

631.37(015)  
X-87

**T.S. XUDOYBERDIYEV**

# **TRAKTOR VA AVTOMOBILLAR**

**Ichki yonuv dvigatellarining tuzilishi va ishlashi**



**TOSHKENT**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS  
TA‘LIM VAZIRLIGI**

**T.S. XUDOYBERDIYEV**

# **TRAKTOR VA AVTOMOBILLAR**

**Ichki yonuv dvigatellarining tuzilishi va ishlashi**

**Akademik O.U.Salimov tahriri ostida**

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim  
vazirligi tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan*

**TOSHKENT – 2018**

UO‘K 323(575.1)  
KBK 39.35ya7  
X-87

**T.S.Xudoyberdiyev. Traktorlar va avtomobillar (Ichki  
yonuv dvigatellarining tuzilishi va ishlashi) darslik.  
–T.: «Barkamol fayz media» 2018, 352 b.**

**ISBN 978-9943-5517-0-1**

Mazkur darslik «Traktorlar va avtomobillar» fanining namunaviy dasturi asosida yozildi. Unda traktor va avtomobillarning asosiy quvvat manbai hisoblangan ichki yonuv porshenli dvigatellarning klassifikatsiyasi, mexanizm va tizimlarning vazifasi, tuzilishi va ishlashi to‘g‘risida ma‘lumotlar batafsil berilgan.

Qishloq xo‘jaligi mashinasozligi rivojlangan mamlakatlarda ishlab chiqarilgan traktor va avtomobillardagi, hozirda esa Respublikamizda ishlab chiqarilayotgan traktor va avtomobillarda qo‘llanila boshlagan, hali darsliklarda keng yoritilmagan, dvigatellarning mexanizm va tizimlardagi o‘zgarishlar to‘g‘risidagi ma‘lumotlarga ham keng o‘rin berilgan. Bundan tashqari, har bir bobda o‘rganilgan masalalar bo‘yicha eng zamonaviy yangiliklar keltirilgan. Bu esa, albatta, o‘quvchining olayotgan bilim saviyasini kengaytiradi, degan umiddamiz.

Darslik «Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash», «Melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalash» va shu sohadagi kasbiy ta‘lim yo‘nalishidagi talabalar, kasb-hunar kollejlari o‘quvchilari hamda sohaning professor-o‘qituvchilari va mutaxassislari uchun mo‘ljallangan.

\*\*\*

Настоящий учебник написан на основе программы предмета “Тракторы и автомобили”. В нём подробно изложены классификация, назначение, устройство и работа механизмов и систем поршневых двигателей внутреннего сгорания, являющиеся основным источником энергии для тракторов и автомобилей.

Особое внимание уделено тем изменениям в конструкции механизмов и систем двигателей, применённым в тракторах и автомобилях, произведенным за рубежом с развитым сельхозмашиностроением, а в последнее время применяется и в нашей Респубике. Кроме этого в каждой глава праведены самые современные новинки в констркциях двигателей. Надеемся, это послужит расширению и углублению кругозора читателей по изучаемым вопросам.

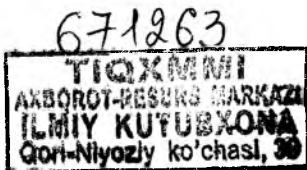
Учебник предназначен для студентов, обучающимся по направлениям “Механизация сельского хозяйства”, “Механизация мелооративных работ”, “Профессиональное образование”, профессорско-преподавательского состава и специалистов данного направления.

**ISBN 978-9943-5517-0-1**

**Taqrizchilar:**

**N.G.Boyboboyev** – Namangan muhandislik qurilish instituti “Qishloq xo‘jaligi transport tizimlari” kafedrasining professori, texnika fanlari doktori professor,

**A.K.Igamberdiyev** – Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti “Mashinalardan foydalanish ta‘mirlash” kafedrasi mudiri, texnika fanlari doktori.



© «Barkamol fayz media» nashriyoti, 2018.

## KIRISH

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyoyev rahbarligida ishlab chiqilgan O‘zbekiston Respublikasini 2017–2021-yillarda rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha harakatlar strategiyasi asosida, barcha sohalaridagi kabi, oliy ta‘lim tizimi oldiga ham muhim vazifalar yuklatilgan. Shu vazifalarni bajarish maqsadida Prezidentimizning “Ta‘lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ № 2909 sonli qarori qabul qilindi. Ushbu qarorda «...ta‘lim jarayonini, oliy ta‘limning o‘quv reja va dasturlarini yangi pedagogik texnologiyalar va o‘qitish usullarini keng joriy qilish, magistratura ilmiy-ta‘lim jarayonini sifat jihatidan yangilash va zamonaviy tashkiliy shakllarni joriy etish asosida yanada takomillashtirish...» vazifasi qo‘yilgan.

Oliy ta‘lim tizimida tayyorlanayotgan kadrlarning kasbiy bilimlarini orttirish esa professor-o‘qituvchilarning bilim va malakasiga ko‘p jihatdan bog‘liq.

Shuning uchun yuqoridagi qarorda «...pedagog kadrlarning kasbiy mahorati, sifati va saviyasini uzluksiz yuksaltirish...» masalalariga hamda «...yangi avlod adabiyotlarini yaratish va ularni oliy ta‘lim muassasalarining ta‘lim jarayoniga keng tatbiq etish...» kerakligiga jiddiy ahamiyat berilgan.

Yangi avlod adabiyotlarini yaratish esa o‘rganilayotgan fanlar bo‘yicha yangi o‘quv reja, ilg‘or texnika va texnologiyalarni o‘z ichiga olgan fan dasturlarini yaratishdan boshlanadi. Shunday fan dasturlarini yaratish esa darsliklarning yangi avlodini yaratish uchun asos bo‘ladi.

Ma‘lumki, Respublikamiz qishloq xo‘jaligini rivojlantirish, ko‘p jihatdan qanday traktorlardan foydalanilayotganligiga, ya‘ni dalaga qanday traktorlar kirib kelayotganligiga bog‘liq.

Oxirgi o‘n yillarda qishloq xo‘jaligiga yangi, quvvati yuqori va ishlatishga qulay bo‘lgan traktorlar va avtomobillar kirib keldi. Dvigatellarning konstruksiyasida o‘zgarishlar ro‘y berib, zamon talabiga javob beruvchi, ekologik nuqtayi nazaridan havoni kam zaharlovchi mexanizm va tizimlar qo‘llanilgan. Sohaga tayyorlanayotgan mutaxassislar ushbu yangiliklar qo‘llanilgan

dvigatellar va ular qismlarining vazifalari, xillari va ishlash prinsiplaridan, ulardan samarali foydalanish, ishlash muddatini oshiruvchi omillardan hamda ro'y bergan buzuqliklarni bartaraf qilish usullaridan xabardor bo'lishlari kerak.

Buning uchun ularga kerakli bo'lgan, yuqorida sanab o'tilgan omillar bayon qilingan adabiyotlarning yangi avlodini yaratish muhim deb hisoblaymiz.

Mazkur darslikda zamon talablarini hisobga olib «Traktor va avtomobillar (traktorlar va qishloq xo'jalik energetik vositalar)» fanining dasturi asosida ishlab chiqilgan va qishloq xo'jaligida ishlatilayotgan zamonaviy traktor va avtomobillar dvigatellarining turlari, ularning barcha mexanizm va tizimlarini konstruksiyasi hamda ishlashi batafsil yoritilgan. Bundan tashqari, darslik yangi kirib kelayotgan chet el hamda Respublikamizda ishlab chiqarilayotga, fan va texnologiyalarning ilg'or yutuqlari asosida dvigatellarning konstruksiyasiga kiritilgan yangiliklarga alohida e'tibor berilgani bilan shu fanning mavjud adabiyotlaridan farq qiladi.

Darslik talabalarni shu fanga bo'lgan qiziqishini orttirib, bilim doirasini kengaytiradi, sohaning professor-o'qituvchilari uchun esa kerakli ma'lumotlarga ega bo'lgan adabiyotlar qatoridan munosib joy oladi degan umiddamiz.

Har qanday yozilgan fan adabiyotlari kamchiliklardan xoli bo'lmaganidek, bu darslik ham kamchiliklardan xoli emas, deb o'ylaymiz. Kamchiliklarni bartaraf qilish bo'yicha berilgan maslahatlarni minnatdorlik bilan qabul qilamiz.

Shuningdek, darslikni tayyorlashda yaqindan yordam berganlarga, o'zining maslahatlarini ayamagan taqrizchilarga minnatdorlik bildiramiz.

Bizning manzilimiz: Toshkent davlat agrar universiteti Andijon filiali, "Qishloq xo'jalik mashinalari va texnik servisni tashkil etish" kafedrası

# **1-BOB. ICHKI YONUV DVIGATELLARINING TASNIFLARI VA UMUMIY TUZILISHI**

## **1.1. Ichki yonuv dvigatellarining tasniflanishi va rusumlanishi**

Porshenli har qanday ichki yonuv dvigatellarida ximiyaviy energiya issiqlik energiyasiga, so‘ng mexanik energiyasiga aylantirilgani uchun traktor va avtomobillarda, ularning tiplari va vazifalaridan qat’i nazar, energiya manbayi bo‘lib xizmat qiladi. Energiyani bir ko‘rinishidan ikkinchi ko‘rinishiga aylantirishda har xil usullardan foydalaniladi. Bu usullarning o‘ziga xos konstruktiv belgilari bo‘lib, ular quyidagilar:

### **1.1.1. Qo‘llanilayotgan yonilg‘ining turi bo‘yicha:**

- benzinda ishlovchi dvigatellar;
- dizel yonilg‘isida ishlovchi dvigatellar;
- gaz yonilg‘isida ishlovchi dvigatellar;
- gaz-suyuqlik yonilg‘isida ishlovchi dvigatellar; bu yerda asosiy yonilg‘i sifatida, gaz, o‘t oldirish va qo‘shimcha purkash uchun – suyuq yonilg‘i ishlatiladi.

