



KURKIME ATEITĮ DRAUGE!

AUTOMOBILIŲ REMONTININKO RENGIMAS

Vilnius, 2008

UDK 629.113(474.5)

Au76

Konsultavo:

dr. Saugirdas Pukalskas, Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Recenzavo:

Giedrius Garbinčius, Vilniaus Gedimino technikos universitetas;

Vitalijus Marininas, UAB „Servista ir Ko“;

Romualdas Obuchovičius, UAB „Autokurtas“;

Virginijus Remeikis, Tauragės profesinio rengimo centras;

Kazys Riauba, Alytaus kolegija;

Mindaugas Smolskas, VŠĮ Daugų technologijos ir verslo mokykla

Parengta Europos Sąjungos ir Lietuvos Respublikos lėšomis, įgyvendinant projektą Nr. BPD2004-ESF-2.4.0-01-04/0132 „Mokymo-mokymosi priemonių profesiniam mokymui atnaujinimo modelio kūrimas“

Projekto vykdytojas:

Profesinio mokymo metodikos centras

Projekto partneris:

Vilniaus siuvėjų ir automechanikų mokykla

ISBN 978-9955-748-20-5

ISBN 978-9955-748-19-9

© Profesinio mokymo metodikos centras, 2008

Pirmoji knyga

Viktoras Kasulaitis

KONSTRUKCINĖS IR EKSPLOATACINĖS MEDŽIAGOS

Nijolė Piliponienė

TECHNINIAI MATAVIMAI

Vytautas Statkus

ŠALTKALVYSTĖ

Tadas Klevas

SUVIRINIMAS IR LITAVIMAS

Arvydas Tilindė

ŽMOGAUS SAUGA IR EKOLOGIJA

Antroji knyga

Valdas Jurevičius, Leonidas Nanevičius

AUTOMOBILIO VARIKLIS

Trečioji knyga

Petras Kaikaris

AUTOMOBILIO TRANSMISIJA

Apolinaras Bružas

AUTOMOBILIO VAŽIUOKLĖ, VAIRAS IR STABDŽIAI

Arvidas Basakirskas, Albertas Mačiulis

AUTOMOBILIO TECHNINĖ PRIEŽIŪRA

Ketvirtoji knyga

Romualdas Butkevičius, Alfredas Rimkus

AUTOMOBILIO ELEKTROS ĮRANGA, ELEKTRONINĖS VALDYMO SISTEMOS

AUTOMOBILIŲ REMONTININKO RENGIMAS

2 KNYGA

Valdas Jurevičius, Leonidas Nanevičius

AUTOMOBILIO VARIKLIS

PRATARMĖ

Aktualus ir vis dar neišspręstas profesinio mokymo ir mokymosi priemonių klausimas paskatino imtis iniciatyvos parengti vadovėlį „Automobilių remontininko rengimas“.

Šis vadovėlis parengtas įgyvendinant Europos socialinio fondo projektą „Mokymo-mokymosi priemonių profesiniam mokymui atnaujinimo modelio kūrimas“. Kartu su vadovėliu parengtos ir jį papildančios mokiniams bei mokytojams svarbios mokymo ir mokymosi priemonės – užduočių rinkinys, mokytojo knyga ir plakatai.

Šis mokymo ir mokymosi priemonių komplektas paremtas naujomis technologijomis ir atitinka profesinio rengimo standarte numatytus kompetencijos reikalavimus. Tai pirmas didelis žingsnis siekiant aprūpinti besimokančiuosius susisteminta, kompleksine informacija, sukurti jiems patrauklią mokymosi aplinką bei palengvinti darbą profesijos mokytojams.

Šis mokymo ir mokymosi priemonių komplektas skirtas profesinės mokyklos mokiniams, siekiantiems įgyti automobilių remontininko ar automobilių elektros įrenginių remontininko kvalifikaciją, tačiau gali būti naudingas ir kitiems automobilių transporto eksploatacijos, techninės priežiūros ir remonto specialistams.

Modulyje **Konstruktinės ir eksploatacinės medžiagos** nagrinėjama metalų, jų lydinų ir nemetalinių medžiagų sandara ir savybės, žymėjimas ir panaudojimas automobiliuose bei kitose srityse, aptariami metalų ir jų lydinių terminio, termocheminio apdorojimo būdai, jų taikymas. Taip pat apibūdinamos eksploatacinės medžiagos – aušinimo sistemų skysčiai, hidraulinių sistemų skysčiai, alyvos ir tepalai, automobilių degalai, kiti eksploataciniai skysčiai, pateikiamos rekomendacijos, kaip teisingai parinkti ir naudoti šias medžiagas eksploatuojant automobilius, atliekant techninę priežiūrą ir remontuojant.

Modulyje **Techniniai matavimai** supažindinama su pagrindinėmis sąvokomis, dažniausiai naudojamais matavimo vienetais, paklaidų atsiradimo priežastimis, matavimo metodais ir reikalavimais matavimams, aprašomi universalieji matavimo įrankiai ir prietaisai. Taip pat supažindinama su pakeičiamumo ir sąlaidų rūšimis, sąlaidų parinkimu ir sistemo- mis, detalių tikslumu ir šiurkštumu.

Modulis **Šaltkalvystė** padės išmokti šaltkalviškų operacijų: žymėjimo, kirtimo, lenkimo, lyginimo, pjovimo, dildymo, gręžimo, sriegimo sriegikliais ir sriegpjovėmis, kniedijimo, pritrynimo. Modulyje supažindinama su pagrindiniais įrankiais ir jų naudojimo galimybėmis. Taip pat pateikiami mechanizuoti šaltkalvių įrankiai, šaltkalviško apdorojimo pavyzdžiai.

Modulyje **Suvirinimas ir litavimas** nagrinėjami suvirinimo, pjovimo ir litavimo būdai apdorojant įvairius metalus, jų lydinius, keramines medžiagas, stiklą, plastikus ir kitas automobilius gaminant ir remontuojant naudojamas medžiagas. Pateikiami pagrindiniai reikalavimai ir technologijos sujungiant įvairių savybių medžiagas skirtingose aplinkose.

Modulyje **Žmogaus sauga ir ekologija** pateikiamos darbų vykdymo saugumo organizacinės priemonės, supažindinama su darbo higiena ir sanitarija, darbuotojo sauga, priešgaisrine sauga, aptariamoms individualios apsaugos priemonės bei aplinkos apsauga.

Modulyje **Automobilio variklis** pateikiami variklių sandaros, veikimo ir remonto pagrindai. Išnagrinėti variklio dujų skirstymo mechanizmo, alkūninio švaistiklio mechanizmo, maitinimo sistemos, tepimo sistemos, aušinimo sistemos, uždegimo sistemos konstrukcijos ypatumai ir jų veikimo principai.

Modulyje **Automobilio transmisija** aprašoma, kaip veikia automobilio sankabos, pavarų dėžės, skirstymo dėžės, kardaninės pavaros, diferencialas; taip pat supažindinama su jų konstrukcija. Vadovėlyje nurodomi transmisijos agregatų, mechanizmų techninės priežiūros darbai ir dažniausiai pasitaikantys gedimai bei jų požymiai.

Modulyje **Automobilio važiuoklė, vairas ir stabdžiai** nagrinėjama šiuolaikinių automobilių pakabos, vairavimo įrenginių ir stabdžių sandara, tipai, konstrukcijos ir veikimas.

Modulyje **Automobilio techninė priežiūra** supažindinama su automobilio priežiūros periodiškumu, pagrindiniais automobilio diagnostikos principais, su variklio mechanizmų ir sistemų, elektros įrenginių, transmisijos, važiuoklės ir stabdžių sistemų pagrindiniais techninės priežiūros ir diagnostikos darbais. Taip pat supažindinama su prietaisais ir įrenginiais, naudojamais automobilio techninei priežiūrai ir diagnostikai atlikti.

Modulyje **Automobilio elektros įranga, elektroninės valdymo sistemos** pateikiami pagrindiniai elektrotechnikos dėsniai, elektrinių ir elektroninių elementų veikimo pagrindai, elektrinių dydžių matavimo ir komponentų patikros taisyklės. Išnagrinėtos automobilio elektros tiekimo, paleidimo, apšvietimo bei kitų elektrinių sistemų sandara ir veikimas, jų elementų jungimo schemas. Pateikti variklio transmisijos, važiuoklės, valdymo įrenginių, pasyviojo saugumo, multipleksinio duomenų perdavimo elektroninių valdymo sistemų konstrukcijos ypatumai ir darbo principai.

TURINYS

AUTOMOBILIO VARIKLIS

1. Bendra variklio istorija	15
2. Vidaus degimo variklis (VDV)	17
2.1. Keturtakčio benzininio VDV veikimas	20
2.2. Keturtakčio dyzelinio VDV veikimas	23
2.3. Dvitakčio benzininio VDV veikimas	25
2.4. Dvitakčio dyzelinio VDV veikimas	26
2.5. Rotorinio VDV veikimas	27
2.6. VDV charakteristikos	29
3. Alkūninis švaistiklio mechanizmas	37
3.1. Variklio korpusas	38
3.2. Cilindrų įvorės	39
3.3. Cilindrų galvutės	42
3.4. Cilindrų bloko tarpinės	44
3.5. Degimo kameros	44
3.5.1. Dyzelinių variklių degimo kameros	44
3.5.2. Benzininių variklių degimo kameros	47
3.6. Stūmokliai	49
3.7. Žiedai	54
3.8. Stūmoklio pirštas	56
3.9. Švaistiklis	57
3.10. Alkūninis velenas	59
3.11. Smagratis	62
3.12. Karterio dugninė	62
3.13. Variklio tvirtinimas (pakaba)	63
4. Dujų skirstymo mechanizmas (DSM)	65
4.1. DSM konstrukcija su skirstymo velenu apačioje	67
4.2. DSM konstrukcija su skirstymo velenu viršuje	68
4.3. Dujų skirstymo mechanizmo dalys	70
4.4. Vožtuvų pavaros detalės	72
4.5. Hidrauliniai stūmikliai	73
4.6. Vožtuvų pasukimo mechanizmas	74
4.7. Elektromagnetiniai stūmikliai	75
4.8. Svirtys	76

4.9. Vožtuvų mazgo detalės.....	77
4.10. Šiuolaikinių automobilių DSM	82
4.11. Dujų skirstymo fazės.....	87
5. Tepimo sistema	91
5.1. Alyvos siurbliai.....	95
5.2. Alyvos filtrai	98
5.3. Alyvos aušintuvai.....	99
5.4. Karterio vėdinimas	100
6. Aušinimo sistema	103
6.1. Aušinimo sistemos dalys.....	112
7. Maitinimo sistema	117
7.1. Maitinimo sistemos sandara.....	117
7.2. Karbiuratoriaus veikimas.....	127
7.3. Benzino įpurškimo sistemos	133
7.4. Dyzelinio variklio maitinimo sistema.....	140
7.4.1. Sekciniai degalų įpurškimo siurbliai.....	141
7.4.2. Skirstomieji degalų įpurškimo siurbliai	150
7.4.3. Dyzelių variklių maitinimo sistemų sprendimai.....	154
7.4.4. Maitinimo sistemos su atskirais siurbliais-purkštuvais kiekvienam cilindru	160
7.4.5. <i>Comman rail</i> degalų įpurškimo sistema.....	172
7.5. Kaitinamosios žvakės	177
7.6. Išmetamųjų dujų recirkuliacija	179
8. Išmetimo sistema	181
9. Variklių pripūtimas	191
10. Uždegimo sistema	197
10.1. Bekontaktė tranzistorinė uždegimo sistema	210
10.2. Mikroprocesorinė uždegimo sistema.....	213
11. Pagrindiniai variklio gedimai	217
Literatūra	255

Valdas Jurevičius, Leonidas Nanevičius

AUTOMOBILIO VARIKLIS

1. BENDRA VARIKLIO ISTORIJA

Civilizacijos istorija neatskiriama nuo begalinio žmogaus troškimo padaryti gyvenimą patogesnę ir lengvesnę. Paėmęs į ranką lazda, jis tapo pranašesnis už gyvūnus. Supratęs, kad ridenant apvaliais pagaliais galima perstumti gana didelį krovinį, pastatė Egipto piramides. Rato išradimas sumažino atstumus ir palengvino prekybinius, ekonominius ryšius.

Vienu iš pirmųjų variklių galime laikyti vandens ratą. Jis atsirado apie 6000 metų prieš mūsų erą Mesopotamijoje. Pirmiausia buvo naudojamas vandeniui, skirtam laukams drėkinti, semti. Vėliau buvo pritaikytas kroviniams kelti, malūnuose, lentpjūvėse ir dar daugelyje sričių.

Garų mašinos išradimas – dar vienas didelis žmogaus žingsnis progreso link. Pirmas garų jėga pastumti stūmoklį pasiūlė italas Leonardas da Vinčis (Leonardo da Vinci). Toliau tobulinant mašiną daug nuveikė prancūzai Tomas Severis (Thomas L. Sever), Denis Papeinas (Den Papen), anglai Tomas Njukomenas (Thomas Newcomen), rusas Ivanas Polzunovas (Ivan Polzunov), tačiau universalus garų variklio išradėju laikomas anglas Džeimsas Vatas (James Watt, 1736–1819). Jo sukurtas stūmoklinis garų variklis buvo pradėtas labai plačiai naudoti. Milžiniška audimo ar angliakasybos pažanga siejama būtent su šiuo varikliu. Džeimso Vato sukurtu varikliu varomi vežimai pirmieji sugebėjo konkuruoti su arklių traukiamomis kariatomis.

Tolesnis garų mašinos tobulinimas atvėrė galimybę jūroje burinius laivus pakeisti garlaiviais. Garvežio ir geležinkelio atsiradimas nebūtų įmanomas be garų mašinos. Deja, garų varikliai, kurie veikė deginant degalus pakuroje ir vandens garus nukreipiant darbui atlikti, nors ir buvo labai efektyvūs, bet turėjo daug trūkumų. Paleisti tokias mašinas reikėjo daug laiko. Patikimumas, lyginamasis svoris ir galia buvo nepakankami masiniam naudojimui. Tai skatino konstruktorius ieškoti dar geresnių sprendimų ir sudarė prielaidas sukurti vidaus degimo variklį (VDV).

Pirmasis deginti degalus ne pakuroje, o pačiame cilindre pasiūlė olandų mokslininkas Kristianas Heigensas (Christian Gugen, 1629–1695). Idėją 1704 metais bandė įgyvendinti prancūzas Denis Papeinas. Jis kaip energijos šaltinį naudojo paraką.

Iki XIX amžiaus vidurio išradėjai siūlė keletą VDV projektų, kuriuose kaip kuras buvo naudojamas parakas, spiritas ir kiti degieji skysčiai. Daugybė bandymų uždegti degųjų mišinį parodė, kad vienas iš patikimiausių būdų yra elektros kibirkštis. Šį būdą pirmasis atrado italų mokslininkas Alesandras Volta (Alesandro Volta, 1745–1827). Jo eksperimentų rezultatai greitai buvo pritaikyti naujaisiuose VDV modeliuose.

1801 metais buvo užpatentuotas pirmasis dvipusio veikimo stūmoklinis VDV, kurio degųjų mišinį uždegdavo elektros kibirkštis. Eksperimentai su dujų uždegimu cilindre įrodė, kad degimo energija panaudojama daug efektyviau nei garų mašinose.

Pirmieji VDV buvo vientakčiai, vėliau – dvitakčiai, tačiau tik vokiečių inžinieriui Nikolajui Augustui Otui (Nikolaus August Otto) 1877 metais pavyko užpatentuoti keturtaktį

(įsiurbimas, suslėgimas, darbo eiga, išmetimas) variklį. Bandydamas savo variklius N. A. Otas atrado, kad degančių dujų energija daug efektyviau naudojama, kai dujos prieš uždegant suslegiamos. Jo atradimas buvo pavadintas *Otto* ciklu. Realiai dirbantį pagal šiuos principus variklį 1878 metais pagamino Vokietijos firma „Deutz“. Nuo tada prasidėjo VDV triumfo žygis. Tokie varikliai iš pradžių sugebėjo konkuruoti su arkliais ir garo mašinomis, o ilgainiui juos išstūmė, nes buvo efektyvesni ir lengviau prižiūrimi. Dar didesnę proveržį lėmė rusų mokslininko Aleksandro Letnio (Aleksandr Letnij) 1875 metais atrastas benzino ir dyzelino gamybos būdas (naftos krekingas).

1889 metais N. A. Otas sukonstravo pirmą tinkamą eksploatuoti benzininį variklį su sūkių regulatoriumi, oro ir benzino filtrais bei triukšmo malšintuvu. Sėkmingi konstruktoriaus bandymai leido vokiečiams Karlui Bencui (Karl Benz) ir Gotlibui Daimleriui (Gottlieb Daimler) 1886–1887 metais sukurti pirmuosius vežimus su VDV. Šias datas galima laikyti automobilio amžiaus pradžia.

2. VIDAUS DEGIMO VARIKLIS

Variklis – tai energetinis įtaisas, verčiantis kokios nors rūšies energiją mechaniniu darbu.

Automobilių varikliuose degimo šiluma yra mechaninio darbo šaltinis. Tokie varikliai vadinami **šiluminiais**. Juose degimas vyksta uždaroje ertmėje, vadinamoje **cilindru**, todėl labiausiai paplitęs pavadinimas **vidaus degimo varikliai** (VDV).

VDV pagal konstrukciją būna **stūmokliniai, rotoriniai, dujų turbininiai ir reaktyvieji**. Dėl savo sudėtingumo ir dar kai kurių eksploatacinių savybių rotoriniai, dujų turbininiai ir reaktyvieji varikliai automobiliuose beveik nenaudojami.

Stūmokliniai VDV skirstomi:

- ◆ Pagal degiojo mišinio uždegimo būdą: kibirkštis benzininiuose ir dujiniuose, savaiminis užsiliepsnojimas – dyzeliniuose.
- ◆ Pagal degiojo mišinio ruošimo būdą: mišinys ruošiamas išorėje ir tiekiamas į cilindrą arba cilindre.
- ◆ Pagal galios reguliavimo būdą: benzininiuose varikliuose droselio sklendė reguliuoja degiojo mišinio, tiekiamo į cilindrą, kiekį, o dyzeliniuose oro kiekis visada vienodas, reguliuojamas tik tiekiamų degalų kiekis.
- ◆ Pagal darbo procesų organizavimą – dvitakčiai ir keturtakčiai.

Taktas – tai visuma procesų, vykstančių cilindre stūmokliui judant tarp viršutinio galinio taško (VGT) ir apatinio galinio taško (AGT). Būtina atkreipti dėmesį, kad sąvokos procesas ir taktas nėra tas pat.

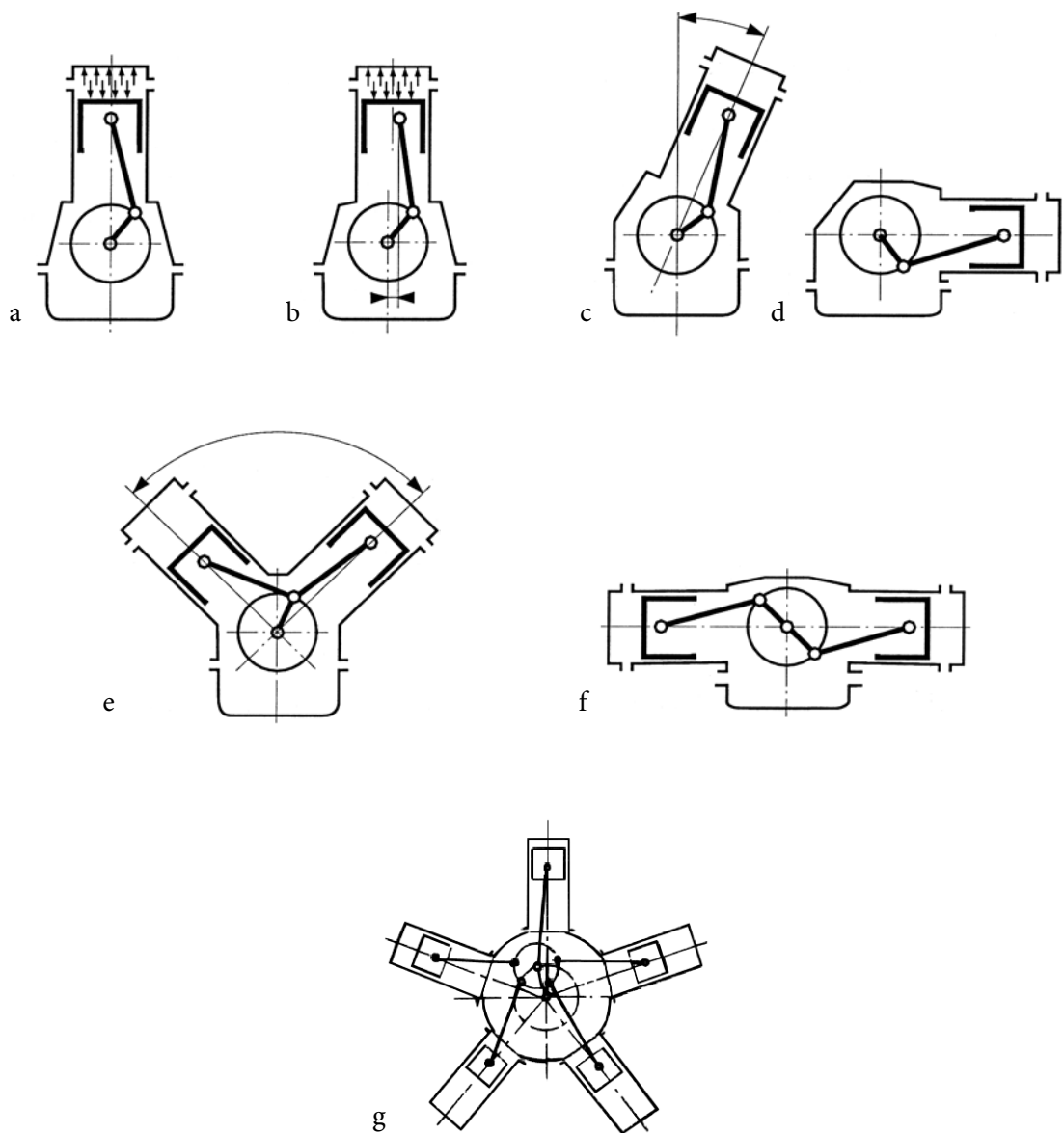
Dvitakčiuose varikliuose ciklas trunka vieną alkūninio veleno apsisukimą, o keturtakčiuose – du.

VDV – tai sudėtingas įrenginys, kuriam pagaminti reikia daugybės žmonių ir mechanizmų darbo. Jam keliami griežti ilgaamžiškumo, galios, ekologinės taršos, triukšmingumo, ekonomiško reikalavimai. Per daugiau nei šimto metų istoriją VDV virto tobulu įrenginiu, kurį sudaro:

- alkūninis švaistiklio mechanizmas (AŠM);
- dujų skirstymo mechanizmas (DSM);
- maitinimo sistema (MS);
- aušinimo sistema (AS);
- tepimo sistema (TS);
- uždegimo sistema (tik benzininiuose ir dujiniuose varikliuose) (US).

Naudojami labai skirtingiems tikslams pasiekti, VDV buvo pritaikomi kuo geriau atitikti keliamus reikalavimus, todėl sukurta gausybė variklių, labai skirtingos konstrukcijos, galios ir t. t.

Apžvelgiant VDV gamą juos galima skirstyti:



2.1 pav. a, b, c, d – viena eile išdėstytais cilindrais; e – V formos; f – opozicinis; g – žvaigždinis

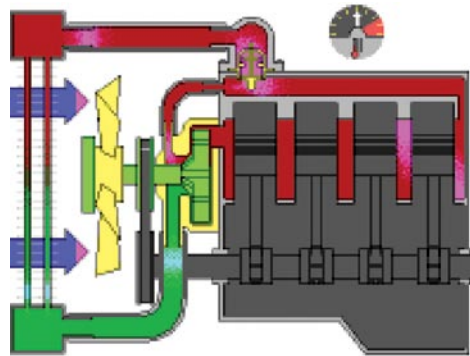
Cilindrai varikliuose dažniausiai išdėstomi vertikaliai viena eile. Lengvųjų automobilių varikliuose jie dažnai būna pasvirę $20\text{--}45^\circ$ kampu. Taip sumažinamas variklio aukštis, taip pat patogiau įrengti įsiurbimo kolektorius ir kitus pagalbinius įrenginius.

Cilindrai varikliuose gali būti išdėstyti ir dviem eilėmis. Dažniausiai taikoma V formos cilindrų išdėstymo schema. Cilindrų eilės dažniausiai išdėstomos 45° , 60° arba 90° kampu. Išdėčius 90° kampu, lengviau sprendžiamos alkūninio mechanizmo judančių masių inerci-

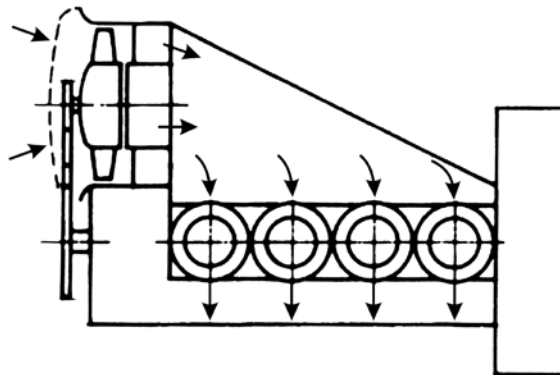
jos jėgų atsivėrimo problemos. Kartais cilindrai išdėstomi mažesniu kampų, tuomet sumažėja variklio plotis. Pavyzdžiui, „VW“ firmos VR6 variklyje cilindrų eilų kampas lygus 15° . Varikliai, kurių cilindrai išdėstyti 180° kampų, vadinami opoziciniais.

Alkūninis mechanizmas, kuriame cilindro ašis kerta alkūninio veleno ašį, vadinamas centriniu mechanizmu. Toks alkūninis mechanizmas įtaisomas daugelyje variklių. Kai cilindro ašis yra nutolusi nuo alkūninio veleno ašies, toks alkūninis mechanizmas vadinamas dezaksialiniu (necentriniu). Esant tokiai schemai, sumažėja stūmoklių prie cilindro sienelės spaudžianti jėga.

Aušinimas



2.2 pav. Skystis



2.3 pav. Oras

Variklio darbo tūriai

Maža klasė
1,2–1,8 litro

Vidutinė klasė
1,8–3,5 litro

Aukšta klasė
>3,5 litro

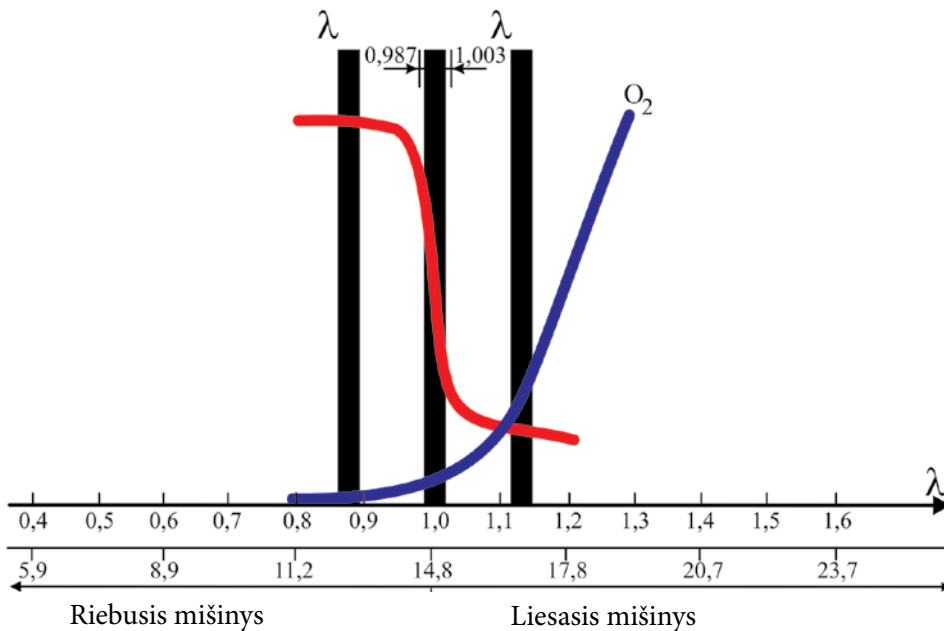
2.1. Keturtakčio benzininio vidaus degimo variklio veikimas

Degusis mišinys ruošiamas dviem būdais: išoriniu (karbiuratoriniams, dujiniais ir benzininiams varikliams su benzino purškimu į įsiurbimo kolektorių) ir vidiniu (tiesioginio įpurškimo benzininiams varikliams).

Degiojo mišinio sudėtį (2.4 pav.) apibūdina oro pertekliaus koeficientas α (dar žymimas λ).

Tai faktiškai mišinio sudėtyje esančio ir degimo procese dalyvaujančio oro kiekio (G_1) santykis su oro kiekiu (G_2), teoriškai reikalingu visiškai sudeginti degalus.

14,8 kg oro kiekio reikia 1 kg benzino sudeginti. Kai $\lambda < 1$, degusis mišinys vadinamas riebiuoju, o kai $\lambda > 1$ – liesuoju. Benzininių variklių, atsižvelgiant į darbo režimą, λ kinta nuo 0,7 iki 1,3.



2.4 pav. Degiojo mišinio sudėties diagrama, $\lambda = G_1/G_2$

Keturtakčiuose varikliuose darbo ciklas skiriamas į keturis etapus, vadinamus **taktais**. Pirmas taktas – įsiurbimas, antras – suslėgimas, trečias – darbo eiga (darbo taktas), ketvirtas – išmetimas. Alkūninis velenas per visą darbo ciklą apsisuka du kartus.

Vykstant įsiurbimo taktui (2.5 pav., a) alkūninis velenas apsisuka nuo 0° iki 180° . Erdvė virš stūmoklio padidėja iki degimo kameros V_c - ir cilindro V_h . Po stūmokliu susidaro išretėjimas. Veikiamas išretėjimo degusis mišinys užpildo cilindrą. Stūmoklis iš viršutinio galinio taško (VGT) nusileidžia iki apatinio galinio taško (AGT). Įsiurbimo takto pabaigoje, varikliui veikiant visa galia, slėgis cilindre būna 0,08–0,095 MPa, darbinio mišinio temperatūra – 80–120 $^\circ\text{C}$.

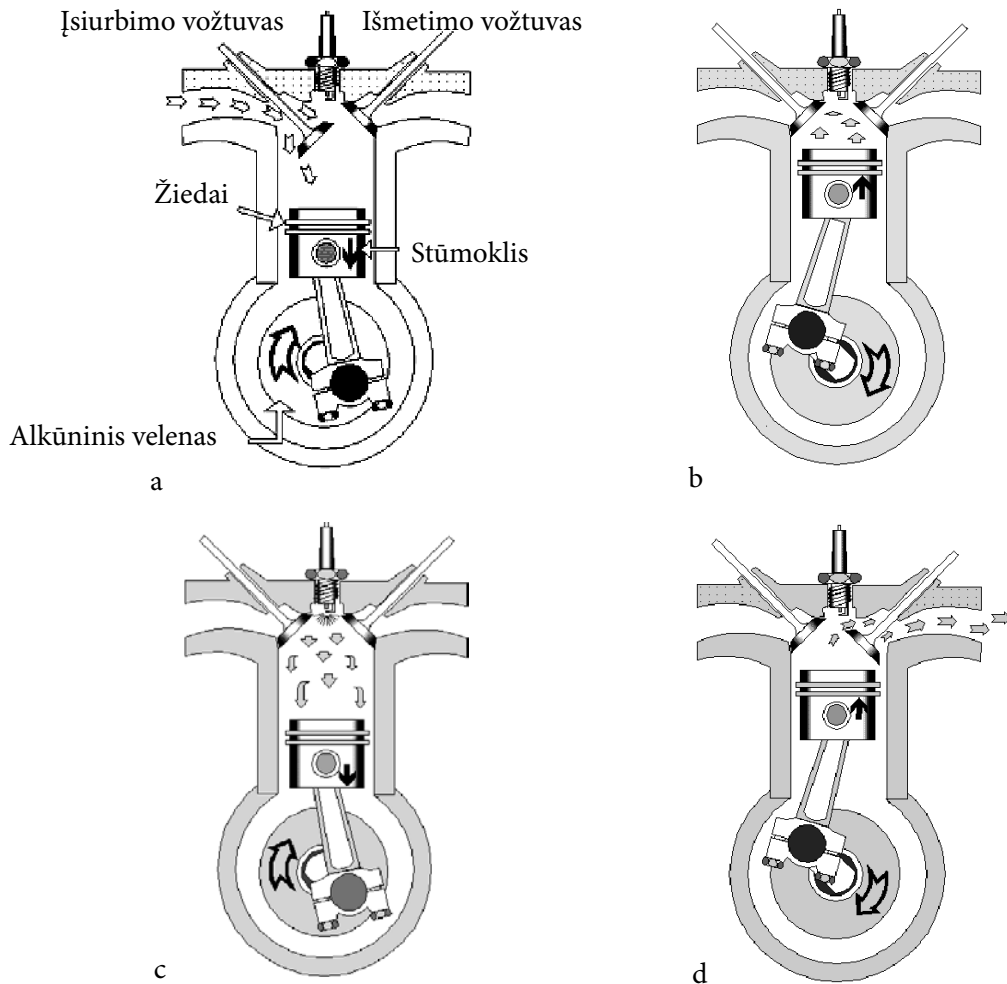
Įsiurbimo takto pradžioje degimo kameroje nuo praėjusio ciklo likę produktai susimaišo su nauja degalų ir oro porcija ir cilindre susidaro **degusis mišinys**. Vykstant šiam taktui įsiurbimo vožtuvas atidarytas, išmetimo – uždarytas.

Vykstant suslėgimo taktui (2.5 pav., b) alkūninis velenas pasisuka nuo 180° iki 360°. Erdvė virš stūmoklio sumažėja iki degimo kameros dydžio V-deg. Stūmoklis iš AGT pakyla į VGT.

Degusis mišinys suslegiamas. Vykstant šiam taktui abu vožtuvai uždaryti. Sumažėjus mišinio tūriui slėgis cilindre padidėja iki 1,0–1,5MPa, mišinio temperatūra pakyla iki 300–400 °C.

