

2-bob. AVTOTRAKTOR MOTORLARINING TUZILISHI VA ISHLASHI

1-§. Ichki yonuv motorlarining tasnifi va tuzilish sxemalari

Biror turdagi energiyani mexanik ishga aylantiradigan mashina motor yoki motor mashina deyiladi. Qanday energiyadan foydalanilishiga qarab motorlar turlicha bo'ladi, masalan: shamol motorlari, suv motorlari, elektr motorlar, issiqlik motorlari va boshqalar. Shamol motorlarida shamolning esish kuchi, suv motorlarida suvning og'irligi, tezligi, bosimi mexanik ishga aylantirilsa, issiqlik motorlarda yonilg'ining yonishidan hosil bo'lgan issiqlik energiyasi mexanik ishga aylantiriladi.

Yonilg'i motorning qayerida yonishiga qarab issiqlik motorlari yonilg'i motor silindrlari ichida yonadigan ichki yonuv motorlarga va yonilg'i bug' qozoni o'txonasida yonadigan bug' mashinalari, bug' turbinalariga ajraladi.

Traktor va avtomobillarda qo'llaniladigan ichki yonuv motorlarining yonilg'i motorning maxsus kamerasida yonadigan reaktiv motorlar, gaz turbinalar va boshqa motorlardan farqi shundaki, gazning kengayishdagi kuchi motorning porsheniga ta'sir etib, undan boshqa detallariga uzatiladi va barcha jarayon silindr ichida harakat etuvchi porshen bilan bajariladi. Shu sababli bu motorlar porshenli ichki yonuv motorlari deyiladi.

Traktor va avtomobillarda qo'llaniladigan porshenli ichki yonuv motorlari quyidagi alomatlariga qarab bir necha guruhga ajraladi.

Motorlar yonuvchi aralashma hosil etilishiga qarab — aralashma motor silindri tashqarisida tayyorlanadigan benzinli va gaz motorlarga hamda aralashma silindr ichida tayyorlanadigan dizel motorlarga bo'linadi.

Aralashmaning alanganishiga qarab — elektr uchquni bilan alanganadigan (benzinli va gaz) hamda siqishdan qizigan havo bilan o'z-o'zidan alanganadigan (dizel) motorlarga ajraladi.

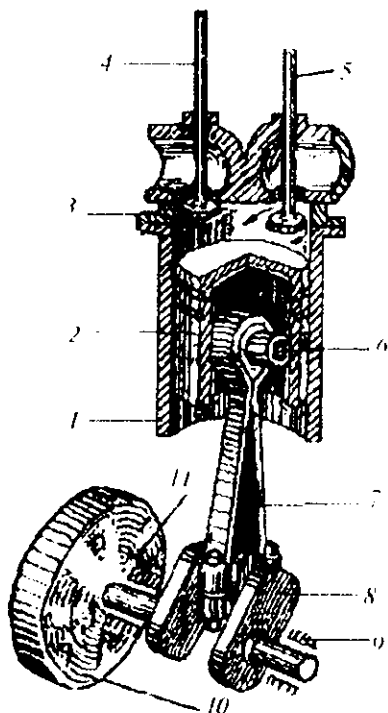
Ish sikli porshenning nechta yo'lida bajarilishiga qarab — to'rt taktli va ikki taktli motorlar bo'ladi. Qo'llaniladigan yonilg'ining turiga qarab — suyuq yonilg'ida (benzin, kerosin, dizel yonilg'isida) va

gazsimon yonilg'ida (generator gazi, siqilgan yoki suyultirilgan gazlarda) ishlaydigan motorlar farqlanadi.

Silindrlarning soniga qarab — bir silindrli va ko'p (ikki, uch, to'rt, olti, sakkiz) silindrli motorlar bo'ladi. Motorlar silindrlari tik, yotiq, V harfi shaklida va oppozitiv (qarama-qarshi) joylashtirilgan bo'lishi mumkin.

Sovitilishiga qarab — suv bilan sovitiladigan va havo bilan sovitiladigan motorlar bo'ladi.

Bir silindrli motorning sxemasi 2.1-rasmda keltirilgan. Motor silindri (1) ichida porshen (2) turadi. Porshen barmoq (6) yordamida shatun (7) ning yuqorigi kallagiga biriktiriladi. Shatunning pastki kallagi tirsakli val (8) ga birlashtirilgan. Tirsakli val podshipnik (9 va 11) larda aylanadi, valning keyingi uchiga maxovik (10) mahkamlangan. Silindrning tepasi kallak (3) bilan bekitilgan. Kallakning kiritish va chiqarish kanallari bor. Kanallarning kallakka birikadigan teshiklari klapan (4 va 5) lar bilan yopilib, ma'lum paytda ochiladi.



2.1-rasm. Bir silindrli motorning sxemasi:

- 1 — silindr;
- 2 — porshen;
- 3 — kallak;
- 4 va 5 — klapanlar;
- 6 — porshen barmog'i;
- 7 — shatun;
- 8 — tirsakli val;
- 9 va 11 — tirsakli val podshipniklari;
- 10 — maxovik

Benzinli motorlarda silindrlar kallagiga yondirish svechasi o'rnatiladi. Svechada hosil bo'ladigan elektr uchqun ish aralashmasini alangalatadi. Dizel motorlarda kallakka forsunka o'rnatiladi. Forsunkadan yonitg'i mayda to'zutilgan tuman tarzida silindrga purkaladi.

Tirsakli val aylantirilsa, porshen silindr ichida ilgari lanib-qaytib to'g'ri chiziqli harakat qiladi. Porshenning tirsakli val o'qidan eng uzoqlashgan (yuqoriga chiqib qaytadigan) nuqtasi *yuqori chekka nuqta* (YCHN) deb ataladi. Porshenning val o'qiga eng yaqinlashgan (pastga tushib qaytadigan) nuqtasi pastki chekka nuqta (PCHN) deb ataladi. Chekka nuqtalar orasidagi masofa *porshenning yo'li* deyilib, S bilan belgilanadi. Porshen har gal bir chekka nuqtadan ikkinchisiga harakat qilganda val 180° burchakka buriladi. Porshenning har yo'lida silindr ichida bajariladigan jarayon takt deb ataladi.

YCHN da turgan porshenning tepasida hosil bo'ladigan hajm *siqish kamerasing hajmi* deyilib, V_c bilan belgilanadi. Porshen YCHN dan PCHN gacha harakat etib bo'shatadigan hajm silindrning ish hajmi deyilib, V_h bilan belgilanadi. Silindr ish hajmini quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S,$$

bu yerda: D — silindrning diametri; S — porshenning yo'li, mm.

Motor silindri ish hajmining silindrlar soniga ko'paytmasi *motorning litraji* deb ataladi.

PCHN da turgan porshen tubining tepasidagi hajm *silindrning to'la hajmi* deyiladi, uning qiymati

$$V_a = V_h + V_c \text{ ga teng.}$$

Silindr to'la hajmining siqish kamerasi hajmiga nisbati *motorning siqish darajasi* (ϵ) deyiladi:

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_s} = \frac{V_h + V_c}{V_s} = \frac{V_h}{V_s} + 1$$

Motorning siqish darajasi porshen PCHN dan YCHN gacha harakat etganda yonuvchi aralashma yoki havo hajmining necha baravar kamayishini ko'rsatadi. Siqish darajasi benzinli motorlarda 4—8, dizellarda 13—20 ga teng. Siqish darajasi qancha katta bo'lsa, gazlar yonganda katta bosim hosil bo'lib, motorning quvvati shuncha oshadi va u tejamliroq ishlaydi. Biroq, siqish darajasi benzinli motorlarda

aralashmaning o'z-o'zidan alangalanish harorati bilan cheklanadi. Dizellarda siqish darajasini ortiqcha oshirish motorning detallariga ta'sir etadigan kuchni oshirib yuboradi, detallar tez yeyiladi, ishqalanishga quvvat ko'proq sarflanadi va yonilg'ini yana ham yuqori bosimda purkash lozim bo'ladi.