### **1.1.2. Yonuvchi aralashmani tayyorlash usuli bo‘yicha:**

- silindrdan tashqarida tayyorlash (karbyuratorli va gaz dvigatellari);
- silindrning ichida tayyorlash (yonilg‘ini bevosita silindrga yoki old-uyurma kameraga va gazni ham silindrga purkash usuli qo‘llanilgan dvigatellar).

### **1.1.3. Yonilg‘ini alangalatish usuliga qarab:**

- uchqun yordamida majburiy o‘t oldirish (karbyuratorli va gaz dvigatellari);
- o‘z-o‘zidan yonish (dizel dvigatellari);
- gaz-dizel dvigatellari (gaz oz miqdorda, purkalgan dizel yonilg‘isini yonishidan yonib ketadi).

#### **1.1.4. Ishchi siklda issiqlikni berish usuli bo'yicha:**

- o'zgarmas hajmda issiqlikni berish (karbyurator va gaz dvigatellari);
- o'zgarmas bosimda issiqlikni berish (kompessor dizellari);
- aralash issiqlikni berish (zamonaviy dizel dvigatellari).

#### **1.1.5. Ishchi siklni amalga oshirish usuli bo'yicha:**

- to'rt taktli dvigatellar. Ishchi sikl porshenning to'rt takti davomida yoki tirsakli valning ikki aylanishida amalga oshadi;
- ikki taktli dvigatellar. Ishchi sikl porshenning ikki takti yoki tirsakli valning bir aylanishi davomida amalga oshadi.

#### **1.1.6. Silindrni to'ldirish usuli bo'yicha:**

- nadduvsiz dvigatellar (bunda silindrning ichiga kirgan havoning yoki aralashmaning bosimi atmosfera bosimiga teng yoki kichik bo'ladi);
- nadduvli dvigatellar (bunda silindrning ichiga havo yoki aralashma bosim ostida kiritilgani uchun silindrning ichidagi bosim atmosfera bosimidan yuqori bo'ladi).

#### **1.1.7. Yonish kamerasining tuzilishi bo'yicha:**

- ajralmagan yonish kamerali (bir kamerali) dvigatellar;
- yarim ajralgan yonish kamerali dvigatellar (bular da yonish kamerasi porshen tubida joylashgan bo'ladi);
- ajralgan yonish kamerali dvigatellar (old yonish kamerali va uyurma yonish kamerali dvigatellar).

#### **1.1.8. Silindrlarning joylashuvi bo'yicha:**

- bir qatorli (ular da silindrlar bir qatorda joylanadi, ko'p hollarda, umumiy silindrlar blokiga birlashtiriladi (ko'p avtomobil va traktorlar dvigatellari);
- bir-biriga nisbatan burchak ostida joylashgan, ular orasidagi burchak  $30^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$  va  $180^{\circ}$  bo'lishi mumkin.

### 1.1.9. Silindrlarning soni bo'yicha:

- bir silindrli;
- ko'p silindrli (2,4,6,8,12).

### 1.1.10. Vazifasi bo'yicha:

- traktorlarning dvigatellari;
- yuk avtomobillarining dvigatellari;
- yengil avtomobillarning dvigatellari.

### 1.1.11. Tirsakli valning aylanishlar chastotasi bo'yicha:

- kichik aylanishli dvigatellar ( $n=60...350$  ayl/min).
- o'rtacha aylanishli dvigatellar ( $n=350...750$  ayl/min);
- yuqori aylanishli dvigatellar ( $n=750...2500$  ayl/min) va undan yuqori.

### 1.1.12. Porshening o'rtacha tezligi bo'yicha:

- sekin yuruvchi ( $C_n=4,5...7,0$  m/s);
- o'rtacha yuruvchi ( $C_n=7,0...10,0$  m/s);
- tez yuruvchi ( $C_n=10...15$  m/s).

**Dvigatellarning rusumlari to'g'risida tushuncha.** Dvigatellarning belgilari bo'yicha rusumlarga ajratilishi Rossiyada qabul qilingan GOST-4393-48 bo'yicha qabul qilinmoqda.

- to'rt taktli dvigatelning belgisi – “Ч”;
- ikki taktli dvigatelning belgisi – “Д”;
- to'rt taktlining ikkilanganligi – “ЧД”;
- ikki taktlining ikkilangan – “ДД”;
- reversli bo'lsa – “Р”;
- revers muftali bo'lsa – “С”;
- nadduvli bo'lsa – “Н”;

Rusumning birinchi belgisida silindrlar soni, oxirgi belgisida – suratda silindr diametri, maxrajida porshen yo'li ko'rsatiladi.

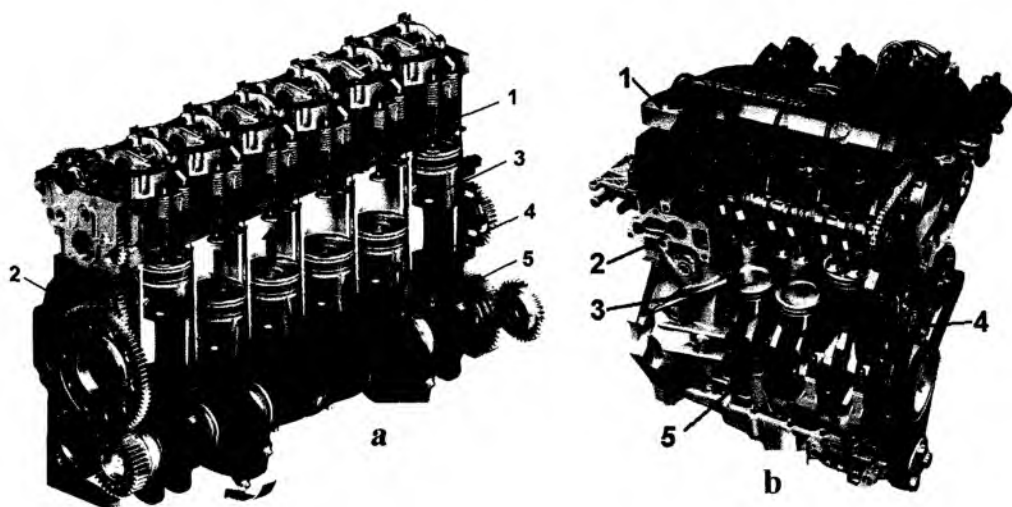
**Misollar.** Dvigatel 6ДРН 60/229–10, olti silindrli, ikki taktli, reversli, nadduvli, silindr diametri 60 sm, porshen yo'li 229 sm,



o‘ninchil modellashtirilgani; dvigatel 618/22, olti silindrlil, to‘rt taktli, nadduvsiz, silindr diametri 18 sm, porshen yo‘li 22 sm.

Qabul qilingan rusumlar dvigatellarning barcha belgilarini o‘zida aks ettirmasada, dvigatellarning xususiyatlari to‘g‘risida to‘lma‘lumot beradi.

Quyida MAN avtomobilining va Mercedes-Bens dvigatellarining bo‘ylama kesimi ko‘rsatilgan.



1—silindrlar kallagi; 2—silindrlar bloki; 3—porshen; 4—shatun; 5—tirsakli val.

**1.1-rasm. Silindrlari qator joylashgan (a), silindrlari “V”-simon joylashgan (b) dvigatellar.**

Eslatib o‘tish kerakki, ko‘p yuk ko‘taradigan avtomobillarda, avtobuslarning ko‘pchiligida, shuningdek, aksariyat yengil avtomobillarda uchqun yordamida alangalantiriladigan (karbyuratorli yoki injektorli) porshenli dvigatellar qo‘llaniladi.

Traktorlarda, ko‘p yuk ko‘taradigan avtomobillarda (MAN, KamAZ, MAZ, BelAZ), Toyota, Ford va Mercedes avtomobillarining ba‘zi modellarida, shuningdek, O‘zbekistonda ishlab chiqarilayotgan «ISUZI» avtobuslarida) dizel dvigatellari qo‘llanilgan.

## 1.2. Dvigatellarga qo‘yiladigan talablar

Dvigatellar traktornikimi yoki avtomobillarnikimi bundan qat‘i nazar yuk tashishda yoki qishloq xo‘jalik ishlarini bajarishda yuqori ish unumini ta‘minlashi, shuningdek, ishonchli va xavfsiz ishlashi zarur. Buning uchun ular quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- avtomobil yoki traktorni harakat tezligidan qat‘i nazar, kerakli miqdorda quvvatni ishlab chiqarishi, o‘rmdan siljishi va kerakli tezlikka erishishi uchun kam vaqt sarf qilishi kerak;

- dvigatelning qaysi rejimda ishlashidan qat‘i nazar, iqtisodiy samaradorligi yuqori bo‘lishi kerak;

- ta‘mirlash va texnik xizmat ko‘rsatishga qulay bo‘lishi uchun konstruksiyasi sodda bo‘lishi kerak;

- dvigatel detallarini tayyorlash texnologiyasini osonlashtirish va og‘irligini kamaytirish hisobiga traktor va avtomobil dvigatelinini ishlab chiqarilishi arzon bo‘lishi kerak;

- dvigatelning ishonchli ishlashi va ishlash muddatini kamaytirmagan holda solishtirma va 1 litrga to‘g‘ri keluvchi og‘irligi kam bo‘lishi kerak;

- dvigatellarning gabarit o‘lchamlari kichik bo‘lishi kerak;

- dvigatel muvozanatlashgan va bir tekisda ishlashi kerak;

- ishonchli ishlashi va uzoq ishlashi yuqori bo‘lishi kerak.

## 1.3. Porshenli dvigatellarning umumiy tuzilishi

Dvigatellarda energiyani bir ko‘rinishidan ikkinchi ko‘rinishiga aylantirishda bir necha mexanizm va tizimlar ishtirok etadi. Shu mexanizm va tizimlarning bir-biri bilan uzviy holda, belgilangan me‘yorda ishlashi esa dvigatelning uzoq muddat ishlashini ta‘minlaydi.