Šio takto pabaigoje kibirkštis uždega suslėgtą degųjų mišinį.

Vykstant darbo taktui (2.5 pav., c) cilindre staiga padidėja slėgis ir temperatūra. Slėgio veikiamas stūmoklis juda iš VGT iki AGT ir pasisuka nuo 360° iki 540°. Slėgis cilindre būna 3,5–5,5 MPa, temperatūra – 2200–2500 °C.

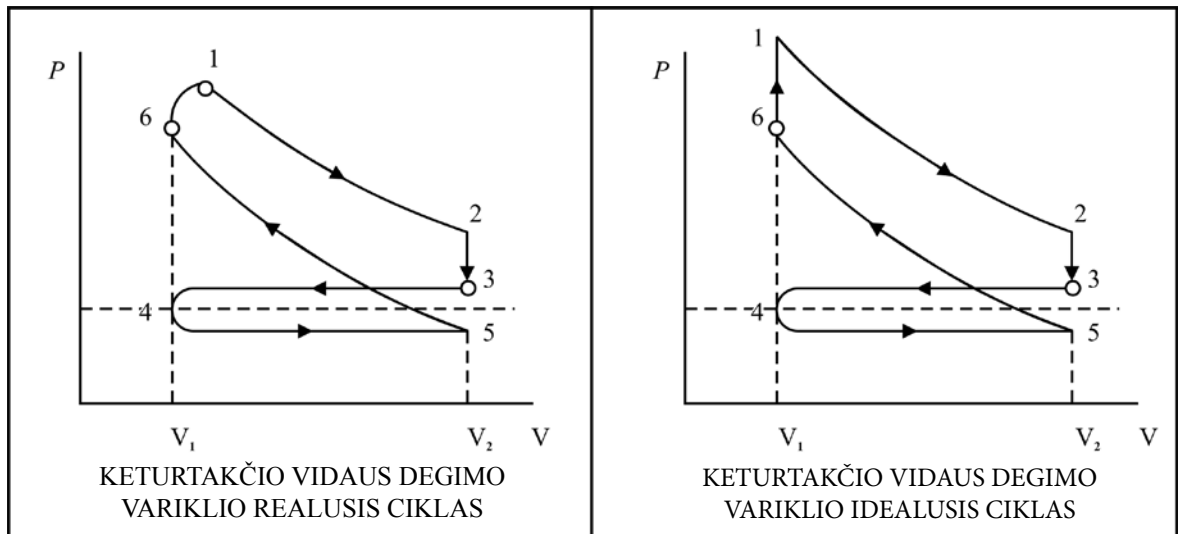


2.5 pav. Keturtakčio benzininio vidaus degimo variklio darbo taktai:
a – įsiurbimo; b – suslėgimo; c – darbo; d – išmetimo

Vykstant išmetimo taktui (2.5 pav., d) alkūninis velenas pasisuka nuo 540° iki 720° . Tuo metu išmetimo vožtuvas atidarytas. Stūmoklis iš AGT pakyla į VGT. Iš cilindro pašalinami vykstant darbo taktui likę produktai. Dujų slėgis – 0,115–0,120 MPa, temperatūra – 600–700 °C.

2.6 pav. pateiktose diagramose grafiškai pavaizduoti procesai, vykstantys cilindre veikiant varikliui. Kreivė 1–6 rodo slėgio kitimą cilindre, atsižvelgiant į stūmoklio padėtį. Raide V žymimas cilindro tūris (V_2 – stūmoklis AGT ir V_1 – AGT), o raide P – slėgis cilindre. Stūmokliui judant iš AGT į VGT (5–6), slėgis cilindre didėja. Taške 6 degusis mišinys uždegamas. Slėgis smarkiai padidėja ir stūmoklis, veikiamas slėgio, juda į AGT. Atliekamas naujingas darbas. Taške 2 atsidaro išmetimo vožtuvas ir deginiai per atidarytą išmetimo vožtuvą pašalinami. Taške 4 išmetimo vožtuvas uždaromas ir per atidarytą įsiurbimo vožtuvą cilindras pradamas užpildyti nauja degiojo mišinio porcija.

Realusis ir idealusis VDV ciklai skiriasi. Kuo realusis ciklas artimesnis idealiajam, tuo variklis efektyvesnis, tačiau visiško idealo pasiekti neįmanoma. Visada patiriama nuostolių dėl trinties, aušinimo, mechanizmų inercijos.



2.6 pav. Keturtakčio VDV ciklą schema:

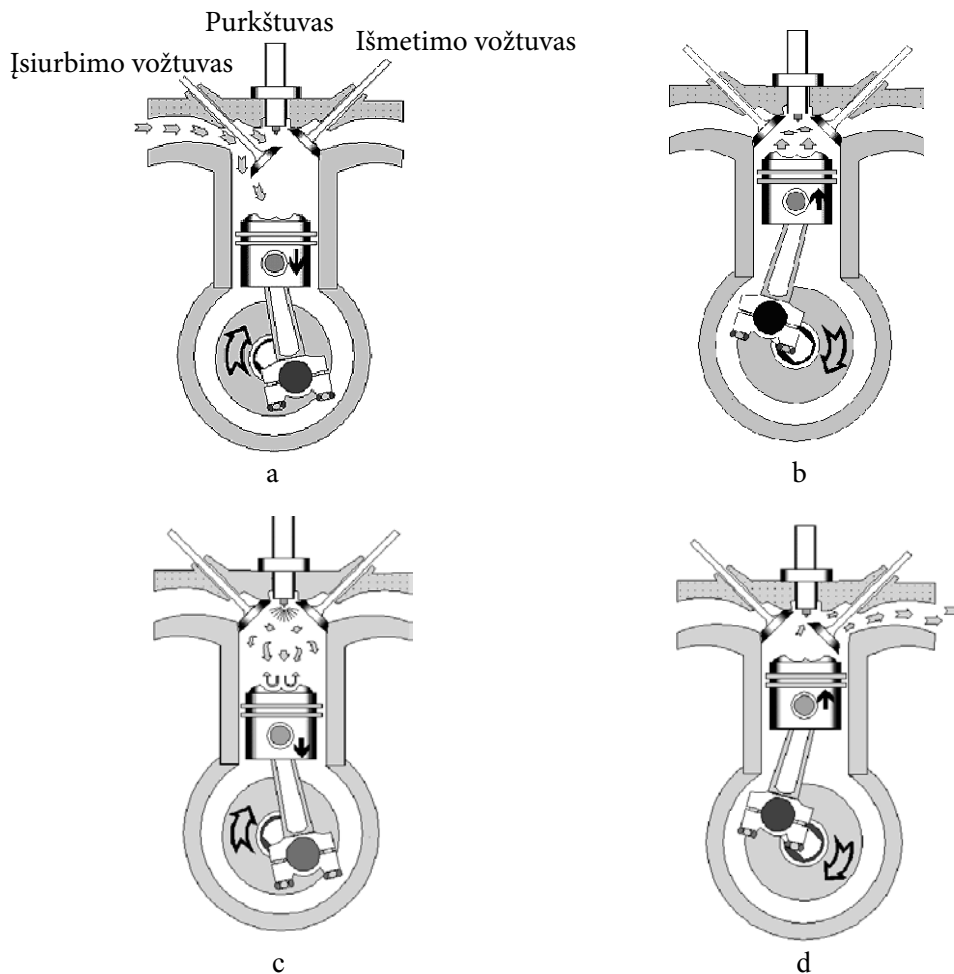
- 1 – suslėgtas darbinis mišinys; 2 – apatinis galinis taškas;
- 3–4 – degimo produktų išmetimas; 4 – viršutinis galinis taškas;
- 5–6 – darbinio mišinio suslėgimas; 6 – mišinio suslėgimas;
- V_1 – viršutinis galinis taškas; V_2 – apatinis galinis taškas; P – slėgis

Būtina atkreipti dėmesį, kad aptartas labai supaprastintas VDV veikimo modelis. Realiai vožtuvai atidaromi ar uždaromi, degusis mišinys uždegamas ne stūmokliui esant VGT, o anksčiau. Tai vadinama uždegimo paskubos kampu. Varikliui sukantis labai greitai, laikas, per kurį pripildomas cilindras, labai trumpas, todėl įsiurbimo vožtuvas atsidaro anksčiau, o užsidaro vėliau. Jis būna atidarytas apie 230° alkūninio veleno pasukimo kampo.

2.2. Keturtakčio dyzelinio vidaus degimo variklio veikimas

Dyzeliniai varikliai dar vadinami savaiminio užsiliepsnojimo varikliais. Oro, tiekiamo į cilindrus, kiekis juose visada išlieka vienodas, o reguliuojamas tik degalų kiekis. Degalų ir oro santykis, atsižvelgiant į tai, koku režimu dirba variklis, kinta nuo 1,3 iki 5. Tokiame variklyje per įsiurbimo vožtuvą tiekiamas tik oras. Kad visiškai sudegtų 1 kg dyzelino, reikia 14,5 kg oro. Dyzeliniam variklyje suslėgimo pabaigoje temperatūra turi viršyti degalų užsiliepsnojimo temperatūrą. Suslėgimo takto pabaigoje slėgis cilindre – 2,5–5,5 MPa, oro temperatūra pakyla iki 850–1000 °C. Tada gaunamas stabilus užsiliepsnojimas.

Vykstant įsiurbimo taktui (2.7 pav., a) per įsiurbimo vožtuvą į cilindrą patenka tik oras. Stūmokliui judant iš VGT į AGT, cilindre susidaro išretėjimas, ir oras įsiurbiamas. Dyzelinio variklio įsiurbimo sistemoje hidrauliniai nuostoliai mažesni nei benzininio, nes nėra droselio sklendės, todėl cilindras geriau prisipildo oro. Jie nekinta keičiantis apkrovoms, be to, dėl didesnio suslėgimo, pasibaigus išmetimui, cilindre lieka mažiau deginių.

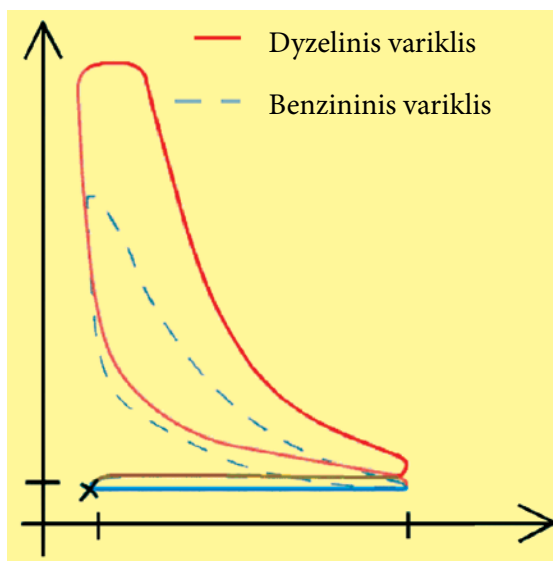


2.7 pav. Dyzelinio variklio darbo taktai:
a – įsiurbimo; b – suslėgimo; c – darbo; d – išmetimo

Vykstant suslėgimo taktui (2.7 pav., b) stūmoklis juda iš AGT į VGT. Įsiurbimo vožtuvas užsidaro. Tūris virš cilindro sumažėja, cilindre esantis oras suspaudžiamas. Dyzelinių variklių suslėgimo laipsnis žymimas ϵ ir siekia 25–55. Todėl suslėgimo pabaigoje oro slėgis būna 0,4–0,5 MPa, o temperatūra – 850–1000 °C. Kad variklis patikimai veiktų, suspausto oro temperatūra turi būti didesnė už degalų savaiminio užsiliepsnojimo temperatūrą. Kai stūmoklis artėja prie VGT, į cilindrą dideliu slėgiu (30–120 MPa) pradedami purkšti degalai. Kampas, kuriuo pasisuka alkūninis velenas nuo momento, kai pradedami purkšti degalai, iki kol pasiekia VGT, vadinamas **įpurškimo paskubos kampu**.

Vykstant darbo taktui (2.7 pav., c) dideliu slėgiu įpurkšti degalai savaime užsiliepsnoja ir greitai sudega išskirdami daug šilumos. Temperatūra cilindre pakyla iki 1700–2000 °C, o slėgis – iki 5–6 MPa. Degančių dujų slėgio veikiamas stūmoklis juda žemyn iki AGT ir per švaistiklį jėga perduodama alkūniniam velenui. Jei įpurškimo paskubos kampas labai didelis, pavyzdžiui, dėl to, kad variklis šaltas arba veikia tuščiaja eiga (mažas oro srauto greitis), įpurkšti degalai nesudega akimirksniu. Todėl atsiranda triukšmas – kalenimas. Didėjant slėgiui ir temperatūrai, užsiliepsnojimo laikas trumpėja. Kad dyzeliniai varikliai veiktų tyliau, užsiliepsnojimo gaišaties periodu įpurškiamas nedidelis degalų kiekis. Tik prasidėjus degimui įpurškiamas pagrindinis degalų kiekis.

Vykstant išmetimo taktui (2.7 pav., d) stūmoklis iš AGT juda į VGT. Iš cilindro šalinami likę ankstesnio takto deginiai. Cilindras ruošiamas kitam ciklui. 2.8 paveiksle pavaizduoti slėgių skirtumai dyzeliniame ir benzininiame varikliuose skirtingų taktų metu.



2.8 pav. Benzininio ir dyzelinio variklių slėgių palyginimas atsižvelgiant į stūmoklio padėtį cilindre

Kad daugiacylinčiai varikliai veiktų kuo tolygiau, alkūninis velenas patirtų mažiau netolygių apkrovų (didžiausios apkrovos jį veikia vykstant darbo taktui), skirtingi taktai variklio cilindruose turi vykti tam tikra tvarka. Vienavardžių taktų kaitaliojimosi įvairiuose cilindruo-

se nuoseklumas vadinamas **darbo tvarka**. Keturių cilindrų varikliuose ji dažniausiai būna 1-3-4-2.

Daugiacilindriai varikliai dėl didelio cilindrų skaičiaus pasiekia didelį ir tolygų sukimo momentą.

2.3. Dvitakčio benzininio vidaus degimo variklio veikimas

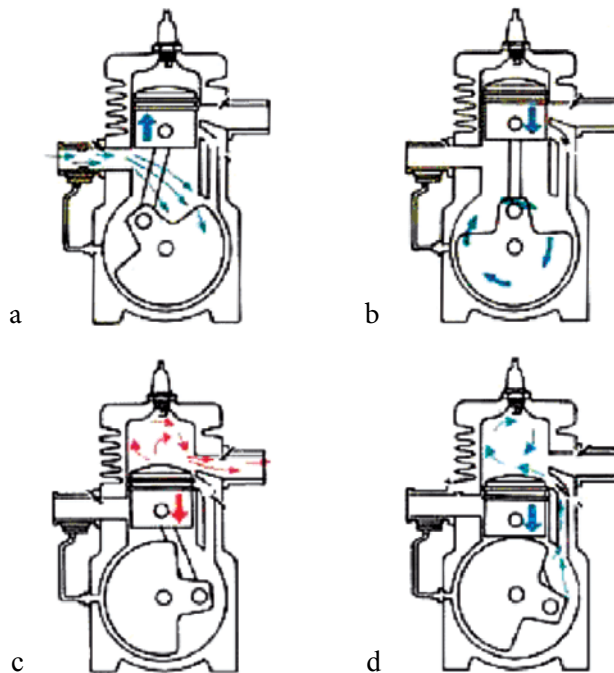
Visas procesas – tai dvi stūmoklio eigos arba vienas alkūninio veleno apsisukimas. Tokiame variklyje nėra specialaus dujų skirstymo mechanizmo, vietoj jo cilindre padarytos dvi angos:

- įsiurbimo anga, jungianti cilindrą su karbiuratoriumi;
- išmetimo ir praleidimo anga, kanalu jungianti cilindrą su hermetišku karteriu.

Cilindre nustatyta tvarka slankiojantis stūmoklis atidaro ir uždaro angas ir atlieka dujų skirstymo mechanizmo vaidmenį. Degusis mišinys iš karbiuratoriaus į cilindrą patenka per karterį. Kad variklis būtų paruoštas veikti, cilindrą būtina pripildyti degiojo mišinio. Tam reikalingos dvi paruošiamosios stūmoklio eigos:

- pirmoji užpildo degiuoju mišiniu karterį;
- vykstant antrajai eigai degusis mišinys perleidžiamas per cilindrą.

Dabar variklis paruoštas. Panagrinėkime, kas jame vyksta.



2.9 pav. Dvitakčio variklio veikimo schema

Pirmas taktas – (2.9 pav., a, b). Stūmoklis juda iš apačios į viršų ir šoniniu paviršiumi iš pradžių uždaro praleidimo, o vėliau – ir išmetimo angas. Cilindre darbinis mišinys suspaudžiamas, o į karterį įsiurbiamo nauja mišinio dozė. Stūmokliui artėjant prie VGT, mišinys uždegamas.

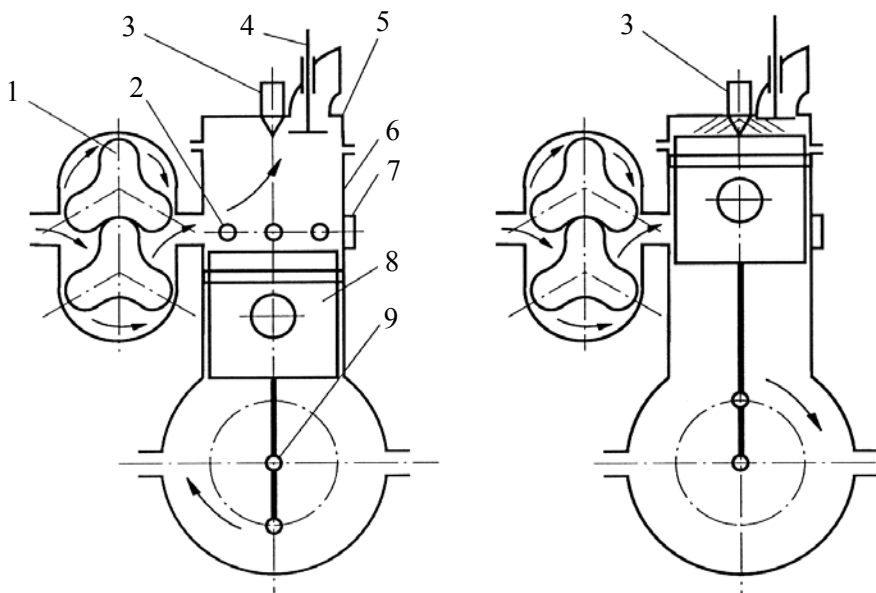
Antras taktas – (2.9 pav., c, d). Susidariusios karštos dujos plečiasi, stūmoklis juda žemyn. Tai darbinė eiga. Darbinės eigos pabaigoje stūmoklis iš pradžių atidaro išmetimo angą ir deginių likučiai per malšintuvą išleidžiami į atmosferą. Leisdamasis žemyn, stūmoklis atidaro praleidimo angą. Degusis mišinys iš karterio per ją patenka į cilindrą.

2.4. Dvitakčio dyzelinio VDV veikimas

Cilindro apatinėje dalyje yra prapūtimo angos, pro kurias kompresoriumi į cilindrą tiekiamas oras. Deginiai šalinami pro galvutėje įtaisytą išmetimo vožtuvą, tokio variklio veikimas pavaizduotas 2.10 paveiksle.

Pirmojo takto pradžioje stūmoklis yra AGT, išleidimo vožtuvas ir prapūtimo angos atidarytos. Kompresoriaus tiekiamas oras užpildo cilindrą ir išstumia likusius deginius. Vyksta cilindro prapūtimas. Stūmoklis, judėdamas VGT link, uždaro prapūtimo angas. Uždaromas ir išleidimo vožtuvas. Cilindre esantis oras suspaudžiamas.

Stūmokliui artėjant prie VGT, į suspaustą ir įkaitusį orą purškiami degalai. Prasideda degimas.



2.10 pav. Dvitakčio dyzelinio variklio veikimo schema:

1 – orapūtė; 2 – prapūtimo angos; 3 – purkštuvas; 4 – išmetimo vožtuvas;
5 – cilindro galvutė; 6 – cilindras; 7 – oro kamera; 8 – stūmoklis; 9 – alkūninis velenas

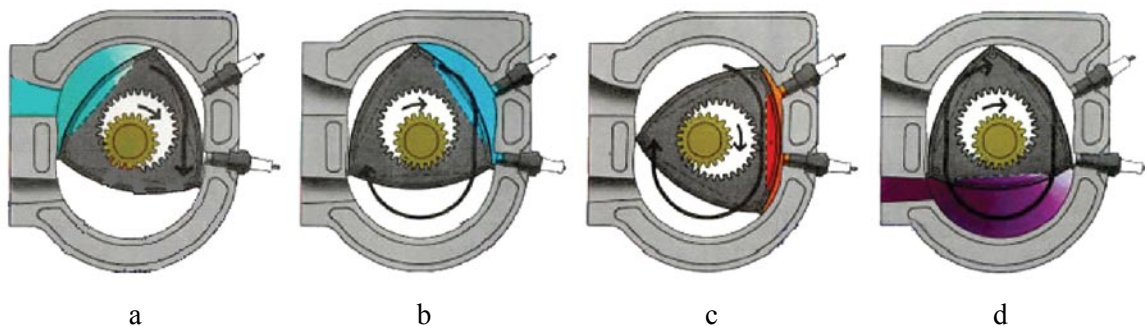
Vykstant antrajam taktui stūmoklis iš VGT juda į AGT. Cilindre tęsiasi degimas, slėgis didėja. Stūmokliui artėjant prie AGT, atsidaro išleidimo vožtuvas, ir deginiai pradedami šalinti iš cilindro. Dar žemiau nusileidęs stūmoklis atidaro prapūtimo angas. Iki tol slėgis cilindre beveik susilygina su tiekiamo oro slėgiu. Į cilindrą patenkantis oras išstumia likusius deginius. Stūmokliui pasiekus AGT, ciklas baigiasi.

2.5. Rotorinio vidaus degimo variklio veikimas

Rotoriniame variklyje (2.11 pav.) stūmoklio vaidmenį atlieka su velenu sujungtas rotorius, kurį suka jo briaunas veikiantis dujų slėgis. Rotorinės mašinos naudojamos jau seniai, tačiau rotorinio VDV nepavykdavo sukurti, nes nebuvo įmanoma patikimai užsandarinti rotoriaus, veikiamo didelio slėgio ir aukštos temperatūros dujų.

Vokiečių inžinieriui F. Vankeliui (Felixss Vankel) 1954-aisiais pavyko išspręsti šią problemą ir sukonstruoti rotorinį VDV. Šis variklis buvo pagamintas 1958 metais. Po kelerių metų daugelis automobilių gamintojų pradėjo intensyviai tirti ir tobulinti šį variklį. Jis išradėjo garbei buvo pavadintas **Vankelio varikliu**.

Vankelio rotorinį variklį sudaro korpusas, kurio vidinė ertmė epitrochoidės formos. Joje juda trikampio su išgaubtomis kraštinėmis formos rotorius. Rotoriaus centre pritvirtintas vidinio kabinimo krumpliaratis, sujungtas su cilindrinio krumpliaraičiu, nejudamai pritvirtintu prie korpuso šoninio dangčio. Rotorius slydimo guoliuose sukasi ant ekscentrinio veleno ekscentriko. Ekscentrinio veleno ašis sutampa su nejudamo krumpliaraičio ir korpuso vidinės ertmės ašimis, o ekscentriko – su rotoriaus krumpliaraičio centru. Krumpliaraičiai yra tokio dydžio, kad jų perdavimo santykis lygus 3 : 2. Ekscentriniam velenui apsisukus į vieną pusę tris kartus, rotorius tariamai apsisuktų du kartus į priešingą pusę. Taigi korpuso atžvilgiu rotorius per tą laiką apsisuka vieną kartą į tą pačią pusę, kaip ir velenas.



2.11 pav. Rotorinio variklio veikimo principas:
a – įsiurbimas; b – suslėgimas; c – darbas; d – išmetimas

Trikampis rotorius dalija rotoriaus vidines ertmes į tris kintamo tūrio darbo kameras, kuriose nuosekliai kartojasi keturtakčio variklio darbo ciklo procesai. Degiojo mišinio apykaita vyksta per įsiurbimo ir išmetimo angas, esančias korpuse. Sukantis rotoriumi, kamerų tūriai kinta ir juose vienu metu vyksta skirtingi taktai. Įsiurbimas prasideda, kai rotoriaus briauna atidaro įsiurbimo angą. Kameros tūris tuo metu yra beveik mažiausias, o išmetimo anga dar atidaryta ir baigiasi deginių išmetimas. Tuo metu gretimoje kameroje vyksta išsiplėtimo (darbo) taktas, o trečioje kameroje baigiasi įsiurbimo taktas. Iš inercijos dalis degiojo mišinio patenka į pirmą kamerą ir išstumia likusius deginius. Rotoriumi dar pasisukus, briauna uždaro išmetimo angą, kameros tūris didėja, ir ją užpildo degusis mišinys. Briaunai uždarius įsiurbimo angą, prasideda suslėgimo taktas. Jis baigiasi, kai kameros tūris būna minimalus. Kaip ir stūmokliniuose varikliuose, suslėgimo pabaigoje darbo mišinys uždegamas. Mišiniui degant, slėgis ir temperatūra kameroje didėja. Dujos slegia rotoriaus sienelės ir verčia ją sukintis. Per ekscentrišką rotoriaus sukimasis perduodamas ekscentriniam velenui, kurio sukimo momentas panaudojamas naudingam darbui. Rotoriumi sukantis toliau, kameros tūris didėja. Kai briauna atidaro išmetimo angą, išsiplėtimo (darbo) taktas pasibaigia ir prasideda išmetimo taktas, kuris tęsiasi tol, kol išmetimo angą vėl uždaro rotoriaus briauna. Toliau taktai vėl kartojasi ta pačia seka.

Dinaminiu atžvilgiu rotoriniai varikliai pranašesni už stūmoklinius, nes juose nėra slankiojančių masių, todėl supaprastėja variklio konstrukcija ir subalansavimas. Rotoriniai varikliai sukasi tolygiau, nes kiekvienam veleno apsisukimui tenka vienas darbo taktas. Tokie varikliai mažesni, galingesni, lengvesni.

Pagrindinis tokių variklių trūkumas – trumpesnis veikimo laikas, nes sunku patikimai užsandarinti rotorijų. Be to, rotorinių variklių degalų sąnaudos didesnės nei stūmoklinių.

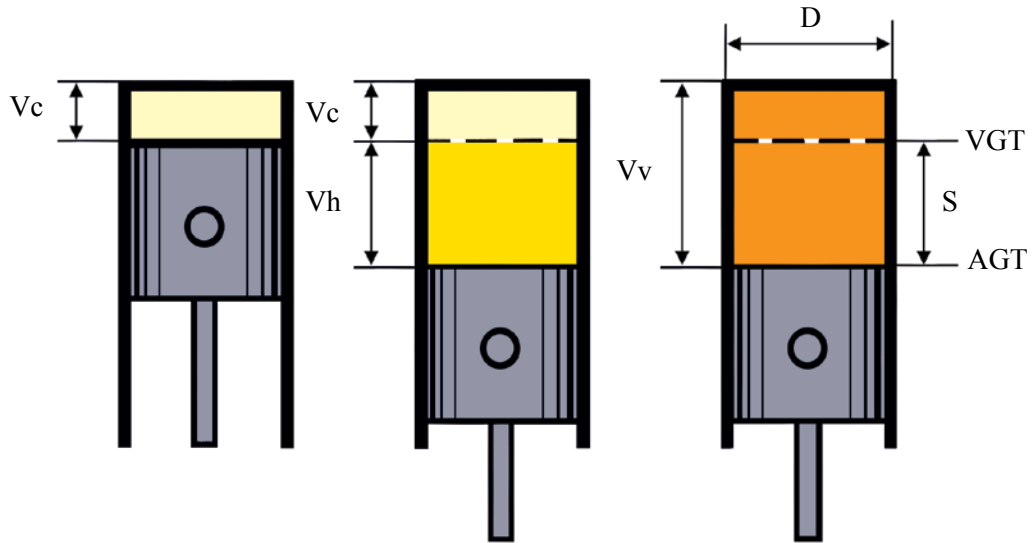
PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokius žinote variklius?
2. Kokia darbo taktų seka benzininiame variklyje?
3. Kas nutinka vykstant kiekvienam taktui benzininiame variklyje?
4. Kokia darbo taktų seka dyzeliniame variklyje?
5. Kas nutinka vykstant kiekvienam taktui dyzeliniame variklyje?
6. Kaip veikia dvitaktis benzininis variklis?
7. Kaip veikia dvitaktis dyzelinis variklis?
8. Ką vadiname uždegimo paskubos kampu?
9. Ką vadiname degalų įpurškimo paskubos kampu?
10. Ką vadiname degiuoju mišiniu?
11. Kaip veikia rotorinis variklis?

2.6. Vidaus degimo variklio charakteristikos

VDV darbo ciklu vadinama procesų visuma, periodiškai besikartojanti cilindre, kurios dėka variklis dirba (įsiurbimas, suslėgimas, darbo eiga, išmetimas).

Jeigu ciklas įvyksta alkūniniam velenui apsisukus du kartus (keturios stūmoklio eigos), toks variklis vadinamas keturtakčiu. Jeigu ciklas įvyksta velenui apsisukus kartą (dvi stūmoklio eigos) – dvitakčiu. VDV parametrai pateikti 2.12 paveiksle.



2.12 pav. VDV parametrai

Cilindro skersmuo – (D).

Viršutinis galinis taškas (VGT) – stūmoklio viršutinė galinė padėtis.

Apatinis galinis taškas (AGT) – stūmoklio apatinė galinė padėtis.

Alkūninio veleno spindulys (petys) – atstumas nuo pagrindinių alkūninio veleno kakliukų ašies iki švaistiklių kakliukų ašies.

Stūmoklio eiga (S) – atstumas, kurį nueina stūmoklis tarp VGT ir AGT. Jis visada lygus $2S$ (du alkūninio veleno spinduliai). Kiekvienai stūmoklio eigai atlikti alkūninis velenas turi pasisukti 180° . Stūmoklio eiga S ir cilindro skersmuo D nulemia variklio darbinį tūrį.

Taktas – ciklo dalis, įvykstanti per vieną stūmoklio eigą.

Degimo kameros tūris (V_c) – tūris virš stūmoklio, kai jis yra VGT.

Cilindro darbinis tūris (V_h) – tūris tarp AGT ir VGT.

Cilindro tūris (V_v) – tūris virš stūmoklio, kai jis yra AGT ($V_v = V_c + V_h$).

Variklio darbinis tūris (litražas) – cilindrų darbinių tūrių suma.

Suslėgimo laipsnis (E) – cilindro tūrio ir degimo kameros tūrių santykis.

$$E = \frac{V_h + V_c}{V_c}. \quad (2.1)$$

Kompresija – tai benzininių variklių darbinio mišinio arba dyzelinių variklių oro slėgis cilindre suslėgimo takto pabaigoje. Kompresija matuojama kompresimetrais arba kompresiją užrašančiais prietaisais – kompresigrafais. Benzininių variklių kompresija – 1,0–1,5 MPa, o dyzelinių – 2,5–5,5 MPa.

Minimali kompresija turėtų būti ne mažesnė kaip 75% nominalaus kompresijos dydžio, o skirtumas tarp cilindrų $\pm 0,1$ MPa (benzininiuose) ir $\pm 0,2$ MPa (dyzeliniuose).

Sukimo momentas. Variklio sukimo momentas yra matuojamas dydis. Vykstant vienam ciklui sukimo momento dydis kinta ir priklauso nuo cilindrų skaičiaus. Kad būtų suvienodinti sukimo momento kitimai, naudojami smagračiai (kuo mažiau cilindrų variklyje, tuo masyvesni).

Sukimo momento dydis žymimas simboliu M_s (Nm) ir skaičiuojamas:

$$M_s = 716,2 N_e/n; \quad (2.2)$$

čia N_e – efektyvioji variklio galia;

n – variklio sūkių skaičius.

Galia. Variklio galia yra skaičiuojamas dydis ir priklauso nuo variklio sukimo momento bei sūkių.

$$N = M_s \cdot 2\pi n. \quad (2.3)$$

Variklių reguliavimas

Variklių reguliavimo charakteristika vadinama pagrindinių parametru (galia, naudingumo koeficientas, kenksmingųjų išmetamųjų teršalų kiekis) priklausomybė nuo vieno arba kelių reguliuojamų parametru esant vienodiems alkūninio veleno sūkiams.

Varikliai reguliuojami, kad įvairiais režimais dirbtų kuo naudingiau, ekonomiškiau ir atitiktų griežtus ekologijos reikalavimus.

Atsižvelgiant į konstrukciją ir paskirtį reguliuojama:

- ◆ degiojo mišinio sudėtis;
- ◆ uždegimo paskubos kampas;
- ◆ degalų įpurškimo momentas.

Degiojo mišinio sudėtį nusako koeficientas λ (degalų ir oro santykis). Karbiuratoriuose benzininiuose varikliuose toks reguliavimas atliekamas keičiant pagrindinio degalų tiekimo purkštuko skersmenį. Varikliuose su degalų įpurškimu ilginamas arba trumpinamas purkštuvų atidarymo laikas.

Didžiausiam galingumui išvystyti reikalingas riebusis mišinys, bet ekonomiškiausiai variklis dirba esant liesajam mišiniui. Galios ir ekonomiško proporcijos teisingas nustatymas yra šio reguliavimo esmė.

Varikliui dirbant didžiausiąja galia efektyviausia mišinio sudėtis (koeficientas λ) būna, kai $\lambda = 0,9-1$ (riebusis mišinys). Kituose režimuose $\lambda = 1,1-1,3$ (liesasis mišinys). Esant koeficientui λ didesniai nei 1,3, variklis pradeda dirbti nestabiliai. Smarkiai riebinant mišinį,

išmetamosiose dujose daugėja kenksmingųjų medžiagų, ne visi degalai sudega ir didėja jo sąnaudos. Dar daugiau riebinant mišinį, vykstant darbo taktui krenta temperatūra, dėl to – ir galia.