Ichki yonuv motorining uzluksiz ishlashi uchun silindri ichiga yonuvchi aralashma (benzinlilarda) yoki havoni (dizellilarda) muttasil kiritish, aralashmani yoki havoni siqish va siqilgan aralashmani svecha bilan, siqilgan havoga esa yonilg'ini purkab yondirish lozim. Yonilg'ini yonganda gaz paydo bo'ladi, uning harorati va bosimi ko'tariladi, natijada gazlar kengayib, porshenni pastga bosadi (ish bajaradi). So'ngra silindr ishlatilgan gazlardan tozalanadi. Shu jarayonlar ma'lum tartibda takrorlanaveradi. Silindrlarda takrorlanadigan barcha jarayonlar motorning *ish jarayoni* yoki *ish sikli* deyiladi. Motorning ish jarayoni to'rt yoki ikki taktidan iborat bo'lib, bu kiritish, siqish, ish yo'li (kengayish) va chiqarish taktlaridir.

2-§. To'rt taktli benzinli motorning ish jarayoni

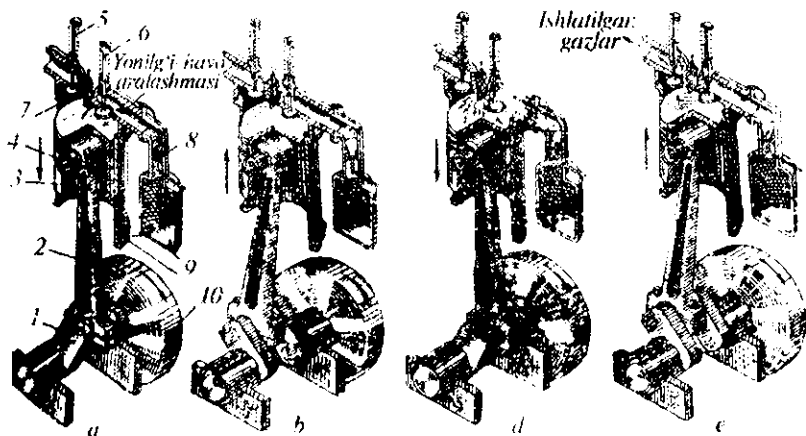
Ish jarayoni porshenning to'rt yo'lidagi, ya'ni tirsakli val ikki marta aylanganda bajariladigan motor *to'rt taktli motor* deyiladi. To'rt taktli motorning ish jarayoni 2.2-rasmda ko'rsatilgan. Benzin, kerosin va gaz motorlari shunday tarzda ishlaydi.

Kiritish (so'rish) takti (2.2-rasm, a) da silindr (9) ga yonuvchi aralashma to'ldiriladi. Tirsakli val (1) burilganda porshen (3) YCHN dan pastga siljiy boshlaydi va porshen tepasidagi hajm kengayib siyraklanish hosil bo'ladi. Bu paytda kiritish klapani (6) ochilib, silindr kiritish quvuri orqali karburator (5) bilan tutashadi.

Karburatorda yonilg'ini va havodan tayyorlangan yonuvchi aralashma siyraklanish ta'siri bilan silindrga kiradi. Porshen PCHN ga kelganda silindr yonuvchi aralashma bilan to'ldiriladi va yuqoriga ko'tariladi. Bu paytda kiritish klapani kiritish teshigini bekitadi.

Yonish kamerasida oldingi ish siklidan qolgan gazlar yangi kirgan yonuvchi aralashmaga aralashadi. Qoldiq gazlar aralashgan yonuvchi aralashma *ish aralashma* deyiladi. Kiritish taktida silindrdagi bosim 0,07 — 0,09 MPa, ish aralashmaning harorati 70—120°C bo'ladi.

Siqish taktida (2.2-rasm, b) ish aralashma yonishga tayyorlanadi. Porshen PCHN dan YCHN ga siljiganda silindr ichiga kirgan ish



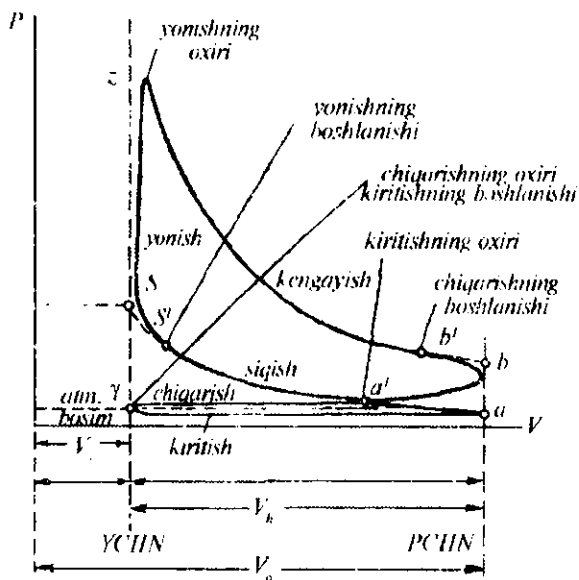
2.2-rasm. To'rt taktli, bir silindrli benzinni motorning ish jarayoni:

a — kiritish; *b* — siqish; *d* — ish yo'li; *e* — chiqarish; 1 — tirsakli val; 2 — shatun; 3 — porshen; 4 — porshen barmog'i; 5 — chiqarish klapani; 6 — kiritish klapani; 7 — svecha; 8 — karburator; 9 — silindr; 10 — maxovik

aralashmani siqadi. *Kiritish* (6) va *chiqarish* (5) klapanlari yopiq bo'lganligi sababli aralashmaning hajmi kamayib, silindrdagi bosim va harorati ko'tarila boshlaydi. Motorning siqish darajasiga qarab aralashma hajmi kamayadi. Siqish taktining oxirida bosim 0,7—1,2 MPa ga, harorat esa 300—400°C ga yetadi.

Siqish taktining oxirida silindr kallagidagi yondirish svechasi (7) ning elektrodlari orasidan o'tadigan elektr uchqun aralashmani alangalatadi. Porshen YCHN ga yetib kelgan paytda aralashma yonib bo'ladi. Natijada silindrdagi bosim 3,0—4,5 MPa gacha, harorat esa 2400°C gacha ko'tariladi.

Ish yo'li (kengayish) takti (2.2-rasm, *d*). Yongan aralashmaning issiqlik energiyasi mexanik ishga aylantiriladi. Bu paytda kiritish va chiqarish teshiklari klapanlar bilan yopilgan bo'ladi. Gazlar kengayib porshenni pastga (YCHN dan PCHN gacha) bosadi. Porshening harakati barmoq (4) va shatun (2) orqali tirsakli valga uzatilib, uni maxovik (10) bilan birga aylanishga majbur etadi. *Ish yo'li* taktining oxirida gazning bosimi 0,3—0,4 MPa gacha, harorati esa 900—1100°C gacha pasayadi va chiqarish klapani (5) ochilib, gazlar tashqariga chiqib boshlaydi.



2.3-rasm. To'rt taktli benzinli motorning indikator diagrammasi.

P – bosim; V – hajm; V_s – siqish kamerasining hajmi;

V_k – silindrning ish hajmi; V_o – silindrning umumiy hajmi

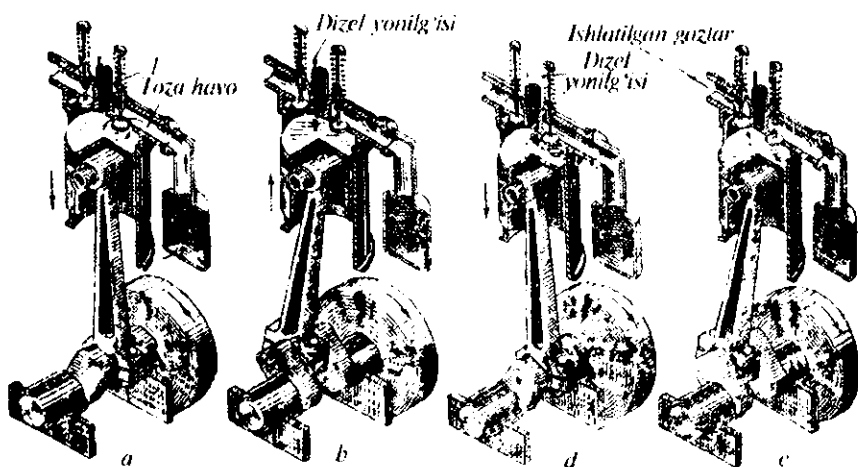
Chiqarish takti (2.2-rasm, e). Silindrlar ishlatilgan gazlardan tozalanadi. Porshen PCHN dan YCHN ga siljib, ishlatilgan gazlar chiqarish teshigidan quvur orqali atmosferaga chiqariladi. Chiqarish taktining oxirida gazning bosimi 0,11–0,12 MPa, harorati esa 500–900°C bo'ladi. Chiqarish oxirida ish sikli tugallanib, so'ng yana kiritish, siqish va hokazo takti qaytariladi, ya'ni ish sikli takrorlanaveradi.