Porshenli ichki yonuv dvigatellari traktorlarnikimi, avtomobil yoki yengil avtomobillarnikimi, qaysi davlatda ishlab chiqarilganligidan qat‘i nazar quyidagi mexanizm va tizimlardan iborat:

1. Krivoship-shatunli mexanizmi (KShM).

2. Gaz taqsimlash mexanizmi (GTM).

**Krivoship-shatunli mexanizmning** vazifasi porshenning bordi keldi, chizikli harakatini tirsakli valning aylanma harakatiga aylantirib berishdan iborat. Agar bu ta‘rifga kengroq qaraydigan

bo'lsak, KSHM kengayish taktida porshenning chiziqli harakatini tirsakli valning aylanma harakatiga aylantirsa, qolgan chiqarish, kiritish va siqish taktlarida esa tirsakli valning aylanma harakatini, porshenning chiziqli harakatiga aylantiradi.

**Gaz taqsimlash mexanizmining** vazifasi silindrning ichiga kerakli paytda aralashmani (uchqun yordamida alangalantiriladigan dvigatellarida) yoki havoni (dizel dvigatellarida) o'z vaqtida kiritish va yonib bo'lgan gazlarni atmosferaga chiqarib yuborishdan iborat.

Har bir porshenli dvigatellarda, yuqorida aytilganidek, yuqorida sanab o'tilgan mexanizmlar mavjud. Faqat har xil dvigatellarda ba'zi qismlarning xilida va detallarning o'lchamlarida farq bo'lishi mumkin.

Ba'zi manbalarda uchinchi mexanizm, ya'ni **dekompressiya mexanizmi** ham tilga olinadi. Bu **mexanizmining vazifasi** sovuq sharoitlarda dvigatellarni yurgizish oson bo'lishi uchun silindrlaridagi ba'zi klapanlarni ochiq holda turishini ta'minlab, tirsakli valni yengilroq aylanishiga imkoniyat yaratadi. Dvigatel yurib ketishi bilan dekompressiya mexanizmi uzib qo'yiladi va klapanlar avvalgidek ishlay boshlaydi.

Bu mexanizm asosan dizel dvigatellarida qo'llanilib, unga yurgizib yuborish vositasi sifatida qarash mumkin.

Mexanizmlardan tashqari bir qator tizimlar mavjud bo'lib, ularsiz dvigatellarni bir me'yorda ishonchli ishlashini tasavvur qilish qiyin. Dizel va uchqun bilan alangalantiriladigan dvigatellar uchun umumiy bo'lgan tizimlar quyidagilar:

**1. Sovitish tizimi** – harakat paytida qizigan detal yoki qismlarni sovitadi.

**2. Moylash tizimi** – ishqalanib ishlovchi yuzalarni moylaydi va qisman ularni sovitadi.

**3. Ta'minlash tizimi** – dvigatelni yuklanishiga mos ravishda yoqilgi va havo bilan ta'minlaydi.

**4. Yurgizib yuborish tizimi** – tinch turgan dvigatelni yurgizib yuborish uchun xizmat qiladi.

Uchqun bilan alangalatadigan dvigatelda **o't oldirish tizimi** ham mavjud. Uning vazifasi silindrning ichidagi aralashmani ishonchli va belgilangan vaqtda yondirib yuborishdir.

Demak, dizel dvigatelida to'rtta tizim, uchqun yordamida alan-galantiriladigan dvigatellarda esa beshta tizim dvigatellarning me'yorida ishlashini ta'minlaydi.

Shu yerda mexanizm va tizim tushunchalariga aniqlik kiritsak.

Harakat yo'nalishini bir turdan ikkinchi turga o'zgartirish davomida uning miqdorini ham o'zgartirishga xizmat qiladigan o'zaro bir-biri bilan bog'langan detallarning majmuiga **mexanizm** deyiladi.

Misol:

1. Krivoship-shatunli mexanizmi – harakatni to'g'ri chiziqli turidan aylanma turiga aylantirmoqda yoki uning aksi.

2. Differensial yoki planetar burish mexanizmlari – harakatni 90° ga burib, miqdorini ham o'zgartirib bermoqda.

Demak, mexanizm harakat bilan bog'liq bo'lib, uni o'zgartirishga xizmat qiladi desak, xato bo'lmaydi.

Dvigateldagi tizimlar harakatga bog'liq bo'lmay, faqat o'zlari-ning oldiga qo'yilgan vazifani bajaradi xolos. Bir necha misol.

1. Sovitish tizimi – qizigan detallarni sovitadi.

2. Moylash tizimi – ishqalanuvchi yuzalarni moylaydi.

3. Ta'minlash tizimi – dvigatelni yonilg'i va havo bilan ta'minlaydi.

Demak, **tizim** deb o'ziga yuklatilgan vazifani bajarishga yordam beruvchi asbob va qurilmalarning majmuiga aytiladi.

#### 1.4. Asosiy tushuncha va ta'riflar

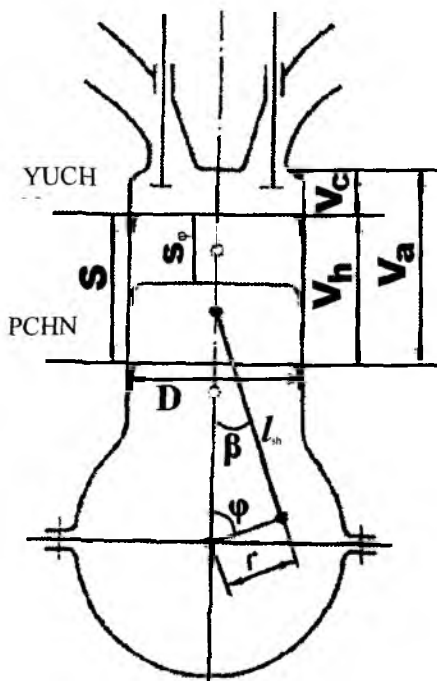
Buning uchun bir silindrli dvigatelning sxemasidan foydalanamiz (1.2-rasm).

Ishlayotgan dvigatelda porshen doimo ikkita chekka nuqtaga ega bo'ladi. Porshenning tirsakli valdan eng uzoqda joylashgan nuqtasini YUQORI CHEKKA NUQTA (YUCHN), deb ataymiz. Porshenning tirsakli valga eng yaqin joylashgan nuqtasini PASTKI CHEKKA NUQTA (PCHN) deb ataymiz.

**Krivoship radiusi** deb, tirsakli valning o'zak bo'yni markazidan shatun bo'yni markazigacha bo'lgan masofaga aytiladi.

**Shatun uzunligi** deb, tirsakli valning shatun bo'yni markazidan shatunning yuqori kallagining markazigacha bo'lgan masofaga aytiladi.

Porshenning yuqori chekki nuqtasidan pastki chekki nuqtasigacha (yoki aksincha) bosib o'tgan masofasiga **porshen yo'li** deyiladi va S harfi bilan belgilanadi.



$r$ –krivoship radiusi, mm;  $l_{sh}$ –shatun uzunligi, mm;  $\varphi$ –tirsakli valning og'ish burchagi;  $\beta$ –shatun o'qini silindr o'qidan og'ishi;  $D$ –porshen diametri, mm;  $S$ –porshen yo'li, mm;  $S_\varphi$ –krivoshipni  $\varphi$  burchakka og'ishida porshenning bosib o'tgan yo'li, mm.

### 1.2-rasm. Bir silindrli dvigatelning sxemasi.

Porshenning har bir yo'li tirsakli valning yarim aylanishiga yoki krivoshipning  $180^\circ$  ga burilishiga to'g'ri keladi. Bu degani, tirsakli val bir marotaba ( $360^\circ$ ) aylanganda, porshen S masofani 2 marotaba bosib o'tadi.

Porshen yo'li S doimo krivoship radiusining ikkilanganiga teng, ya'ni

$$S=2 \cdot r$$

Krivoshipni  $\varphi$  burchakka og'gandagi porshenning bosib o'tgan yo'li quyidagicha aniqlanadi.

$$S_\varphi = r(1 - \cos\varphi) + \frac{\lambda \cdot r}{4}(1 - \cos\varphi)$$

1

bu yerda:  $\lambda = \frac{r}{l_{sh}}$  – krivoship radiusini shatunning uzunligiga nisbati.

Zamonaviy traktor va avtomobillar dvigatellari uchun  $\lambda = 1/3, 0 \dots 1/4, 8$  atrofida qabul qilinadi.

Shuningdek, porshening tezligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$C_n = r \cdot \omega (\sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi) \quad 2$$

bu yerda:  $\omega$  – tirsakli valning burchak tezligi.

Porshening o'rtacha tezligi esa quyidagiga teng.

$$C_n = \frac{S \cdot n_n}{30}, \quad \text{m/s}$$

yoki

$$C_n = \frac{S \cdot n_n}{300}, \quad \text{dm/s}$$

3

Porshenni ikki chekka nuqtalar orasidagi harakati **takt** deyilib, u ishchi siklning bir qismi hisoblanadi.

Taktlar quyidagilar:

- ❖ **kiritish takti** – porshen YUCHN dan PCHN ga harakat qiladi;
- ❖ **siqish takti** – porshen PCHN dan YUCHN ga harakat qiladi;
- ❖ **kengayish takti** – porshen YUCHN dan PCHN ga harakat qiladi;
- ❖ **chiqarish takti** – porshen PCHN dan YUCHN ga harakat qiladi.

Porshen yuqori chekka nuqtada turganda, uning tubi bilan silindrlar kallagining ichki yuzasi orasida ma'lum hajm mavjud bo'ladi. Shu hajm **yonish kamerasi** deb atalib,  $V_c$  bilan belgilanadi.

Porshen yuqori chekka nuqtadan pastki chekka nuqtaga harakat qilganda bo'shatayotgan hajmni **ishchi hajm** deb ataymiz va uni  $V_h$  bilan belgilaymiz. Bu hajm litrda yoki  $\text{sm}^3$  da o'lchanib quyidagicha aniqlanadi:

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

bu yerda:  $D$  – silindrning diametri, sm.