Benzininiuose varikliuose uždegimo paskubos kampas yra vienas iš svarbiausių parametrų. Efektyvus variklio darbas priklauso nuo degiojo mišinio uždegimo momento. Vykstant suslėgimo taktui, stūmokliui artėjant prie VGT, suspaustas mišinys uždegamas elektros kibirkštimi. Per anksti uždegtas mišinys mažina galią, nes didėja pasipriešinimas sukimuisi, didėja degiojo mišinio nuostoliai (nuteka per žiedus į karterį).

Uždegus mišinį per vėlai, neefektyviai naudojama degančių dujų energija.

Sukantis varikliui uždegimo paskubos kampas keičiasi. Kuo didesni sukiai, tuo degų mišinį reikia uždegti anksčiau.

Dyzelinuose varikliuose vienu iš svarbiausių reguliavimo parametrų laikomas dyzelino įpurškimo kampas, momentas, kada pradedami purkšti degalai, stūmokliui artėjant prie VGT.

VDV energijos šaltinių charakteristikos

Varikliuose naudojami degalai – kietieji, skystieji ir dujiniai – dažniausiai yra anglies, vandenilio, sieros ir deguonies mišiniai. Jų sudėtis ir cheminės savybės turi lemiamos reikšmės variklių konstrukcijai. Svarbiausiomis degalų savybėmis galima laikyti:

- galimybę kuo lengviau sudaryti degalų ir oro mišinys;
- degimo proceso valdymo, nukreipiant kuo daugiau deginių energijos naudingam darbui atlikti, savybėmis. Svarbiausias parametras, apibūdinantis tokių degalų savybes, yra oktaninis skaičius.

Pagal virimo temperatūrą iš naftos galima išskirti dujas, benzina, žibala, dyzelina, tepalus, gudroną, bitumą ir mazutą. Bet visų produktų virimo temperatūros persidengia. Todėl benzine yra šiek tiek dujų ir žibalo, dyzeliniuose degaluose – daug žibalo ir truputis tepalų ir t. t.

Benzinas yra pačių įvairiausių angliavandenilių, kurių sunkiausiai visiškai išgaruoja esant 180 °C temperatūrai (žibalas – 45–280 °C, dyzeliniai degalai – 62–360 °C, tepalai, gudronas, bitumas ir mazutas distilijuojami tik vakuume, nes 400 °C temperatūroje angliavandeniliai pradeda skilti), mišinys.

T-heptanas – angliavandenilis, kurio atsparumas detonacijai prilyginamas nuliui oktaninių vienetų.

Izooktanas – angliavandenilis, kurio atsparumas detonacijai prilyginamas šimtui oktaninių vienetų.

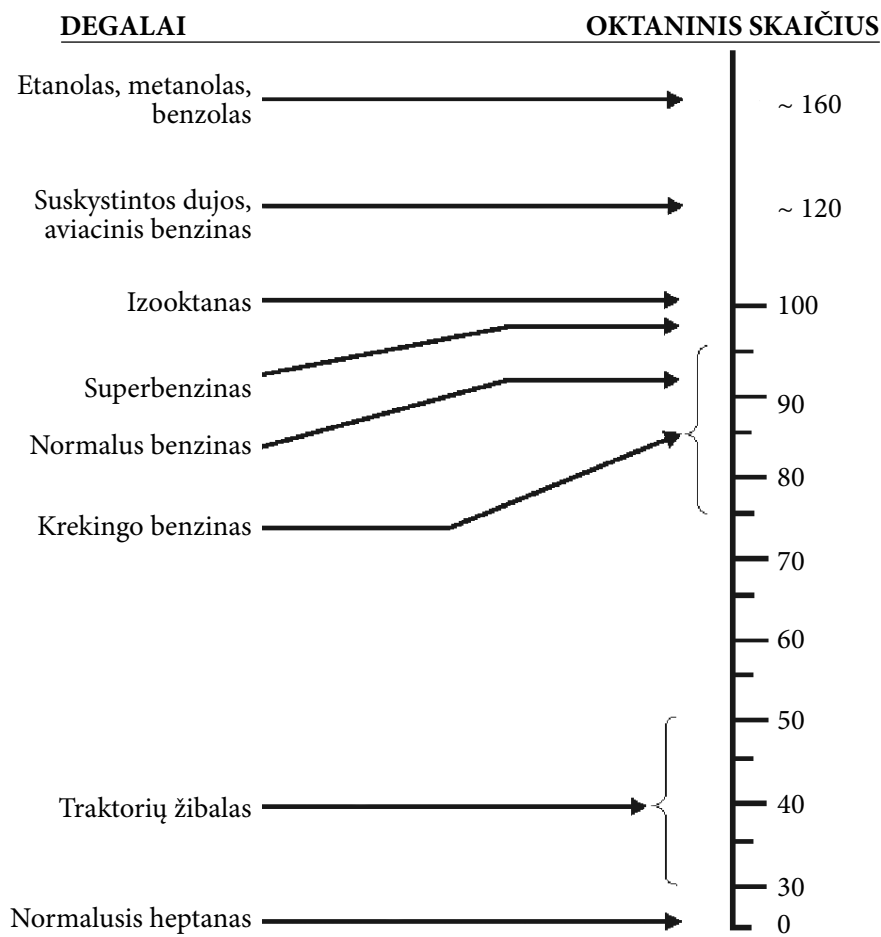
95-benzinas – tai angliavandenilių mišinys, kurio atsparumas detonacijai (oktaninis skaičius) yra toks pat, kaip ir mišinio iš 95% izooktano ir 5% T-heptano.

Tačiau yra angliavandenilių, kurių atsparumas detonacijai gerokai didesnis už izooktano, kaip kad yra angliavandenilių, kurių atsparumas detonacijai yra mažesnis už T-heptano. Taigi 0 ir 100 oktanų nėra ribos, už kurių neįmanoma išeiti (čia daugeliui asocijuojasi su 0 ir

100%, todėl daroma klaidinga prielaida, kad 0 ir 100 yra ribos). Taigi visiškai realu, kad gali būti benzinas, kurio oktanas 110, 120 ir t. t.

Detonacija

Spaudžiamas oro ir degalų mišinys įkaista. Jeigu slėgis viršija degalų atsparumo detonacijai ribą, benzine vyksta cheminiai virsmai, susidaro vandenilio peroksidai, degalai savaime užsidega. Natūraliomis sąlygomis oro ir benzino mišinys cilindre dega 20–40 m/s greičiu, švelniai perduodamas slėgimo jėgą į stūmoklį. Detonuojant jis dega 800–1200 m/s greičiu, t. y. sprogs, ir stūmoklis yra stipriai smūgiuojamas, todėl variklis greitai sugenda. Dujos nepasižymi detonacija. Gaminami netgi dujiniai-dyzeliniai varikliai, kurių suslėgimo laipsnis 29–32 (80 benzinas naudojamas esant 7–8 suslėgimo laipsniui; 92 – 9–10; 95 – 10–11; 98 – 11 ir daugiau). Žibalo (reaktyvinių degalų) ir dyzelino oktaniniai skaičiai yra apie 45, todėl skiriasi degalų uždegimo principas – degalai įpurškiami į jau suspaustą orą.



2.13 pav. Degalų oktaninis skaičius

Savaiminio užsidegimo degalai (pvz., dyzelinas, įpurškamas į jau suspaustą orą, užsidega nuo temperatūros). Tokių degalų svarbiausias parametras yra cetaninis skaičius.

Kietieji degalai

Kietieji degalai šiuolaikiniuose varikliuose naudojami tik kaip tarpinė grandis (pvz., vandens garams sudaryti, vėliau juos nukreipiant naudingam darbui atlikti).

Bandymai kietuosius degalus deginti cilindre iki šiol nebuvo sėkmingi, tačiau nuolatos tęsiami. Dažniausios eksperimentų kryptys:

- anglies dulkių įpurškimas tiesiai į cilindrą;
- anglies dulkių ir skystųjų degalų mišinių (iki 50% anglies) sudarymas.

Didžiausi sunkumai, neleidžiantys plačiau naudoti tokius degalus, yra:

- sunkumai smulkinant anglį (dalelių skersmuo negali viršyti $5 \div 50 \mu\text{m}$);
- didelis variklio judančių dalių, sąveikaujančių su degiuoju mišiniu, dilimas dėl trinties;
- labai sudėtinga išlaikyti vienodos struktūros anglies ir skystųjų degalų mišinį (anglies dalelės nusėda).

Išvardyti trūkumai sustabdė kietųjų degalų naudojimą automobiliuose. Lieka tikėtis, kad technikos pažanga leis plačiau naudoti kietuosius degalus. Anglis dėl savo pigumo visada buvo patrauklus automobilių energijos šaltinis.

Skystieji degalai

Dažniausiai naudojami šios rūšies degalai yra benzinai ir dyzelinas. Rečiau – įvairūs alkoholių junginiai, benzolas ir nafta. Šiuo metu kaip priedas kartais naudojamas aliejus.

Benzinas, skystieji degalai išgaunami iš naftos krekingo būdu arba sintetinami, perdirbant anglį. Tai angliavandenilių, kurių virimo temperatūra svyruoja $40 \div 200 \text{ }^\circ\text{C}$, o tankis $0,72 \div 0,76 \text{ kg/dm}^3$, mišiniai.

Vienas iš pagrindinių benzino, naudojamo automobilių varikliuose, parametrų yra jo atsparumas detonacijai. Atsparumo matas vadinamas benzino oktaniniu skaičiumi (OS).

Dažniausiai varikliuose naudojamų benzinų OS svyruoja nuo 80 iki 98. Padidinti benzino atsparumą galima maišant skirtingas degalų rūšis, pavyzdžiui, benziną ir benzolą; benziną, benzolą ir alkoholį, arba papildant specialiais antidetonaciniais priedais. Dažniausiai naudojami švino ir etilo junginiai $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_2)_4$, rečiau – geležies karbonai $\text{Fe}(\text{CO})_5$.

Švino ir etilo junginiai, didėjant ekologijos reikalavimams, šiuo metu beveik nenaudojami, nes automobiliuose, kurių išmetimo sistemoje įtaisomas katalizatorius, jų neįmanoma naudoti.

Dyzelinas

Dyzelinas būna įvairios kilmės ir cheminės sandaros. Plačiausiai naudojami angliavandenilių mišiniai (nuo $C_{12}H_{24}$ iki $C_{18}H_{38}$), išgaunami perdirbant naftą. Jų virimo temperatūra siekia $150 \div 350$ °C.

Šiuolaikiniuose varikliuose naudojamo dyzelino cetaninis skaičius svyruoja nuo 50 iki 85. Gerinant kokybę naudojami įvairūs priedai.

2.1 lentelė. Degalų savybės

Degalų rūšis	Tankis, kg/dm ³	Garų slėgis, MPa	Energetinė vertė, kJ/kg	Oro sunaudojimas, kg/kg	Mišinio energetinė vertė, kJ/m ³ λ=1	Garavimo temperatūra, kJ/kg	OS arba CS
Benzinas	0,72–0,76	0,06–0,08	43 000–44 000	14,8	3500	315–350	OS≈75–90
Metilo alkoholis CH ₂ OH ₂	0,793	---	19 500	6,8	3650	1150	OS≈90
Etilo alkoholis C ₂ H ₅ OH	0,789	0,018	27 000	9,4	3650	920	OS≈95
Benzolas	0,88	0,03	40 500	13,9	3650	920	OS≈105
Dyzelinas	0,84–0,88	0,001	36 000–44 000	15	3650	---	CS≈35–50
Nafta	0,81	0,015–0,02	40 500	15,5	3450	---	CS≈50 CS≈35
Augalinės kilmės dyzelinas	0,914	0,001	37 100	12,45	---	---	CS≈49

Dujos

Vidaus degimo varikliams naudojant dujas ne tik taupomi tradiciniai degalai, bet ir mažiau teršiama aplinka. Šiuo metu naudojamos suskystintos naftos dujos (propano ir butano mišinys) arba suslėgtos gamtinės dujos. Naudojant dujas pagerėja degimo mišinio ruošimo sąlygos; dujos tolygiau susimaišo su oru, į atskirus variklio cilindrus patenka vienodesnės sudėties degusis mišinys. Ant cilindrų sienelių nepatenka skystųjų degalų, todėl sumažėja alyvos plėvelės nuplovimas bei cilindro ir stūmoklinės grupės detalių dilimas. Be to, dujos pigesnės už benziną.

Dujų ir oro mišinių šilumingumas yra mažesnis už benzino ir oro mišinių. Dėl šios priežasties ir dėl sumažėjusio cilindrų pripildymo koeficiento (dalį oro kiekio pakeičia dujos), variklio galia sumažėja 5–20 proc. Dujos laikomos balionuose, o jie padidina variklio masę. Laikant automobilį uždaramame garaže, atsiradus net ir nedideliems nutekėjimams, kyla sprogimo pavojus. Todėl reikalinga patikimesnė degalų aparatūra.

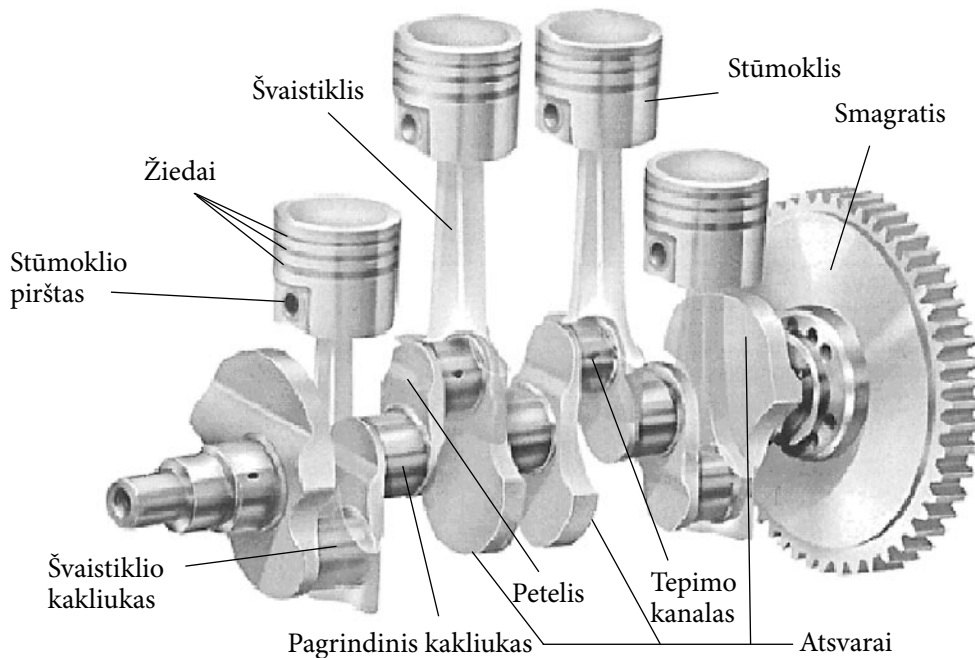
Dažniausiai automobiliai pertvarkomi taip, kad galėtų naudoti ir benziną, ir dujas. Šiuo atveju neišnaudojama suslėgimo laipsnio didinimo galimybė, kurią suteikia dujų oktalinis skaičius. Tai galima padaryti tik specialiuose varikliuose, skirtuose dirbti tik su dujomis.

3. ALKŪNINIS ŠVAISTIKLIO MECHANIZMAS

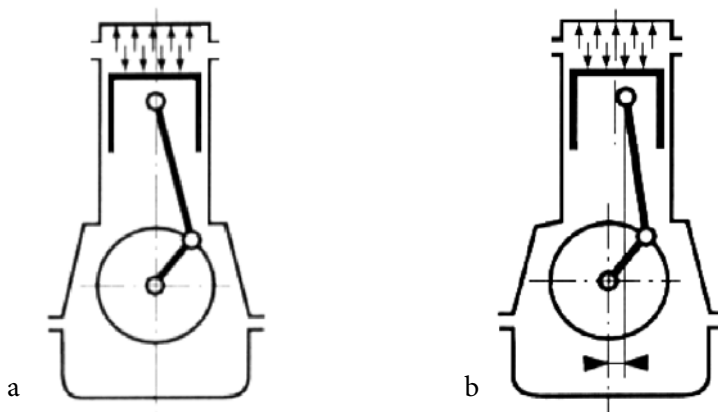
Alkūninis švaistiklio mechanizmas (AŠM) (3.1 pav.) tiesiaiegi slenkamąjį stūmoklio judesį keičia sukamuoju alkūninio veleno judesiu. Alkūninį švaistiklio mechanizmą sudarančias dalis galima skirstyti į: judamas ir nejudamas.

Judamos AŠM dalys yra: stūmoklis, žiedai, stūmoklio pirštas, švaistiklis, alkūninis velenas ir smagratis.

Nejudamos AŠM dalys yra variklio korpusas ir galvutė.



3.1 pav. Alkūninis švaistiklio mechanizmas

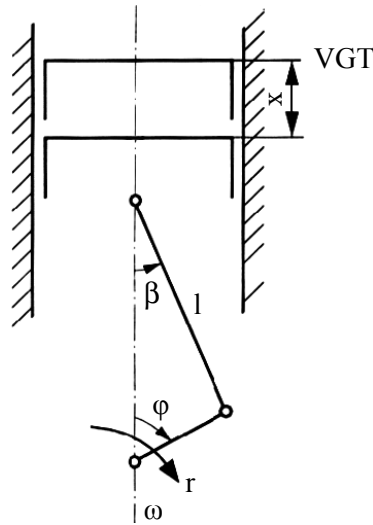


3.2 pav. AŠM tipai:
a – aksialinis; b – dezaksialinis

Automobilių varikliuose naudojamus alkūninius švaistiklio mechanizmus galima skirstyti į aksialinius ir dezaksialinius. Kai cilindro ašis sutampa su alkūninio veleno ašimi, toks AŠM vadinamas **aksialiniu (centrinu)**. Kai cilindro ašis nesutampa su alkūninio veleno ašimi (atstumas e), mechanizmas vadinamas **dezaksialiniu (necentriniu)** (3.2 pav).

Varikliui veikiant, atskiros AŠM dalys atlieka labai skirtingus judesius. Stūmoklio tiesia-eigis slenkamasis judėjimas perduodamas švaistikliui, kuris juda sudėtinga trajektorija vienoje plokštumoje. Švaistiklio veikiamas alkūninis velenas sukasi apie savo ašį ir perduoda jėgas automobilio transmisijai.

Kinematinė AŠM skaičiavimo schema pavaizduota 3.3 pav.



3.3 pav. Kinematinė AŠM schema

Svarbiausi AŠM parametrai yra: r – alkūninio veleno petys, l – švaistiklio ilgis.

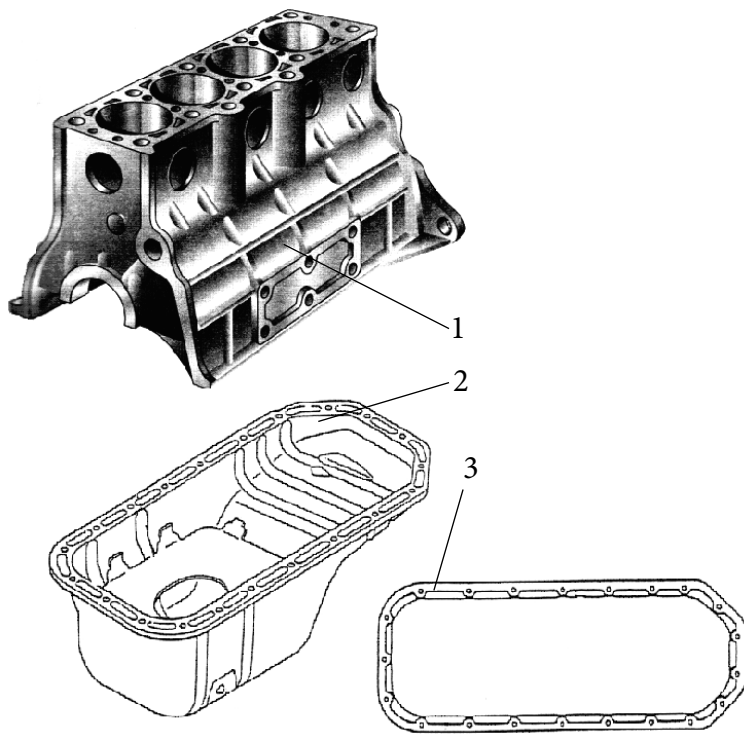
Parametras $\lambda = r/l$ yra pagrindinis rodiklis, apibūdinantis AŠM. Skirtingos galios ir dydžio, bet vienodą λ turintiems varikliams analogiškų elementų judėjimo principai vienodi.

Automobilių VDV koeficientas λ dažniausiai būna 0,24–0,31. Švaistiklio ilginimas mažina cilindro dilimo netolygumus, bet didėja variklio gabaritai. Tas pat atsitinka, kai didinamas alkūninio veleno petys. Jam didėjant neišvengiamai reikia ilginti ir švaistiklį, antraip jis remsis į stūmoklio arba cilindrų bloko detales, o tai didina variklio gabaritais.

3.1. Variklio korpusas

Tai bazinė variklio dalis, prie kurios montuojamos ir jungiamos visos variklio sistemos ir mechanizmai. Korpusą sudaro karteris ir cilindrų blokas (3.4 pav.). Skysčiu aušinamų variklių karteris liejamas kartu su cilindrų bloku. Jis vadinamas variklio bloku. Cilindrų bloką

iš viršaus uždengia cilindrų galvutė. Oru aušinamuose varikliuose prie karterio smeigėmis tvirtinami cilindrai ir jų galvutės.



3.4 pav. 1 – cilindrų blokas; 2 – karterio dugninė; 3 – karterio dugninės tarpinė

Šiuolaikiniai varikliai dažniausiai aušinami skysčiu, todėl toliau bus aprašoma pirmoji schema.

Kad atlaikytų dideles jį veikiančias jėgas, variklio blokas turi būti kuo standesnis. Jis liejamas iš legiruotojo pilkojo ketaus arba aliuminio lydinių.

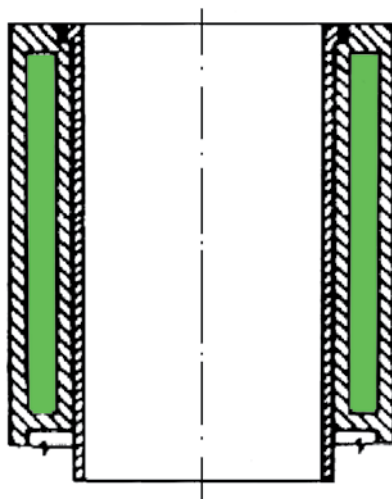
Kad variklio bloke nesusidarytų nereikalingų įtempių, alkūninio veleno pagrindinių kaklelių ir cilindrų galvutės tvirtinimo varžtai būna vienoje linijoje. Tam cilindrų bloko šoninės sienelės atraminių guolių plokštumoje įgaubiamos į vidų. Susidaręs paviršius dėl didesnio ploto mažina virpesius ir triukšmą. Aušinimo ertmių aukštis turi būti toks, kad stūmokliui esant galiniuose taškuose, jo žiedai būtų aušinamojo skysčio skalaujamose cilindro zonose.

3.2. Cilindrų įvorės

Cilindrų įvorės, liejamos kartu su bloku, vadinamos integruotomis. Tokia konstrukcija labai padidina standumą, sumažėja atstumai tarp cilindrų. Pagrindinis privalumas – variklio gabaritai ir svoris mažėja; trūkumas – visą bloką reikia lieti iš dilimui atsparių medžiagų. Šio trūkumo galima išvengti naudojant sausąsias įvoves.

Sausosios įvorės (3.5 pav.) įpresuojamos į bloke ištekintus lizdus. Jos liejamos iš legiruotojo ketaus, (sienelių storis 2–3 mm). Tokia konstrukcija išsaugo visus integruotų įvorių privalumus. Bloką galima lieti iš pigesnių medžiagų. Trūkumas – dėl deformacijų korozijos atskiruose taškuose prarandamas kontaktas su cilindro sienelėmis, pablogėja šilumos perdavimas.

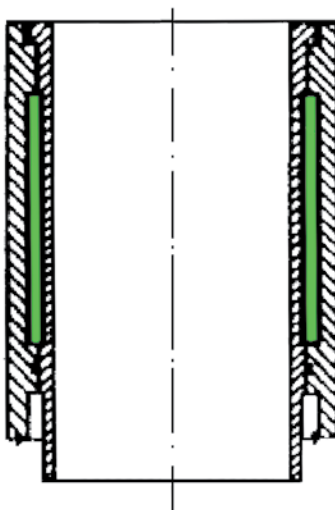
Aušinamasis skystis



Sausoji įvorė

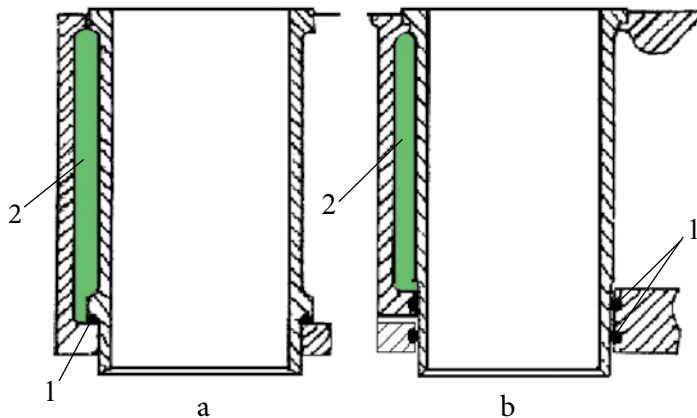
3.5 pav. Sausoji įvorė

Aušinamasis skystis



Šlapioji įvorė

3.6 pav. Šlapioji įvorė



3.7 pav. Šlapiosios įvorės:

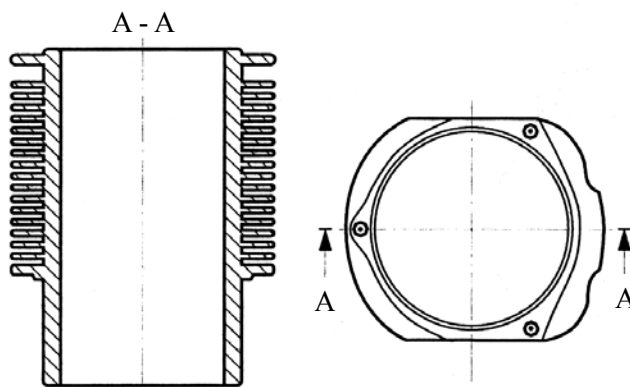
a – atraminės; *b* – pakabinamos; 1 – sandarinimo žiedai; 2 – aušinamasis skystis

Šlapiosios įvorės (dar vadinamos gilžėmis) (3.6 pav.) kontaktuoja su aušinamuoju skystiu. Jas naudojant, supaprastėja bloko gamyba ir variklio remontas. Šlapiosios įvorės mažiau jautrios bloko deformacijoms. Trūkumas – didėja atstumas tarp cilindro, suprantama, didėja ir variklio gabaritai.

Šlapiosios įvorės būna pakabinamos ir atraminės (3.7 pav.). Dažniausiai naudojamos pakabinamos cilindro įvorės.

Briauna įtvirtina įvorę variklio bloke. Viena arba dvi kreipiamosios centruoja įvorę bloko lizde. Apatinė jos dalis sandarinama žiedais. Tai leidžia įvorėms plėstis neprarandant sandarumo. Viršutinė jos dalis iškyla virš bloko plokštumos 0,1 mm ir geriau prispaudžia galvutės tarpiklį.

Oru aušinamų variklių cilindro įvorės gaminamos su šilumos sklidimą didinančiomis briaunomis.

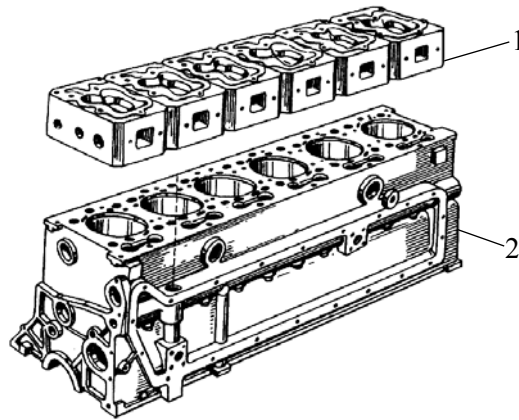


3.8 pav. Variklio cilindras

Visų cilindrų įvorių vidinis paviršius kruopščiai apdirbamas, jis honinguojamas ir pasiekiamas reikiamas šiurkštumas, kad varikliui veikiant ant cilindro sienelių geriau laikytųsi alyvos plėvelė.

3.3. Cilindrų galvutės

Cilindrų galvutės gaminamos vientisos (uždengia visą cilindrų bloką) (3.9 pav.), tokia konstrukcija užtikrina didesnę variklio standumą, arba atskiros (kiekvienam arba keliems cilindrams atskirai) (3.10 pav.). Atskiros galvutės palengvina variklio remontą, be to, užtikrina geresnę cilindro sandarumą.



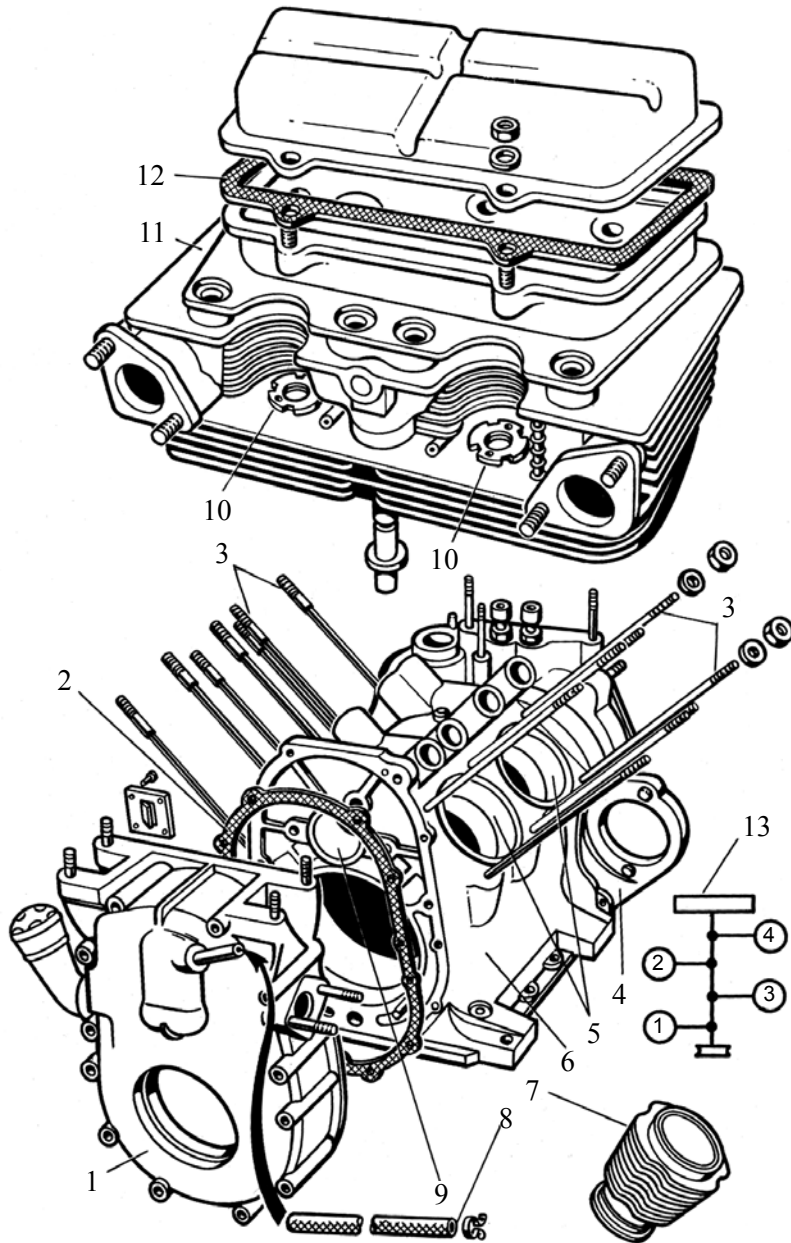
3.9 pav. Variklis su vientisa cilindrų galvute:
1 – cilindrų galvutė; 2 – cilindrų blokas

Cilindrų galvutę veikia tvirtinimo smeigių užveržimo ir didelės dujų slėgio jėgos. Varikliui dirbant galvutėje atsiranda papildomos temperatūrų apkrovos, ypač dėl netolygaus įkaitimo. Aušinimo sutrikimai arba neteisinga eksploatacija dažnai būna galvutės gedimų priežastis. Pažeidžiamiausia vieta yra jungtys tarp vožtuvų.

Galvutės konstrukcija priklauso nuo:

- vožtuvų išdėstymo;
- pasirinkto vožtuvų skaičiaus;
- DSM pavaros konstrukcijos;
- žvakės išdėstymo;
- purkštuko išdėstymo;
- degimo kameros formos.

Mažinant šilumines apkrovas, galvutėje padaroma angų sistema, kuria tekantis aušinamasis skystis reguliuoja temperatūrą. Galvutėse, lietose iš ketaus, degimo kameros paviršiaus temperatūra siekia apie 350 °C. Temperatūrų skirtumai tarp atskirų dalių būna iki 150 °C. Galvutėse iš aliuminio lydinių dėl didelio aliuminio šilumos laidumo didžiausiosios temperatūros ir temperatūrų skirtumai mažesni.