Silindrdagi gaz bosimining turli taktlarda porshen tepasidagi hajm o'zgarishiga nisbatan qanday o'zgarishini grafik usulda indikator diagramma bilan ko'rsatish mumkin. To'rt taktli benzinli motorning indikator diagrammasi 2.3-rasmda ko'rsatilgan. Diagrammada yonishning siqish takti oxirida tugashi ko'rinib turibdi.

3-§. To'rt taktli dizel motorining ishlash prinsipi

To'rt taktli dizel motorining ish jarayoni 2.4-rasmda ko'rsatilgan. Dizel motorining ish jarayoni aralashma hosil qilish va aralashmaning alanganishi jihatidagina benzinli motordan farq qitadi, ammo

taktlari, porshening harakat yoʻnalishi va klapanlarning ochiq-yopiq turishi benzinli motordagiga oʻxshaydi.



2.4-rasm. Toʻrt taktli, bir silindrli dizel motorining ish jarayoni:
a — kiritish; *b* — siqish; *d* — ish yoʻli; *e* — chiqarish; *l* — forsunka

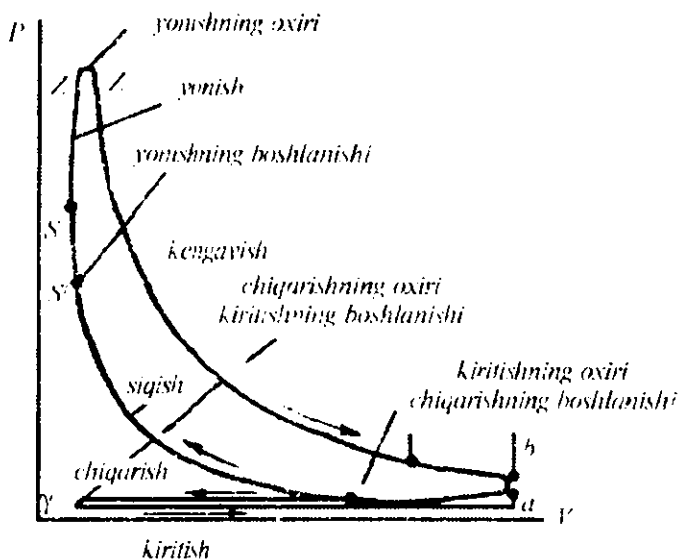
Kiritish takti (2.4-rasm, *a*). Porshen YCHN dan PCHN ga harakatlanib, silindrda siyraklanish hosil qiladi. Kiritish klapani ochiladi va silindrga havo tozalagichdan oʻtib tozalangan havo kiradi. Kiritish taktida silindrdagi bosim 0,08–0,09 MPa, harorat 50–80°C boʻladi.

Siqish takti (2.4-rasm, *b*). Porshen PCHN dan YCHN ga tomon siljiydi. Ikkala klapan yopiq boʻlganligi sababli silindrdagi havo siqiladi. Havoning koʻp siqilishi natijasida siqish taktining oxirida silindrdagi havoning bosimi 3,5–4,0 MPa gacha, harorati esa 500–650°C gacha koʻtariladi.

Siqish taktining oxirida porshen YCHN ga yaqinlashganda forsunka (*l*) dan yuqori bosim bilan yonilgʻi purkaladi. Juda mayda zarrachalardan iborat boʻlgan yonilgʻi qizigan havo bilan aralashadi, qiziydi va birozdan keyin oʻz-oʻzidan alanganadi. Aralashma yonganda silindrdagi bosim 5,5–9,0 MPa gacha, harorat esa 1600–2100°C gacha koʻtariladi. Yonilgʻi purkalgandan keyin aralashma tez alanganib yonmasa, dizel oʻziga xos taqillash ovozi chiqarib ishlaydi, bu yonilgʻining oʻz-oʻzidan alanganlash haroratiga bogʻliq, bu harorat qancha past boʻlsa, dizei shuncha osoyishta (taqillamasdan) va ravon ishlaydi.

Ish yo'li takti (2.4-rasm, d). Dizellarda siqish taktida aralashma yonib tugamasdan, ish yo'li taktida ham yonishda biroz davom etadi. Ikkala klapan yopiq bo'lganligi sababli porshen gazlar bosimi ta'siri ostida YCHN dan PCHN ga siljiydi. Porshenning harakati shatun orqali tirsakli valga uzatilib, uni aylanishga majbur etadi. Ish yo'li taktining oxirida silindrdagi bosim 0,3–0,4 MPa, harorat esa 600–900 C gacha pasayadi.

Chiqarish takti (2.4-rasm, e). Benzinli motorlarda chiqarish takti qanday o'tsa, dizellarda ham shunday o'tadi. Chiqariladigan gazlarning bosimi takt oxirida 0,11–0,12 MPa, harorati 400–800 C atrofida bo'ladi.

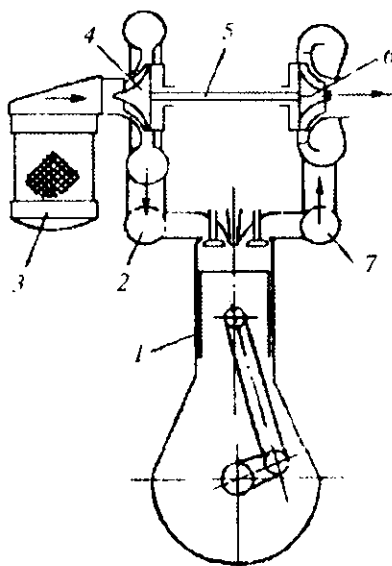


2.5-rasm. To'rt taktli dizel motorining indikator diagrammasi:
P - bosim; *V* - hajm

To'rt taktli dizelning indikator diagrammasi 2.5-rasmida ko'rsatilgan. Bu diagramma yonish jarayonining kechishi jihatidan benzinli motordan farq qiladi. Yonilg'ining yonishi siqish takti oxirida boshlanib, ish yo'li taktining boshlanishida ham davom etishi porshenning pastga tushishiga qaramasdan, silindrdagi bosimning pasaymasligiga imkon beradi (*Z* - Z uchastkasi).

Benzinli motor va dizel ish jarayonida porshen ish yo'li taktida gazlar bosimi ta'siridan siljib tirsakli valni ayyantiradi. Kiritish, siqish

va chiqarish taktlarida esa porshenni maxovikning kinetik energiyasi hisobiga aylanuvchi tirsakli val harakatlantiradi.



2.6-rasm. Turbokompressorli motorning sxemasi:

- 1 — motor; 2 — kiritish quvuri; 3 — havo tozalagich; 4 — kompressor;
5 — val; 6 — turbina; 7 — chiqarish quvuri

Havo puflash. Dizel motorlarida havo silindrga kiritish taktida soʻrib olinmasdan, maxsus turbokompressor orqali 0,135–0,16 MPa bosim ostida kiritiladi, natijada silindrga koʻproq havo kiradi va koʻproq yonilgʻi yoqish imkoni tugʻiladi. Bu esa, motor quvvatini 35% va undan ham koʻproq oshirishga imkon beradi (2.6-rasm).

Turbokompressorli motor (1) silindrlariga havoni bosim bilan kiritish jarayoni havo puflash deyiladi. Turbokompressor val (5) ga oʻrnatilgan kichik turbina (6) va kompressor (4) dan iborat boʻlib, turbina motor chiqarish quvuri (7) dan chiqadigan ishlatilgan gaz bilan harakatga keltiriladi. Kompressor havo tozalagich (3) dan oʻtgan havoni kiritish quvuri (2) orqali silindrlarga kiritadi.