$S$  – porshen yo'li, sm.

Dvigatel ko'p silindrli bo'lsa, har bir ishchi hajmlarining yig'indisini dvigatelning **litraji** deb ataymiz va u ham litrlarda o'lchanadi. Belgisi  $V_l$ .

Ishchi hajmlarning yig'indisi, ya'ni dvigatelning **litraji** quyidagicha aniqlanadi.

$$V_l = i \cdot V_h, \quad 1$$

bu yerda:  $i$  – silindrlar soni.

Porshen pastki chekka nuqtada turganda, yuqorisida ikkita hajm mavjud bo'ladi, ya'ni yonish kamerasining hajmi  $V_c$  va ishchi hajm  $V_h$ . Ikkala hajmlarning yig'indisi silindrning to'la hajmini tashkil etadi.

$$V_a = V_h + V_c \quad 5$$

bu yerda:  $V_a$  – silindrning to'la hajmi, l yoki  $\text{sm}^3$ .

Silindrning to'la hajmini yonish kamerasining hajmiga nisbati **siqish darajasini** beradi va  $\varepsilon$  bilan belgilanadi.

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} \quad 6$$

Siqish darajasi silindr ichiga kirgan havo yoki aralashmani porshen PCHN dan YUCHN ga harakatida necha barobarga siqilishini ko'rsatadi. Bu ko'rsatkich uchqun bilan alangalantiriladigan dvigatellarda 6...10 gacha, dizel dvigatellarda 16...22 gacha o'zgaradi.

Dvigatelning ishchi sikli deb, har bir silindrlarning ichida jarayonlarning (kiritish, siqish, yonish, kengayish, chiqarish) davriy ravishda ketma-ket takrorlanishiga aytiladi.

### 1.5. Dvigatelning ko'rsatkichlari

Dvigatelning ishlashini xarakterlovchi ko'rsatkichlar mavjud. Shu ko'rsatkichlar bo'yicha dvigatellarni qaysi traktor yoki avtomobilga o'rnatilishini, qanday ishlarni bajarishga mo'ljallanishini, qishloq xo'jalik mashinalari bilan agregatlanishi yoki yuklarni

tashishga mo'ljallangan avtomobillarga o'rnatilishi bo'yicha xulosalar qilishga yordam beradi. Odatda bu ko'rsatkichlar dvigatellarning texnik tavsifnomalariga yozib qo'yilgan bo'ladi. Chunki ular dvigatellarning ishlab chiqarilish sifatini belgilaydi. Ko'rsatkichlar quyidagilar:

**1. Aylantiruvchi moment.** Bu moment tirsakli valning krivoshipiga ta'sir etayotgan kuchni krivoship radiusiga ko'paytirilishi bilan aniqlanib, odatda, N.m larda o'lchanadi.

**2. Quvvat.** Bu quvvat vaqt birligi ichida bajarilgan ish bilan o'lchanib, kiloVattlarda o'lchanadi, ya'ni kVt.

**Dvigatelning indikator quvvati.** Yongan aralashmani kengayishi oqibatida silindrning ichida birlik vaqtda ma'lum ish bajariladi. Demak, silindr ichidagi gazlarning yonishidan hosil bo'layotgan quvvatga **indikator quvvat** deyiladi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$N_i = p_i \cdot V_h \frac{n \cdot i}{450\tau} \text{ o.k. yoki (kVt)} \quad 7$$

bu yerda:  $P_i$  – o'rtacha indikator bosim, kG/sm<sup>2</sup>;

$V_h$  – silindrning ishchi hajmi, l;

$n$  – tirsakli valning aylanishlar soni, ayl/min;

$i$  – silindrlar soni;

$\tau$  – taktlilik ko'effitsienti. To'rt taktli dvigatellar uchun  $\tau=4$  ga, ikki taktli dvigatellar uchun  $\tau=2$  ga teng.

**Dvigatelning samarali quvvati.** Bu quvvat dvigatelning tirsakli valida hosil bo'lib, u orqali foydali ish bajariladi.

Bu quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$N_e = p_e \cdot V_h \frac{n \cdot i}{450\tau} \text{ o.k. yoki (kVt)} \quad 8$$

bu yerda:  $p_e$  – o'rtacha samarali bosim, kG/sm<sup>2</sup>.

Odatda samarali quvvat  $N_e$  o'rtacha indikator quvvat  $N_i$  dan 10...12% ga oz bo'ladi. Ularning farqi dvigatellardagi ichki ishqalanishlarga sarflanadi.

Yuqoridagi quvvatlarni olish uchun sarflanadigan yonilg'i sarfi quyidagicha:



1. Yoqilg'ining indikator solishtirma sarfi,  $g_i$

$$g_i = 1000 \cdot G_T / N_i \quad \text{g/kVt}\cdot\text{soat} \quad 9$$

2. Yoqilg'ining samarali solishtirma sarfi,  $g_e$

$$g_e = 1000 \cdot G_T / N_e \quad \text{g/kVt}\cdot\text{soat} \quad 10$$

bu yerda:  $G_T$  – yoqilg'ining soatlik sarfi.

**Indikator foydali ish koeffitsienti (FIK).** Silindrning ichiga kiritilgan yonilg'ini yonishidan hosil bo'lgan issiqlikni qancha qismi ish bajarishga sarflanishini ko'rsatadi.

$$\eta_i = \frac{Q_i}{Q_T} = \frac{3600}{g_e H_n} \quad 11$$

bu yerda:  $Q_i$  – bajarilgan ishga ekvivalent bo'lgan issiqlik;  
 $Q_T$  – yonilg'ini yonishidan olingan hisobiy issiqlik;  
 $N_i$  – yonilg'ini yonishidagi eng past solishtirma issiqlik.

Avtomobil va traktor dvigatellarida  $\eta_i = 0,26 \dots 0,35$ , dizel dvigatellarida  $\eta_i = 0,38 \dots 0,45$  atrofida bo'ladi. Bu ko'rsatkichlar ishchi siklning mukammal bajarilishini ko'rsatadi.

**Samarali foydali ish koeffitsienti (FIK)** quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_e = \frac{G_T \cdot 3600}{N_e} \quad 12$$

bu yerda:  $G_T$  – bir sekundli yonilg'i sarfi, kg/s;  
 $N_e$  – samarali quvvat, kVt.

Samarali FIK deb tirsakli valda foydali ishga aylangan issiqlikni dvigatelga berilgan umumiy issiqlikka bo'lgan nisbatiga aytiladi.

Samarali FIK karbyuratorli dvigatellarda 0,22...0,25, dizel dvigatellarida 0,26...0,37 atrofida bo'ladi.

Ko'pincha dvigatellar **litr quvvat** orqali baholanadi. U quyidagicha aniqlanadi:

$$N_p = \frac{N_e}{i \cdot V_h} = \frac{p_e \cdot n_h}{30\tau}, \quad \text{kVt/l} \quad 13$$

Bu kattalik dvigatelning ishchi hajmidan foydalanish darajasini bildiradi. Litr quvvat qancha katta bo'lsa, dvigatel shuncha yengil va ixcham bo'ladi.

**Litr massa dvigatel massasini silindrlar ishchi hajmiga bo'lgan nisbati bilan belgilanadi.**

$$g_a = \frac{G_k}{i \cdot V_h}, \quad \text{kg/l} \quad 14$$

bu yerda:  $G_k$  – dvigatelning konstruktiv massasi.

Dvigatelning litr massasi uning konstruksiyasi takomillashganini, yasash texnologiyasi va materialining sifatini ko'rsatadi.

**Dvigatelning solishtirma massasi.** Dvigatelning massasini uning nominal quvvatiga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

$$g_n = \frac{G_k}{N_e}, \quad \text{kg/kVt} \quad 15$$

Bu kattalik dvigatelni qay darajada takomillashganini bildiradi. Bu dvigatelning turi, tuzilishi va materiallari sifatiga bog'liq bo'ladi.

### Dvigatellarning solishtirma ko'rsatkichlari

1.1-jadval

No	Dvigatellar	Solishtirma porshen quvvati, kVt/dm <sup>2</sup>	Litr quvvati, kVt/l	Litr massasi, kg/l	Solishtirma massasi, kg/kVt
1	Karbyuratorli: – yengil avtomobil dvigateli	22...35	16...45	40...85	1,5...5
	– yuk avtomobil dvigateli	14...25	13...40	45...100	2...7
	Traktor dvigateli	9...12	5...12	70...135	7,0...18
	Avtomobil dizel dvigateli	14...20	13...24	60...125	7...17
	Traktor dizel dvigateli	10...15	6...11	85...100	10...30

## 1.6. Avtomobil va traktor dvigatellarining parametrlarini tanlash

Yuqorida dvigatellar to'g'risida asosiy tushuncha va aniqlashlarni ko'rib o'tdik. Umuman olganda, bu tushunchalar va aniqlashlar barcha porshenli dvigatellarga xos bo'lgan kattaliklar hisoblanadi. So'ng dvigatellarning ishlab chiqarilish sifatini bildiruvchi va ularni texnik tavsifnomasiga yozilib qo'yiladigan ko'rsatkichlarning asosiylari ta'rifini va aniqlash ifodalarini ham ko'rib chiqdik.

Lekin ularni dvigatellarning turi va xiliga qarab, ifodalar tarkibidagi parametrlarni tanlash uslublarini bilish ham mutaxassis uchun muhim hisoblanadi.

Ko'rsatkichlarni aniqlovchi ifodalarning tarkibidagi parametrlarni tanlash esa, o'xshash dvigatellarning ishlash jarayonini tahlil qilish asosida amalga oshiriladi. Bu parametrlarni besh guruhga bo'lib, tanlashni asosiy jihatlariga to'xtalamiz.

Asosiy parametrlar quyidagilar:

1. Ishchi jarayon parametrlari.
2. Dinamik parametrlar.
3. Dvigatelning konstruktiv xususiyatlarini bildiruvchi parametrlar.
4. Dvigatelning quvvat parametrlari.
5. Og'irlik parametrlari.