3.10 pav. Variklis su atskiromis cilindrų galvutėmis:

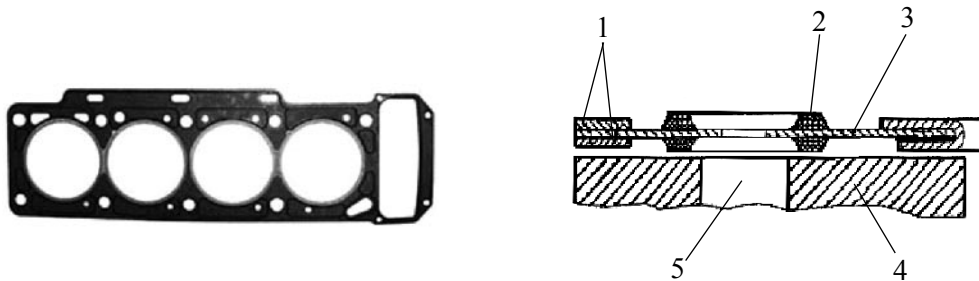
- 1 – priekinis dangtelis; 2 – tarpinė; 3 – cilindrų galvutės tvirtinimo smeigės;
 4 – starterio tvirtinimo vieta; 5 – cilindrų tvirtinimo vieta; 6 – cilindrų blokas
 su karteriu; 7 – cilindras su aušinimo briaunomis; 8 – karterio ventiliacijos žarna;
 9 – skirstymo veleno tvirtinimo lizdas; 10 – žvakių tvirtinimo vieta;
 11 – cilindrų galvutė dviem cilindrams; 12 – tarpinė;
 13 – cilindrų išdėstymo tvarka

3.4. Cilindrų bloko tarpinės

Tarp cilindrų bloko ir galvutės įtaisoma tarpinė (3.11 pav.). Ji hermetizuoja cilindrą, neleidžia deginiams iš jo išsiveržti ir aušinamajam skysčiui patekti į alyvą arba cilindrų. Tarpinė turi išlaikyti labai dideles ciklines apkrovas, aukštas temperatūras ir chemiškai agresyvią aplinką.

Tarpinės galvutės gaminamos iš:

- Metalo (dažniausiai vario ir aliuminio). Jas sudaro vienas arba keli metalinio lakšto sluoksniai. Kai nepakankamai prispaudžiamas paviršius, prisiderinimą prie sandarinimo paviršių skysčių kanalų ir cilindrų sandarinančių angų zonose padidina profiliuoti elementai.
- Pagrindas yra specialus tinklas (dažniausiai perforuotas aliuminis), prisodrintas grafitinių medžiagų. Tokių tarpinių briaunos, susiliečiančios su cilindru, apsaugomos metaline juoste.



3.11 pav. Cilindrų bloko ir galvutės tarpinės sandara:
1 – grafitinės medžiagos; 2 – metalinė juostelė; 3 – varinė juosta;
4 – cilindrų blokas; 5 – cilindras

Teisingas mazgo galvutė-cilindras sandarinimas – sudėtingas konstrukcinis uždavinys. Šio mazgo svarbus elementas yra ne tik galvutė, bet ir varžtai, prispaudžiantys galvutę. Kad būtų užtikrintas patikimas sandarumas, spaudimo jėga į galvutę turi būti $15 \div 30$ MPa. Tokia jėga pasiekama užveržiant varžtus. Dėl mazgo svarbos, atliekant remonto darbus, kai atsukami galvutės varžtai, gamintojai reikalauja naudoti naujus varžtus ir cilindrų bloko tarpines.

3.5. Degimo kameros

3.5.1. Dyzelinių variklių degimo kameros

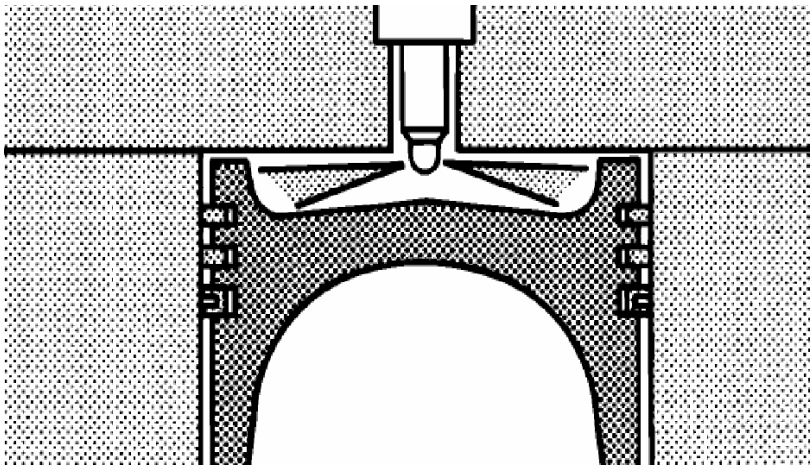
Gerai sumaišyti degalus ir orą – o tai yra greito ir visiško degalų sudeginimo svarbiausia sąlyga – galima įvairiais būdais. Lėtasis degimo kameroje, kuriuose degiamam mišiniui ruošti yra santykinai daug laiko, degalai į degimo kamerą purškiami dideliu slėgiu pro dau-

gybę purkštuko skylučių. Ten jie susimaišo su oru. Susimaišyti padeda degimo kameroje visa-
da vykstantis oro dalelių judėjimas. Toks degiojo mišinio ruošimo būdas vadinamas tūriniu
(3.12 pav.). Jo privalumai:

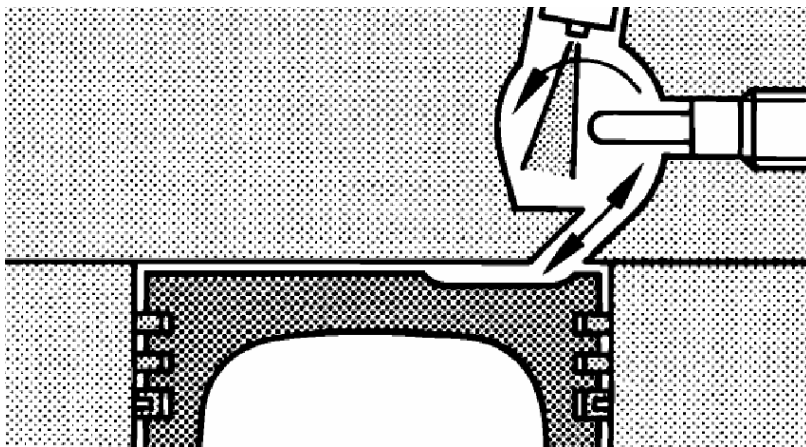
- nedideli hidrodinaminiai nuostoliai dujoms maišantis ir nedideli šilumos nuostoliai,
todėl gaunamos mažos lyginamosios degalų sąnaudos;
- tolygios ir santykinai nedidelės degimo kamerų sienelių šiluminės apkrovos;
- variklis lengvai paleidžiamas.

Trūkumai:

- didelis slėgio didėjimo greitis greito degimo fazėje ir dideli didžiausieji slėgiai degi-
mo kameroje, todėl alkūninio mechanizmo detales veikia didelės mechaninės apkro-
vos; variklis dirba kietai.



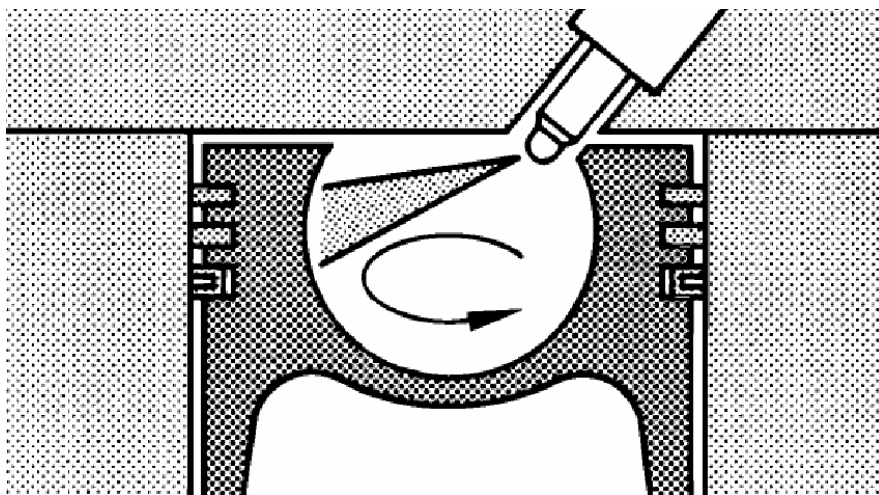
3.12 pav. Degiojo mišinio tūrinis ruošimas



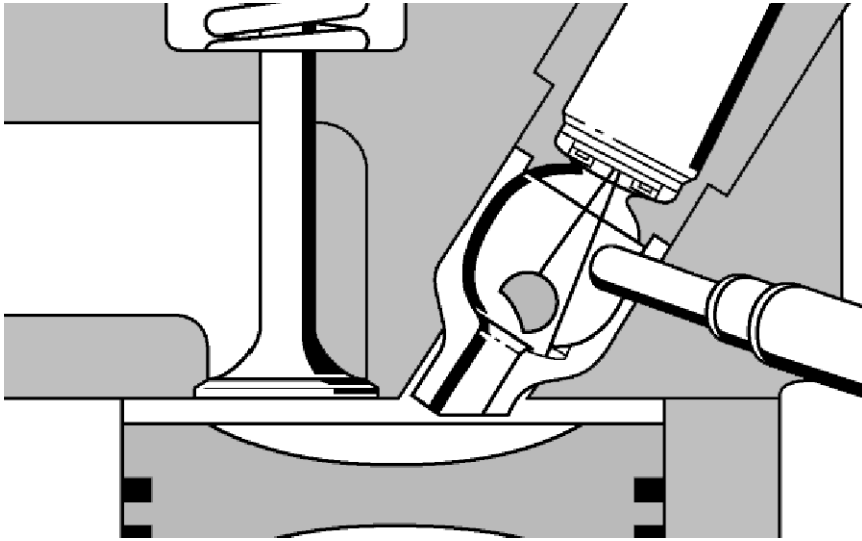
3.13 pav. Degiojo mišinio ruošimas sūkurinėje kameroje

Sūkurinėse kamerose (3.13 pav.) susidaro intensyvus oro sūkuriavimas, vykstant suslėgimo taktui, orui tekant siauru jungiamuoju kanalu į kamerą jos liestinės kryptimi. Degalai purškiami į sūkurinę kamerą ir joje prasideda degimas; slėgis joje tampa didesnis negu pagrindinėje degimo kameroje. Šio slėgio veikiamas degantis degusis mišinys dideliu greičiu veržiasi į pagrindinę degimo kamerą, intensyviai maišosi su ten esančiu oru ir sudega. Sūkurinės kameros tūris lygus 40–60% viso degimo kameros tūrio. Kadangi didžiąją dalį degiajam mišiniui sudaryti reikalingos energijos sukuria kinetinė oro judėjimo energija, degalus galima įpurkšti stambesniais lašeliais ir mažesniu slėgiu. Tam dažniausiai naudojami vienasraučiai kaištiniai purkštuvai.

Plėveliniu degiojo mišinio ruošimo būdu (3.14 pav.) taip pat siekiama, kad mažesnė įpurkštų degalų dalis per indikacijos periodą išgaruotų ir susimaišytų su oru. Pavyzdžiui, ant sferinės degimo kameros sienelių stūmoklyje vienasrautis purkštuvai purškia degalus beveik liestinės kryptimi. Degalai plona plėvele paskleidžiami ant degimo kameros sienelių. Degalus paskleisti padeda intensyvus oro sūkurys, generuojamas jau vykstant įsiurbimui. Plėvelės storis esant didžiausiajai apkrovai lygus maždaug 15 μm . Nedidelė dalis purškiamų degalų nukrypsta nuo pagrindinio srauto ir smulkiai išpurkšti patenka tiesiai į oro srautą. Šie degalai užsiliepsnoja, prasideda degimo procesas. Oro sūkurys garina degalus nuo stūmoklio sienelių. Degalai maišosi su oru ir sudega. Lengvesnius, karštus deginius oras išstumia į sūkurio centrą, todėl reakcijos zonoje visada yra pakankamai degimui reikalingo deguonies. Degimas iš pradžių vyksta lėtai. Didėjant temperatūrai, degalų garavimas ir degimas gerėja. Todėl slėgio didėjimo greitis ir didžiausias slėgis lieka nedideli, o visas degimo procesas trunka trumpai. Tačiau kai apkrovos dalinės, sumažėjus dujų temperatūrai cilindre, degiojo mišinio ruošimas užsitęsia ir naudingumo koeficientas šiek tiek sumažėja. Be to, paleidžiant šaltą variklį ir jį šildant deginiuose yra daugiau nesudegusių angliavandenilių, nes degalai purškiami ant šaltų stūmoklio sienelių.



3.14 pav. Degiojo mišinio plėvelinis ruošimas



3.15 pav. Degiojo mišinio ruošimas prieškamerėje

Panašiai degusis mišinys ruošiamas ir prieškamerėse (3.15 pav.), jų tūris (25–40 proc. visos degimo kameros tūrio) ir jungiamųjų kanalų skersmuo yra mažesni. Į prieškamerę įtekančio oro srautas ne išsukamas, bet suskyla į daugybę netaisyklingų sūkurių. Dėl mažo jungiamųjų kanalų skersmens suslėgimo pabaigoje slėgis cilindre viršija slėgį prieškamerėje. Purškutuvai dažniausiai yra prieškamerės ašyje ir purškia degalus jungiamųjų kanalų link, priešais įtekančio oro srautą. Degalų garus ir smulkius lašelius oras nusineša į viršutinę prieškamerės dalį, kur jie užsiliepsnoja. Pagrindinė degalų masė pasiekia apatinę prieškamerės dalį. Prasidėjus degimui, slėgis prieškamerėje greitai didėja, o degalai kartu su degančiu mišiniu veržiasi į cilindrą, ten intensyviai maišosi su oru ir galutinai sudega.

3.5.2. Benzininių variklių degimo kameros

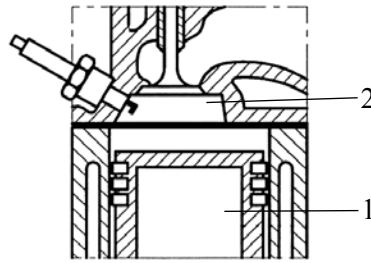
Degimo kameros forma turi didelės įtakos degiojo mišinio ruošimui, degimo procesui ir variklio galios bei ekonominiams rodikliams. Nuo degimo kameros formos priklauso degiojo mišinio sudėtis ir jo sukuriavimas cilindre, uždegimo ir degimo procesų tėkmė, suslėgimo laipsnio dydis, degalų kokybės reikalavimai ir jų sąnaudos sudėtis, taip pat variklio galia ir sukimo momentas.

Daugelyje variklių degimo kameros įrengiamos cilindrų galvutėje, o kartais dalis arba visa degimo kamera perkeliama į stūmoklį, padarant jo dugne reikiamos formos išėmas.

Degimo kamera turi būti kompaktiška, t. y. jos paviršiaus ploto ir tūrio santykis turi būti minimalus; turi būti geros cilindrų pripildymo šviežiu mišiniu sąlygos, neturi būti zonų, labai nutolusių nuo uždegamosios žvakės.

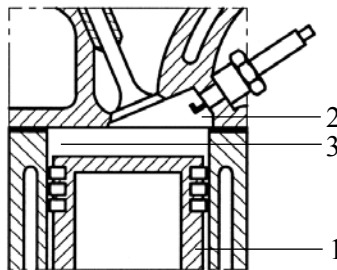
Degimo kameros formų yra įvairių. Viena iš seniausių yra vonios formos degimo kamera, įrengiama cilindrų galvutėje ir stūmoklio dugne (3.16 pav.). Dėl tokios kameros formos ci-

lindrų įsiurbimo ir išmetimo angos yra mažos, todėl jie blogiau pripildomi degiojo mišinio, sumažėja variklio galia. Variklio, turinčio tokią degimo kamerą, didžiausias sūkių dažnis yra nedidelis.

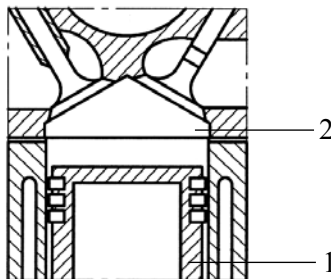


3.16 pav. Vonios formos degimo kamera:
1 – stūmoklis; 2 – degimo kamera

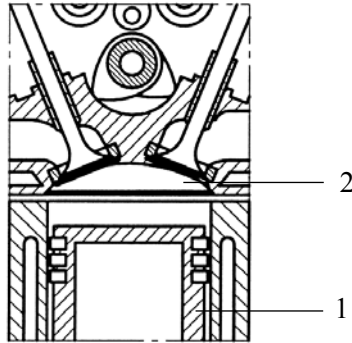
Geresnė yra kompaktiška pleišto formos degimo kamera cilindrų galvutėje (3.17 pav.). Vožtuvai joje yra išdėstomi vienas paskui kitą, jų galvučių skersmenys pakankamai dideli, todėl gerai pripildomi cilindrai. Joje įrengtas išstūmimo plyšys, iš kurio suslėgimo pabaigoje išstumiamas oras priverčia intensyviai sukuriuoti visą degųjų mišinį. Dėl to padidėja degimo greitis ir galima padidinti suslėgimo laipsnį.



3.17 pav. Pleišto formos degimo kamera:
1 – stūmoklis; 2 – degimo kamera; 3 – išstūmimo plyšys

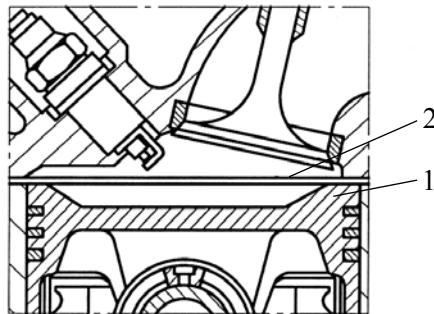


3.18 pav. Trikampė degimo kamera:
1 – stūmoklis; 2 – degimo kamera



3.19 pav. Pusiau sferinė degimo kamera:
1 – stūmoklis; 2 – degimo kamera

Kai vožtuvai išdėstomi vienas prieš kitą (V forma), dažnai naudojamos trikampės ar pusiau sferinės degimo kameros (3.18, 3.19 pav.). Jos yra kompaktiškos, galima įtaisyti didesnio skersmens vožtuvus, cilindrai gerai pripildomi degiojo mišinio.



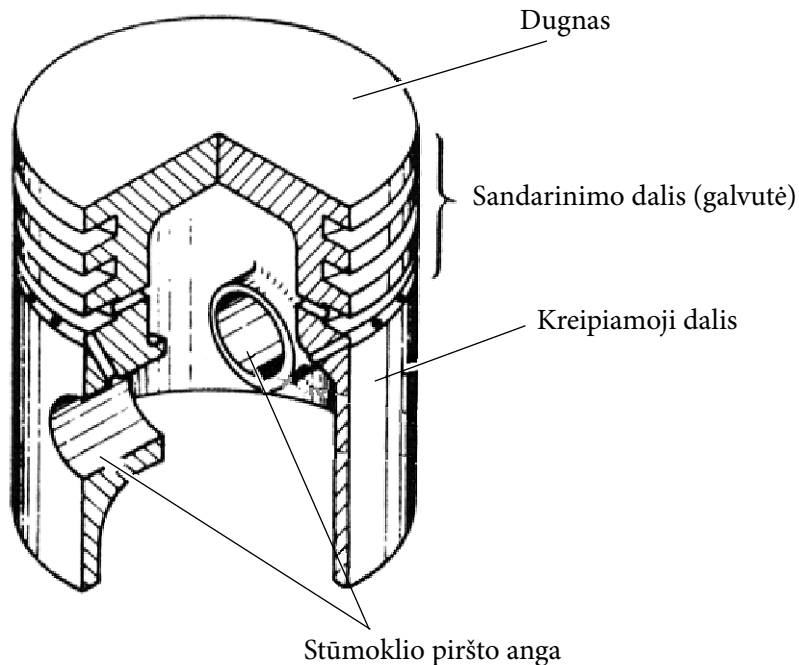
3.20 pav. Dalis degimo kameros įrengta cilindro galvutėje, dalis – stūmoklio dugne:
1 – stūmoklis; 2 – degimo kamera

Dažnai dalis degimo kameros įrengiama cilindro galvutėje, o kita dalis – stūmoklio dugne (3.20 pav.). Kad mišinys sukuriuotų intensyviau, kartais siurbiamas degusis mišinys įsukamas.

3.6. Stūmokliai

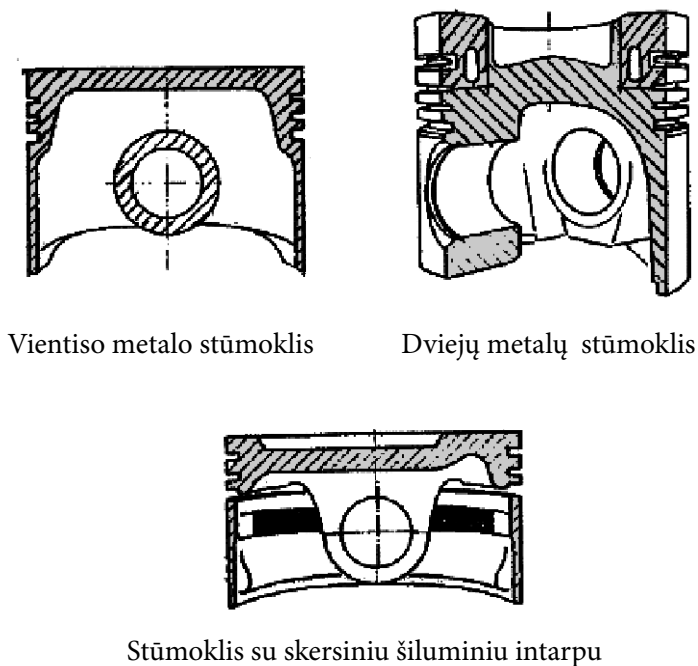
Stūmoklis per pirštą ir švaistiklį perduoda dujų slėgio jėgą alkūniniam veleniui. Tai labiausiai mechaniškai ir termiškai apkrauta variklio detalė. Varikliuose dujų slėgio jėgos siekia 170 kN, o temperatūra atskiruose stūmoklio taškuose – 400 °C.

Stūmoklis turi išlikti standus esant aukštai temperatūrai, būti atsparus dilimui ir kuo lengvesnis, kad susidarytų kuo mažesnės inercijos jėgos. Stūmokliai dažniausiai liejami iš aliuminio su silicio priemaišomis.

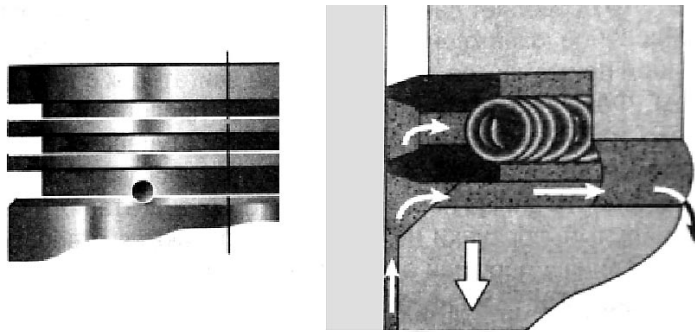


3.21 pav. Stūmoklis

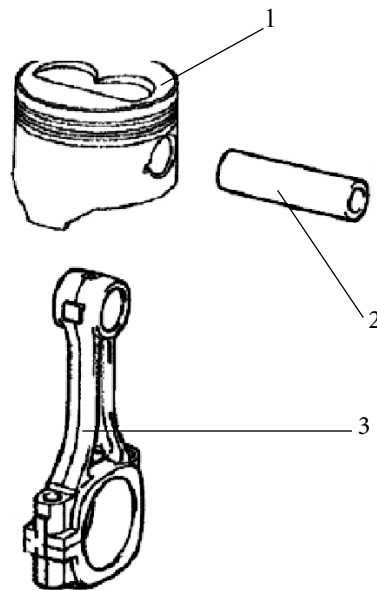
Stūmoklį sudaro dugnas, sandarinimo dalis (galvutė) ir kreipiamoji dalis (sijonėlis) (3.21 pav.). 3.22 paveiksle pavaizduoti dažniausiai sutinkami stūmoklių tipai.



3.22 pav. Stūmokliai



3.23 pav. Žiedų grioveliai



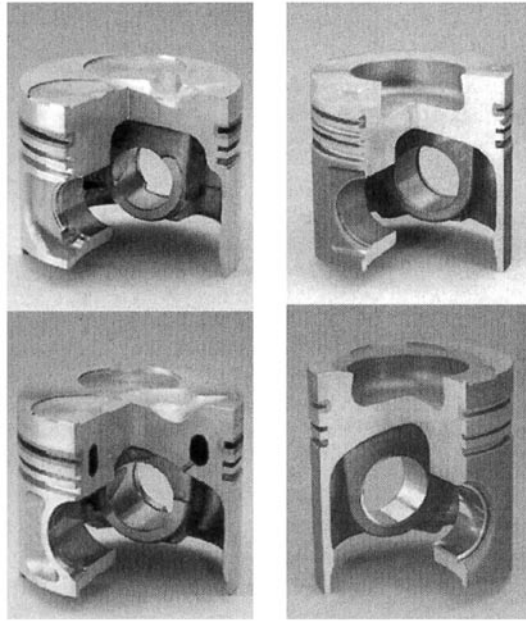
3.24 pav. Švaistiklio ir stūmoklio jungimas:
1 – stūmoklis; 2 – pirštas; 3 – švaistiklis

Stūmoklio galvutėje ištekinami grioveliai kompresiniams ir tepalo žiedams (3.23 pav.). Tepalo žiedų grioveliuose arba po jais išgręžiamos ~2 mm skersmens drenažinės skylutės, kuriomis alyvos perteklius nuo cilindro sienelių sugražinamas į karterį. Kreipiamosios dalies prielajose į dvi stebules įstatomas stūmoklio pirštas, jungiantis stūmoklį su švaistikliu (3.24 pav.).

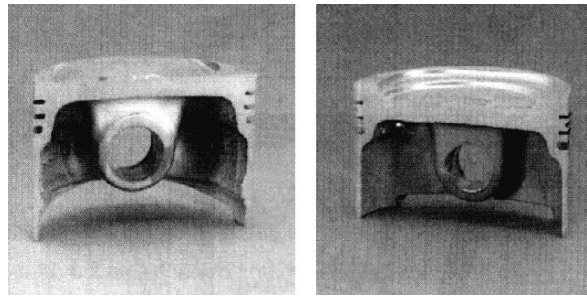
3.25 paveiksle pateikiami dabar dažniausiai naudojami benzininių ir dyzelinių variklių stūmokliai.

Sudėtinga stūmoklio forma, greitai kintantys šilumos srautai ir temperatūra, veikianti stūmoklį, sąlygoja netolygų jo kaitimą, o tai lemia dideles temperatūrų apkrovas ir deformacijas.

Šiluma, veikianti stūmoklio dugną, nutekinama į aušinamą cilindro sienelę per kompresinius žiedus (60–70%), per stūmoklio sijonėlį (20–30%) ir į tepimo sistemą (5–10%). Stūmoklį taip pat veikia šiluma, išsiskirianti stūmokliui ir žiedams trinantis į cilindro sieneles.



a



b

3.25 pav. benzininių ir dyzelinių variklių stūmokliai:
a – dyzelinių variklių stūmokliai; b – benzininių variklių stūmokliai

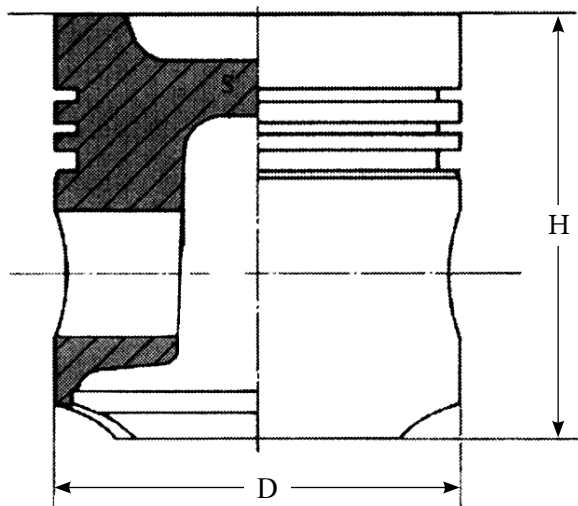
Stūmoklio aukštį (H) nulemia galvutės aukštis (hg) (3.26 pav.).

Viršutinis kompresinis žiedas įtaisomas tokiam aukštyje, kad stūmokliui būnant VGT, jis būtų cilindro aušinimo zonoje.

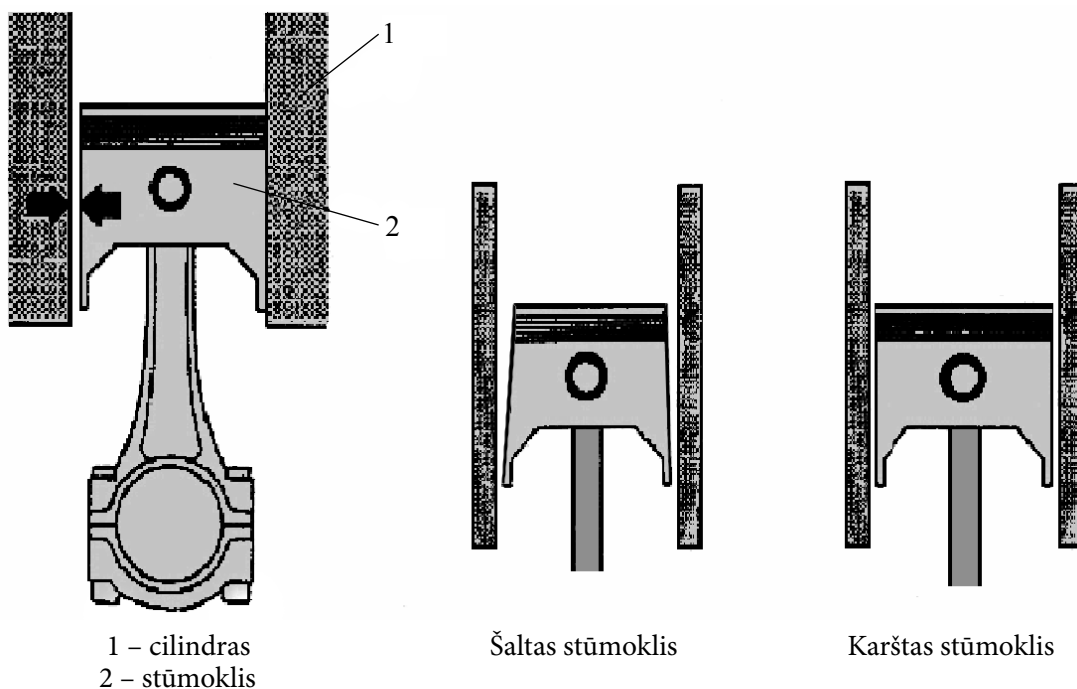
Dažniausiai būna du kompresiniai žiedai. Didesnis jų kiekis naudos neduoda dėl smarkiai didėjančios trinties. Tepalo žiedas dažniausiai būna vienas. Sijonėlio aukštis turi būti pakankamas, kad neleistų stūmokliui judėti piršto ašies atžvilgiu.

Tarpai tarp cilindro ir stūmoklio yra vienas iš svarbiausių parametru, lemiančių efektyvų variklio darbą. Jie priklauso nuo mechaninės ir temperatūrinės AŠM apkrovos.

Aliuminio plėtimosi koeficientas 1,5–2 kartus didesnis už plieno arba ketaus. Veikiant varikliui, stūmoklio temperatūra labai smarkiai kinta, suprantama, kinta ir tarpai.



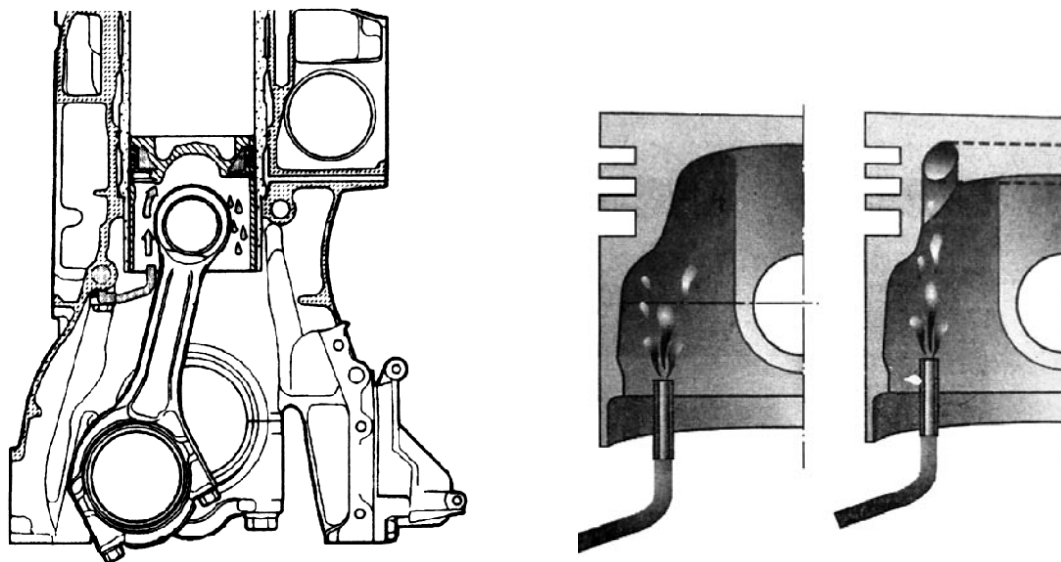
3.26 pav. Stūmoklio konstrukcija



3.27 pav. Stūmoklių tipai

Atsižvelgiant į temperatūrų pasiskirstymą, optimalius tarpus užtikrina speciali stūmoklių forma. Stūmokliai būna karšti ir šalti (3.27 pav.).

Gaminant stūmoklius vis dažniau naudojamos naujos medžiagos (keramika, aliuminio oksidas). Viršutinio kompresinio žiedo griovelis laikomas viena iš silpniausių stūmoklio vietų. Jis tvirtina įdėklais iš specialaus legiruotojo plieno arba ketaus. Tai 3–4 kartus padidina stūmoklio tarnavimo laiką.



3.28 pav. Stūmoklių dugno tepimas

Stūmoklio darbą pagerina aušinimas alyva, kuri slėgiu iš alkūninio veleno per specialią angą švaistiklyje purškama ant stūmoklio dugno (3.28 pav.). Kai kuriuose varikliuose purškia purkštuvai, pritvirtinti prie bloko. Tai sumažina stūmoklio dugno temperatūrą 15–20 °C. Alyva į juos tiekama iš pagrindinės tepimo magistralės.