Dizel va benzinli motorlarni taqqoslash. Dizel motori bajargan ishi hisobida benzinliga nisbatan 20–25% kamroq yonilgʻi sarflaydi. Dizel yonilgʻisi arzon va yonilgʻi jihatidan nisbatan xavfsizroqdir. Dizel silindrlarida yuqori bosim hosil boʻlishi tufayli uning detallari

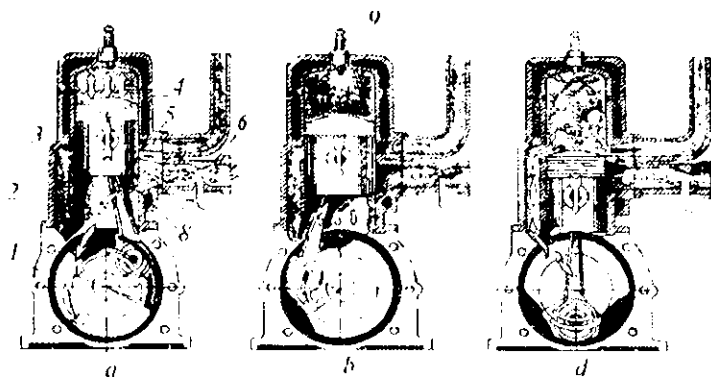
mustahkam qilinadi, shu sababli dizel motori benzinli motorga nisbatan og'irroq va uni o't oldirish qiyinroq bo'ladi. Shu sababli dizel motori traktorlarda va katta yuk avtomobillarida qo'llaniladi.

4-§. Ikki taktli benzinli motorning tuzilish sxemasi va ishlashi

Ikki taktli motorning ish jarayoni porshenining ikki yo'lida yoki tirsakli vali bir marta aylanganda bajariladi.

Ikki taktli prinsip asosida ishlaydigan benzinli motor va ikki taktli dizel motori bor.

Ikki taktli benzinli motorlar ba'zi traktor dizellarning yurgizib yuborish motorlari sistemasida, ko'pchilik mototsikllarda, kichik statsionar motorlarda qo'llaniladi. Ikki taktli benzin motorining tuzilish va ishlash sxemasi 2.7-rasmda ko'rsatilgan.



2.7-rasm. Ikki taktli benzinli motorning ishlash sxemasi:

- 1 - karter; 2 — puflash kanali; 3 - puflash tuynugi; 4 — silindr;
5 - chiqarish tuynugi; 6 — karburator; 7 - kiritish tuynugi; 8 — porshen;
9 — svecha

Motorning karteri (1) jips berkitilib, kiritish tuynugi (7) orqali karburator (6) bilan, puflash kanali (2) va puflash tuynugi (3) orqali esa silindr (4) bilan tutashgan. Silindrning devorida chiqarish tuynugi (5) bor. Silindrning tepasi kallak bilan berkitiladi. Kallakka yondirish svechasi (9) burab qo'yilgan. Bu motorning alohida gaz taqsimlash mexanizmi yo'q, uning vazifasini porshen bajaradi, ya'ni silindrdagi kiritish, chiqarish va puflash tuynuklarini ma'lum vaqtda ochib, berkitadi. Ikki taktli benzinli motor quyidagi tartibda ishlaydi.

Tirsakli val aylanib porshen (5) PCHN dan YCHN ga siljiganda (2.7-rasm, *a*) krivoship kamerasida siyraklanish hosil bo'ladi va porshen yubkasi kiritish tuynugini ochganda karterga karburatordan yonuvchi aralashma suriladi.

Porshen oldin puflash, so'ng chiqarish tuynuklarini berkitib, silindrga kirgan aralashmani siqadi. Porshen YCHN ga yaqinlashganda yondirish svechasi (9) elektrodlaridan uchqun chiqib, siqilgan aralashmani yondiradi. Aralashma yonib, gazning bosimi 2.0 MPa gacha, harorati esa 1800°C gacha ko'tariladi. Gazlar kengayib porshenni pastga bosadi, uning kuchi shatun orqali tirsakli valga uzatilib, uni aylanishga majbur etadi.

Porshen YCHN dan PCHN ga tushganida (2.7-rasm, *b*) dastlab kiritish tuynugini berkitadi, karburatordan karterga aralashma kirishi to'xtaydi va karterdagi aralashmani porshen siqa boshlaydi. Keyin porshen chiqarish tuynugini ochadi, ishlatilgan gazlar silindrdan bu tuynuk orqali tashqariga chiqa boshlaydi, natijada silindrdagi bosim tez kamayadi, so'ngra porshen puflash tuynugini ochadi, bunda karterdagi siqilgan aralashma puflash kanali orqali silindrga kira boshlaydi.

Kiritish va chiqarish tuynuklari ochiq bo'lganligi sababli silindrga karterdan kirgan aralashma ishlatilgan gazlarni haydab tashqariga chiqaradi, shunda yonuvchi aralashmaning bir qismi ishlatilgan gazlar bilan (yonmasdan) atmosferaga chiqib ketadi (2.7-rasm, *d*). Porshen yana PCHN dan YCHN ga ko'tarilib yuqorida bayon etilgan jarayon takrorlanadi.

To'rt taktli va ikki taktli motorlarni taqqoslash. Ikki taktli benzini motorning afzalligi shundaki, sodda tuzilgan, maxovigi to'rt taktliga nisbatan kichikroq bo'ladi.

Litrasi va aylanish tezligi bir xil bo'lganda to'rt taktli motorga nisbatan 60—70% ko'proq quvvat beradi.

Ikki taktli motorning kamchiliklari: asosiy qismlari yonilg'iga aralashtiriladigan moy (15 l benzina aralashtirilgan 1 l karter moyi) bilan moylanishi sababli yetarli darajada moylanmaydi va yaxshi sovitilmaydi, karteri jips berkitilishi shart bo'lganidan uni ko'p silindrli qilish qiyin.

Silindrlari ishlatilgan gazlardan yaxshi tozalanmaydi va yonuvchi aralashmaning bir qismi (30% chasi) yonmasdan tashqariga chiqib isrof bo'lganidan, yonilg'ining solishtirma sarfi to'rt taktli motorlardagiga nisbatan ancha ortiq.

5-§. Ko'p silindri, to'rt taktli motorlarning ishlashi

Bir silindri, to'rt taktli motorning ishlash jarayonini jadvalda ifodalash mumkin (2.1-jadval).

Demak, bir silindri, to'rt taktli motorda porshenning to'rt yo'lidan faqat bittasi ish yo'li bo'lib, qolgan uchasi yordamchi taktlarga to'g'ri keladi. Motor tirsakli valining uchiga mahkamlangan maxovik ish yo'li taktida o'ziga energiya to'plab, uni yordamchi taktlarni bajarishga sarflaydi. Valning tekis aylanishi uchun krivoship-shatun mexanizmi maxsus mexanizm bilan muvozanatlanadi.

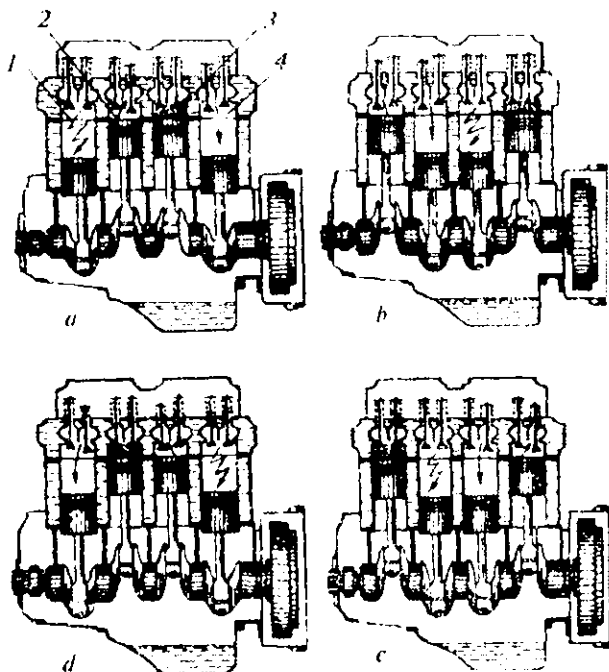
Ko'p silindri motorlarda ish sikli davomida ish yo'li takti ko'proq takrorlanadi, shuning uchun tirsakli val ravon aylanadi va maxovikning og'ir bo'lishiga va qo'shimcha muvozanatlovchi mexanizm o'rnatishga ehtiyoj qolmaydi. Motor silindrlari sonining oshirilishi bilan uning quvvati ham ortadi va detallari kichikroq (yengilroq) bo'ladi.