**1. Ishchi jarayon parametrlari.** Siqish darajasi. Siqish darajasi dvigatelning samarali va ishlashining iqtisodiy ko'rsatkichini belgilaydi. Uning ortishi indikator ( $\eta_i$ ) va samarali ( $\eta_e$ ) foydali ish koeffitsientlarini, o'rtacha indikator ( $p_i$ ) va samarali ( $p_e$ ) bosimlarini, shuningdek, indikator va samarali quvvatlarining ortishiga olib keladi.

Karbyuratorli dvigatellarda siqish darajasining ortishi bilan yonishning oxiridagi bosim  $p_z$  va harorat  $T_z$  ni, yonishdagi bosimni tik ko'tarilishiga va ishqalanishga sarfni orttiradi.

Siqish darajasini orttirib yuborish bilan bu dvigatellarda mexanik foydali ish koeffitsienti yomonlashib, pasayib ketishi natijasida dvigatelning iqtisodiy ko'rsatkichi va samarali FIK kamayib boradi.

Dizel dvigatellarida esa  $p_z$  va  $T_z$ , asosan, aralashma hosil qilish, yonilg‘i sarfi va purkalayotgan yoqilg‘i miqdoriga bog‘liq bo‘lgani uchun  $\epsilon$  ning ortishiga bog‘liq emas.

### Dvigatellarning turiga qarab siqish darajasining o‘zgarishi

1.2-jadval

No	Dvigatellarning turi	Siqish darajasi, $\epsilon$
	Yuk avtomobilining karbyuratorli dvigateli	5,5...7,5
	Yengil avtomobillarning karbyuratorli dvigateli	6...10,5

Karbyuratorli dvigatellarda siqish darajasining ortib ketishi detonatsiyali yonishning hosil bo‘lishi va shu sabab, dvigatel detallarining yeyilishi ortib ketishiga olib keladi.

Sifatli yonilg‘ini qo‘llash, porshen va silindr kallagining sifatli materialdan yasalishi, yonish kamerasining takomillashuvi, dvigatel siqish darajasining yuqori darajasini qabul qilishga imkoniyat yaratadi. Aks holda, ya’ni tirsakli val aylanishlar sonining kam bo‘lishi, sifati past yonilg‘ini qo‘llash, yonish kamerasi o‘lchamlarining katta bo‘lishi va boshqalar, siqish darajasini pastki chegarasini tanlashga olib keladi.

Avtomobil va traktorlarning dizel dvigatellarida siqish darajasining kattaligi aralashma hosil qilish va tirsakli valning aylanishlaridan kelib chiqib belgilanadi.

### Dizel dvigatellaridagi siqish darajasi $\epsilon$ ning o‘zgarishi

1.3-jadval

No	Dvigatellarning turi	Siqish darajasi, $\epsilon$
1	Bir kamerali dizel dvigateli	14...16
2	Uyurma kamerali dizel dvigateli	16...17
3	Old kamerali dizel dvigateli	16...20

Siqish darajasining katta qiymati yuqori aylanishlar chastotasiga ega bo'lgan dizel dvigatellari uchun tanlanadi.

Dvigatellarda ishlatiladigan suyultirilgan yoki siqilgan gazlarning detonatsiyaga qarshiligi benzinlarnikiga qaraganda yuqori. Shuning uchun yuk avtomobillarida siqish darajasi karbyuratorli dvigatellarnikiga qaraganda yuqori, ya'ni ularda  $\varepsilon=7...9,5$ .

O'rtacha samarali bosim,  $p_e$ . O'rtacha samarali bosimning ifodasini (8) ifoda yordamida aniqlasak quyidagicha bo'ladi:

$$p_e = \frac{\tau \cdot N_e \cdot 450}{V_h \cdot n \cdot i} \quad 16$$

Bu parametr ham litrli quvvat  $N_l$ , porshenli quvvat  $N_p$  va boshqalari singari dvigateldagi ishchi jarayonning qay darajada mukammal ekanligini yoki dvigatel konstruksiyasining takomillashganlik darajasini bildiradi. Bu parametrni yuqorilatish uchun quyidagi usullardan foydalaniladi:

- ✓ siqish darajasi  $\varepsilon$  ni ko'paytirish;
- ✓ boy aralashmani qo'llash (karbyuratorli dvigatelda);
- ✓ to'ldirish koeffitsientini orttirish;
- ✓ mexanik yo'qotishlarni kamaytirish;
- ✓ puflash (nadduv) usulini qo'llash;
- ✓ ishchi jarayonni yaxshilash.

### O'rtacha samarali bosimning zamonaviy avtomobil va traktor dvigatellaridagi qiymati

1.4-jadval

Dvigatellarning tipi	O'rtacha samarali bosim, $p_e$	
	kG/sm <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup>
Yuk avtomobilining karbyuratorli dvigateli	6,5...9,0	(6,38...8,84)10 <sup>5</sup>
Yengil avtomobilning karbyuratorli dvigateli	7...10,5	(6,87...10,3)10 <sup>5</sup>
Avtomobilning dizel dvigatellari	7...9,5	(6,87...9,32)10 <sup>5</sup>
Traktorning dizel dvigatellari	5...7	(4,91...6,86)10 <sup>5</sup>

Dvigatellarning taktililigi. Avval ta'kidlanganidek, agar ishchi sikl porshenning to'rt yo'lida yoki 4 takt davomida bajarilsa, dvigatel to'rt taktili (taktililik koeffitsienti  $\tau=4$ ) deyiladi, agar ikki yo'lida yoki ikki takt davomida bajarilsa, dvigatel ikki taktili (taktililik koeffitsienti  $\tau=2$ ) deyiladi. Hozirgi zamon avtomobil yoki traktorlarida to'rt taktili dvigatellar qo'llanilmoqda. Bir qator soha institutlarining ma'lumotiga qaraganda, agar yoqilg'ini bevosita purkalishi takomillashtirilsa, puflash (nadduv) jarayoni yaxshilansa, detallarning issiqlikdan yuklanishi kamaytirilsa va iqtisodiy ko'rsatkichi yaxshilansa, ikki taktili dvigatellarning keng qo'llanilishining imkoniyati bor. Lekin motosikl, lodka, sudnolar va teplovozlarda dvigatellarida ular keng tarqalgan.

Hozircha 95% avtomobillar va traktorlarning dvigatellari to'rt taktili qilib ishlab chiqarilmoqda.

Bu yerda ikki taktili dvigatellarni to'rt taktili dvigatellarga qaraganda ko'p kamchiliklarini ichidan faqat iqtisodiy ko'rsatkichining pastligini aytish kifoya. Agar to'rt taktili dvigatelning solishtirma yonilg'i sarfi  $g_e=160...180$  g/o.k. soat (0,605...0,680 g/kVt.s) bo'lsa, ikki taktili dvigatelniki  $g_e=195...210$  g/o.k. soat (0,735...0,793 g/kVt.s) ni tashkil etadi.

**2. Dinamik parametrlar.** Bu parametrlarga quyidagilar kiradi. Dvigatellar tirsakli valining aylanishlar soni; porshenning o'rtacha tezligi.

**Dvigatellar tirsakli valining aylanishlar soni.** Yuqoridagi (8) ifodadan ko'rinib turibdiki, dvigatelning quvvati tirsakli valning aylanishlar soniga to'g'ri bog'langan. Bir xil quvvatga ega bo'lgan dvigatellarda parametrlar  $p_e$ ,  $i$  va  $\tau$  teng bo'lganda tirsakli valning aylanishlar soni qaysi dvigatelda ko'p bo'lsa, o'sha dvigatel silindrlarining diametri va porshen yo'li  $S$  kichik bo'ladi. Demak, shu dvigatelning gabarit o'lchamlari va og'irligi kichik bo'lib, uning birlamchi ishlab chiqarish narxi ham arzon bo'ladi.

Shu bilan birga tirsakli val aylanishlar sonining ko'payishi bilan inersiya kuchlari hamda detallarning yeyilishi ham ortadi.

Shuning uchun dvigatel tirsakli valining aylanishlar sonini tanlashda, uning vazifasi va ishlash sharoiti hisobga olinishi kerak.

1. Yengil avtomobil dvigatelining ishlash rejimi, xuddi shu rejimda ishlayotgan yuk avtomobilining dvigateligiga qaraganda ko'proq yuklanishda bo'ladi. Demak, ularda tirsakli valning aylanishlar sonini ko'p qilib belgilash mumkin.

2. Traktor dvigatelining ishchi rejimi yuk avtomobili dvigatellarining yuklanishiga nisbatan ko'p bo'lganligi uchun u dvigatellar tirsakli valining aylanishlar soni ozroq qilib belgilanadi. Uning ustiga traktorlarga dizel dvigateli o'rnatilmoqda. Ularning solishtirma og'irligi va ixchamligi karbyuratorli dvigatelnikiga nisbatan ko'p bo'lganligi uchun ham, tirsakli valning aylanishlar sonini kichikroq belgilash zarur.

Quvvati yuqori, shatakchi avtomobillar va yuqori yuk ko'tarish qobiliyatiga ega bo'lgan avtomobillarda ham dizel dvigatellari qo'llanilmoqda. Ularda ham tirsakli valning aylanishlar sonini kamroq belgilash maqsadga muvofiq.

Dizel dvigatellarining birlamchi ishlab chiqarish xarajatlari ko'p, og'irlik ko'rsatkichi yuqori va quvvat ko'rsatkichlari nisbatan pastroq bo'lgani uchun ham ularni avtomobillarda keng qo'llanishiga hozircha to'sqinlik qilmoqda.

Quyidagi 1.5-jadvalda dvigatellarning turiga qarab belgilangan tirsakli valning aylanishlar soni keltirilgan.