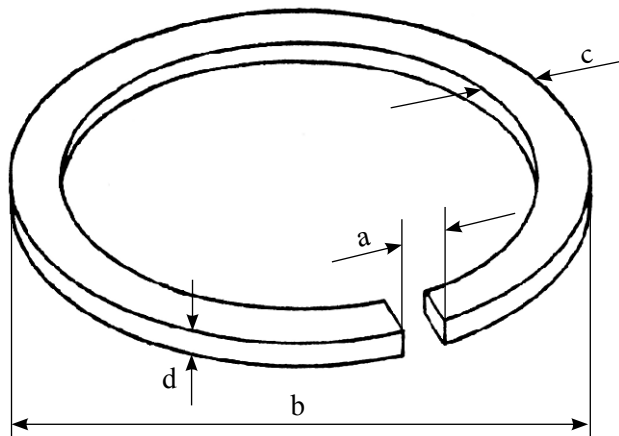
3.7. Žiedai

Kompresiniai žiedai (3.29 pav.) sandarina ertmę virš stūmoklio cilindre ir neleidžia dujoms prasiskverbti į karterį. Tepalo žiedai nuo cilindro sienelių pašalina alyvos perteklių. Per juos perduodama didelė dalis šilumos nuo stūmoklių. Didžiausią šilumos kiekį nuo stūmoklio cilindro sienelėms perduoda viršutinis kompresinis žiedas. Šis žiedas labiausiai apkrautas mechaniškai ir termiškai, mažiausiai tepamas, todėl stipriausiai dyla.

Kompresiniai žiedai gaminami iš pilkojo perlitinio ketaus arba plieno su chromo, titano ir vario priedais, legiruojami molibdeno, vanadžiu arba volframu. Įstatyti į stūmoklio griovelius, žiedai turi slankioti (ašinis laisvumas – 0,05–0,2 mm).

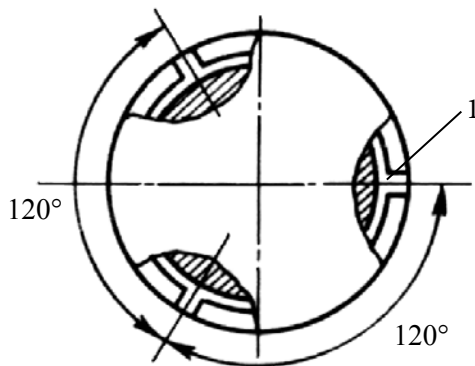
Cilindre suspausto žiedo prapjovoje lieka 0,3–0,8 mm dydžio šiluminis tarpelis, vadinamas užraktu (3.30 pav.).

Jeigu žiedai pagaminti iš skirtingų medžiagų, antrojo žiedo užraktas gali būti didesnis už pirmojo. Varikliui pasiekus darbinę temperatūrą, žiedų šiluminiai tarpeliai beveik išnyksta. Kompresinių žiedų apkrova nevienoda. Pirmajam tenka apie 75 proc., antrajam – 20 proc., trečiajam (jeigu yra) – 7 proc. dujų slėgio. Nevienodai žieduose pasiskirsto ir šilumos srautas, todėl viršutinių žiedų ašinis ir radialinis tarpelis daromas didesnis negu apatinių. Žiedai išdėstomi ant stūmoklio taip, kad užraktai būtų 90–120° vienas kito atžvilgiu.



3.29 pav. Žiedas:

a – užraktas; b – žiedo skersmuo; c – žiedo plotis; d – žiedo storis

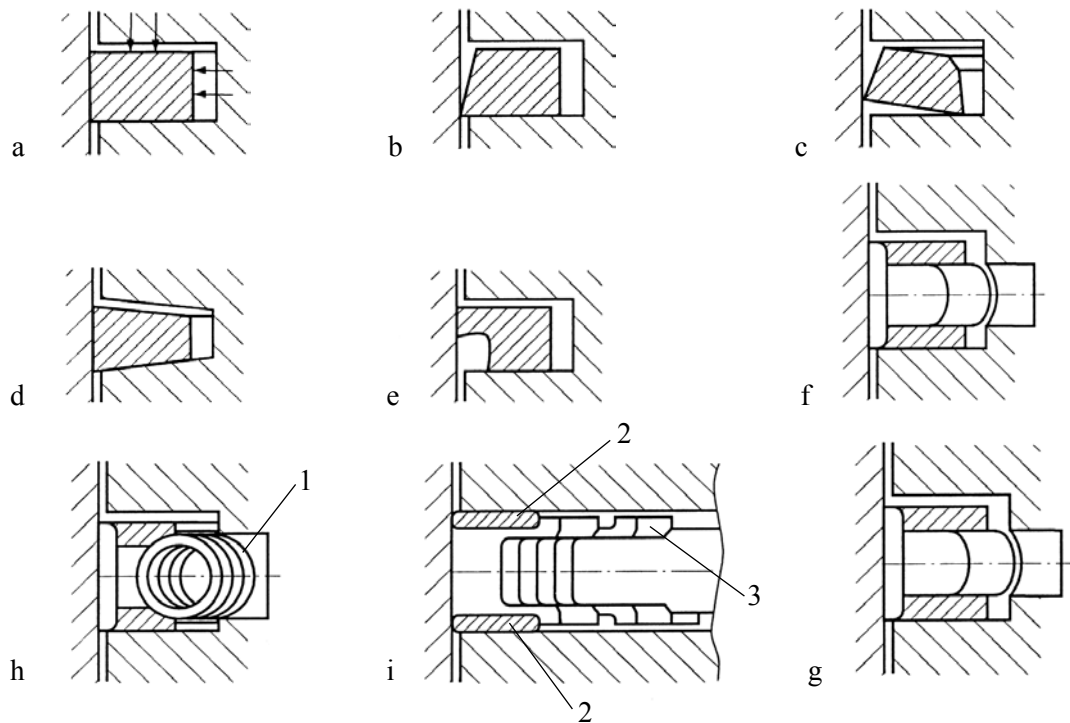


3.30 pav. Žiedų išdėstymas:

1 – užraktas

Kompresiniai žiedai pagal skersinio pjūvio formą būna (3.31 pav.):

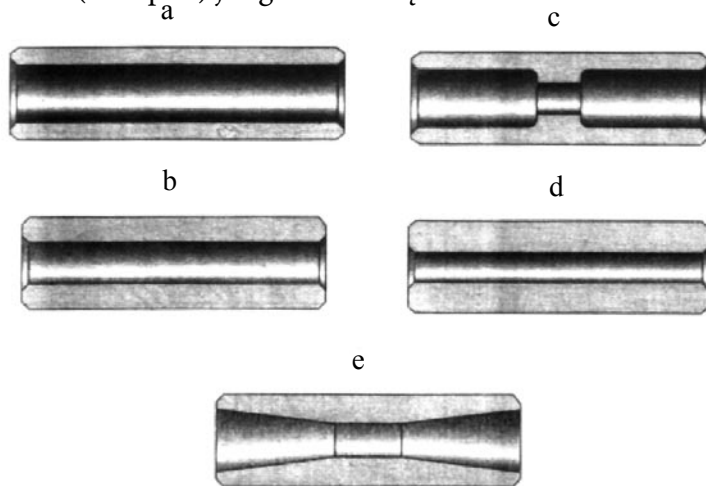
- ◆ Stačiakampiai (a), plačiai naudojami forsuočiams varikliams.
- ◆ Minutiniai (b) – liečiasi su cilindru tik siaura juoste, todėl kontakto vietoje gaunamas didesnis slėgis. Tokie žiedai geriau nubraukia alyvos perteklių.
- ◆ Susisukantys (c) – su cilindrinėmis arba kūginėmis vidinėmis išpjovomis. Cilindre jie susisuka ir išoriniu kraštu stipriai remiasi į sienelę. Tokius žiedus prie cilindro sienelių papildomai spaudžia dujų slėgis.
- ◆ Trapeciniai (d) – briauna nusklembta iki 15° vidine kryptimi.
- ◆ Grandikliniai (e), atliekantys kompresinio ir iš dalies tepalo žiedo funkcijas.
- ◆ Tepalo žiedai nubraukia nuo cilindro sienelių alyvos perteklių. Jie būna ketiniai plyšeliniai (f, g, h). Tepalo žiedų paviršius chromuojamas. Varikliui pasiekus darbinę temperatūrą, tepalo žiedai išsiplečia taip pat kaip kompresiniai, todėl įstačius juos į cilindrą, paliekamas šiluminis tarpas. Jis paprastai būna 0,2–0,5 mm (kambario temperatūroje).
- ◆ Plieniniai surenkamieji (i).



3.31 pav. Žiedai

3.8. Stūmoklio pirštas

Stūmoklio pirštas (3.32 pav.) jungia stūmoklį su švaistiklio viršutine galvute.



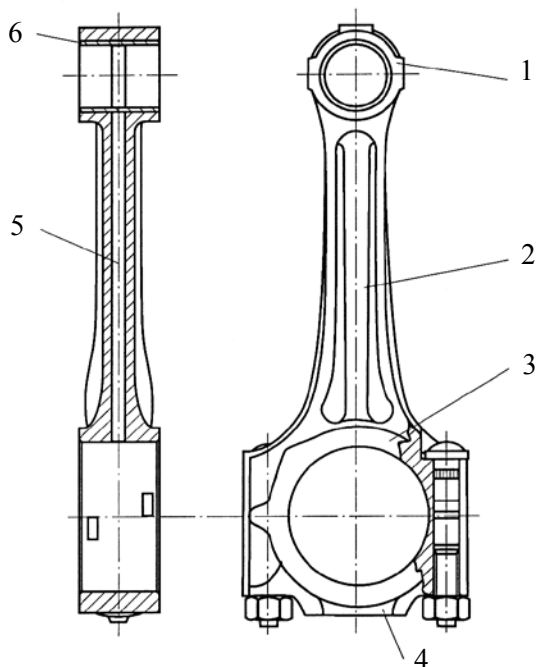
3.32 pav. Stūmoklių pirštai:

a – cilindrinis pirštas su plonomis sienelėmis; b – trumpas storasienis pirštas forsuotiesiems varikliams; c – padidinto stiprumo pirštas (fiksuojamas nejudamai švaistiklio galvutėje); d – dyzelinių variklių pirštas, storasienis; e – pirštas su kūginėmis skylėmis

Tai plieninis tuščiaaviduris strypas, perduodantis švaistikliui dujų slėgio jėgą. Gaminamas iš legiruotojo plieno, išorinis paviršius cementuojamas arba azotinamas iki 1,5–2,0 mm gylio, grūdinamas, šlifuojamas ir poliruojamas. Stūmoklio pirštas dažniausiai įpresuojamas į švaistiklį. Kartais, kad nebūtų ašinio judėjimo, jo galus fiksuoja žiedai.

3.9. Švaistiklis

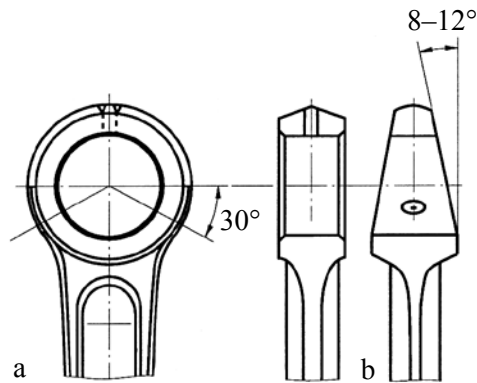
Švaistiklis jungia stūmoklį su alkūniniu vėlenu ir perduoda jam stūmoklį veikiančias dujų slėgio bei inercijos jėgas. Švaistiklį (3.33 pav.) sudaro viršutinė galvutė (1), kotas (2) ir apatinė galvutė (3) su dangteliu (4). Jie dažniausiai štampuojami iš legiruotojo plieno, tačiau Oto varikliams kartais naudojami iš perlitinio ketaus lieti švaistikliai. Švaistiklio ilgis parenkamas kiek įmanoma mažesnis, nes nuo to priklauso variklio aukštis ir masė.



3.33 pav. Švaistiklio sandara:

1 – viršutinė galvutė; 2 – kotas; 3 – apatinė galvutė; 4 – dangtelis;
5 – alyvos kanalas; 6 – įvorė

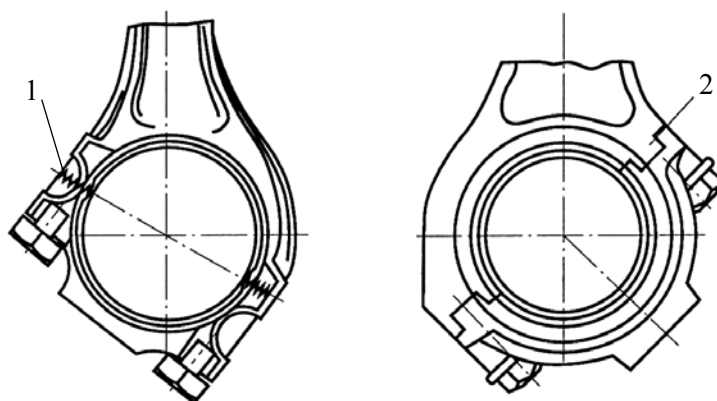
Švaistiklio kotas dažniausiai parenkamas dvitėjinio profilio. Jis pasižymi dideliu standumu ir pakankamai maža mase. Kote gali būti išgręžtas kanalas (5), kuriuo į viršutinę galvutę stūmoklio pirštui tepti ir stūmokliui aušinti slėgiu tiekiamą alyvą. Koto skersplotis viršuje mažesnis negu apatinėje dalyje, perėjimai ties galvutėmis suapvalinti. Tai padidina bendrą švaistiklio standumą.



3.34 pav. Švaistiklių viršutinių galvūčių schema:
a – su lygiagrečiais šoniniais paviršiais; b – trapecinė

Viršutinė švaistiklio galvutė (3.34 pav.) būna arba su lygiagrečiais šoniniais paviršiais (a) arba trapecinė (b). Kai galvutės forma trapecinė, gaunamas didesnis piršto ir galvutės bei piršto ir stūmoklio stebulių lietimosi paviršių plotas. Todėl šitokie švaistikliai vis dažniau naudojami sunkvežimių varikliams, kuriuose veikia didesnės dujų slėgio jėgos.

Lengvųjų automobilių variklių švaistiklio viršutinė galvutė tepama taškymo būdu. Tam daroma anga galvutės viršuje arba šoninės angos maždaug 30° kampu žemiau horizontalios galvutės ašies (3.34 pav.). Pastaruoju atveju į galvutę patenka ne karšta alyva, nutekanti nuo stūmoklio, bet šaltesnė, išpurkšta arba iš purkštukų, arba iš alkūninio veleno guolių. Kai piršto slėgis į švaistiklio galvutės paviršių viršija 80 N/mm^2 , alyva į galvutę tiekama slėgiu kote išgręžtu kanalu. Kad trintis būtų sumažinta, į viršutinę galvutę įpresuojama bronzinė įvorė (3.33 pav.). Didesnės galios varikliams naudojamos plieno įvorės, padengtos bronzos arba aliuminio lydiniu.



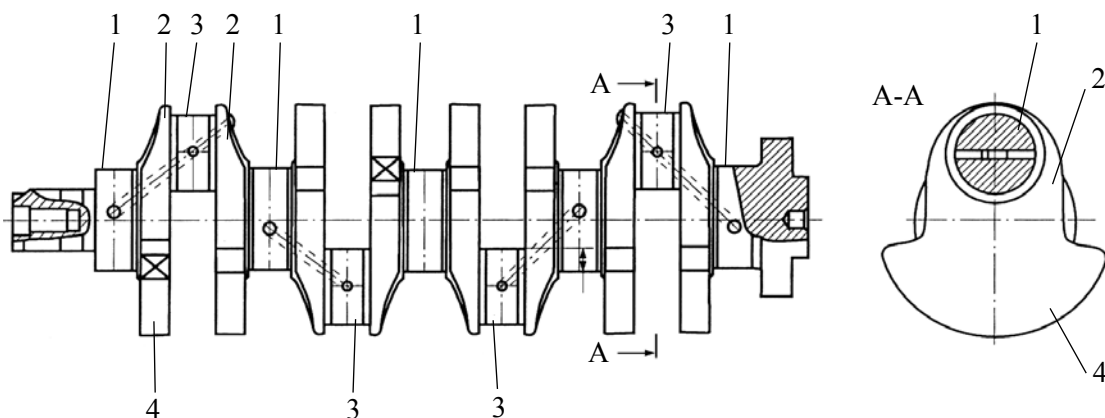
3.35 pav. Įstrižai sujungiamos apatinės švaistiklių galvutės:
1, 2 – trikampės ir stačiakampės fiksavimo išdrožos

Apatinė švaistiklio galvutė daroma išardoma. Ji sujungiama tiesiai (3.33 pav.) arba įstrižai (3.35 pav.) 30°, 45° ir 60° kampu švaistiklio ašinės linijos atžvilgiu. Įstrižai sujungiama tik tais atvejais, kai apatinės galvutės skersmuo didelis ir švaistiklio negalima ištraukti per cilindą. Dangtelis prie galvutės dažniausiai tvirtinamas dviem varžtais, kurie kartu fiksuoja dangtelį galvutės atžvilgiu. Kai jungtis įstriža, dangtelis fiksuojamas sandūros plokštumoje (3.35 pav.) trikampėmis (1) arba stačiakampėmis (2) išdrožomis, kurios priima šonines jėgas ir mažina jų poveikį tvirtinimo varžtams.

3.10. Alkūninis velenas

Alkūninis velenas slenkamąjį stūmoklio ir švaistiklio judesį paverčia sukamuoju. Jį veikia dujų slėgio, inercijos ir išcentrinės jėgos. Be to, alkūninis velenas perduoda dujų slėgio sukimo momentą jėgos pavarai. Velenas turi būti standus, tvirtas, atsparus dilimui ir dinamiškai subalansuotas.

Alkūniniai velenai štampuojami iš legiruotojo plieno arba liejami iš ketaus. Lieti ketiniai velenai yra pigesni, lengvesni, geriau slopina sukamuosius švytavimus, jų geresnės anti-frikinės savybės, tačiau štampuoti plieniniai velenai yra standesni. Oto varikliams dažniausiai naudojami ketiniai alkūniniai velenai, o dyzeliniams – plieniniai.



3.36 pav. Keturių cilindrų variklio alkūninis velenas:

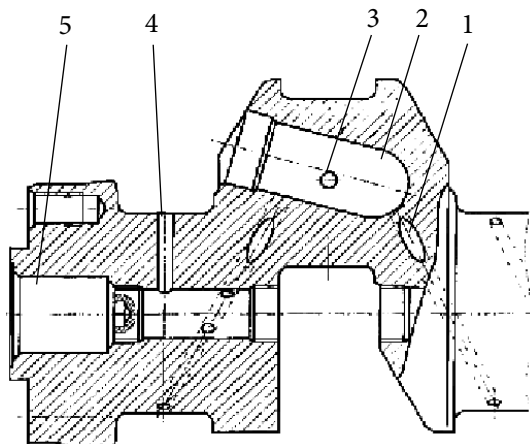
- 1 – pagrindiniai kakliukai; 2 – peteliai; 3 – švaistiklių kakliukai;
4 – atsvarai; A – kakliukų persidengimas

Alkūninį veleną (3.36 pav.) sudaro pagrindiniai (1) ir švaistiklių (3) kakliukai, sujungti peteliais (2). Alkūniniai velenai turi atsvarus (4), kurie atsveria pagrindinius guolius veikiančias jėgas ir subalansuoja alkūninį mechanizmą veikiančias inercijos jėgas ir momentus. Jie liejami arba štampuojami išvien su peteliais. Ant priekinio veleno galo tvirtinami dujų skirstymo mechanizmo pavaros krumpliaratis, žvaigždutė ar skriemulys bei pagalbinių mechanizmų pavarų skriemuliai. Prie veleno galo tvirtinamas smagratis. Pagrindiniais kakliukais vele-

nas slydimo guoliuose tvirtinamas variklio karteryje. Prie švaistiklių kakliukų jungiamos apatinės švaistiklių galvutės. Dilimui sumažinti veleno kakliukų paviršiai grūdinami ir kruopščiai apdirbami (šlifuojami, poliruojami). Taip pat jie gali būti azotinami.

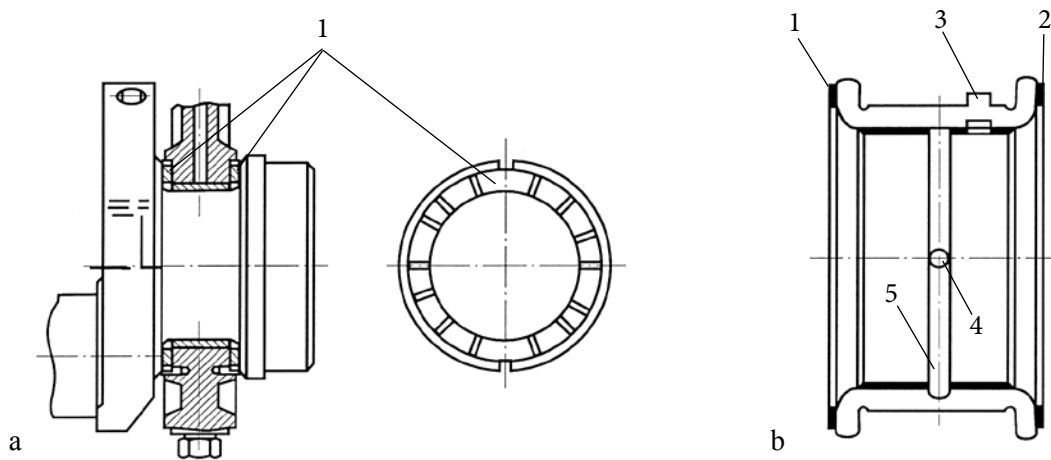
Kakliukus stengiamasi daryti kuo didesnio skersmens, kad daugiau vienas kitą perdengtų (3.36 pav., dydis A). Tada velenas standesnis. Pagrindinis kakliukas ties smagračiu kartais daromas ilgesnis.

Veleno gale ištekinamas pavarų dėžės pirminio veleno arba sankabos velenėlio atraminio guolio lizdas.



3.37 pav. Alyvos tiekimas į švaistiklių kakliukus:

1 – alyvos tiekimas iš pagrindinio į švaistiklio kanalą; 2 – papildoma alyvos valymo ertmė; 3 – alyvos tiekimo į švaistiklius kanalas; 4 – alyvos įtekėjimo kanalas; 5 – pavarų dėžės pirminio veleno guolio lizdas



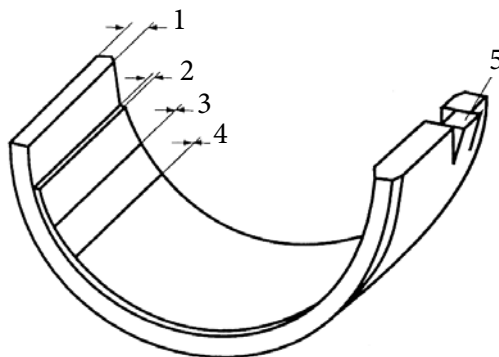
3.38 pav. Alkūninio veleno ašinio laisvumo ribojimas:

a – plieniniais pusžiedžiais; b – pagrindinių guolių briaunomis;
1 – pusžiedžiai; 2 – atraminės briaunos; 3 – fiksavimo užkarpėlė;
4 – alyvos tiekimo anga; 5 – griovelis

Peteliuose išgręžiami kanalai (1) (3.37 pav.), kuriais alyva iš pagrindinių kakliukų patenka į švaistiklių kakliukus ir jų erdmėse (2), veikiama išcentrinės jėgos, papildomai išvaloma. Alyva į švaistiklio guolius tiekama kanalu (3), kuris gręžiamas statmenai alkūnės plokštumai ties kakliuko ašimi arba šiek tiek žemiau.

Alkūninio veleno ašinis laisvumas ribojamas plieniniais pusžiedžiais (1) (3.38 pav., a), įmontuotais galinio arba vidurinio pagrindinių guolių šonuose, arba pagrindinių guolių briaunomis (3.38 pav., b).

Pagrindinių ir švaistiklių slydimo guolių įdėklai yra panašūs.



3.39 pav. Slydimo guolio įdėklas:

1 – plieninė juosta; 2 – 0,3–0,5 μm švino ir bronzos ar aliuminio lydinio sluoksnis;
3 – 1,2 μm storio nikelio sluoksnis; 4 – 10–30 μm storio
švino, alavo ir vario lydinio sluoksnis; 5 – fiksavimo užkarpėlė

Dažniausiai naudojami plonasieniai trijų sluoksnių slydimo guolių įdėklai (3.39 pav.). Puslankiu išlenkta plieninė juosta (1) dengiama 0,3–0,5 μm storio antifrikciniu sluoksniu (2) (švino ir bronzos ar aliuminio lydinio). Ant šio sluoksnio užpurškiamas arba galvaniniu būdu uždedamas 10–30 μm storio švino, alavo ir vario lydinio sluoksnis (4), mažinantis guolio dilimą. Tarp antrojo ir trečiojo sluoksnių dedamas 1–2 μm storio nikelio sluoksnis (3). Jis stabdo alavo difuziją į švino bronzą, kai temperatūra aukšta, o naudojant aliuminio lydinius, pagerina viršutinio sluoksnio sukibimą. Kartais naudojami ir keturių sluoksnių įdėklai. Jų sandara tokia pat, kaip ir trijų sluoksnių, tik papildomai įdėklas iš visų pusių padengiamas dar vienu minkštesniu 2 μm sluoksniu, kad jis visu paviršiumi liestųsi su guoliaviete ir gerai perduotų šilumą. Be to, šis sluoksnis apsaugo guolį nuo korozijos.

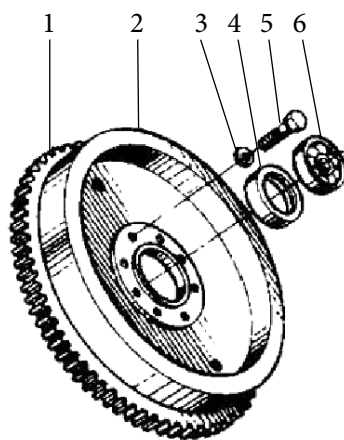
Guoliai fiksuojami užkarpėlėmis (5), kurios įeina į atitinkamos formos išėmas guolia-vietėse. Viršutinė ir apatinė plonasienių įdėklų dalys identiškos, tačiau pagrindinio kakliuko viršutiniame įdėkle išgręžiama skylutė, pro kurią alyva iš bloko tiekama alkūninio veleno guoliams. Švaistiklio kakliuko viršutiniame įdėkle kartais išgręžiama skylutė alyvai tiekti į viršutinę švaistiklio galvutę. Alyvai geriau pasiskirstyti įdėkluose kartais daromi grioveliai (5) (3.38 pav., b).

Kad alyva neprasiskverbtų iš karterio, alkūninio veleno galuose daromi alyvos atšvaitai, alyvą gražinantys srieginiai grioveliai, dedami riebokšliai. Veleno priekyje karterio išorėje tvirtinami dulkių reflektoriai.

3.11. Smagratis

Smagratis – tai mechaninės energijos akumuliatorius, mažinantis variklio sukimosi netolygumus (3.40 pav.). Smagračio sukaupta energija suka alkūninį veleną, kol cilindre vyksta pagalbiniai taktai, padeda varikliui įveikti trumpalaikes apkrovas, ypač pradedant važiuoti.

Smagratis liejamas iš ketaus. Ant smagračio uždedamas plieninis dantytasis žiedas, skirtas varikliui sukti.



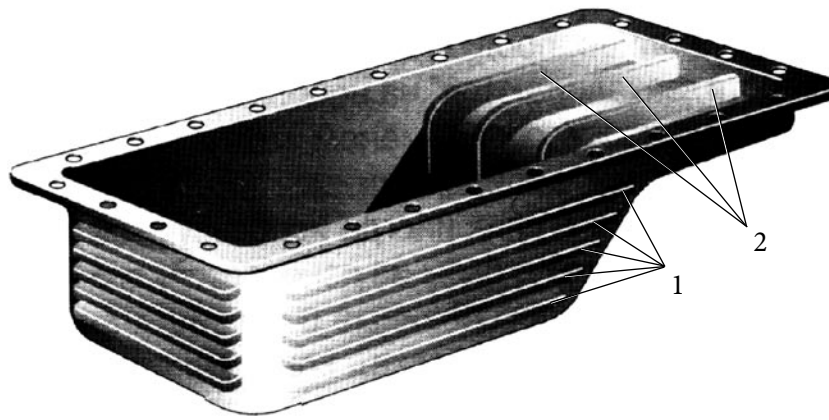
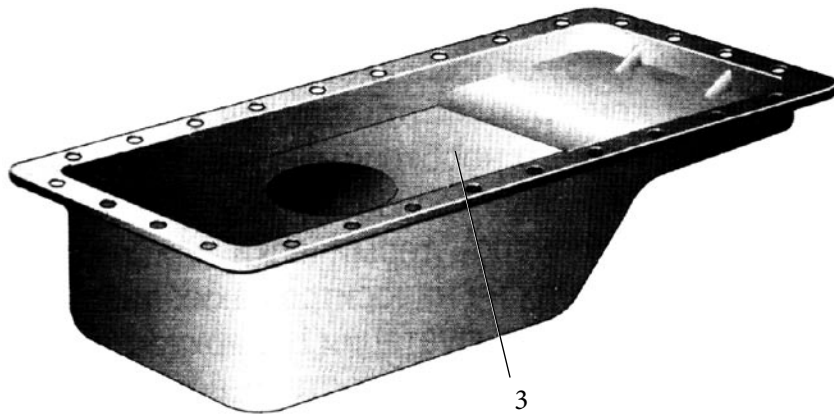
3.40 pav. Smagratis:

1 – smagračio krumpliaratinis žiedas; 2 – smagratis; 3 – poveržlė;
4 – įvorė; 5 – varžtas; 6 – guolis

3.12. Karterio dugninė

Karterio dugninė – tai alyvos indas, kartu apsaugantis kitas variklio dalis nuo purvo ir dulkių (3.41 pav.). Apatinėje karterio dugninės dalyje yra anga alyvai išleisti, sandarinama užsukamu kamščiu (3.42 pav.). Karterio dugninė tvirtinama prie cilindrų bloko. Kad alyva netekėtų, tarp karterio dugninės ir bloko dedami tarpikliai ir riebokšliai. Japonų automobilių gamintojai dažnai vietoj tarpiklių naudoja specialius hermetikus.

Ekspluatuojant automobilių alyvoje neišvengiamai didėja dilimo produktų. Daugumą jų sulaiko alyvos filtrai, tačiau dar viena apsaugos priemonė yra magnetas, įtaisomas alyvos nupylimo kamštyje. Jis sulaiko metalinius dilimo produktus, apsaugo filtrus, kad neužsikimštų, o judančias variklio dalis – nuo pažeidimų.



3.41 pav. Karterio dugninė:

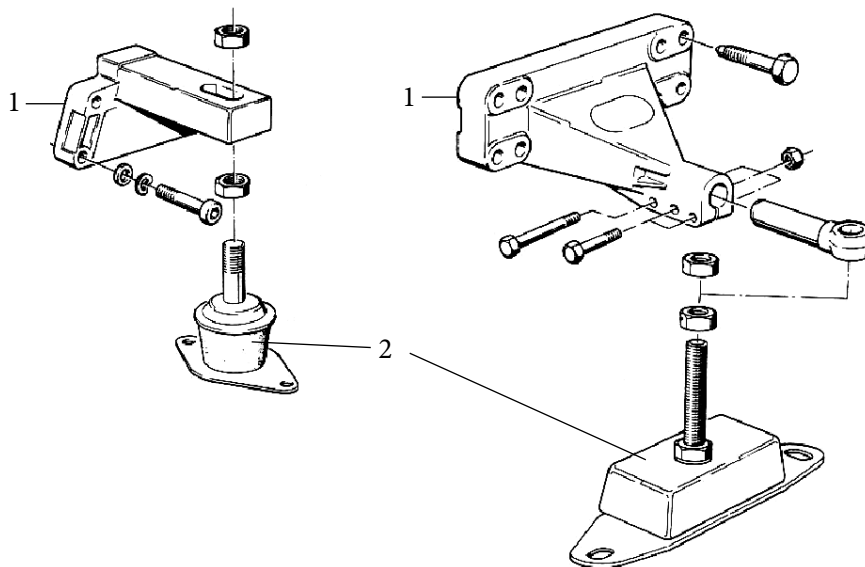
1 – aušinimo briaunos; 2 – tepalo nutekėjimo kreipiančiosios; 3 – ekranas



3.42 pav. Alyvos išleidimo kamštis su magnetu

3.13. Variklio tvirtinimas (pakaba)

Variklis prie automobilio rėmo tvirtinamas elastingais metalo ir gumos amortizatoriais trijose ar keturiose vietose. Variklio pakaba mažina žalingą virpesių poveikį ir saugo variklio bloką nuo didelių apkrovų, kai automobilio rėmas svyruoja ir deformuojasi (3.43 pav.).



