻlida tinimsiz izlanishlar olib borishmoqda. Shu bilan birga, ichki yonuv dvigatellarining tinimsiz koʻpayib borayotganligi tabiatga va atrof-muhitga katta xavf tugʻdirmoqda. Ekologik toza dvigatellarni yaratish bugungi kunning eng dolzarb muammolaridan biridir.

**Tabiatni muhofaza qilish.** Tabiatning oliy mahsuli boʻlmish inson, qolaversa boshqa jonzotlar ham shu tabiatning bir qismidir. Ular yashashi va rivojlanishi uchun esa zarur neʼmatlar – toza havo, toza suv va toza mahsulotlar kerak. Biz nafas oladigan havo Yer atmosferasini tashkil qiluvchi gazlarning aralashmasidir. Uning tarkibida kislorod, azot, vodorod va boshqa tabiiy gazlardan tashqari chang, tutun, tuz zarralari va boshqa aralashmalar mavjud. Bundan tashqari, havo tarkibida sanoat chiqindilari ham boʻladi.

Issiqlik dvigatellarining koʻp miqdorda ishlatilishi ham atrof-muhitga salbiy taʼsir koʻrsatadi. Hisob-kitoblarga qaraganda, hozirgi paytda Yer yuzida har yili 2 milliard tonna koʻmir va 1 milliard tonna neft yoqiladi. Bu esa Yerdagi temperaturaning koʻtarilishiga va natijada muzliklarning erib, okeanlardagi suv

sathining ko‘tarilishiga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari, atmosferaga 120 million tonna kul va 60 million tonnagacha zaharli gaz chiqarib tashlanadi.

Dunyodagi 200 milliondan ortiq avtomobil har kuni atmosferani uglerod (II) oksid, azot va uglevodorodlar bilan zaharlaydi. Issiqlik va atom elektr stansiyalari quvvatlarining ortishi bilan suvga bo‘lgan ehtiyoj ham ortib boradi. Shuning uchun hozir havo va suv havzalarining ifl oslanishidan saqlanishning bevosita va bilvosita usullaridan foydalaniladi. Bevosita usul – bu turli tutunlar va gazlarni tozalab chiqarish; atmosferani kam ifloslantiradigan yoqilg‘ilar – tabiiy gaz, oltingugurtsiz neft va boshqalardan foydalanish; benzinsiz yuradigan avtomobil dvigatellarini yaratish va hokazolar.

Bilvosita usullar atmosferaning pastki qatlamidagi zaharli moddalar konsentratsiyasining keskin kamayishiga olib keladi. Bular chiqindi chiquvchi manbalarning balandligini orttirish, meteorologik sharoitlarini hisobga olib aralashmalarni havoga sohib yuborishning turli usullaridan foydalanish va hokazolar.

### **Nazorat savollar**

- 1 Issiqlik mashinasi deb qanday qurilmaga aytiladi?
2. Karno sikli deb nimaga aytiladi?
3. Issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsiyenti (FIK) qanday aniqlanadi?
4. FIK ishchi moddaning turiga bog‘liqmi?
5. Issiqlik mashinasining FIK ni oshirish uchun nima qilish kerak?
6. Ichki yonish dvigateli FIK ni oshirishning qanday qiyinchiligi bor?
7. Dizelning ish prinsipini tushuntiring.
8. Reaktiv dvigatelning ish prinsipini tushuntiring.
6. Tabiatni muhofaza qilish uchun qanday chora-tadbirlar ko‘rilmoqda?