### **Dvigatel tipiga qarab tirsakli valning aylanishlar soni o'zgarishi**

1.5-jadval

№	Dvigatellarning tipi	$p_n$ , ayl/min	$c_n$ , m/s
1	Karbyuratorli dvigatellar		
	– og'ir yuk ko'taruvchi avtomobilning dvigateli	2000...3500	7...12
	– kichik va o'rta yuk ko'taruvchi avtomobillarning dvigateli	2800...4200	7...13
	– yengil avtomobillar dvigateli	3800...5500	8...16
	– sport va poyga avtomobillar dvigateli	5000...14000	16...25
2	– to'rt taktli dizel dvigatellar	2000...3400	9...11
	og'ir yuk ko'taruvchi va avtobuslar dvigateli		
	– kichik va o'rta yuk ko'taruvchi avtomobillar dvigateli		
	– yengil avtomobillar dvigateli	2200...3600	9...12
		3000...4400	9...11

3	Ikki taktli dizel dvigatellari		
	– o‘rta va yuqori yuk ko‘taruvchi avtomobillar dvigateli	1700...3000	7...10
	– yengil yuk ko‘taruvchi avtomobillar dvigateli	2000...3200	8...10
	– traktorlar dvigateli	1400...2300	-

**Porshenning o‘rtacha tezligi.** Bu parametr dvigatel parametrlari ichida muhim o‘rin tutadi. Chunki u nafaqat dvigatelni tez yurarligini bildiradi, balki harorat va dinamik nuqtayi nazardan yuklanganligi bilan dvigatelning konstruksiyasi va uning yeyilishini ham baholaydi.

Porshenning o‘rtacha tezligi (3) ifoda orqali aniqlanadi. Agar bu tezlikni silindrning diametri orqali ifodalasak

$$C_n = C_1 \cdot D \cdot n, \quad \text{m/s} \quad 17$$

bu yerda:  $C_1$  – o‘lchovsiz koeffitsient.

O‘rtacha tezlik ortishi bilan inersiya kuchi ortadi. Porshenning bordi-keldi harakati tufayli hosil bo‘lgan inersiya kuchi ostida, detallarni cho‘zilishidan  $\tau$ , buralishidan  $\tau_b$  zo‘riqishlar hosil bo‘lib, u porshenning o‘rtacha tezligining kvadrati bo‘yicha o‘zgaradi. U quyidagicha:

$$\tau_n = C_2 \cdot C_n^2, \quad \frac{\text{kg}}{\text{sm}^2}; \quad \tau_b = C_3 \cdot C_n^2, \quad \frac{\text{kg}}{\text{sm}^2}$$

bu yerda:  $C_2, C_3$  – o‘lchovsiz koeffitsientlar.

Demak, o‘rtacha tezlik detallar chidamliligining baland bo‘lishi masalasini qo‘yar ekan.

Issiqlikdan hosil bo‘layotgan zo‘riqishlar ham o‘rtacha tezlik bo‘yicha o‘zgaradi. Agar solishtirma issiqlikni uzatish koeffitsientini  $q_v$  bilan belgilasak, u quyidagiga teng.

$$q_v = C_4 \cdot C_n, \quad \frac{\text{kkal}}{\text{m}^2 \text{ min}}, \quad \left( \frac{Dj}{\text{m}^2 \text{ c}} \right)$$

bu yerda:  $C_4$  – o‘lchovsiz koeffitsient.



Demak, dvigatelning issiqlikdan zo'riqishi ham porshenni o'rtacha tezligiga to'g'ri bog'langan. U dvigatel ishchi hajmining shakliga yoki porshen yo'lini silindrning diametriga bo'lgan nisbatiga bog'liq ravishda o'zgaradi.

Shuningdek, yeyilishning kattaligi ham ko'p jihatdan  $C_n$  ga bog'liq. Agar detallarni og'irligi bo'yicha yeyilishini  $q_{ey}$  – desak, u ham porshenning o'rtacha tezligiga bog'liq bo'lmoqda, ya'ni:

$$q_{ey} = C_5 \cdot C_n \quad , \quad \frac{kg}{m^2 \text{ min}}$$

bu yerda:  $C_5$  – o'lchovsiz koeffitsient.

Demak, yuklanishdan zo'riqish, haroratdan zo'riqish va og'irlik bo'yicha yeyilish ko'payib ketmasligi uchun porshenning o'rtacha tezligini belgilangan chegaradan ortiq qilib belgilamaslik zarur. Porshenning o'rtacha tezligini chegaraviy qiymatlari ham 1.5-javdalda keltirilgan.

**3. Dvigatelning konstruktiv xususiyatlarini bildiruvchi parametrlar.** Bu parametrlar quyidagilar:

- silindrlarning soni;
- silindrlarning joylashuvi;
- porshen yo'lining silindr diametriga nisbati –  $\rho=S/D$ ;
- krivoship radiusini shatunning uzunligiga nisbati –  $\lambda=r/l_u$

**Silindrlarning soni.** Silindrlarning sonini ko'paytirish yoki kamaytirishda dvigatellar konstruksiyasi va ishlashidagi quyidagi o'zgarishi mumkin bo'lgan kattaliklar hisobga olinishi zarur. Ular quyidagilar:

- silindrlar blokining o'lchamlari, ya'ni dvigatelning gabarit o'lchamlarining o'zgarishi;
- dvigatelning muvozanatlashishi;
- avtomobil va traktorlar yurishining ravonligi;
- porshen guruhining issiqlikdan zo'riqishi;
- dvigatelning og'irligi va yeyilishining o'zgarishi;
- ishlab chiqarishdagi xarajatlar;
- ishlatishdagi xarajatlar.

Dvigatelning litraji o'zgarmagan holda silindrlar sonining ko'payishi, ularning o'lchamlari kichiklashuviga olib keladi. Bu kichiklashuv silindr ichki yuzasini o'zining hajmiga bo'lgan nisbatini ozaytiradi. Demak, silindr ichidagi issiqlikni tashqariga berish kamayadi. Detallarning issiqlikdan zo'riqishi ortadi. Bunday sharoitda sovitishni jadallashtirish zarur bo'ladi.

Silindrning kichiklashuvi, ayniqsa, diametrining kichiklashuvi (karbyuratorli dvigatellarda) yonish kamerasini yaxshilashni taqozo etadi. Sovitishning jadallashuvi, yonish kamerasini yaxshilash esa siqish darajasining ortishiga va shu orqali dvigatelning iqtisodiy ko'rsatkichi yaxshilanishiga olib keladi. Bu esa yaxshi tadbir.

Dizellarda silindrning diametrini kamaytirish konstruktiv qiyinchilikka olib keladi, ya'ni silindrning ichida aralashma hosil qilish uchun havo uyurmasini tashkil qilish qiyinlashadi. Shu sababli avtomobillarning dizel dvigatellarida silindrlar diametri 75 mm dan kam qilinmaydi.

Ikkinchi tomondan, silindr diametrining kattalashuvi tashqariga issiqlikning berilishini kamaytiradi. Bu indikator FIK ko'paytirsada, detallarni haroratdan zo'riqishini orttiradi. Bu zo'riqishning ortishi, ayniqsa, ikki taktli dvigatellarda silindr diametrining ortishini chegaralaydi.

Muvozanatlanganlik va yurishning ravonligi esa silindrlar diametrining ortishi bilan yaxshilanadi.

Silindrlarning ko'payishi bilan shatun-porshen guruhining og'irligi (shuningdek, dvigatelni ham) kamayadi. Shuningdek, inersiya kuchlari va aylanib ishlovchi detallarning massalari ham kamayadi. Bu kuchlarning ozayishi, dvigatelning yeyilishini kamaytiradi. Inersiya kuchlarini va aylanib ishlovchi detallarning massalarini kamayishi, o'z navbatida, bir xil litrajga ega bo'lgan dvigatelda, tirsakli valini aylanishlar sonini ko'paytirishga imkon tug'diradi. Bu esa dvigatel quvvatini orttirishga olib keladi.

Katorli dvigatellarda silindrlar sonini orttirish uning uzunligini biroz orttirsada, balandligi va kengligini kamaytiradi.

Silindrlar soni ortishining kamchilik tomonlari ham mavjud. U ham bo'lsa: dvigatelning konstruksiyasini, texnik xizmat ko'rsatishni murakkablashuviga olib keladi. Ishlab chiqarish va ishlashidagi xarajatlarning ortishiga sabab bo'ladi.

Zamonaviy avtomobil va traktor dvigatellarining silindrlari, asosan juft sonda (kam holda toq sonda) belgilanadi. Bir silindrli dvigatellar faqat kichik litrajli dvigatellarda qoʻllaniladi.

**Silindrning joylashuvi.** Avtomobil va traktorlar dvigatellari silindrlarning joylashuvi boʻyicha bir qatorli L, V-simon va oppozit-H xillariga boʻlinadi.

Eng koʻp tarqalgan xili qatorli, vertikal joylashgani hisoblanadi. Ularning blok-karteri soddaroq, texnik xizmat koʻrsatishga qulay. Baʼzida gorizontaal va ogʻma joylashganlari ham uchraydi.

Tez yurar dvigatellar koʻpayishi bilan “V”-simon olti, sakkiz, oʻn ikki silindrli dvigatellar keng tarqala boshladi. Toʻrt silindrli, joylashuvi “V”-simon dvigatellar deyarli uchramaydi.

Ularda, asosan, bitta shatun boʻyniga ikki shatunning oʻrnatilishi, silindrlar oʻqi ikki tekislikda yotgani uchun dvigatellarning gabarit uzunligi oz boʻlib, narxi nisbatan kamroq. Silindrlar oʻqining ogʻishi  $\gamma=45^{\circ}, 60^{\circ}, 75^{\circ}, 90^{\circ}$  va  $180^{\circ}$  boʻladi.

Ogʻish burchagi  $\gamma=180^{\circ}$  boʻlganda silindrlar bir tekislikda, lekin tirsakli valning ikki tomonida yotadi.

Avtomobil dvigatellarida silindrlarning soni va joylashuvi toʻgʻrisidagi maʼlumot 1.6-jadvalda keltirilgan.