3.43 pav. Variklio tvirtinimas:
 1 – variklio kronšteinas; 2 – metalo ir gumos amortizatoriai

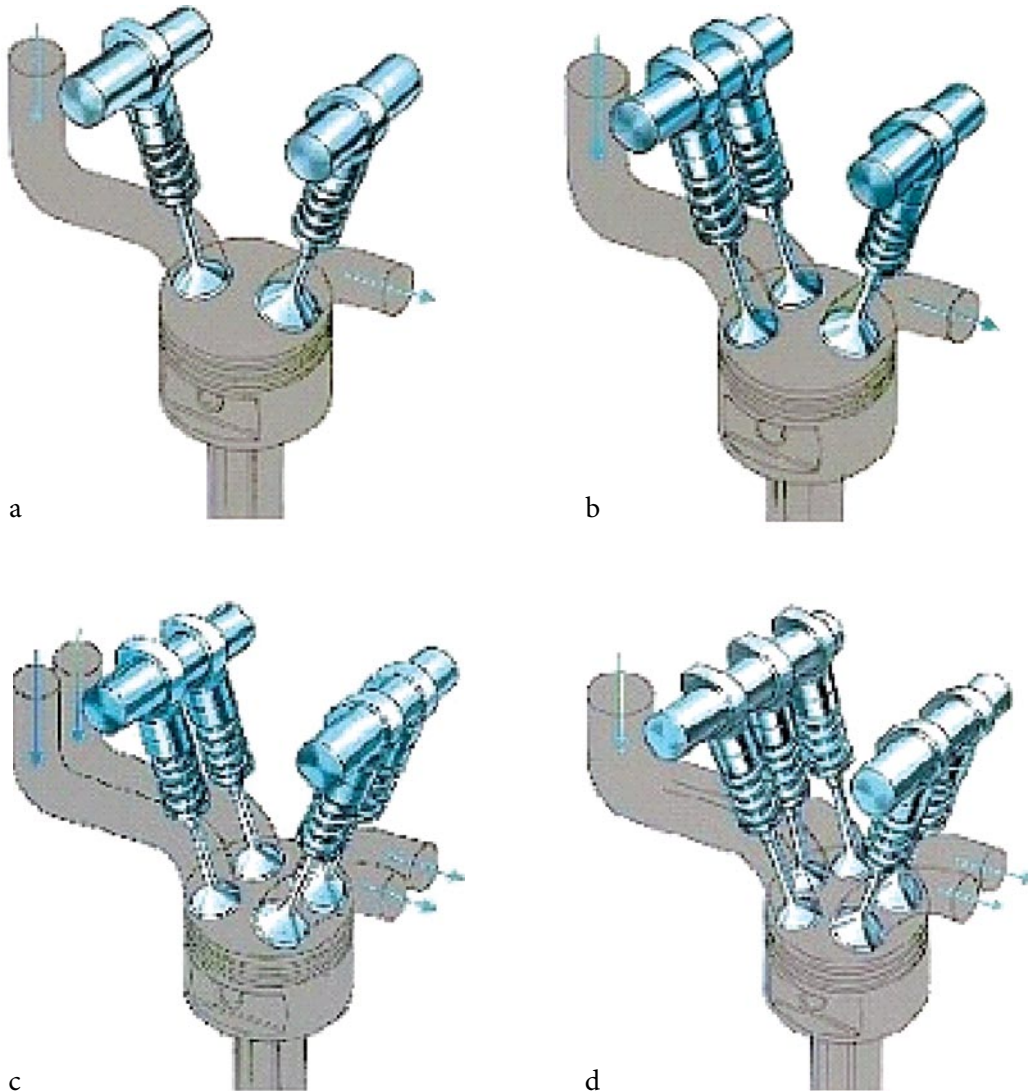
PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. AŠM paskirtis.
2. Stūmoklio paskirtis.
3. Stūmoklio sandara.
4. Kokie žiedai naudojami VDV?
5. Kompresinių žiedų paskirtis.
6. Tepalo žiedų paskirtis.
7. Stūmoklio piršto paskirtis.
8. Kokia švaistiklio konstrukcija?
9. Kaip tvirtinamas alkūninis velenas?
10. Alkūninio veleno paskirtis.
11. Smagračio paskirtis.
12. Karterio paskirtis.
13. Kaip tvirtinamas variklis?

4. DUJŲ SKIRSTYMO MECHANIZMAS

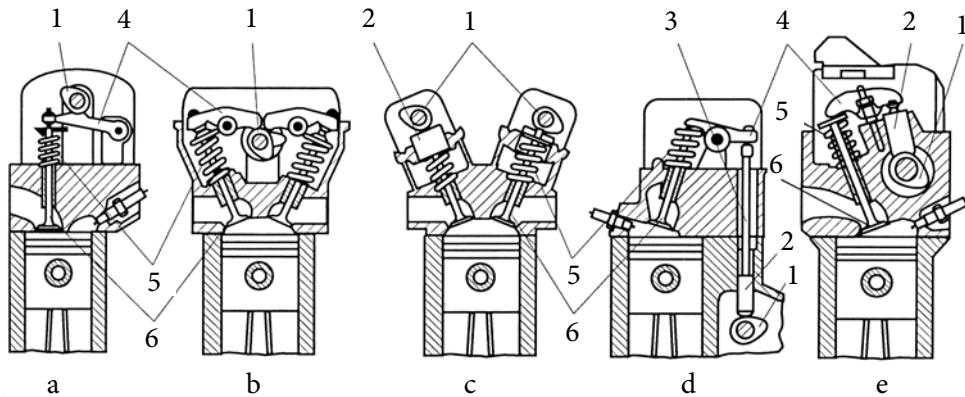
Dujų skirstymo mechanizmo (DSM) paskirtis – tiekti į cilindrus degujų mišinį ir šalinti deginius. Varikliui dirbant būtina užtikrinti didžiausiąją galią, ekonomiškumą ir kuo mažesnę kenksmingųjų medžiagų kiekį išmetamosiose dujose. DSM gabaritai, konstrukcija, pavara sprendžiant šias užduotis turi lemiamos reikšmės. Variklio alkūninis velenas per pavara suka skirstymo veleną, kuris sukasi du kartus lėčiau negu alkūninis velenas (alkūninio veleno žvaigždutė du kartus mažesnė už skirstymo veleno žvaigždutę).

Šiuolaikiniuose varikliuose naudojamus DSM galima skirstyti:



4.1 pav. Vožtuvų išdėstymo schemas

- Pagal vožtuvų skaičių vienam cilindriui (4.1 pav.):
 - a – du vožtuvai;
 - b – trys vožtuvai;
 - c – keturi vožtuvai;
 - d – penki vožtuvai. Esant neporiniam vožtuvų skaičiui (3 arba 5), įsiurbimo vožtuvų visada būna daugiau.
- Pagal vožtuvų pavaros konstrukciją:
 - a) mechaniniai;
 - b) hidrauliniai;
 - c) elektromagnetiniai.
- Pagal skirstymo veleno vietą:
 - a) skirstymo velenas cilindrų galvutės viršuje (4.2 pav., a, b, c, e);
 - b) skirstymo velenas apačioje variklio bloke (4.2 pav., d).



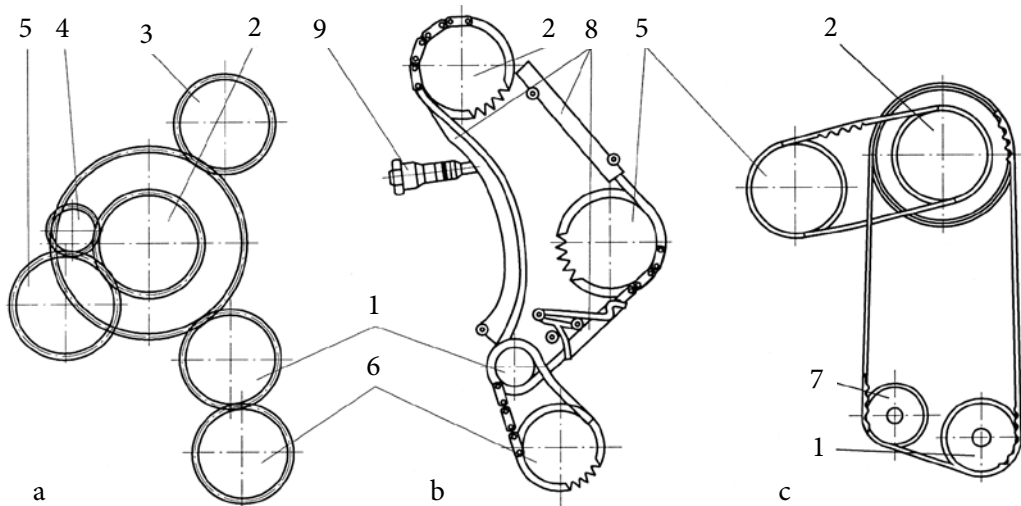
4.2 pav. DSM konstrukcijos:

1 – skirstymo velenas; 2 – stūmiklis; 3 – strypas; 4 – svirtis;
5 – spyruoklės; 6 – vožtuvas

- Pagal DSM pavaros konstrukciją (4.3 pav.):
 - a) krumpliaratinė;
 - b) grandininė;
 - c) dantytasis dirželis.

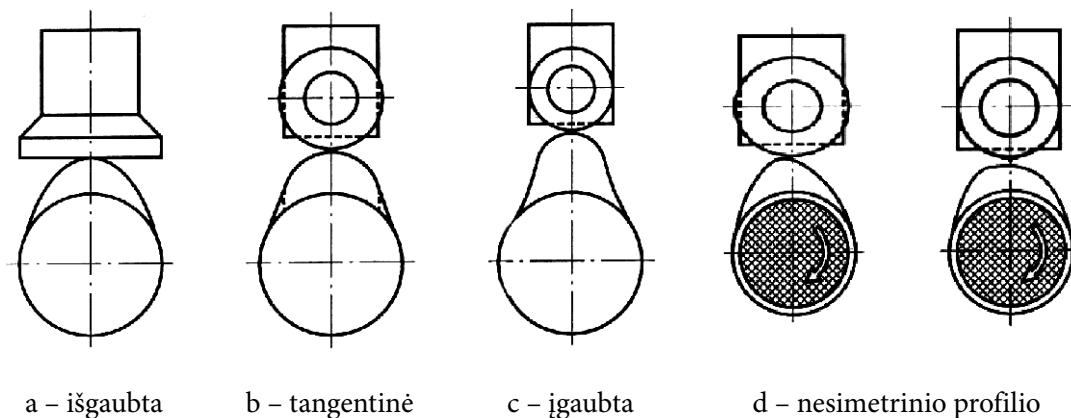
Pagal dujų skirstymo veleno kumštelių formą (4.4 pav.):

- išgaubta;
- tangentinė;
- įgaubta;
- nesimetrinio profilio.



4.3 pav. DSM pavaros:

a – krumpliaratinė; b – grandininė; c – diržinė; 1 – alkūninis velenas; 2 – skirstymo velenas; 3 – papildomų agregatų pavaras; 4 – oro kompresorius; 5 – degalų įpurškimo siurblys; 6 – alyvos siurblys; 7 – įtempimo skriemulys; 8 – švytavimo malšintuvai; 9 – įtempiklis



4.4 pav. DSM skirstymo veleno kumštelių konstrukcija

4.1. DSM konstrukcija su skirstymo veleno apačioje

Velenas įtaisomas variklio cilindrų bloke. Pagrindinis tokios konstrukcijos privalumas yra paprastumas. Trūkumas – didelė judančių DSM dalių masė ir sunkumai garantuojant tikslų vožtuvų atidarymą ir uždarymą. Jėgai, veikiančiai vožtuvus, perduoti naudojamos dalys plečiasi kylant variklio temperatūrai. Sudėtinga užtikrinti reguliavimų tikslumą.

Skirstymo veleną suka krumpliaratis, sujungtas su alkūninio veleno krumpliaraičiu. Triukšmui sumažinti sukibimo dantys daromi įstriži.

Sukdamasis velenas kumšteliu per stūmiklį ir svirtį atidaro vožtuvą. Velenui prasisukus, spyruoklės vožtuvą sugrąžina atgal.

4.2. DSM konstrukcija su skirstymo veleno viršuje

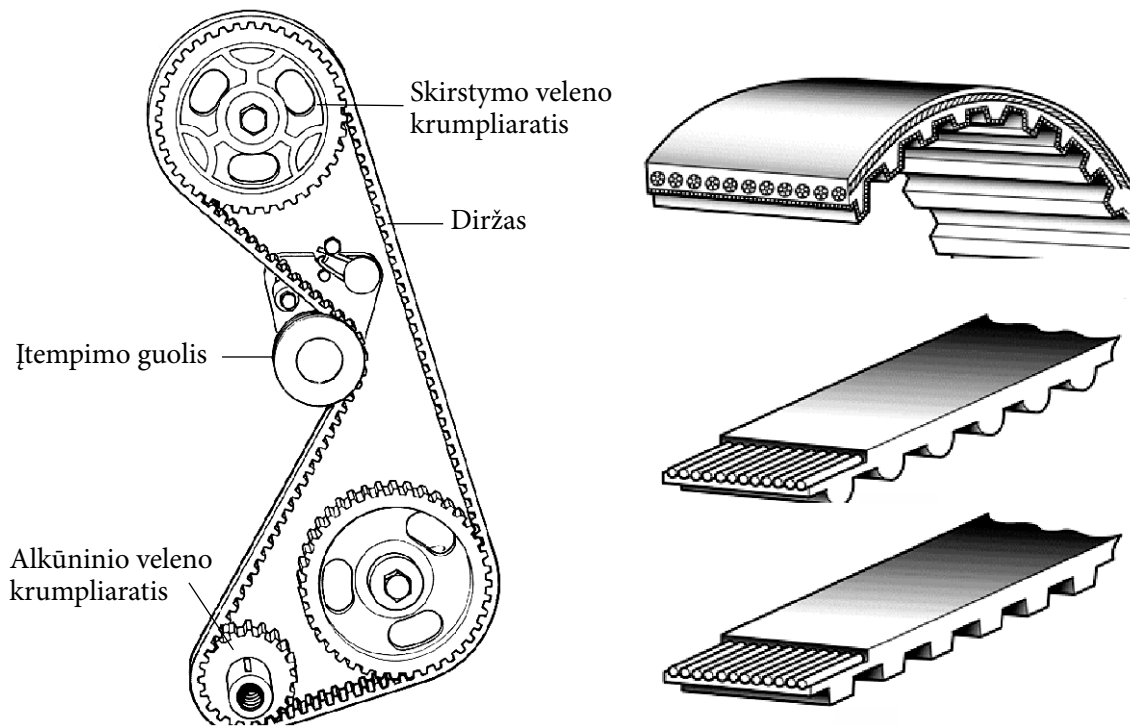
Velenas įtaisomas cilindro bloko galvutėje. Didesnis atstumas tarp alkūninio ir skirstymo velenų beveik nepalieka galimybės pavara naudoti krumpliaraičius. Naudojamos grandinės arba dantytieji dirželiai. Galinguose dyzeliniuose varikliuose tokia pavara gali būti iš krumpliaraičių su vienu ar keliais tarpiniais velenais (4.5 pav.).



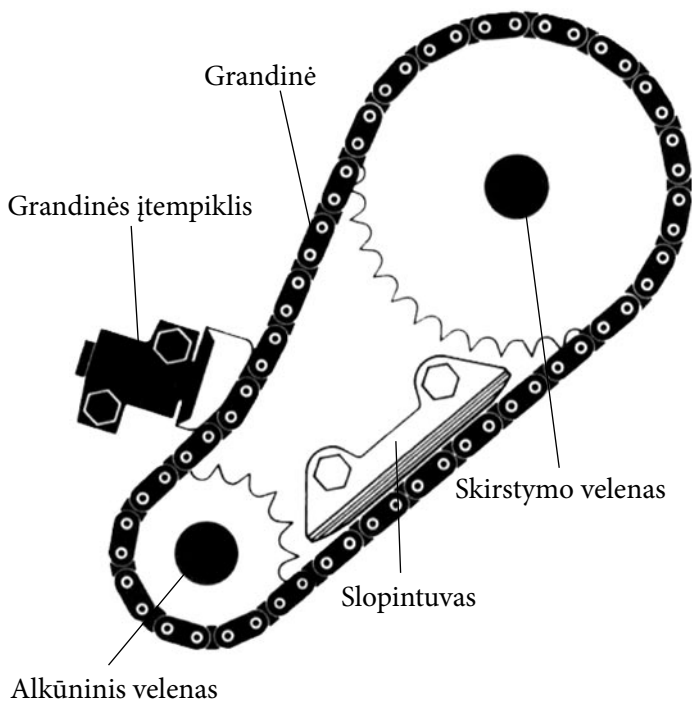
4.5 pav. Krumpliaratinė DSM pavara

Diržinė pavara (4.6 pav.) užtikrina pakankamą ilgaamžiškumą, reguliavimų tikslumą, žemą triukšmo lygį, jos nereikia tepti. Diržai gaminami iš sintetinių medžiagų, armuotų stiklo audiniu arba metaliniu kordu.

Grandininė pavara (4.7 pav.) gana paprasta, patikima ir ilgaamžiškesnė už diržinę. Trūkumais galima laikyti didesnę triukšmingumą, grandinės vibraciją, keičiantis variklio sukiamams ir apkrovoms, išsitempimą eksploatuojant. Vibracijoms slopinti naudojami malšintuvai ir įtempikliai.

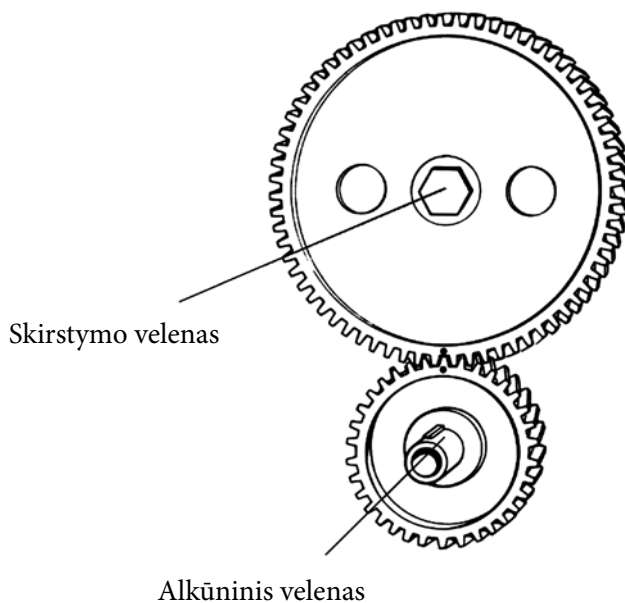


4.6 pav. Diržinė DSM pavara



4.7 pav. Grandininė DSM pavara

Krumpliaratinė skirstymo veleno pavara (4.8 pav.) didina variklio masę, ją reikia labai tiksliai sureguliuoti.



4.8 pav. Krumpliaratinė DSM pavara

Dujų skirstymo mechanizmams su dviem vožtuvais valdyti naudojamas vienas velenas. Kai cilindre įtaisoma daugiau nei du vožtuvai cilindriui, juos dažniausiai valdo du velenai.

4.3. Dujų skirstymo mechanizmo dalys

Skirstymo velenas (4.9 pav.) gaminamas kartu su vožtuvų valdymo kumšteliais. Kumštelių skaičius beveik visada atitinka vožtuvų skaičių. Kai kuriuose benzininiuose varikliuose ant veleno papildomai liejamas ir apdirbamas krumpliaratis, sukantis uždegimo sistemos skirstytuvą.

Velenas sukasi slydimo guoliuose, įpresuotuose variklio bloke arba galvutėje. Gaminant atraminiai kakliukai dažnai daromi vis mažesnio skersmens, žiūrint nuo veleno priekio. Tai palengvina montavimą.

Skirstymo velenai gaminami iš plieno arba specialaus ketaus. Atraminiai kakliukai ir kumšteliai apdirbami papildomai. Jie grūdinami arba cementuojami, o po to šlifuojami ir poliruojami.

Skirstymo veleno kumštelių išdėstymas ir forma priklauso nuo darbo taktų kiekviename cilindre sekos.



4.9 pav. DSM skirstymo velenėlis

4.1 lentelė. Darbo taktų seka cilindruose

Variklių tipai	Darbo tvarka
Eile išdėstytų cilindrų	
Trijų cilindrų	1-2-3 arba 1-3-2
Keturių cilindrų	1-3-4-2 arba 1-2-4-3
Penkių cilindrų	1-2-4-5-3
Šešių cilindrų	1-5-3-6-2-4 arba 1-4-2-6-3-5
Aštuonių cilindrų	1-6-2-5-8-3-7-4 arba 1-4-7-3-5-8-2-6
V formos varikliai	
Keturių cilindrų	1-4-2-3 arba 1-3-4-2
Šešių cilindrų	1-6-3-5-2-4 arba 1-4-2-5-3-6
Aštuonių cilindrų	1-5-4-8-6-3-7-2
Dvylikos cilindrų	1-10-5-7-3-11-6-9-2-12-4-8 arba 1-12-9-4-5-8-11-2-3-10-7-6

4.1 lentelėje nurodyta tik dažniausiai naudojamų variklio darbo taktų tvarka. Ji gali kisti, ypač daugiacylinde varikliuose.

Vožtuvų atidarymo ir uždarymo laikas labai svarbus variklio darbo efektyvumui. Kuo ilgiau įsiurbimo vožtuvas atidarytas, tuo geriau cilindras užsipildo degiuoju mišiniu. Tam didelės reikšmės turi veleno kumštelių forma. Kumšteliai gali būti išgaubti, tangentiniai arba įgaubti.

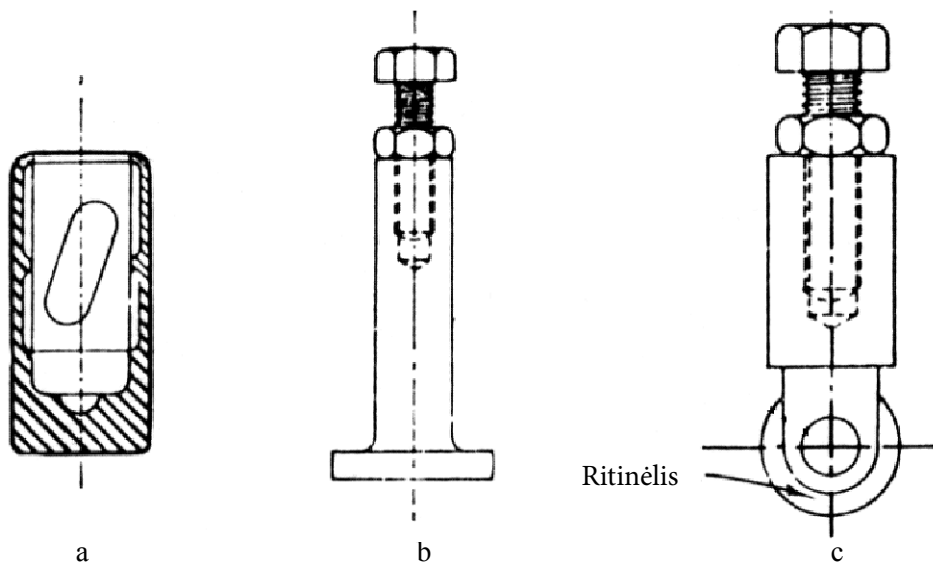
Išgaubtos formos kumšteliai greitai atidaro ir uždaro vožtuvus, bet daugiau apkraunama vožtuvų pavara, didėja reikalavimai jos kokybei. Tokių kumštelių pagrindinis privalumas – jie gali dirbti su įvairių tipų stūmikliais, taip pat ir su plokščiais.

Tangentiniai kumšteliai suteikia vožtuvui mažesnę pagreitį. Jie gali dirbti su išgaubtais arba ritininiais stūmikliais. Įgaubtos formos kumšteliai naudojami tik su ritininiais stūmikliais. Kartais naudojami asimetrinės formos kumšteliai. Tokie kumšteliai mažiau apkrauna vožtuvų pavaros detales ir gerina variklio darbo efektyvumą.

4.4. Vožtuvų pavaros detalės

Mechaniniai stūmikliai

Stūmikliai perduoda dujų skirstymo veleno kumštelių jėgą vožtuvams. Atsižvelgiant į DSM konstrukciją, stūmikliai būna skirtingi. Labiausiai paplitę grybo formos (4.10 pav., b) su plokščiu arba sferiniu paviršiumi ir cilindriniai su sferiniu atraminiu paviršiumi (4.10 pav., a) arba ritinėliu (4.10 pav., c).

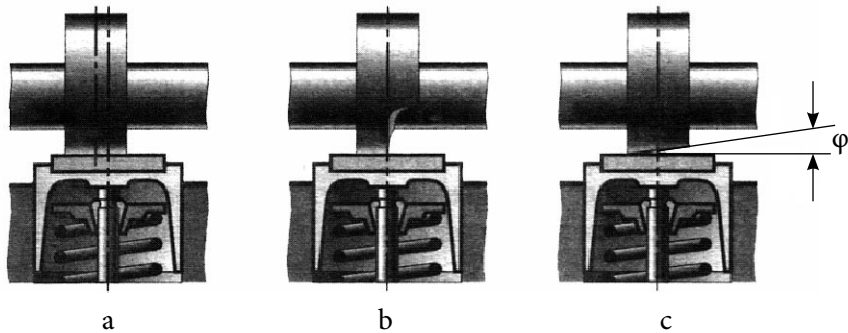


4.10 pav. Stūmikliai

Kad stūmiklis diltų tolygiai, jis statomas taip, kad jo ašis nesutaptų su kumštelių ašimi. Taip stovintis stūmiklis, veikiant varikliui, sukasi apie savo ašį (4.11 pav.).

Ritininiai stūmikliai lengviau perduoda jėgas, mažina nuostolius, bet yra sudėtingesni ir brangesni. Kad neprasisuktų, jie fiksuojami kreipiamosiose įvorėse.

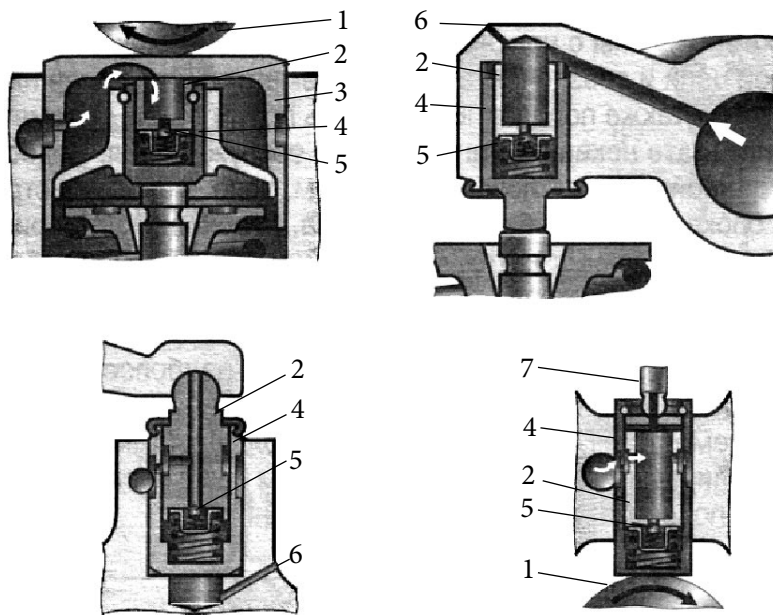
Kylant variklio temperatūrai, plečiasi DSM detalės. Siekiant užtikrinti stabilų ir efektyvų variklio darbą, tarp vožtuvo ir svirtelės arba tarp vožtuvo ir stūmiklio paliekamas šiluminis tarpelis. Kai variklis šaltas, jis būna $0,1 \div 0,5$ mm.



4.11 pav. Vožtuvų pasukimo mechanizmai

4.5. Hidrauliniai stūmikliai

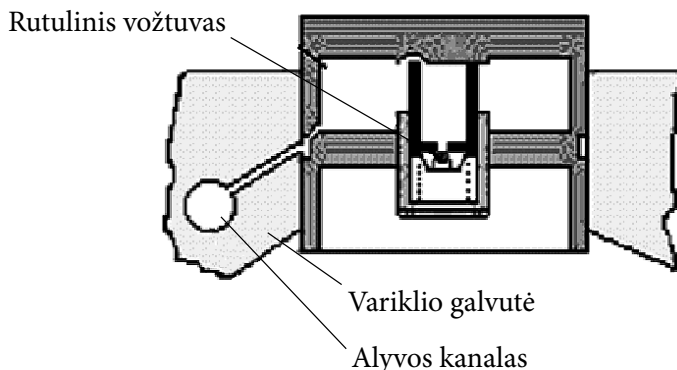
Naudojant hidraulinius stūmiklius, šiluminį tarpelį DSM reguliuoja hidraulinis stūmiklis, todėl nereikia specialiai reguliuoti. Paveikslėlyje (4.12 pav.) pavaizduotos tokių stūmiklių konstrukcijos.



4.12 pav. Hidrauliniai stūmikliai:

1 – skirstymo velenas; 2 – stūmoklis; 3 – korpusas; 4 – įvorė;
5 – atgalinis vožtuvas; 6 – drenažinė anga; 7 – strypas

Per alyvos kanalą į hidraulinio stūmiklio korpusą patenka variklio alyva, stūmiklio aukštis pasikeičia, nes jame susidaręs alyvos slėgis išstumia įvorę, tačiau atsižvelgiant į konstrukciją, jis yra tarp vožtuvo koto ir svirties arba skirstymo veleno.



4.13 pav. Hidraulinio stūmiklio schema

Alyva slėgiu iš variklio tepimo sistemos patenka į hidraulinį stūmiklį (4.13 pav.), bet nepajėgia jo daugiau išstumti, nes negali nugalėti vožtuvo spyruoklės jėgos. Tada skirstymo velenas pradeda spausti hidraulinį stūmiklį, per jį – ir vožtuvo kotą. Stūmiklyje užsidaro rutulinis vožtuvas, ir alyva negali grįžti į tepimo sistemą. Jėga perduodama vožtuvo kotui, ir vožtuvas atsidaro.

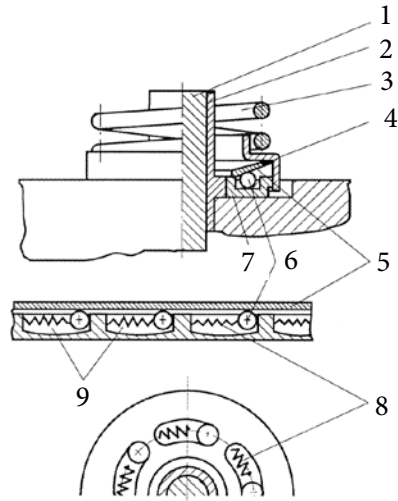
Tačiau dalis alyvos išteka iš hidraulinio stūmiklio ir atsiranda tarpelis, kai skirstymo velenas jo nespaudžia. Vėliau hidraulinis stūmiklis vėl užpildomas alyva iš variklio tepimo sistemos. Tai vyksta kiekvieną kartą, kai skirstymo velenas nespaudžia hidraulinio stūmiklio. Jei hidraulinis stūmiklis neužsipildo alyva iki kito suslėgimo, atsiranda per didelis tarpelis ir dujų skirstymo mechanizme girdėti kalenimas.

Kalenimo atsiradimo priežastys:

1. Mažas tepalo (alyvos) slėgis.
2. Natūralus hidraulinio stūmiklio dilimas.
3. Nekokybiška alyva.
4. Hidraulinio stūmiklio vožtuvų užterštumas.

4.6. Vožtuvų pasukimo mechanizmas

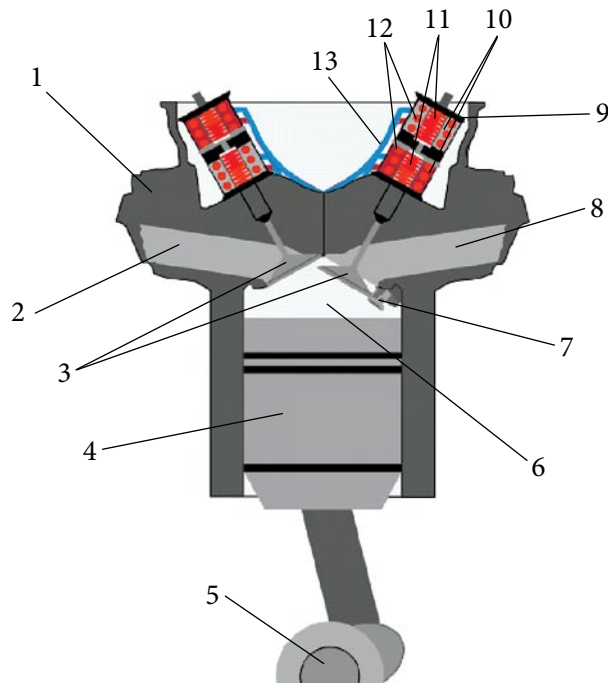
Mažiau ir tolygiau dyla besisukantys vožtuvai. Tam tikslui įstatomi vožtuvų priverstinio pasisukimo mechanizmai. Besisukdamas vožtuvas tolygiau kaista. Jo pasisukimo mechanizmą (4.14 pav.) sudaro nejudantis korpusas (7), kurio nuožulniuose kūginuose grioveluose (9) tolygiai išdėstyti metaliniai rutuliukai (6) su grąžinimo spyruoklėmis (8) ir plokščias spyruokliuojantis diskas (5) virš jų, kuris vidine briauna remiasi į korpusą (7). Į išorinę disko briauną remiasi dangtelis (4), kurį spaudžia vožtuvo spyruoklė (3). Atsitarant vožtuvui spyruoklė (3) per dangtelį (4) spaudžia diską (5), kuris išsitiesdamas atsiremia į rutuliukus (6). Veikiami spyruoklės spaudimo jėgos, rutuliukai rieda nuožulniais korpuso (7) grioveliais (9) ir pasuka diską (5), dangtelį (4) ir spyruoklę (3) su vožtuvu (1). Kai vožtuvas užsidaro, disko (5) briaunelė vėl išlinksta aukštin; išlaisvintus rutuliukus (6) spyruoklės (8) grąžina į pradinę padėtį.



4.14 pav. Vožtuvų pasukimo mechanizmas:

1 – vožtuvas; 2 – kreipiamoji įvorė; 3 – spyruoklė; 4 – dangtelis; 5 – spyruoklinis diskas;
6 – rutuliukai; 7 – korpusas; 8 – grąžinimo spyruoklės; 9 – nuožulnūs grioveliai

4.7. Elektromagnetiniai stūmikliai



4.15 pav. Elektromagnetiniai stūmikliai:

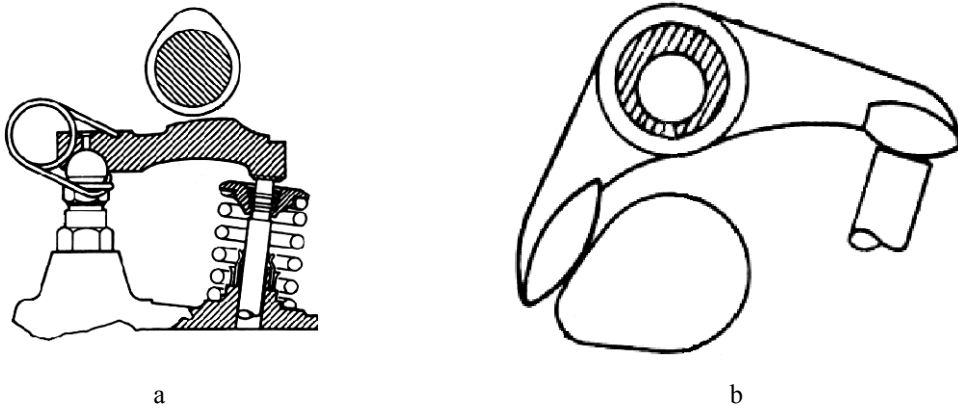
1 – variklio galvutė; 2 – įsiurbimo kolektorius; 3 – vožtuvai; 4 – stūmoklis;
5 – alkūninis velenas; 6 – degimo kamera; 7 – žvakė; 8 – išmetimo kolektorius;
9 – korpusas; 10 – metalinė šerdis; 11 – slopinimo spyruoklė; 12 – apvijos; 13 – jungimo laidai

Tokia vožtuvų pavara (4.15 pav.) dar neįdiegta serijiniuose automobiliuose, bet jos pritaikymas gali turėti labai daug privalumų.