2.1-jadval

Bir silindri, to'rt taktli motorning ish jarayoni

Tirsakli valning aylanishi	Porshenning harakat yo'nalishi	Taktlar	Kiritish klapani	Chiqarish klapani
Birinchi yarim aylanish	pastga	kiritish	ochiq	yopiq
Ikkinchi yarim aylanish	yuqoriga	siqish	yopiq	yopiq
Uchinchi yarim aylanish	pastga	ish yo'li	yopiq	yopiq
To'rtinchi yarim aylanish	yuqoriga	chiqarish	yopiq	ochiq

Ko'p silindri motorning ravon ishlashi uchun bir turli takt uning bir necha silindrlarida bir vaqtda takrorlanmasligi va ish yo'li takti ma'lum vaqtdan keyin muntazam takrorlanishi shart. Buning uchun tirsakli valning burilish burchaklari bilan ifodalangan (graduslarda) ish sikli silindrlar soniga bo'linadi. To'rt taktli motor ish sikli davomida tirsakli val ikki marta aylanib $360 \times 2 = 720^\circ$ ga buriladi. To'rt silindri motorlarda ish yo'li takti $720:4=180^\circ$, olti silindrilarda esa $720:6=120^\circ$ dan keyin takrorlanishi lozim.



2.8-rasm. To'rt silindrli, to'rt taktli motorning ishlash sxemasi

Motorning turli silindrlarida bir xil taktning (masalan, ish yo'lining) takrorlanish tartibi *motorning ish tartibi* deyiladi.

Ikki silindrli motor tirsakli valning tirsaklari bir tekislikda qarama-qarshi joylashtirilgan, shu sababli motor silindrlari 1-2-0-0 tartibda ishlaydi. Demak, valning birinchi yarim aylanishida birinchi silindrda, ikkinchi yarim aylanishida esa ikkinchi silindrda ish yo'li sodir bo'lib, keyingi ikkita yarim aylanishida (valning ikkinchi marta aylanishida) hech qaysi silindrda ish yo'li bo'lmaydi.

To'rt silindrli motorda (2.8-rasm) tirsakli valning ikkinchi va uchinchi tirsaklari bir tekislikka joylashtirilib, birinchi va to'rtinchi tirsaklari ikkinchi va uchinchilariga nisbatan 180° burchak hosil etadi. Motor ishlayotgan vaqtda 1 va 4 silindrlar porsheni pastga harakat qilsa (2.8-rasm, a), 2 va 3 silindrlar porsheni yuqoriga harakat qiladi. Agar shu paytda 1 silindrda — ish yo'li, 2 silindrda — chiqarish, 3 silindrda — siqish, 4 silindrda — kiritish taktlari sodir bo'lyapti deb faraz qilsak, tirsakli valning ikkinchi yarim aylanishida (2.8-rasm, b) silindrlardagi

porshenlarning harakat yo'nalishi o'zgarib, 1 da -- chiqarish, 2 da -- kiritish, 3 da -- ish yo'li, 4 da esa siqish taktlari sodir bo'ladi.

Uchinchi va to'rtinchi yarim aylanishda silindrlarda sodir bo'ladigan taktlarni kuzatish (2.8-rasm, *d* va *e*) qiyin emas. Silindrlardagi taktlarning takrorlanishi ularning ishlash tartibiga bog'liq bo'lib, to'rt silindrli motorlar 1-3-4-2 yoki 1-2-4-3 tartibda ishlashi mumkin.

To'rt silindrli, to'rt taktli motorning ish jarayonini ham jadvalda ifodalash mumkin (2.2-jadval).

2.2-jadval

To'rt silindrli, to'rt taktli motorning ish jarayoni

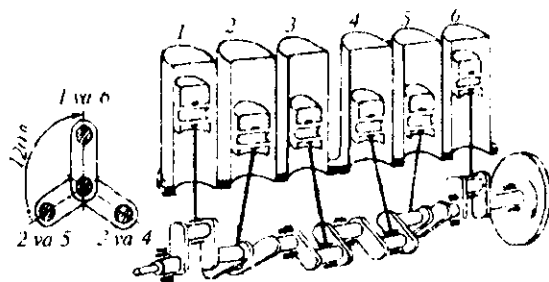
Tirsakli valning aylanishi	Tirsakli valning burilish burchaklari	Silindrlar			
		1	2	3	4
Birinchi yarim aylanish	0—180°	ish yo'li	chiqarish	siqish	kiritish
Ikkinchi yarim aylanish	180—360°	chiqarish	kiritish	ish yo'li	siqish
Uchinchi yarim aylanish	360—540°	kiritish	siqish	chiqarish	ish yo'li
To'rtinchi yarim aylanish	540—720°	siqish	ish yo'li	kiritish	chiqarish

Demak, ish yo'li tirsakli valning birinchi yarim aylanishida birinchi silindrda, ikkinchi yarim aylanishida uchinchi silindrda, uchinchi yarim aylanishida to'rtinchi silindrda va to'rtinchi yarim aylanishida ikkinchi silindrda bajariladi, ya'ni bu jadvalda motor silindrlari 1-3-4-2 tartibda ishlaydi. So'ngra barcha jarayon takrorlanadi. Boshqacha tartibda ishlaydigan to'rt silindrli motor uchun ham shunday jadval tuzish mumkin.

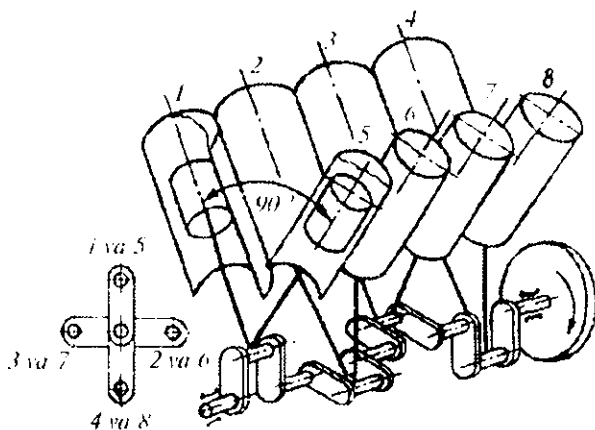
Olti silindrli motorlarda valning tirsaklari bir-biriga nisbatan 120° burchak hosil etadigan qilib joylashtiriladi. Bunday motorning sxemasi 2.9-rasmda ko'rsatilgan. Ko'pchilik olti silindrli motorlar 1-5-3-6-2-4 tartibda ishlaydi. Val har gal bir marta aylanganida uch silindrda ish yo'li takti sodir bo'ladi. Olti silindrli motorning ish jarayonlari 2.3-jadvalda ko'rsatilgan.

Olti silindrlı, to'rt taktili motorning ish jarayoni

Tirsakli valning yarim aylanishlari	Tirsakli valning burilish burchaklari	Silindrlar					
		1	2	3	4	5	6
Birinci	60°	ish yo'li	chiqarish	kiritish	ish yo'li	siqish	kiritish
	120°						
	180°		siqish	chiqarish			
Ikkinchi	240°	chiqarish	kiritish	ish yo'li	kiritish	ish yo'li	siqish
	300°						
	360°		siqish	chiqarish			
Uchinchi	420°	kiritish	siqish	chiqarish	siqish	kiritish	ish yo'li
	480°						
	540°		chiqarish	siqish			
To'rtinchi	600°	siqish	ish yo'li	kiritish	ish yo'li	siqish	chiqarish
	660°						
	720° (0°)		chiqarish	siqish			

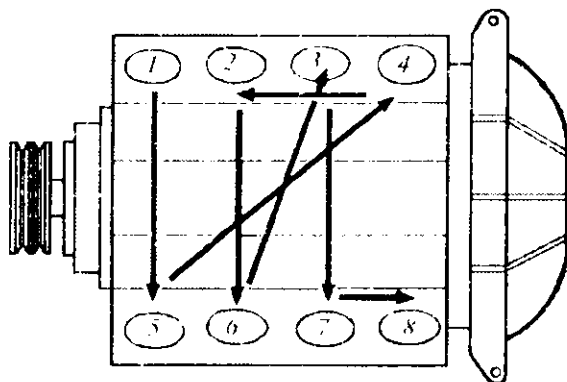


2.9-rasm Olti silindrlı, to'rt taktili motor tirsakli valining sxemasi



2.10-rasm. Silindrlari «V» tarzda joylashtirilgan sakkiz silindrli motor tirsakli valining sxemasi

Silindrlari «V» tarzda joylashtirilgan sakkiz silindrli motorlarda valning har shatun bo'yniga ikkita shatun mahkamlanadi. Val tirsaklari bir-biriga nisbatan 90° burchak hosil etadi. Bunday motorning sxemasi 2.10-rasmida ko'rsatilgan. Motor silindrlari 1-5-4-2-6-3-7-8 tartibda ishlaydi (2.11-rasm). Val har gal bir marta aylanganida to'rtta silindrda ish yo'li sodir bo'ladi. Bir silindrda ish yo'li taktining yarmi o'tganda boshqasida boshlanadi. Sakkiz silindrli motorning ish jarayoni 2.4-jadvalda ko'rsatilgan.