### Avtomobil dvigatellarida silindrlarning soni va joylashuvi

1.6-jadval

№	Avtomobillarning tipi	Silindrlarning soni va joylashuvi
1	Juda kichik litrajli	1-2, V-2, H-2
2	Kichik litrajli	2-3-4, V-4, H-4
3	Oʻrta litrajli yengil avtomobil	4-6, V-6, H-6, V-8
4	Yuqori klassdagi avtomobil	V-8
5	Yuk avtomobilining karbyuratorli va gazli dvigatellari	H-6, V-6, V-8
6	Kichik va oʻrta yuk koʻtaruvchi avtomobilning dvigatellari	4-6-8, V-8
7	Yuqori tonnali yuk avtomobilining dizel dvigateli	H-8, V-8, V-12

Traktor dizellarida, asosan, silindrlari vertikal va qatorli joylashgan boʻladi.

**Porshen yo‘lining silindr diametriga nisbati,  $\rho=S/D$ .** Bu parametr asosiy parametrlardan biri bo‘lib, nafaqat dvigatelning konstruksiyasiga, balki dvigatel detallarining ham issiqlik xossasiga ta’sir etadi (1.7-jadval).

**S/D qiymatining dvigatel detallarining issiqlik holatiga ta’siri**  
1.7-jadval

Haroratning taqsimoti	Yonilg‘ining siqilishidan hosil bo‘lgan issiqlikning taqsimlanishi, %	
	S/D=1	S/D=1,5
1. Issiqlikning yo‘qotilishi		
– silindr devorlarida	8,3	12,8
– silindr kallagida	7,3	4,4
– porshenda	5,7	4,1
– chiqarish kollektorida	4,7	4,7
– yongan gazlarda	34,5	34,5
– moylovchi moylarda	29	29
2. Foydali ish	36,6	36,6
Jami	100	100

Ko‘rinib turibdiki, silindr porshen va silindrlar kallagiga S/D ning ortishi bilan issiqlik berilishi ortmoqda.

Parametr  $\rho$  ni tanlash uchun quyidagilarni bilish zarur.

1. Parametr  $\rho$  ning qiymatini orttirganda (uzun yo‘lli dvigatel):

✓dvigatelning gabarit balandligi; karterning ko‘ndalang kesimi va og‘irligi ko‘payadi;

✓dvigatelning gabarit uzunligi; tirsakli valning uzunligi kamayadi va jag‘lari uzunlashadi;

✓porshenning o‘rtacha tezligi; issiqlik va yuklanishdan zo‘riqish va porshenning yeyilishi ortadi;

✓silindr devorlariga berilayotgan issiqlik ortgani uchun dvigatelning iqtisodiy ko‘rsatkichi kamayadi.

2. Parametr  $\rho$  ning qiymatini orttirganda (qisqa yo‘lli dvigatel) quyidagilarni bilish zarur:

✓dvigatelning gabarit uzunligi, tirsakli valning uzunligi, inersiya kuchi, ortadi. Bu esa yeyilishni ko‘paytiradi;

✓ yonish kamerasining balandligi, shakli yomonlashadi. Shuning uchun karbyuratorli dvigatellarda siqish darajasini kichik qiymatlarida ham detonatsiya ro'y beradi. Dizellarda yonish kamerasi balandligining pasayishi tufayli aralashmani tayyorlash yomonlashadi;

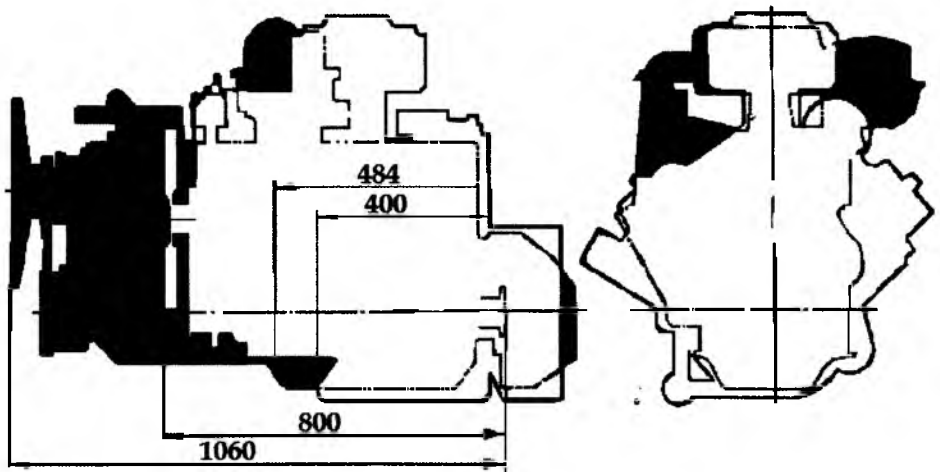
✓ silindr devorlaridan issiqlikni berish; porshenning o'rtacha tezligi, yeyilishlar ozayadi.

Koeffitsient  $\rho$  ning kamaytirilishi silindrlari "V"-simon joylashgan dvigatellarda foyda beradi, ya'ni gabarit va og'irlik parametrlarini kamaytirishga erishiladi. Chunki qatorli dvigatellarning uzunligi silindrlar blokining uzunligi orqali, "V"-simon dvigatellarning uzunligi esa tirsakli valning uzunligi orqali belgilanadi.

Dvigatelning silindrlari "V"-simon joylashganda  $\rho$  ning qiymati ortgan sari silindrlar orasidagi masofa kerakligidan ortiqcha bo'lib, dvigatelning hajmidan foydalanish kamayadi va og'irligi ortib ketadi.

Qisqa yo'lli dvigatellarda ( $V_h=5,0...6,0$  l) minimal silindrlar bloki va tirsakli valning uzunligi bilan aniqlanganda dvigatelning uzunligi kam farq qiladi.

Quyida silindrlari qatorli (8 ta silindr) va "V"-simon joylashgandagi uzunligi qiyoslangan (1.3-rasm).



**1.3-rasm. Silindrlari 8 ta bo'lgan qatorli va "V"-simon joylashgan dvigatellarning gabarit o'lchamlarini qiyoslash.**

Silindrlari “V”-8 bo‘lgan dvigatelning uzunligi L-8 ga qaraganda 260 mm (25%) ga qisqa, og‘irligi esa 10% ga oz. Demak “V”-simon dvigatellarni qisqa yo‘lli qilib tayyorlanishi afzal.

### Zamonaviy avtomobil va traktor dvigatellaridagi $\rho=S/D$ ning o‘zgarishi

1.8-jadval

No	Dvigatelning turlari	$\rho=S/D$
Qatorli dvigatellar		
1	Karbyuratorli yengil avtomobillarda	1,0...1,6
2	Karbyuratorli yuk avtomobillarda	1,0...1,5
3	Dizel dvigatellari, 4-taktli	1,14...1,45
4	Dizel dvigatellari, 2-taktli	1,0...1,4
“V”-simon dvigatellar		
1	Karbyuratorli yengil avtomobillarda	0,75...0,95
2	Karbyuratorli yuk avtomobillarda	0,92...1,10
3	Dizel dvigatellari, 4-taktli	0,95...1,40
4	Dizel dvigatellari, 2-taktli	0,93...1,27

Ikki taktli dizel dvigatellarida  $\rho$  ning qiymati puflashning turiga qarab aniqlanadi.

**Krivoshning radiusini shatunning uzunligiga nisbati** –  $\lambda=r/l_{sh}$ . Bu koeffitsientni tanlashda (ko‘paytirganda) to‘rtta jihatga e‘tibor beriladi:

1. Tirsakli val aylanganda shatun  $\beta$  burchakka og‘adi. Shu paytda shatun silindrning pastki qismiga tegmasligi kerak. Aks holda silindrning pastki qismiga ariqcha yasalishi kerak. Bu esa ortiqcha ish.

2. Silindr devoriga shatunning og‘ishidan hosil bo‘ladigan yondan ta’sir etuvchi N kuchi hosil bo‘lib, silindrning bir tomonida bosimning ortishi natijasida yeyilishning ortishiga olib keladi.

3. Inersiya kuchining ortishiga olib keladi. Bu ham yeyilishni orttiradi.

4. Qisqa shatun bo‘lganda dvigatelning gabarit o‘lchamlari qisqaradi, natijada dvigatelning og‘irligi kamayadi.

Zamonaviy avtomobil dvigatellarida  $\lambda=1/3,0...1/4,8$  (tez yurar dvigatellarida kichik qiymati shatunni uzaytirish hisobiga), traktor dvigatellarida oxirgi yillarda uzunligi qisqa bo'lgan shatunlar qo'llanila boshlagani uchun  $\lambda=1/3,2...1/3,5$  deb qabul qilinmoqda.

**4. Dvigatelning quvvat parametrlari.** Dvigatelning quvvat parametrlari 1.4 - bo'limda mukammal keltirilganligi uchun o'quvchini shu bo'limga yo'naltiramiz

### **1.7. Dvigatellarni takomillashtirish yo'nalishlari bo'yicha yangiliklar**

Yuqoridagi talablardan kelib chiqqan holda ishlab chiqilayotgan traktor va avtomobillar dvigatellarining konstruksiyalari yildan yilga takomillashib, yoqilg'i sarfining kamayib borishi, ishlayotgan sharoitga tezda moslashib borayotgani kuzatilmoqda.

Traktor va avtomobillar dvigatellarining rivojlanib borishi litrli quvvatni oshirish asosida bo'lib, dvigatellarning og'irligi va gabarit o'lchamlarini kamaytirish hisobiga amalga oshirilmoqda. Avtomobillarning karbyuratorli dvigatellarida bu tadbir siqish darajasini orttirish, tez yurarligini ko'paytirish hisobiga amalga oshirilmoqda. Chunki siqish darajasini orttirish dvigatelda issiqlikdan foydalanishni yaxshilaydi. Lekin, bu o'rinda siqish taktining oxirida harorat va bosimni ortishiga, natijada detonatsiya hodisasini tezlash-tirishga olib kelishini ham bilib qo'yish kerak.