Pagrindiniu tokių pavarų privalumu laikoma galimybė valdyti vožtuvų atidarymą ir uždarymą, didelį mechaninių dalių sumažėjimą. Trūkumas – patikimumo stoka.

4.8. Svirtys

Svirts gali būti vienpetės arba dvipetės (4.16 pav.).



4.16 pav. Svirtys:
a – vienpetės; *b* – dvipetės

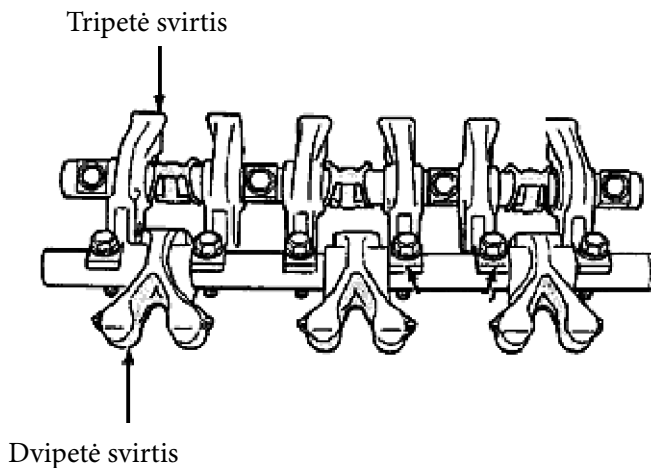
Vienpetės svirtys, veikiamos skirstymo veleno, tiesiogiai kontaktuoja su vožtuvu arba stūmikliu plokščiu ar sferiniu darbinio paviršiumi. Jos tvirtinamos ant nejudamos ašies arba ant individualių atramų ir fiksuojamos sferinėje atramoje specialiomis spyruoklėmis.

Dvipetės svirtys tvirtinamos ant ašies, stovuose pritvirtintos prie cilindro bloko galvutės. Svirčių ašinių poslinkį riboja skečiamosios spyruoklės, uždėtos ant tos pačios ašies.

Svirts gaminamos iš plieno, darbiniai paviršiai grūdinami arba cementuojami, o vėliau šlifuojami ir poliruojami.

Kai skirstymo velenas įtaisomas virš vožtuvų, dažniausiai naudojamos vienpetės svirtys. Jos saugo vožtuvų kotus nuo veleno kumštelių smūgių ir šoninių jėgų poveikio. Vienpečių svirčių atraminis galas tvirtinamas prie atraminio sraigto sferinės galvutės, o kitas galas remiasi į vožtuvą. Vietoj atraminio sraigto kartais naudojami hidrauliniai šiluminių tarpelių kompensatoriai. Jie veikia ir kaip stūmikliai.

Kai cilindre yra daugiau nei du vožtuvai, du vienodi vožtuvai gali būti valdomi tripete svirtimi (4.17 pav.).



4.17 pav. Svirčių konstrukcija

4.9. Vožtuvų mazgo detalės

Vožtuvai turi užtikrinti cilindro pripildymą degiuoju mišiniu, deginių šalinimą ir patikimai hermetizuoti cilindą vykstant suslėgimo ir darbo taktams. Tai turi būti standus mazgas su minimaliomis deformacijomis, išlaikyti labai aukštas temperatūras ir agresyvią cheminę aplinką. Taip pat jis turi būti atsparus dilimui ir užtikrinti gerą vožtuvo ir vožtuvo lizdo jungties sandarumą.

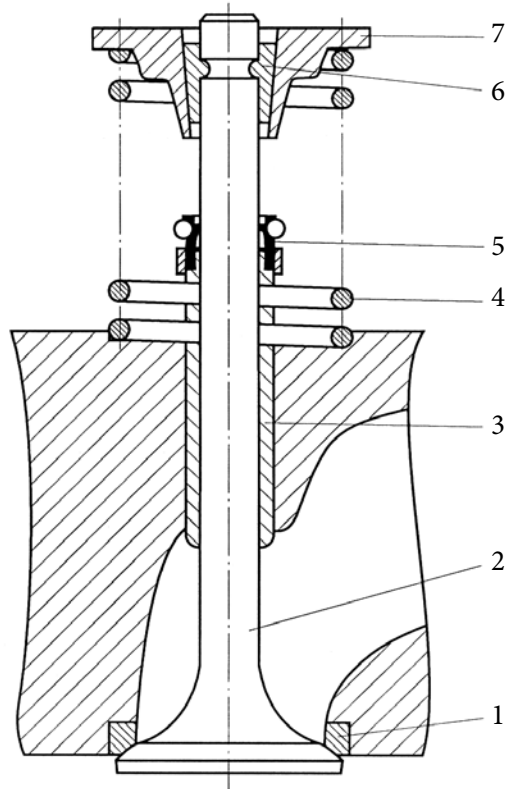
Vožtuvų mazgas dirba veikiamas cikliškai pasikartojančių mechaninių apkrovų, agresyvios cheminės aplinkos ir aukštų temperatūrų. Atskiros mazgo dalys šių veiksnių veikiamos labai netolygiai, o tai dar labiau didina kokybės reikalavimus.

Vožtuvų mazgą (4.18 pav.) sudaro:

- vožtuvas;
- spyruoklė (arba spyruoklės);
- vožtuvo tvirtinimo elementai (veržtuvėliai ir atraminės lėkštelės);
- kreipiamoji įvorė;
- vožtuvo lizdas;
- riebokšlis.

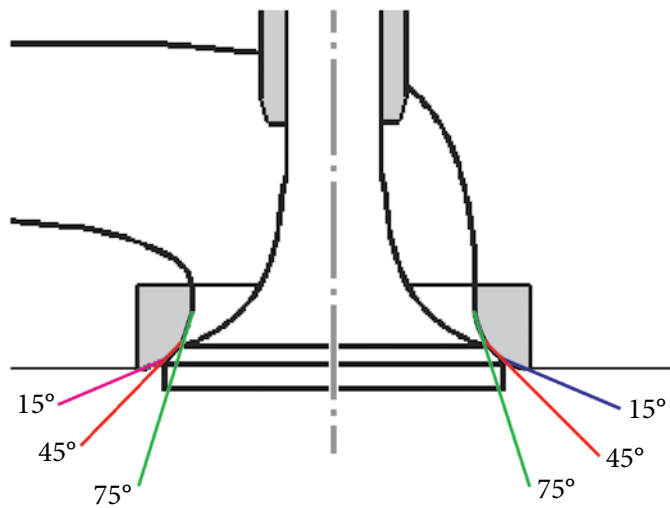
Vožtuvai sudaryti iš galvutės ir koto. Galvutė turi sandarinimo briaunelę. Įsiurbimo vožtuvams ji nusklembiama 45° , o išmetimo – $30\text{--}45^\circ$ kampu. Esant fiksuotai didžiausiajai vožtuvo eigai, 30° kampas užtikrina didesnę praleidimo angos plotą, todėl pagerėja cilindro pripildymas.

Vožtuvo galvutė (4.19 pav.) sklandžiai pereina į kotą, kurio gale spyruoklėms tvirtinti ištekinami grioveliai. Automobilių varikliuose dažniausiai naudojami vožtuvai su plokščia galvute. Kad cilindrai geriau užsipildytų degiuoju mišiniu, įsiurbimo vožtuvų galvutės visada būna didesnės už išmetimo. Kartais vožtuvai gaminami tulpės formos galvute (4.20 pav.).

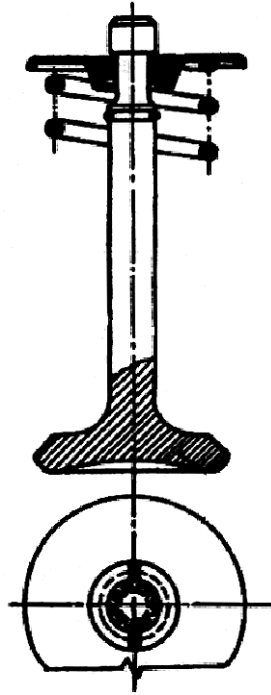


4.18 pav. Vožtuvas:

1 – vožtuvo lizdas; 2 – vožtuvas; 3 – kreipiamoji įvorė; 4 – spyruoklė;
5 – rieboškis; 6 – veržtuvėliai; 7 – atraminė lėkštelė



4.19 pav. Vožtuvo galvutės konstrukcija



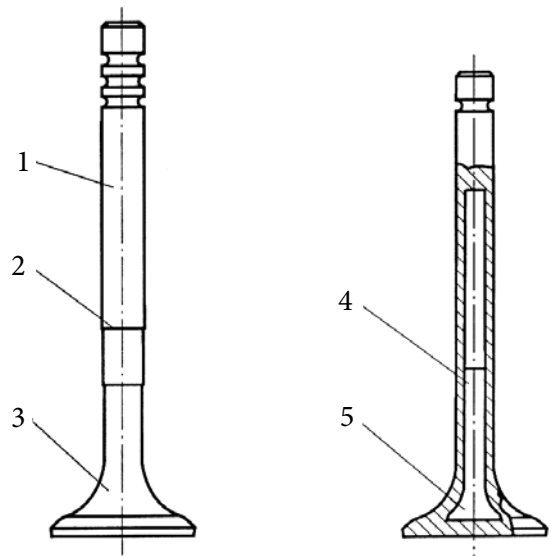
4.20 pav. Tulpės formos galvutės vožtuvas

Tokie vožtuvai aptakesni. Pagerėja cilindro užpildymas ir deginių šalinimas, tačiau didėja mechanizmo masė.

Viena labiausiai termiškai apkrautų variklio dalių yra išmetimo vožtuvas. Jis apipučiamas iš cilindro šalinamais deginiais. Vožtuvo galvutė įkaista iki 800 °C. Išmetimo vožtuvai dažnai būna bimetaliniai.

Galvutė ir apatinė koto dalis gaminamos iš temperatūrai ir korozijai atsparaus legiruotojo chrommanganinio plieno. Toks plienas išlaiko aukštas temperatūras ir smūgines apkrovas, bet yra nelaidus šilumai, nesigrūdina, pasižymi blogomis slydimo savybėmis. Todėl viršutinė koto dalis gaminama iš grūdinamo chromsilicinio plieno. Abi dalys suvirinamos trintimi.

Kai kurių variklių išmetimo vožtuvai aušinami (4.21 pav.). Tam tikslui vožtuvo kote daroma ertmė, ji maždaug 60 proc. pripildoma natrio, kuris lydosi esant 97 °C. Teliūškuodamas natrio šilumą nuo galvutės perduoda kotui, o šis –



4.21 pav. Vožtuvo konstrukcija:
1 – kotas; 2 – suvirinimo siūlė;
3 – galvutė, 4 – natrio užpildas;
5 – vožtuvo vidinė ertmė

kreipiamajai įvarei. Vožtuvo galvutės temperatūra sumažinama maždaug 100 °C. Vožtuvų sandarinimo briaunelės dengiamos kietlydinio (kobalto arba nikelio) lydiniais.

Įsiurbimo vožtuvus apteka šaltas dujų srautas. Jų temperatūra nepakyla aukščiau 500 °C, todėl jie gaminami iš legiruotojo chromsilicinio plieno. Kad mažiau diltų, kotas ir sandarinimo briaunelė grūdinami.

Vožtuvų spyruoklės (4.22 pav.) vožtuvus, kai jų nespaudžia skirstymo veleno kumšteliai, prispaudžia prie lizdų. Jos dirba veikiamos labai greitai kintančių dinaminėjų apkrovų.

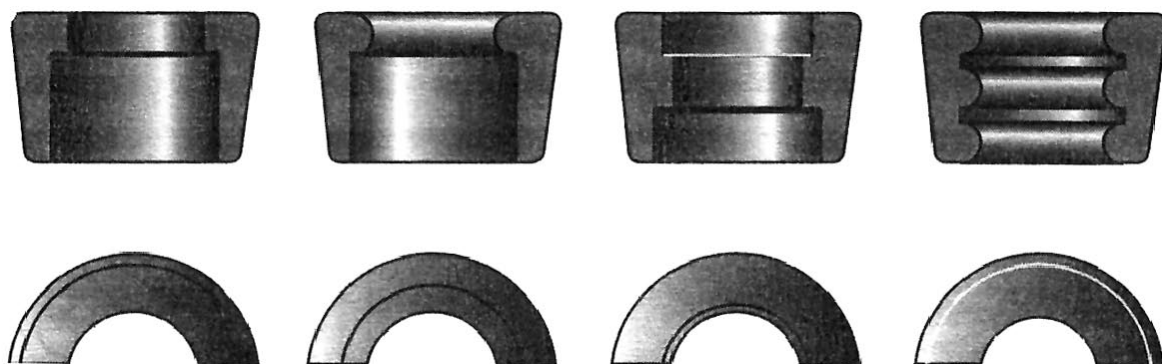
Spyruoklės gaminamos iš legiruotojo spyruoklinio plieno. Jų galai daromi plokšti, šlifuojami ir poliruojami, remiasi į atramines plokšteles apačioje ir viršuje. Spyruoklių jėga vožtuvams perduodama per lėkšteles ir veržtuvėlius.

Spyruoklės dažniausiai būna cilindrinės, pastovaus vijų žingsnio. Varikliuose naudojamos dvi skirtingo skersmens ir žingsnio spyruoklės. Tokia konstrukcija leidžia gerokai sumažinti mechanizmą ir yra patikimesnė.



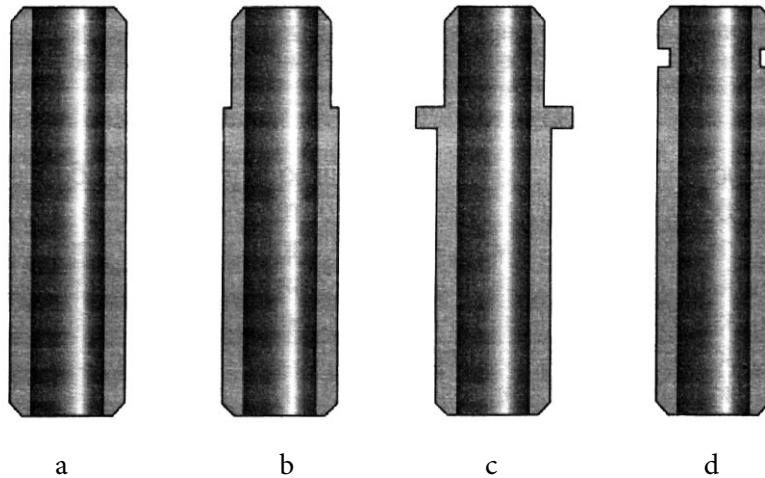
4.22 pav. Vožtuvų spyruoklės

Veržtuvėliai (4.23 pav.) būna užspaudžiantieji arba neužspaudžiantieji.



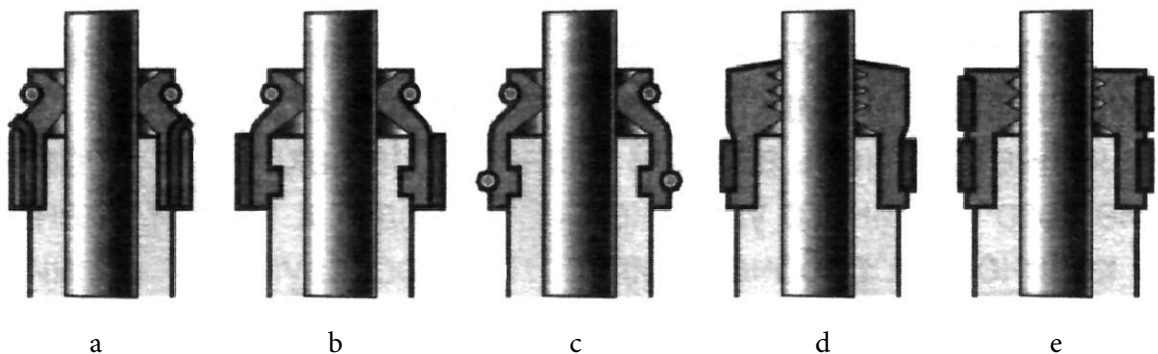
4.23 pav. Veržtuvėliai

Kreipiamoji įvorė (4.24 pav.) leidžia vožtuvui tiksliai judėti ir jį aušina. Įvorės įpresuojamos į cilindro galvutėje išgręžtus kanalus ir fiksuojamos specialiu fiksavimo žiedu. Surenkant tarp įsiurbimo vožtuvų kotų ir jų įvorių paliekamas 0,02–0,05 mm, o tarp išmetimo – 0,05–0,08 mm šiluminis tarpelis. Įvorės gaminamos iš pilkojo ketaus, plieno, bronzos arba metalokeramikos.



4.24 pav. Kreipiamosios įvorės:
a – lygi įvorė; b – įvorė su nuožula riebokšliui; c – įvorė su atrama; d – įvorė su išdroža riebokšliui

Kad alyvos nepatektų į cilindrus, ant įvorių galo uždedami specialūs riebokšliai (4.25 pav.), nubraukiantys nuo vožtuvų kotų alyvą.

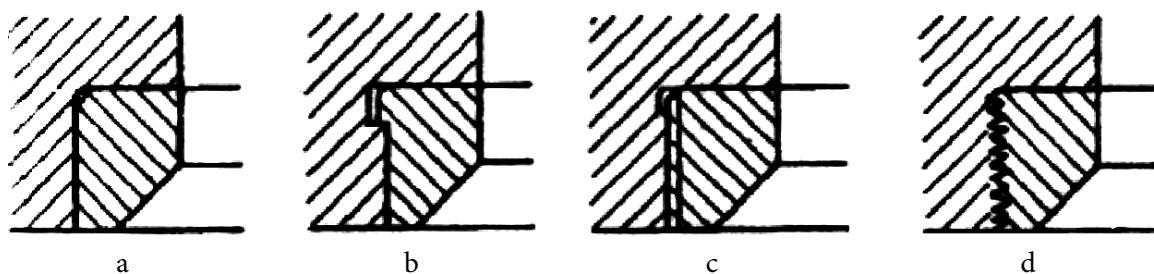


4.25 pav. Vožtuvų riebokšlių tipai:
a – armuotas (standartinis); b – su fiksavimo briauna; c – nearmuotas su fiksavimo briauna; d – nearmuotas su fiksavimo žiedu; e – nearmuotas su dviem fiksavimo žiedais

Vožtuvų lizdai padidina vožtuvo ir galvutės jungties patikimumą, ilgaamžiškumą, standumą. Vožtuvų lizdai gaminami iš specialaus legiruotojo ketaus arba temperatūrai atsparių lydinių. Išmetimo vožtuvo lizdo paviršius kartais padengiamas papildoma apsaugine plėvele iš labai aukštoje temperatūroje besilydančių metalo junginių.

Vožtuvų lizdai tvirtinami galvutėje, dažniausiai įpresuojant.

Kai kurie lizdų tvirtinimo pavyzdžiai pateikti 4.26 paveiksle.



4.26 pav. Vožtuvų lizdai:
a – įpresuotas; b – įvalcuotas; c – įsuktas; d – įlietas

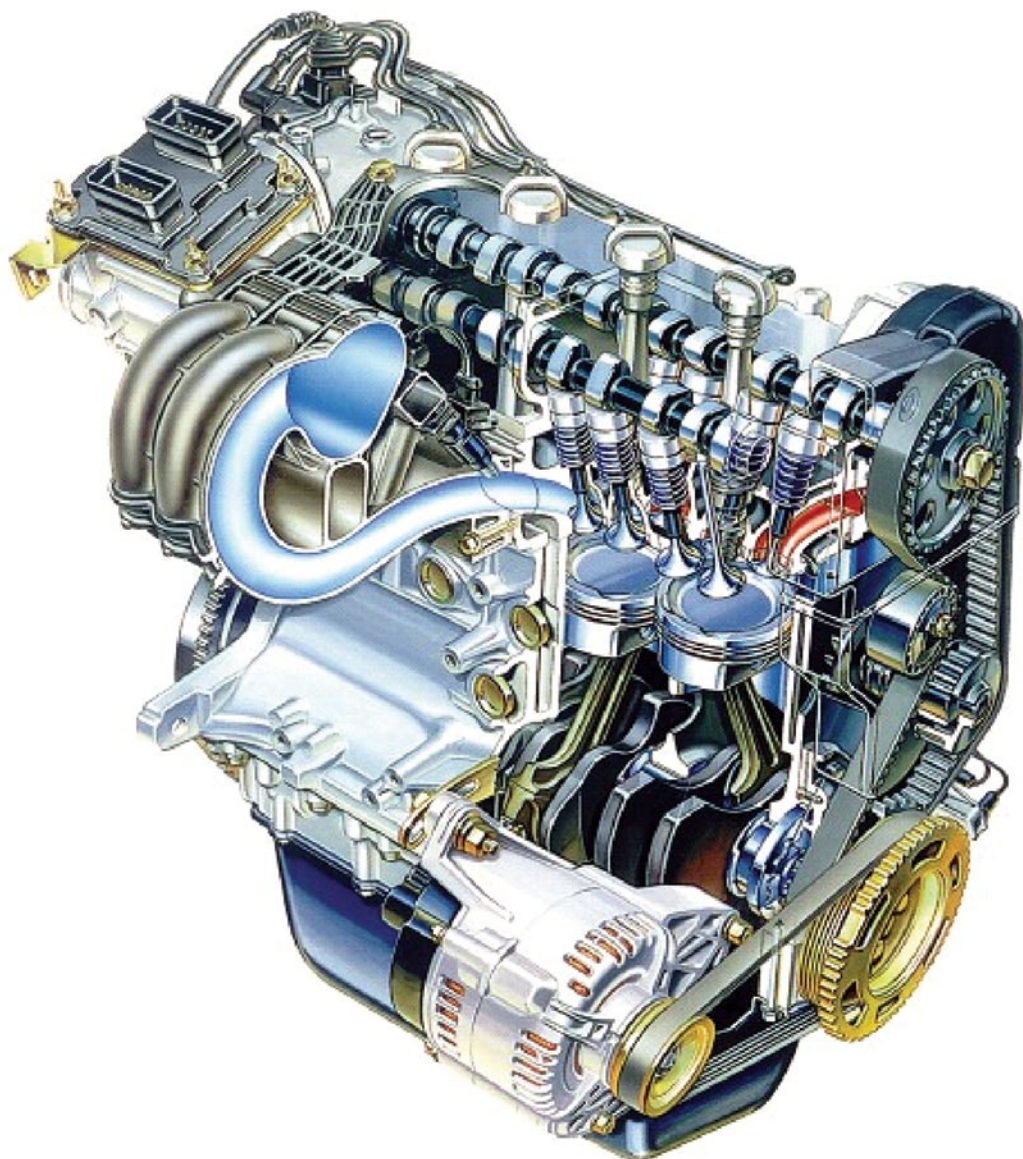
4.10. Šiuolaikinių automobilių DSM

Daugumos dabar gaminamų variklių vožtuvai įtaisomi viršuje. Vožtuvų pavara (skirstymo veleno padėtis) priklauso nuo variklio sūkių. Greitaeigiuose dyzeliniuose varikliuose sūkių skaičius siekia $4000 \div 4500$, o benzininiuose – 6000 sūkių per minutę. Tokiuose varikliuose velenas (arba velenai) įtaisomas galvutėje. Šios schemas naudojamos siekiant sumažinti inercijos jėgas, atsirandančias sukantis mechanizmui. Didesnio darbinio tūrio varikliai, naudojami kroviniuose automobiliuose, kurių didžiausias sūkių skaičius neviršija $2000 \div 2800$ sūkių per minutę, dažniausiai turi vieną veleną, įtaisytą apatinėje bloko dalyje (OHV). Mažesni sūkliai, ir dėl to mažesnės inercijos jėgos, leidžia naudoti paprastesnę DSM pavaros konstrukciją (4.27 pav.).

DSM pavaros tipas taip pat priklauso nuo vožtuvų skaičiaus vienam cilindriui. Varikliuose šiuo metu dažniausiai naudojami keturi vožtuvai vienam cilindriui (du įsiurbimo ir du išmetimo). Retesni varikliai, turintys tris (du įsiurbimo ir vienas išmetimo) arba penkis (trys įsiurbimo ir du išmetimo) vožtuvus. Skirstymo velenas (arba velenai) įtaisomas galvutėje, virš vožtuvų. Tokie varikliai naudojami lengvuosiuose automobiliuose.

Lėtasūkiuose dyzeliniuose sunkvežiminių varikliuose dažniausiai būna du (rečiau – trys arba keturi) vožtuvai. Skirstymo velenas įtaisomas greta su alkūniniu velenu, variklio bloke. Didesnis vožtuvų kiekis sumažina pasipriešinimą užpildant cilindrų mišinį ir šalinant deginius. Tokiuose varikliuose gerinant cilindrų užpildymą beveik visada naudojamas turbininis pripūtimas.

Didžioji dauguma šiuolaikinių variklių, naudojamų lengvuosiuose automobiliuose, turi po keturis vožtuvus vienam cilindru. Juos valdo du (rečiau – vienas) velenai, įtaisyti galvutėje. Paprasčiausia schema – kai velenų kumščeliai tiesiai spaudžia vožtuvų pavaros detales. Tai palyginti pigu ir paprasta, tačiau didėja mechaniniai nuostoliai, visas mechanizmas veikiamas didelių smūginių apkrovų. Velenų jėgą vožtuvams perduodant per svirteles ir ritinėlius, didėja mechanizmo gabaritai, bet labai sumažėja mechaniniai nuostoliai, triukšmas ir smūginės apkrovos. Tai brangesnis būdas.

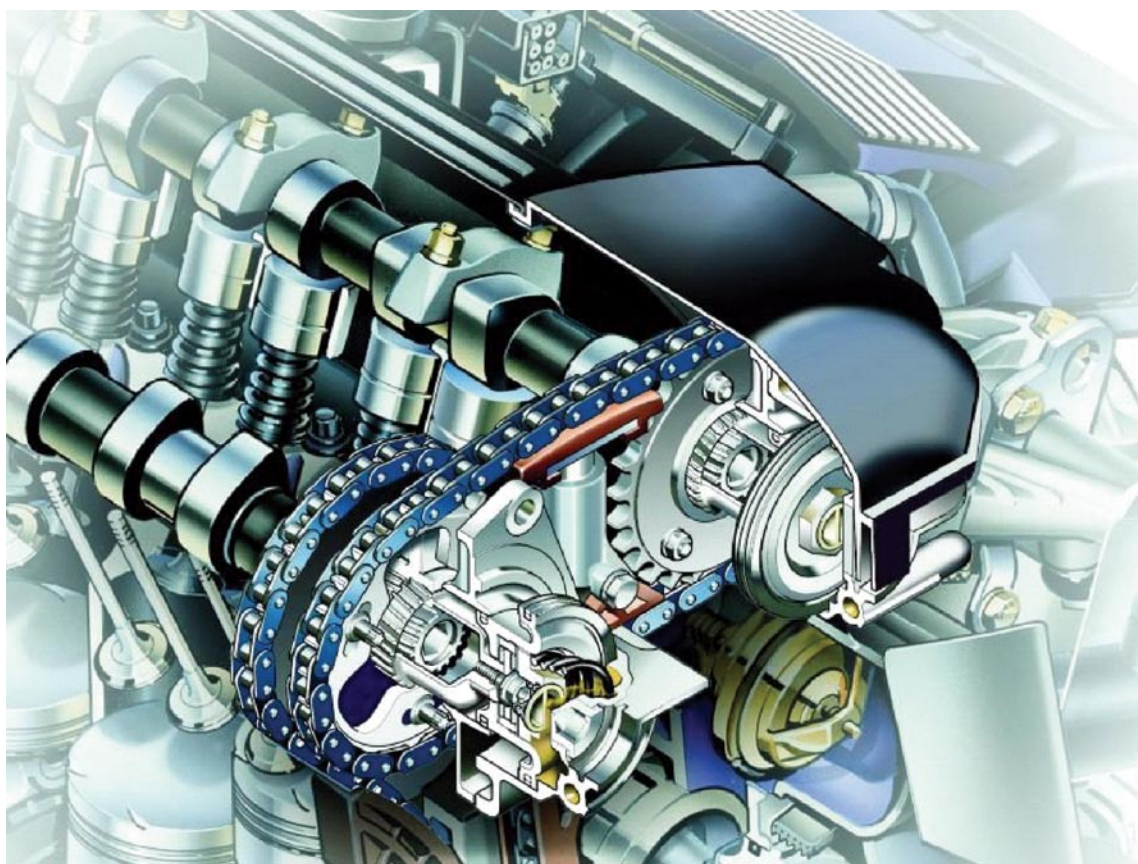


4.27 pav. DSM konstrukcija

Skirstymo velenų pavara būna diržinė (4.27 pav.) arba grandininė (4.28 pav.). Po ilgalaičio susižavėjimo diržine pavara gamintojai pradeda gaminti grandinės pavaras. Joks gamintojas negali užtikrinti, kad dantytasis dirželis tarnautų daugiau kaip 100 000 km. Suplyšus dirželiui automobilį eksploatuojant dažnai būna labai rimtų ir brangiai kainuojančių pasekmių. Grandininė DSM pavara tarnauja 3–4 kartus ilgiau, o šiuolaikinės technologijos leidžia pasiekti nė kiek ne blogesnių triukšmo mažinimo ir kitų rezultatų.

Viena iš čia pateikto sprendimo įdomybių galima laikyti tai, kad skirstymo dirželis suka tik vieną krumpliaratį, valdantį išmetimo vožtuvus, o velenas, valdantis įsiurbimo vožtuvus, kitame variklio gale sujungtas su juo grandine. Tai leidžia įtaisyti mechanizmą, keičiantį skirstymo fazes.

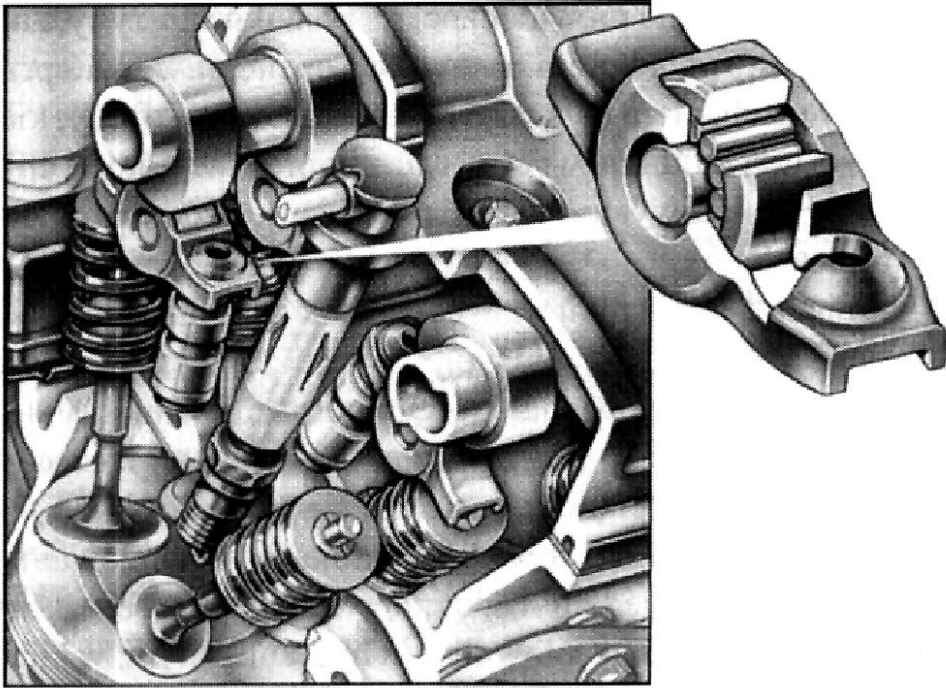
Panašus sprendimas pavaizduotas 4.28 paveikslėlyje.



4.28 pav. Įsiurbimo fazių keitimo mechanizmas

Skirtumas tas, kad abu velenus suka grandinė. Įsiurbimo fazės keičiamos keičiant veleno kampinę padėtį.

Sprendimas, kai velenas spaudžia vožtuvus per tarpinę grandį (stūmiklius arba svirtes), parodytas 4.29 paveikslėlyje.



4.29 pav. Ritininis vožtuvų nuspaudimo mechanizmas

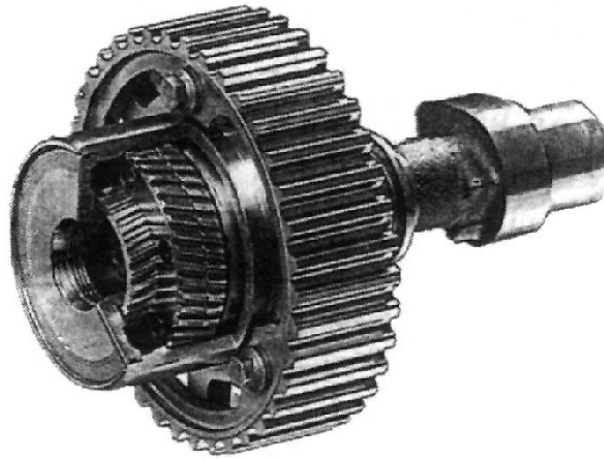
Pavaizduota svirtelė su ritinėliu (4.29 pav.). Vienas svirtelės galas remiasi į atramą, o kitas – į vožtuvą. DSM velenas kontaktuoja su ritinėliu. Tokie ir panašūs sprendimai labai sumažina mechaninius nuostolius. Didėja patikimumas, mažėja triukšmingumas.

Šiuolaikiniai varikliai vis dažniau gaminami su mechanizmais, leidžiančiais keisti skirstymo fazes, atsižvelgiant į darbo režimą. Neturbiniuose benzininiuose varikliuose dažniausiai reguliuojamas įsiurbimo vožtuvų atidarymo ir uždarymo laikas. Esant mažiems sukiamams, stengiamasi kuo anksčiau atidaryti ir uždaryti įsiurbimo vožtuvus (arčiau ART). Ankstesnis vožtuvų atidarymas pagerina prapūtimą ir išvengiama mišinio nuostolių stūmokliui spaudžiant degųjų mišinį atgal į įsiurbimo kolektorių.