2.11-rasm. Sakkiz silindrli motor silindrlarining joylashtirilishi va ishlash tartibi

Sakkiz silindrli motorning ish jarayoni

Tirsakli valning yarim aylanish-lari	Tirsakli valning burilish burchak-lari, grad	Silindrlar							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Birinci	0—90	Ish yo'li	Kiri-tish	Chi-qarish	Si-qish	Siqish	Kiri-tish	Chi-qarish	Ish yo'li
	90—180		Siqish	Kiri-tish		Ish yo'li		Chi-qarish	
Ikkinchi	180—270	Chi-qarish	Ish yo'li	Siqish	Chi-qarish	Ish yo'li	Siqish	Kiri-tish	Kiri-tish
	270—360			Siqish					
Uchinchi	360—450	Kiri-tish	Chi-qarish	Ish yo'li	Chi-qarish	Kiri-tish	Ish yo'li	Si-qish	Siqish
	450—540								
To'rtinchi	540—630	Siqish	Kiri-tish	Chi-qarish	Kiri-tish	Si-qish	Chi-qarish	Ish yo'li	Ish yo'li
	630—720								

6-§. Motorning quvvati, foydali ish ko'effitsienti va issiqlik balansi

Motorning indikator quvvati. Motor silindrlarida sodir bo'layotgan ish jarayoni indikator diagrammasi bilan aniq ifodalanadi. Motor silindrida gazlarning kengayishidan hosil bo'ladigan quvvat motorning indikator quvvati deyilib, u motorning litrajiga, tirsakli valning aylanish tezligiga, silindrlar soniga va o'rtacha indikator bosimga bog'liq. Motorning bitta silindrida bir ish sikli davomida gazlar kengayishi natijasida bajariladigan ish A quyidagicha topiladi:

$$A = P_i \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot S, \text{ N}\cdot\text{m},$$

bu yerda: P_i — o'rtacha indikator bosim, MPa; D — silindr diametri, m; S — porshenning yo'li, m.

To'rt taktli motorning tirsakli vali ikki marta aylanganda har bir silindrida bittadan ish yo'li sodir bo'ladi, shu sababli har sekunddagi

sikllar soni $\frac{n}{2 \cdot 60} \cdot i$ ga teng, bu yerda: n — valning daqiqasiga aylanishlari soni; i — silindrlar soni.

Motorning indikator quvvati N_i bir siklda bajarilgan ishning har sekundagi sikllar soniga ko'paytmasiga teng:

$$N_i = P_i \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot \frac{n \cdot i}{2 \cdot 60}, \text{ kW}$$

$\frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot i$ — ifoda motor barcha silindrlarining hajmi m^3 . Motor silindrlarining ish hajmi (litraji) V_i litrlar bilan ifodalanadi, ya'ni:

$$V_i \cdot 1000 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot i, \text{ m}^3$$

Indikator quvvat formulasidagi $\frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot i$ o'rniga $V_i \cdot 1000$ ni qo'ysak,

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_i \cdot n}{2 \cdot 60}, \text{ kW bo'ladi.}$$

Ikki taktili motorlarning n va i qiymatlari to'rt taktili motornikiga teng bo'lganda, ularning ish sikllari to'rt taktililarnikidan ikki baravar ko'proq bo'ladi. Shu sababli ikki taktili motorning indikator quvvati:

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_i \cdot n}{60}, \text{ kW ga teng.}$$

O'rtacha indikator bosimi to'rt taktili benzinli motorlarda 0,8—1,2 MPa, to'rt taktili dizellarda 0,7—1,0 MPa, ikki taktili benzinli motorlarda 0,45 — 0,5 MPa chamasida bo'ladi.

Motorning o'rtacha indikator bosimi uning quvvatini aniqlaydigan asosiy ko'rsatkichlaridan biri bo'lib, yangi quriladigan motorlar uchun analitik usulda hisoblanishi mumkin. Mavjud motorlarning o'rtacha indikator bosimi motorni sinashda indikator deb ataladigan maxsus asbob bilan aniqlanadi.

Motorning effektiv quvvati. Motorning tirsakli validan olinib, kuch uzatish qismiga beriladigan quvvat effektiv quvvat N_e deyiladi. Motorning effektiv quvvati indikator quvvatidan albatta kam bo'ladi, chunki silindrlarda hosil bo'lgan quvvatning bir qismi motor detallarining

ishqalanishiga, ventilator, yonilg'i, moy va suv nasoslari, generator va boshqa mexanizmlarni harakatga keltirishga sarf bo'ladi.

Motorning mexanik foydali ish ko'effitsienti. Motor effektiv quvvatining indikator quvvatiga nisbati uning mexanik foydali ish ko'effitsienti (FIK) deyiladi:

$$\eta_m = \frac{N_c}{N_i}$$

Motorning mexanik foydali ish ko'effitsienti η_m indikator quvvatining qancha qismi foydali ishga sarf bo'lishini ko'rsatadi.

Motorning mexanik FIK motorning turiga, moylanishiga, detallari sirtining ishlanish sifatiga, motor valining aylanish tezligiga va yuklanishiga bog'liq. η_m to'rt taktli benzinli motorlarda 0,70—0,85, to'rt taktli dizellarda 0,73—0,80 chamasida bo'ladi. Detallar sifatli moy bilan yaxshi moylansa, sirlari silliq bo'lsa, η_m ning miqdori ortadi, aylanish tezligi ortganda η_m kamayadi.

Motorning effektiv foydali ish ko'effitsienti. Motorda yonilg'ining issiqlik energiyasidan qanchalik to'la foydalanilishi effektiv foydali ish ko'effitsienti η_e bilan tavsiflanadi.

Uning qiymati motorda foydali ishga sarflangan issiqlik Q_f miqdorini motorning ishlashi uchun sarflangan umumiy issiqlik Q_{um} miqdoriga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\eta_e = \frac{Q_f}{Q_{um}}$$

Ma'lumki, $Q_f = N_c$ va $Q_{um} = N_i \cdot G_s$,

bu yerda: N_i — yonilg'ining issiqlik chiqarish qobiliyati kDj/kg;
 G_s — yonilg'ining bir soatlik sarfi, kg. Demak:

$$\eta_e = \frac{3600N_c}{N_i G_s}$$

Har bir motorning effektiv FIK motorning ish rejimi, uning texnik holati, aralashmaning tarkibi va boshqa omillarga bog'liq. To'la yuklanishda ishlaganda effektiv FIK to'rt taktli benzinli motorlarda 0,22—0,28, dizellarda esa 0,30—0,38 chamasida bo'ladi.

Yonilg'ining solishtirma sarfi. Motorning tejamli ishlashi effektiv FIK dan tashqari, yonilg'ining solishtirma sarfi bilan ham aniqlanadi. Motorda bir kW quvvat hosil etish uchun har soatda sarflanadigan yonilg'ining miqdori *yonilg'ining effektiv solishtirma sarfi* deyiladi:

$$q_c = \frac{G_c \cdot 1000}{N_c}; \quad q_v = \frac{G_v \cdot 1000}{\eta_c N_c} \quad \frac{g}{kW \text{ soat}}$$

Yonilg'ining solishtirma sarfi to'rt taktli benzinli motorlarda 270--330, dizellarda 205--250 g/kW soat chamasidadir.

Motorning issiqlik balansi. Motorda yonilg'i yonganida chiqadigan issiqlikning foydali ishga va turli nobudgarchiliklarga taqsimlanishi motorning issiqlik balansi deyiladi. Issiqlik foydali ishga aylanishdan tashqari, ishlatilgan gazlar, sovituvchi suv yoki havo bilan ham ketadi, shuningdek, atrofni isitadi, chala yonadi va boshqa nobudgarchiliklar uchun sarf bo'ladi. Traktor va avtomobil motorlarida issiqlikning taxminiy sarfi 2.5-jadvalda ko'rsatilgan.

2.5-jadval

Traktor va avtomobil motorlarining issiqlik balansi

Issiqlikning taqsimlanishi	Issiqlik miqdori, %	
	benzinli motorlar	dizellar
Motorda foydali ishga sarf bo'ladigan issiqlik	22--28	30--38
Sovituvchi suv yoki havo bilan olib ketiladigan issiqlik	25--35	20--30
Ishlatilgan gazlar bilan tashqariga chiqib ketadigan issiqlik	30--35	25--30
Ishqalanish va yordamchi mexanizmlarni harakatga keltirish uchun ketadigan issiqlik	15--25	15--30

Motorning issiqlik balansi nazariy hisoblash yo'li bilan yoki motorni laboratoriyada tekshirib aniqlanishi mumkin.