Dvigatel quvvatini oshirish uchun silindrga havoni yoki yonuvchi aralashmani majburiy puflash usulidan foydalanish ham yaxshi natija bermoqda.

Dvigatellarning quvvatini oshirish, iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilash ishlari, ularning parametrlarini tanlash asosida ham olib borilmoqda.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Nima uchun "ichki yonuv dvigateli" deyiladi?
2. Avtomobil va traktorlarda dvigatel qanday vazifani bajaradi?

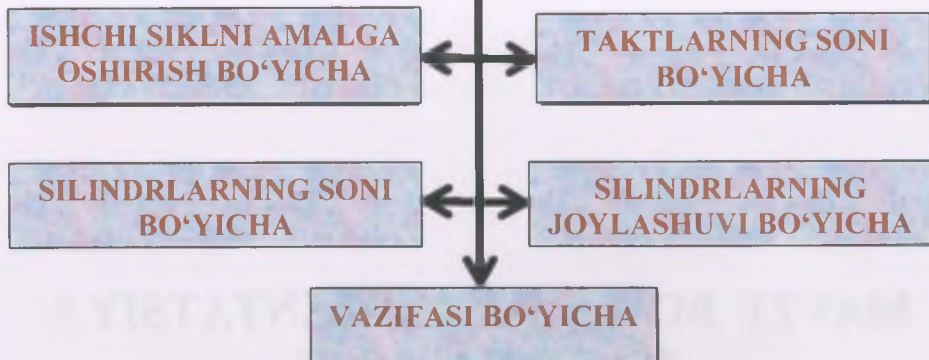
3. Porshenli ichki yonuv dvigatellari qaysi belgilari bo'yicha tasniflanadi?
4. Ishchi siklni amalga oshirish bo'yicha dvigatellar qanday xillarga bo'linadi?
5. Yonuvchi aralashma karbyuratorida hosil qilinsa dvigatel qanday xiliga kiradi?
6. Yonuvchi aralashma kiritish kollektorida ham tayyorlanadimi?
7. Yonuvchi aralashma silindrning ichida ham hosil qilinadimi?
8. Dizel dvigatellarida uchqun berilmasa ham yonilg'ining yonib ketish sababini ayting.
9. Dvigatel taktlar soni bo'yicha qanday xillarga bo'linadi?
10. Dvigatellar silindrlar soni bo'yicha ham xillanadimi?
11. Silindrlarning joylashuvi bo'yicha ham dvigatellar xillanadimi?
12. Dvigatellarning vazifasiga ko'ra xillanishini ayting.
13. Dvigatellarda qo'llaniladigan yonilg'ilarni ayting.
14. Dvigatellarning umumiy tuzilishini ayting.
15. Krivoship-shatunli mexanizmning vazifasini ayting.
16. Gaz taqsimlash mexanizmining vazifasini ayting.
17. Sovitish tizimining vazifasini ayting.
18. Moylash tizimining vazifasini ayting.
19. Ta'minlash tizimining vazifasini ayting.
20. Yurgizib yuborish tizimining vazifasini ayting.
21. O't oldirish tizimi qaysi dvigatellarda qo'llaniladi?
22. Nima uchun mexanizm deyiladi?
23. Dvigatellarda qo'llanilgan tizimlarni mexanizm deb aytish mumkinmi?
24. "Yuqori" va "Pastki" chekka nuqtalarni tushuntiring.
25. Porshen yo'lini tushuntiring.
26. Taktni tushuntiring.
27. Yonish kamerasining qayerdaligini tushuntiring.
28. Porshenning ishchi yo'lini tushuntiring.
29. Silindrning to'la hajmi deb nimaga aytamiz?
30. "Litraj"ni tushuntiring.
31. "Siqish darajasi" deb nimaga aytiladi?
32. Dvigatelning burovchi momenti qayerda hosil bo'ladi?



33. Indikator quvvatni tushuntiring.
34. Samarali quvvatni tushuntiring.
35. Yonilg'ining indikator solishtirma sarfi deb nimaga aytiladi?
36. Yonilg'ining samarali solishtirma sarfi deb nimaga aytiladi?
37. Indikator va samarali foydali ish koeffitsientlariga ta'rif bering.

**MAVZU BO‘YICHA PREZENTATSIYA  
MATERIALLARI**

# ICHKI YONUUV DVIGATELLARINING TASNIFLANISHI



## ISHCHI SIKLNI AMALGA OSHIRISH BO'YICHA

ARALASHMANI SILINDRDAN  
TASHQARIDA HOSIL QILUVCHI  
VA UCHQUN YORDAMIDA  
ALANGALANTIRUVCHI  
DVIGATELLAR

ARALASHMANI SILINDRNING  
ICHIDA HOSIL QILIB,  
GAZLARNI SIQILISHIDAN  
ALANGALANTIRUVCHI  
DVIGATELLAR

- Benzina ishlab aralashmani karbyuratorda hosil qiluvchi;
- Gazga ishlab, aralashmani gaz smestitelida hosil qiluvchi;
- Injektorli, benzinli aralashmani kiritish kollektoriga yoki silindrga benzinni forsunka yordamida purkovchi.

- dizel dvigatellar.

## ISHCHI SIKLNI AMALGA OSHIRISH BO'YICHA

ARALASHMANI SILINDRDAN  
TASHQARIDA HOSIL QILUVCHI  
VA UCHQUN YORDAMIDA  
ALANGALANTIRUVCHI  
DVIGATELLAR

ARALASHMANI SILINDRNING  
ICHIDA HOSIL QILIB,  
GAZLARNI SIQILISHIDAN  
ALANGALANTIRUVCHI  
DVIGATELLAR

- benzinda ishlab aralashmani karbyuratorda hosil qiluvchi;
- gazda ishlab, aralashmani gaz smestitelida hosil qiluvchi;
- injektorli, benzinli aralashmani kiritish kollektoriga yoki silindrga benzinni forsunka yordamida purkovchi.

- dizel dvigatellar.

## SILINDRLARNING SONI BO'YICHA

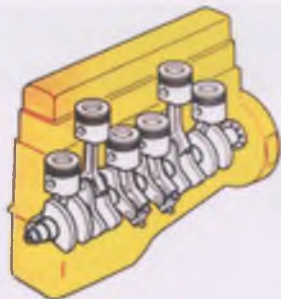
BIR  
SILINDRLI  
DVIGATELLAR

KO'P  
SILINDRLI  
(2,4,6,8,12)  
DVIGATELLAR

## SILINDRLARNING JOYLASHUVI BO'YICHA

SILINDRLARI QATORLI JOYLASHGAN DVIGATELLAR

SILINDRLARI BIR-BIRIGA BURCHAK OSTIDA JOYLASHGAN DVIGATELLAR  
(30°,60°,90°,120° va 180°)



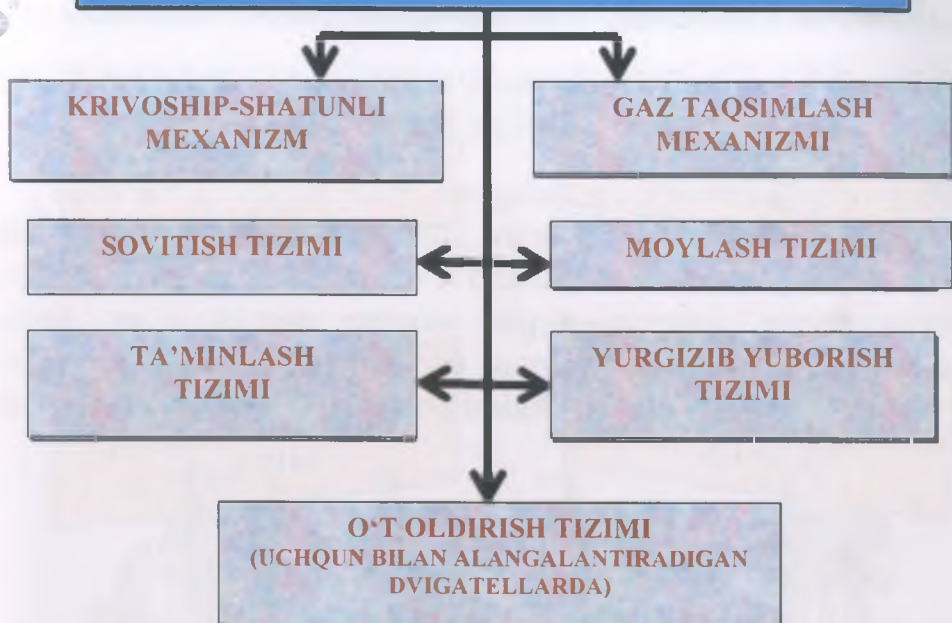
## VAZIFASI BO'YICHA

TRAKTOR DVIGATELLARI

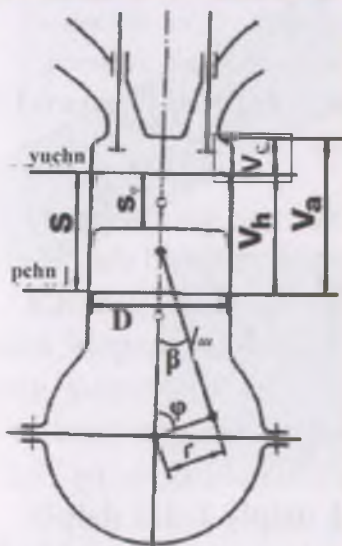
YUK AVTOMOBILLARINING DVIGATELLARI

YENGIL AVTOMOBILLARNING DVIGATELLARI

## PORSHENLI DVIGATELLARNING UMUMIY TUZILISHI



## BIR SILINDRLI DVIGATELNING SXEMASI



- $r$ -krivoship radiusi, mm;
- $l_{sh}$ -shatun uzunligi, mm;
- $C_n$ -porshenning o'rtacha tezligi;
- kiritish takti;
- siqish takti;
- kengayish takti;
- chiqarish takti;
- ishchi hajmi- $V_h$
- litraj- $V_c$
- to'la hajm- $V_a$
- siqish darajasi- ➡ ➡