Motorning issiqlik balansi uning muhim iqtisodiy ko'rsatkichlaridan biridir. Motorning konstruksiyasini va ish jarayonlarini takomillashtirish, siqish darajasini oshirish, havo bilan sovitish, yengil, mustahkam va chidamli materiallar qo'llanish yo'li bilan issiqlikning foydali ishga aylantiriladigan miqdori oshirilmoqda.

Motorning solishtirma ko'rsatkichlari. Motorning konstruksiyasiga havo berish va bir-biriga solishtirib ko'rishda uning litr quvvati, litr og'irligi va solishtirma og'irligidan foydalaniladi.

Motorning litr quvvati. Motor effektiv quvvatining silindrlari ish hajmiga nisbati uning litr quvvati deyiladi:

$$N_l = \frac{N_e}{V_{h,i}} \cdot l, \text{ kW}$$

Motorning litr quvvati uning litrajidan qanchalik foydalanilishini ko'rsatadi. Litr quvvati qancha katta bo'lsa, motor shuncha yengil va ixcham bo'ladi.

Motorning litr og'irligi. Motor og'irligining silindrlar ish hajmiga bo'lgan nisbati uning litr og'irligi deyiladi:

$$q_{l,o} = \frac{G_k}{V_{h,i}} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{l}}$$

bu yerda: G_k — yonilg'i quyilmagan, lekin to'liq uskunalangan motorning og'irligi, kg.

Motorning litr og'irligi konstruksiyasining takomillashtirilganligini, yasash texnologiyasi va materiallarining sifatini tavsiflaydi.

Motorning solishtirma og'irligi. Motor og'irligining effektiv quvvatiga bo'lgan nisbati uning solishtirma og'irligi deyiladi:

$$q_{s,o} = \frac{G_p}{N_p} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{kW}}$$

Motorning solishtirma og'irligi uning qanchalik takomillashtirilganligini ko'rsatadi. Motorning solishtirma og'irligi uning tipiga, konstruksiyasiga, materiallari sifatiga va boshqalarga bog'liq.

Motorlarning solishtirma ko'rsatkichlari 2.6-jadvalda keltirilgan.

2.6-jadval

Motorlarning solishtirma ko'rsatkichlari

Motorlar	Litr quvvati, kW/l	Litr og'irligi, kg/l	Solishtirma og'irligi, kg/kW
Benzinli avtomobil motori	15—50	50—110	1.5—5
Benzinli traktor motori	6—15	70—140	5—13
Avtomobil dizellari	15—30	65—130	5—12
Traktor dizellari	8—14	85—200	7.5—22

7-§. Ichki yonuv motorining umumiy tuzilishi

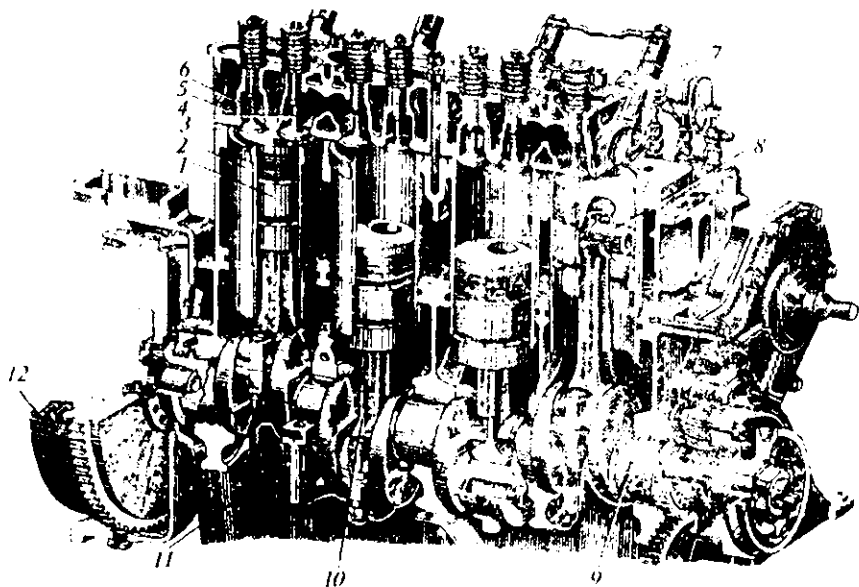
Motor krivoship-shatun va gaz taqsimlash mexanizmlari hamda ta'minlash, moylash, sovitish, yondirish va yurgizib yuborish tizimlaridan iborat bo'lib, ular birgalikda motorning bir me'yorda ishlashini ta'minlaydi.

Krivoship-shatun mexanizmi gazlar bosimini qabul qiladi, porshening to'g'ri chiziqli ilgari-lama-qaytma harakatini tirsakli valning aylanma harakatiga o'zgartiradi va motorning boshqa mexanizm va tizimlari bilan birgalikda ish jarayonini bajaradi.

Gaz taqsimlash mexanizmi motor silindrlariga o'z vaqtida yonuvchi aralashma yoki havo kiritadi va ishlatilgan gazlarni chiqaradi.

Ta'minlash tizimi benzinli motorlarda yonuvchi aralashma tayyorlaydi va uni silindrlarga uzatadi, dizellarda esa, silindrlarga havo va yonilg'i yuboradi, unda ish aralashma tayyorlaydi.

Moylash tizimi motorning barcha ishqalanadigan detallarini uzluksiz moylab, ularning ishqalanishini, qizishini va yeyilishini kamaytiradi.



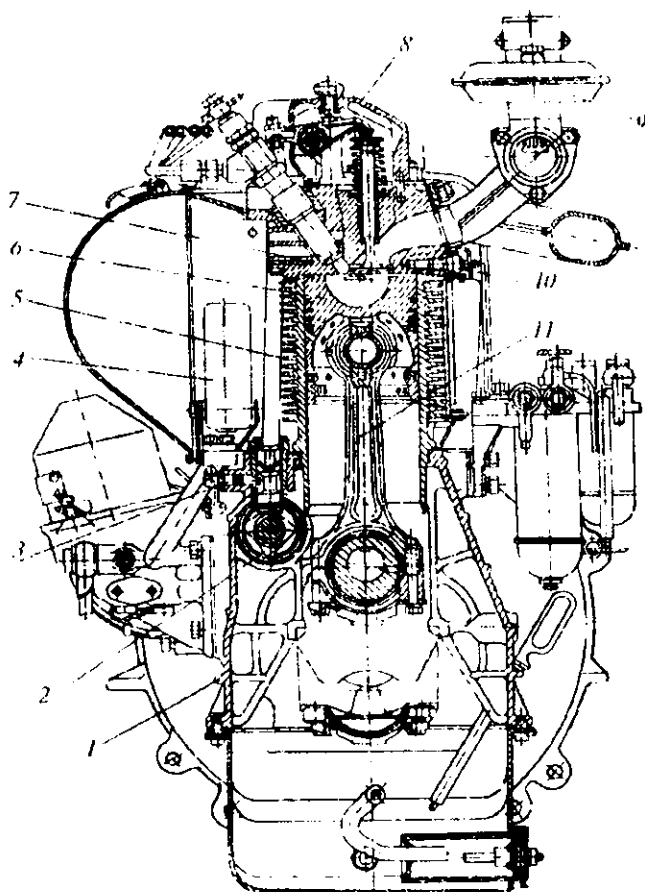
2.12-rasm. To'rt silindrli, to'rt faktli dizel motorining bo'ylama qirgimi:

- 1—porshen; 2—silindrlar gilzasi; 3—silindrlar bloki; 4—kiritish klapani;
5—silindrlar kallagi; 6—chiqarish klapani; 7—forsunka; 8—porshen barmog'i;
9—tirsakli val; 10—shatun; 11—karter tubi; 12—maxovik

Sovitish tizimi motorning qizigan detallarini sovitib ularni ortiqcha qizishdan saqlaydi.

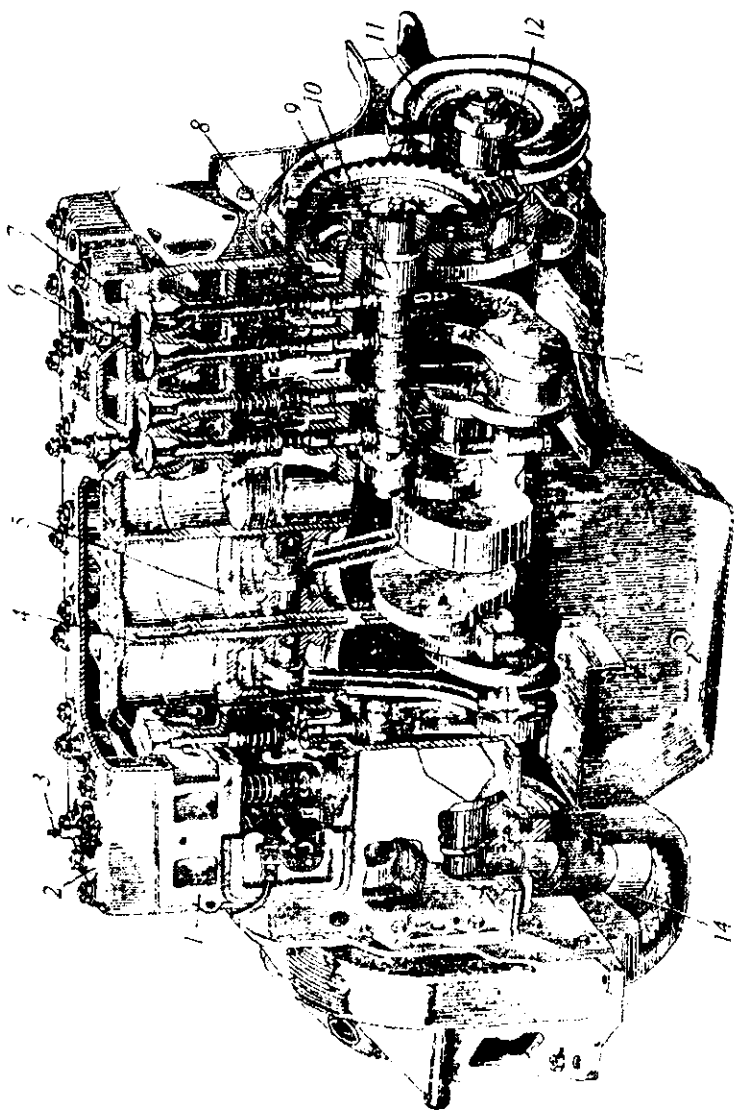
Yondirish tizimi benzinli motorlar silindrida yonilg'i-havo aralashmasini elektr uchquni bilan yondiradi.

Yurgizib yuborish tizimi motorni ishga tushiradi.



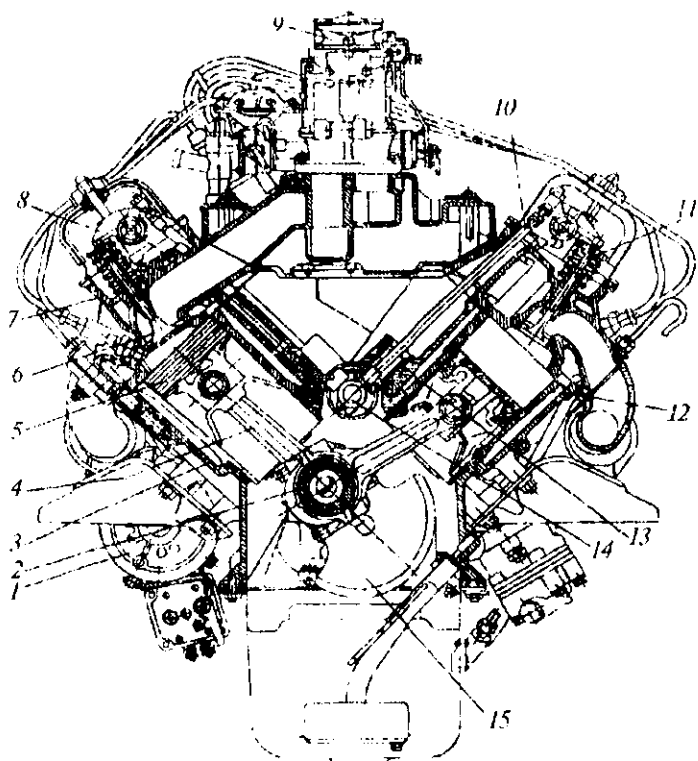
2.13-rasm. Havo bilan sovitiladigan to'rt taktli dizel motorining ko'ndalang qirgimi:

- 1—motor karteri; 2—taqsimlash vali; 3—dekompressor valchasi;
- 4— moy radiatori; 5—silindr; 6—porshen; 7—silindr kallagi;
- 8—klapanlar qopqog'i; 9—yurgizib yuborish qizdirgichi;
- 10—ortiqcha qizish signalizatorining datchigi; 11—shatun



2.14-rasm. Olti silindrli, to'rt taktili benzinni motorning bo'yлама qirgimi:

1—blok karter; 2—silindrlar kallagi; 3—svecha; 4—kalta quruq gilza; 5—porshen; 6 va 7—klapanlar; 8—turtgich; 9 va 12—taqsimlash shestemalari; 10—taqsimlash val; 11—shkv; 13—tursakli val; 14—maxovik



2.15-rasm. Silindrlari «V» tarzda joylashtirilgan benzinli motorning ko'ndalang qirqimi:

- 1—startyor; 2—tirsakli val; 3—silindrlar bloki; 4—shatun; 5—porshen; 6—kiritish klapani; 7—silindrlar kallagi; 8—koromislo; 9—karburator; 10—shtanga; 11—chiqarish klapani; 12—silindr gilzasi; 13—turtgich; 14—taqsimlash vali; 15—tirsakli val posangisi

Motor mexanizmlari detallarining va ba'zi tizimlari ayrim elementlarining qanday joylashtirilganligini ko'rsatish uchun (2.12, 2.13, 2.14 va 2.15-rasmlarda) turli motorlarning qirqimi keltirilgan:

2.12-rasmda to'rt taktli, to'rt silindrli dizel motorining bo'ylama qirqimi ko'rsatilgan. Bu suv bilan sovitiladigan motor bo'lib, bunday motorlar 1,4; 2; 3 t sinf traktorlarda qo'llaniladi.

2.13-rasmda havo bilan sovitiladigan to'rt taktli dizel motorining ko'ndalang qirqimi ko'rsatilgan. 0,6 va 0,9 t sinf traktorlarga ko'pincha shunday motorlar o'rnatiladi.

2.14-rasmda olti silindrli, to'rt taktli karburatorli motorning bo'y-lama qirqimi ko'rsatilgan. Qishloq xo'jaligida eng ko'p tarqalgan va silindrlari qatorasiga joylashtirigan 2,5; 4 t yuk ko'tara oladigan avto-mobillarga shunday motorlar o'rnatilgan. Hozir chiqarilayotgan yuk avtomobillariga asosan silindrlari «V» tarzda joylashtirilgan motorlar o'rnatilmoqda, uning ko'ndalang qirqimi 2.15-rasmda keltirilgan. Bu rasmlardagi ayrim raqam belgilar kitobning tegishli boblarida eslatib o'tilgan.

Nazorat savollari

- 1. Motor deb nimaga aytiladi, qanday motorlarni bilasiz?*
- 2. Silindrning ish hajmi, yonish kamerasining va motorning siqish darajasi deb nimaga aytiladi? Siqish darajasi motor quvvatiga va tejamli ishlashiga qanday ta'sir etadi?*
- 3. To'rt taktli benzinli motor qanday ishlaydi?*
- 4. To'rt taktli dizel motori ish jarayonining benzinli motordan qanday farqi bor?*
- 5. Ikki takili benzinli motor qanday tuzilgan va qanday ishlaydi?*
- 6. Benzinli va dizel motorlarini, shuningdek, to'rt va ikki taktli motorlarni bir-biriga taqqoslab, ularning afzalligi va kamchiliklarini aytib bering.*
- 7. Motorning ishlash tartibi deb nimaga aytiladi? 2, 4 va 6 silindrli motorlar qanday tartibda ishlaydi?*
- 8. Motorning indikator quvvati, effektiv quvvati, mexanik foydali ish koeffitsienti, effektiv foydali ish koeffitsienti va yonilg'ining effektiv solishtirma sarfi deb nimaga aytiladi?*
- 9. Ichki yonuv motori qanday mexanizm va tizimlardan iborat, ular qanday vazifani bajaradi?*