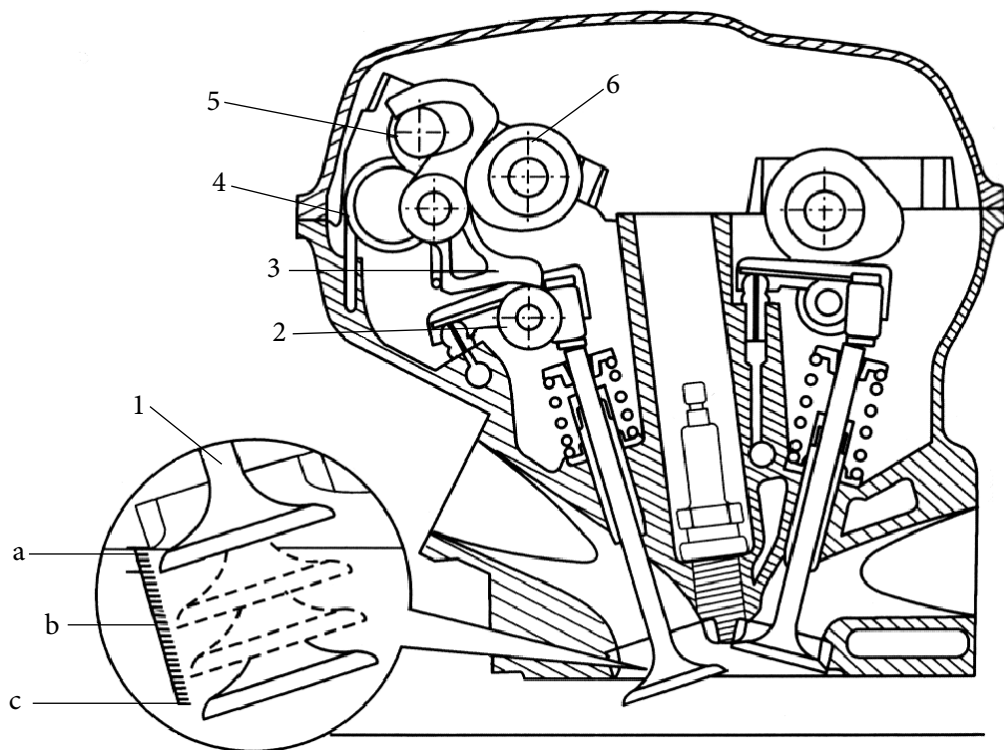
Visiškai kitaip vyksta cilindro pripildymo ir prapūtimo procesas, varikliui veikiant dideliais sukiais. Dabar stengiamasi vožtuvus atidaryti ir uždaryti kuo vėliau. Tai sumažina persidengimo (laiko, kai abu vožtuvai atidaryti) trukmę. Smarkus išmetimo srautas per išmetimo kolektorių pašalintų dalį šviežių deginių. Kartu cilindro užpildymas beveik nenukenčia dėl didelio degiojo mišinio greičio ir spaudimo. Įtekančio degiojo mišinio energija tokia didelė, kad cilindrai sėkmingai pripildomi net stūmokliui judant aukštyn, t. y. vykstant suslėgimo taktui.

Skirstymo fazes keičia mechaniniai įtaisai. Jų pavara dažniausiai hidraulinė (variklio alyva). Naudojami dviejų rūšių mechanizmai.

Kai DSM dirželis arba grandinė suka abu velenus, naudojama speciali sankaba (4.30 pav.) su dviem tarpusavyje sukibusiais krumpliaračiais.



4.30 pav. DSM sankaba



4.31 pav. Vožtuvų atidarymo aukščio reguliavimo mechanizmas:

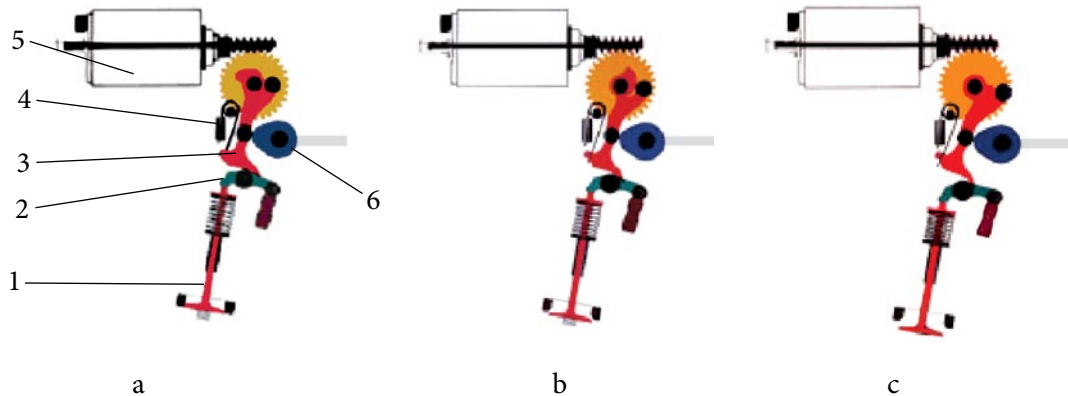
1 – vožtuvas; 2 – svirtis; 3 – tarpinė svirtis; 4 – spyruoklė; 5 – tarpinis atraminis velenas;
6 – skirstymo velenas; a – vožtuvo atidarymas minimalus; b – atidarymo diapazonas;
c – atidarymas didžiausias

Krumpliaraičius iš vienos pusės slegia variklio alyva (kuo greičiau sukasi, tuo didesnis slėgis), o iš kitos – spyruoklė. Šių jėgų veikiami krumpliaraičiai juda vienas kito atžvilgiu pasukdami veleną į vieną arba į kitą pusę.

Kitoks mechanizmas naudojamas, kai skirstymo dirželis arba grandinė suka tik išmetimo vožtuvus valdantį veleną, o velenas, sukantis įsiurbimo vožtuvus, varomas atskiros grandinės. Įsiurbimo veleno padėtį keičia hidraulinis kėliklis, kuris remiasi į viršutinę grandinės dalį. Didėjant variklio sūkiams, didėja slėgis. Stūmiklis pakelia grandinę, o ji pasuka veleną.

Pastaruoju metu atsiranda ir kitokių šios užduoties sprendimo būdų. Naujausi mechanizmai ne tik keičia fazes, bet ir reguliuoja vožtuvo atidarymo aukštį (4.31 pav.).

Jėga nuo skirstymo veleno vožtuvo mazgui perduodama per tarpinę svirtį (4.32 pav.). Jos padėtis (peties ilgis) keičiama keičiant tarpinio atraminio veleno padėtį (petį). Atraminio veleno padėtį keičia žingsninis variklis. Toks mechanizmas neveiks, jeigu nuolat nebus koreguojamas tarpelis tarp svirties ir vožtuvo. Tam tikslui įrengiama speciali spaudžiamoji spyruoklė. Tokiuose mechanizmuose naudojami tik ritininiai stūmikliai.



4.32 pav. Vožtuvų atidarymo aukščio reguliavimo mechanizmo veikimas:
 1 – vožtuvas; 2 – svirtis; 3 – tarpinė svirtis; 4 – spyruoklė; 5 – žingsninis variklis;
 6 – skirstymo velenas; a – vožtuvo atidarymas minimalus; b – atidarymo diapazonas;
 c – atidarymas didžiausias

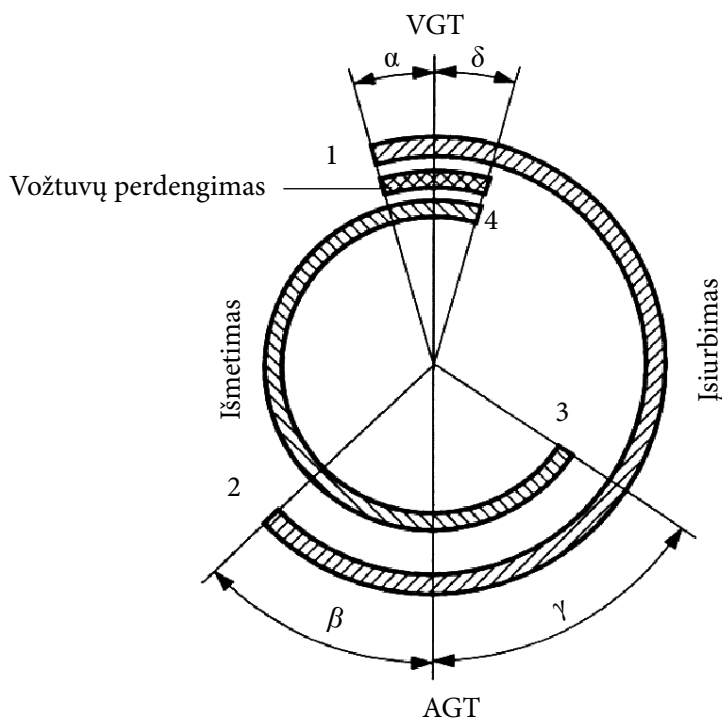
4.11. Dujų skirstymo fazės

Vožtuvų atidarymo ir uždarymo pabaigos momentai stūmoklio galinių padėčių atžvilgiu, išreikšti alkūninio veleno posūkio kampo laipsniais, vadinami dujų skirstymo fazėmis.

Dujų skirstymo fazės rodo, kiek laiko atidaryti įsiurbimo ir išmetimo vožtuvai. Šis laikas išreiškiamas alkūninio veleno posūkio kampo laipsniais. Dujų skirstymo fazės grafiškai pavaizduotos diagramoje (4.33 pav.).

Cilindrų pripildymas ir prapūtimas gerėja, kai vožtuvai atidaromi anksčiau nei stūmoklis pasiekė VGT arba AGT ir uždaromi vėliau. Įsiurbimo vožtuvas atidaromas išmeti-

mo takto pabaigoje taške 1, stūmokliui priartėjus prie VGT kampu $\alpha=10-30^\circ$. Ankstesnis įsiurbimo vožtuvo atsidarymas pagerina cilindro prapūtimą ir pripildymą, be to, į cilindrą deginiai teka tokiu dideliu greičiu, kad leidžia jiems pradėti užpildyti cilindrą dar stūmokliui nepasiekus VGT; procesą palengvina aplinkybė, kad tuo pačiu metu išmetimo vožtuvas dar atidarytas. Išmetimo vožtuvas uždaromas stūmokliui praėjus VGT kampu $\delta = 10 - 20^\circ$. Kampus α ir β sudėjus, gaunamas alkūninio veleno posūkio kampas, kai būna atidaryti abu vožtuvai. Ši fazė vadinama **vožtuvų sanklotos faze**. Toliau vyksta įsiurbimas. Įsiurbimo vožtuvas uždaromas jau stūmokliui praėjus AGT taške 2. Uždarymo laikas priklauso nuo variklio paskirties ir darbo režimo. Mažiau apkrautuose ir lėtai besisukančiuose varikliuose naudinga jį uždaryti kuo anksčiau, o greitaegiuose ir apkrautuose (ir turbininiuose) – kuo vėliau. Kampas β gali kisti nuo 40° iki 80° . Taip naudingiausiai naudojama dujų srauto kinetinė energija cilindrui pripildyti. Dar neužsidarius išmetimo vožtuvui, jau atidaromas įsiurbimo vožtuvas.



4.33 pav. Dujų skirstymo fazių diagrama:

1 – įsiurbimo pradžia; 2 – įsiurbimo pabaiga; 3 – išmetimo pradžia;
4 – išmetimo pabaiga

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. DSM paskirtis.
2. Kaip skirstomi DSM, atsižvelgiant į vožtuvų išdėstymą?
3. Kokia vožtuvų paskirtis?
4. Kaip sudarytas vožtuvas?
5. Kaip tvirtinama kreipiamoji įvorė?
6. Kaip aušinami vožtuvai?
7. Kuo skiriasi įleidimo ir išleidimo vožtuvai?
8. Kokie pavaros tipai naudojami alkūninio veleno sukimo momentą perduoti į skirstymo mechanizmą?
9. Kokia stūmiklių paskirtis?
10. Kaip skirstomi stūmikliai? Išvardykite jų konstrukcijos ypatumus.
11. Ką vadiname dujų skirstymo fazėmis?
12. Ką vadiname vožtuvų sanklota?

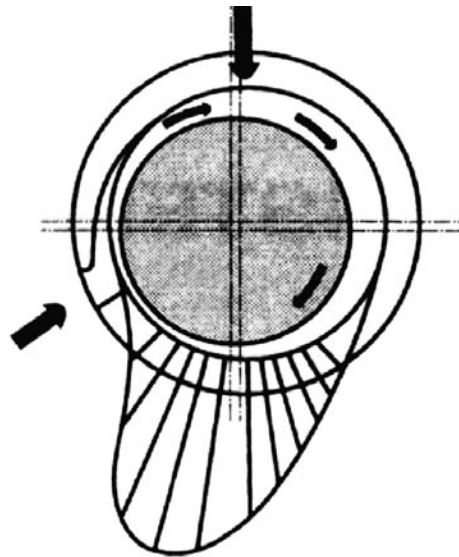
5. TEPIMO SISTEMA

Variklis yra sudėtingas įrenginys, kurį sudaro daug sąveikaujančių dalių. Bet kokio judėjimo sudėtinė dalis yra trintis.

Pasipriešinimas, kylantis kliūvant už besitrinančių dalių nelygumų, vadinamas trintimi. Trintis gali būti sausoji, skysčio, pussausė ir ribinė. Jeigu sąveikaujančios dalys netepamos, trintis vadinama sausąja. Kai judančias dalis skiria alyvos plėvelė, trintis vadinama skysčio trintimi. Ribinė trintis būna, kai apkrovą priima labai plona molekulinė alyvos plėvelė. Kai plėvelė tarp besitrinančių paviršių suardoma, trintis vadinama pussause. Tada tarp atskirų paviršių gali būti skysčio, ribinė ir sausoji trintis.

Skysčio trintis atsiranda, kai tarp besitrinančių dalių susidaro alyvos sluoksnis. Viena detalė sukdamasi kitos atžvilgiu (velenas slydimo guolyje), velka paskui save koncentrinus alyvos sluoksnius.

Alyvos sluoksnis, besiliečiantis su kakliuko paviršiumi, juda dideliu greičiu (5.1 pav.). Labiau nutolę nuo kakliuko paviršiaus alyvos sluoksniai juda vidinės alyvos trinties jėgų veikiami. Įvorės paviršiuje alyva nejuda. Tekėdama į siaurėjantį tarpelį, ji stengiasi iš jo ištekėti. Alyvos ištekėjimui priešinasi jos trinties jėgos. Mažėjant tarpeliui tarp dalių, reikia didesnio slėgio alyvai išstumti. Didžiausias slėgis yra mažiausio tarpelio zonoje. Kai į tarpelį tiekiamos alyvos kiekis susilygina su iš tarpelio išstumtosios alyvos kiekiu, susidaro slėgio pusiausvyras, ir alyva kelia kakliuką, neleidama jam susiliesti su įvore. Alyvos plėvelės sluoksnio storis priklauso nuo apkrovos ir besitrinančių paviršių tarpusavio judėjimo greičio.



5.1 pav. Alyvos plėvelės susidarymas slydimo guolyje

Automobilių varikliuose trinčiai sumažinti naudojamos variklio alyvos. Joms keliami reikalavimai:

- esant kuo didesniai temperatūrų diapazonui išsaugoti klampą ir užtikrinti mažiausią pasipriešinimą tarp sąveikaujančių dalių;
- kuo aukštesnė užsiliepsnojimo temperatūra (ypač garų);
- kuo žemesnė stingimo temperatūra;
- kuo ilgiau išsaugoti gerąsias savybes.

Variklio alyvos gaminamos destiliuojant naftą (mineralinės alyvos) ir sintezuojant naftos kilmės angliavandenilius (sintetinės alyvos).

Pastaruoju metu sintetinės alyvos naudojamos vis plačiau. Kokybe jos gerokai pranoksta mineralines.

Gerinant variklio alyvų kokybę dažnai naudojami įvairūs priedai. Eksploatuojant variklį alyvų kokybė laipsniškai blogėja, todėl jas reikia keisti. Keitimo periodiškumas nustatomas gamintojų. Jis dažniausiai išreiškiamas kilometražu.

Viena svarbiausių alyvos savybių yra klampa. Didelės klampos alyva sunkina variklio paleidimą, didina galios nuostolius variklio vidinei trinčiai nugalėti. Mažos klampos alyva geriau filtruojama, švariau nuplauna trinties paviršius, geriau aušina, tačiau tokios alyvos plėvelė atlaiko mažesnes apkrovas.

Kokią alyvą naudoti konkrečiame variklyje, nustatoma pagal pagrindinius rodiklius (5.1 lentelė); tai kokybės grupė (ar tinka konkrečiam varikliui) ir klamos klasė (ar tinka konkrečiam sezonui).

5.1 lentelė. Variklio alyvų eksploatacinės grupės (API)

Indeksas	Paskirtis
SF	1980–1988 m. gamybos benzininiams varikliams.
SG	Padidinti reikalavimai alyvos oksidavimosi stabilumui ir variklio švarai; 1988–1991 metų varikliai.
SH	Pasižymi aukštesniais reikalavimais: alyvos garavimui, filtravimui, putojimui. Varikliams nuo 1991 iki 1996 metų.
SJ	Pagerintas tepimas užvedant šaltą variklį, prailgintas alyvos keitimo intervalas. Automobilių varikliams, pagamintiems po 1996 metų.
SL	Varikliams, atitinkantiems naujausius gamintojų reikalavimus. Įsigaliojo nuo 2001 metų liepos mėnesio.
CC	Mažai apkrautiems dyzeliniams varikliams be turbokompresorių.
CD	Daugiau nei vidutiniškai apkrautiems dyzeliniams varikliams su turbokompresoriais ir be jų.
CE	Naudojama visuose dyzeliniuose varikliuose, veikiančiuose sunkiomis sąlygomis.
CF-4	Specifikacija greitiems 4 ir 6 cilindrų dyzeliniams varikliams. Atitinka CE specifikacijos aukštesnius reikalavimus alyvai eikvoti ir stūmoklių švarai.
CG-4	Krovinių automobilių dyzeliniams varikliams, kuriems keliami aukšti reikalavimai.
H-4	Krovinių automobilių dyzeliniams varikliams, kuriems keliami aukšti Euro-3 reikalavimai.

Klampos arba skysčio vidinės trinties indeksą apibrėžia SAE vienetai (5.2 lentelė). Šalia indekso esanti raidė W (angl. *Winter*) nurodo, kad alyva žieminė. Visasezoninių alyvų pirmieji skaičiai nurodo, kad alyvos klampa 18 °C temperatūroje yra tokia pati, kaip ir nurodytos klasės žieminės alyvos, o antrieji skaičiai – alyvos klampą 100 °C temperatūroje. Be to, pirmą nurodytą skaičių galima vertinti kaip šalto variklio paleidimo sąlygas: kuo didesnis skaičius ir, atitinkamai – klampa, tuo paleidimas sunkesnis (palyginti: 0W, 5W, 10W, 15W, 20W ir 25W). Vasarinės alyvos atskiru raidės simboliu nežymimos, tik skaičiais: 20, 30, 40, 50, 60. Tačiau ekonomiškai efektyviausia naudoti visasezonines alyvas.

5.2 lentelė. Visasezoninių variklio alyvų žymėjimas

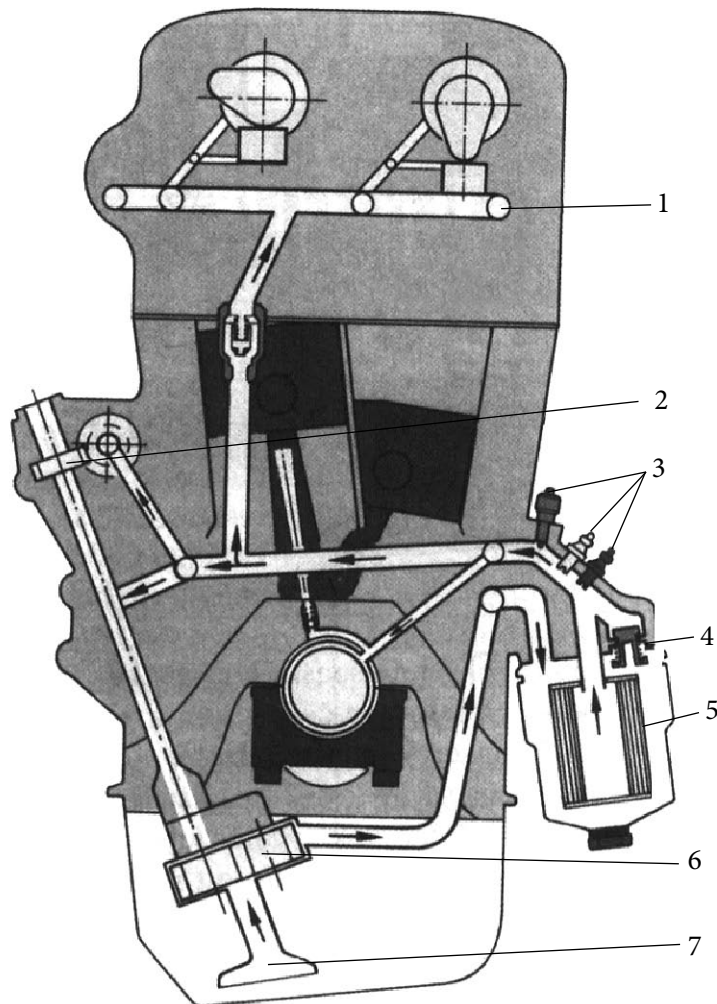
Klumpumo klasė	Naudojimas, priklausomai nuo klimato zonos ar metų laiko	Naudojimas, atsižvelgiant į oro temperatūrą
SAE 0W/30	Visasezoninė alyva	< -30 iki +30 °C
SAE 0W/40	Visasezoninė alyva	< -30 iki +40 °C
SAE 5W-30	Visasezoninė alyva	< -20 iki +20 °C
SAE 5W-40/50	Visasezoninė alyva	< -20 iki +40 °C
SAE 10W-30	Visasezoninė alyva	Nuo -20 iki +20 °C
SAE 10W-40/50	Visasezoninė alyva	Nuo -20 iki +40 °C
SAE 15W-40/15W50	Visasezoninė alyva	Nuo -15 iki +40 °C
SAE 20W-50	Visasezoninė alyva	Nuo -10 iki +40 °C

Tarkim, 1992 m. gamybos automobiliui su benzininiu varikliu gamintojas rekomenduoja SH kokybės klasės pagal API specifikaciją alyvą. Vadinasi, būtina naudoti ne žemesnės kokybės klasės alyvą, kuri gali būti ir mineralinė, ir pusiau sintetinė. Verta atkreipti dėmesį, kad gamintojai dažniausiai ima kaip pagrindą vidutinio sunkumo eksploatacijos sąlygas, todėl jei automobiliu važinėjama daug ir intensyviai, patartina naudoti aukštesnės kokybės klasės alyvą, t. y. SJ ar SL.

Tepimo sistema (5.2 pav.) tiekia alyvą tarp besitrinančių dalių, ją valo, palaiko reikiamą slėgį ir temperatūrą. Alyva mažina trintį, šalina dilimo produktus, gerina stūmoklių, cilindrų ir slydimo guolių (įdėklų) tarpelių sandarumą, apsaugo detales nuo korozijos ir iš dalies aušina.

Automobiliuose dažniausiai įrengiama mišri tepimo sistema. Cilindrų sienelės tepamos taškymu, alkūninio veleno ir dujų skirstymo velenėlių kakliukai – slėgiu.

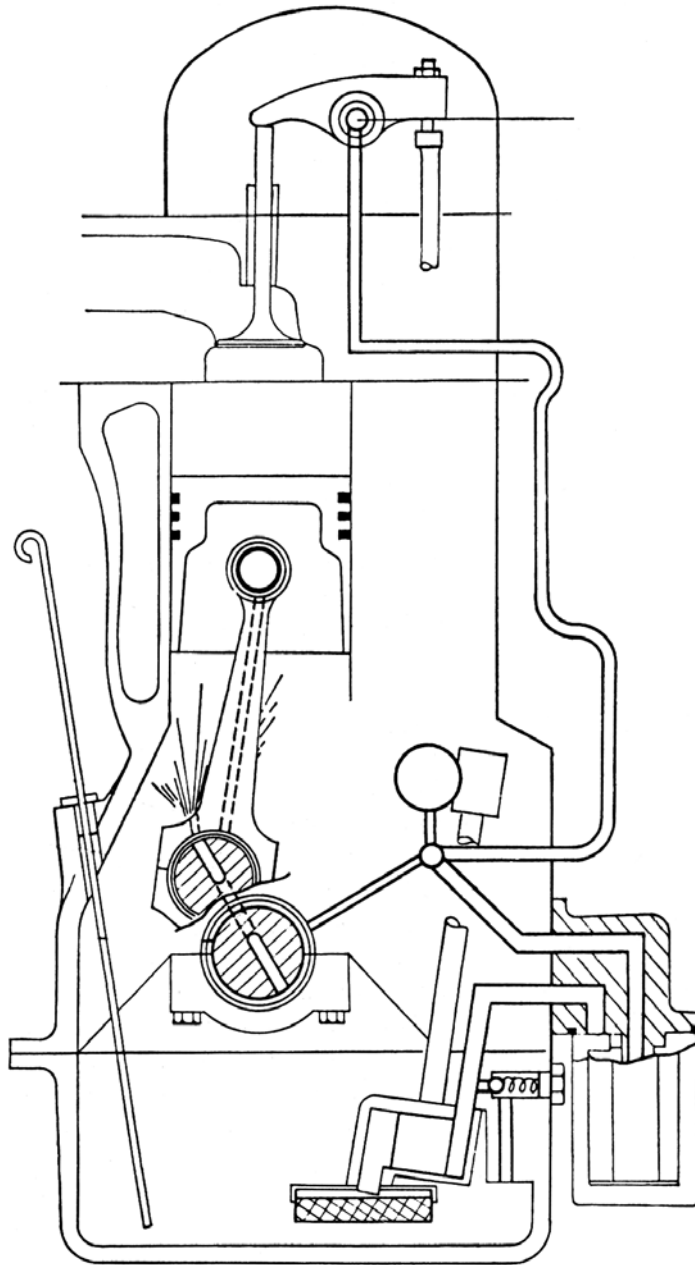
Tepimo sistemą sudaro karterio dugninė, alyvos siurblys, filtras, slėgio reguliavimo vožtuvai, aušinimo radiatorius, karterio vėdinimo sistema, kontrolės ir signaliniai prietaisai. Varikliui pradėjus veikti, alyva iš karterio siurblio tiekama į alyvos filtrą ir išvalyta cilindru bloke ir galvutėje esančiais kanalais – į tepimo taškus. Atgal į karterį alyva suteka per tam skirtas ertmes. Cilindrų sienelių tepimui pagerinti dažnai įrengiami papildomi tepimo taškai (5.3 pav.). Jie būna švaistiklyje arba variklio bloko atskiroje magistralėje.



5.2 pav. Tepimo sistema

1 – skirstymo veleno tepimo kanalas; 2 – alyvos siurblio pavara; 3 – kontrolinių prietaisų jutikliai; 4 – alyvos filtro redukcinis vožtuvas; 5 – alyvos filtras; 6 – alyvos siurblys; 7 – alyvos siurblio imtuvas

Dvitakčiuose varikliuose tepimo alyva sumaišoma su degalais. Tai paprasčiausias tepimo būdas. Alyva su benzinu maišoma santykiu nuo 1:20 iki 1:100. Tokio tepimo trūkumas – gana didelės alyvos sąnaudos ir padidėjęs kenksmingųjų medžiagų kiekis išmetamosiose dujose.



5.3 pav. Cilindro sienelių tepimo būdas

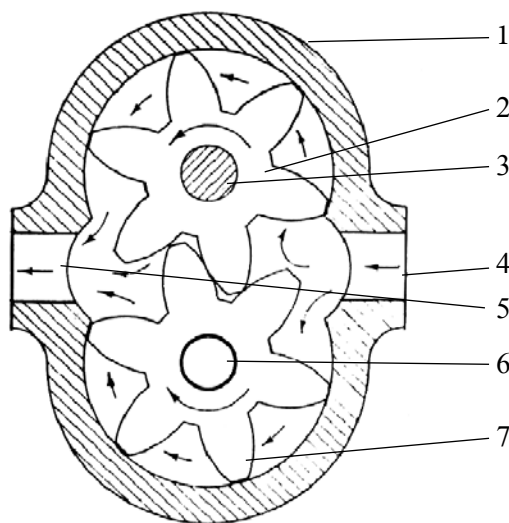
5.1. Alyvos siurbliai

Alyvos siurblys tiekia alyvą į tepimo vietas ir tepimo sistemoje sukuria reikalingą slėgį. Siurblių dažniausiai suka alkūninis arba skirstymo velenas. Tiekiamos alyvos kiekis priklauso nuo siurblio dydžio ir pavaro veleno sukų dažnio. Esant dideliems variklio sukams siurblys

galėtų išvystyti iki 70 bar slėgi. Toks slėgis pažeistų variklio detales, todėl už siurblio įrengiamas apsauginis vožtuvas, praleidžiantis dalį alyvos atgal į karterį ir palaikantis pagrindinėje tepimo magistralėje 5–8 bar slėgi.

Šiuolaikiniuose varikliuose naudojami išorinio (5.4 pav.) ir vidinio (5.5 pav.) sukibimo krumpliaratiniai ir rotoriniai alyvos siurbliai.

Išorinio sukibimo krumpliaratiniai siurbliai



5.4 pav. Išorinio sukibimo krumpliaratinis alyvos siurblys:

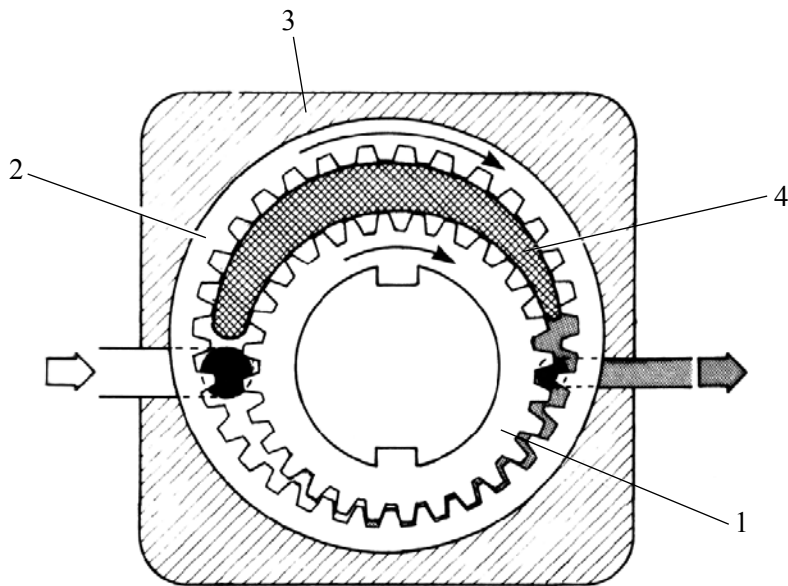
- 1 – siurblio korpusas; 2 – varantysis krumpliaratis; 3 – varančiojo krumpliaratė; 4 – siurbimo pusė; 5 – slėgio pusė; 6 – varomojo krumpliaratė; 7 – varomasis krumpliaratis

Krumpliaratiniai siurbliai turi slėgio ir siurbimo puses. Krumpliams išeinant iš tarpkrumplių, susidaro mažesnis slėgis (siurbimo pusė). Alyva įsiurbiamą į tarpkrumplius ir pernešama į slėgio ertmę. Pagrindinis tokių siurblių privalumas yra pigumas ir paprastumas, tačiau jų našumas, palyginus su rotoriniais arba vidinio sukibimo krumpliaratiniais siurbliais, daug mažesnis ir jų daug didesni gabaritai. Tokius siurblius per krumpliaratį ant alkūninio veleno dažniausiai suka atskira pavara.

Vidinio sukibimo krumpliaratinis siurblys

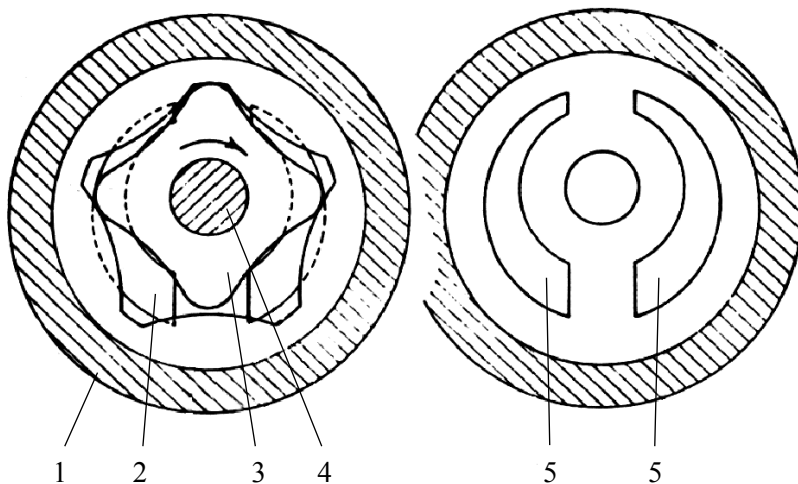
Vidinio sukibimo krumpliaratinius siurblius dažniausiai tiesiogiai suka alkūninis velenas. Vidinis krumpliaratis suka išorinį.

Dėl didėjančio tūrio įtekanti alyva abiem skyriklio pusėmis pernešama į slėgio ertmę. Didžiausias tokių siurblių privalumas yra našumas. Jie dirba labai tyliai.



5.5 pav. Vidinio sukibimo krumpliaratinis siurblys:
 1 – vidinis krumpliaratis; 2 – išorinis krumpliaratis; 3 – korpusas; 4 – skyriklis

Rotorinis siurblys



5.6 pav. Rotorinis alyvos siurblys:
 1 – siurblio korpusas; 2 – išorinis krumpliaratis; 3 – vidinis krumpliaratis;
 4 – vidinio krumpliaratėio ašis; 5 – siurbimo ir slėgio kanalai

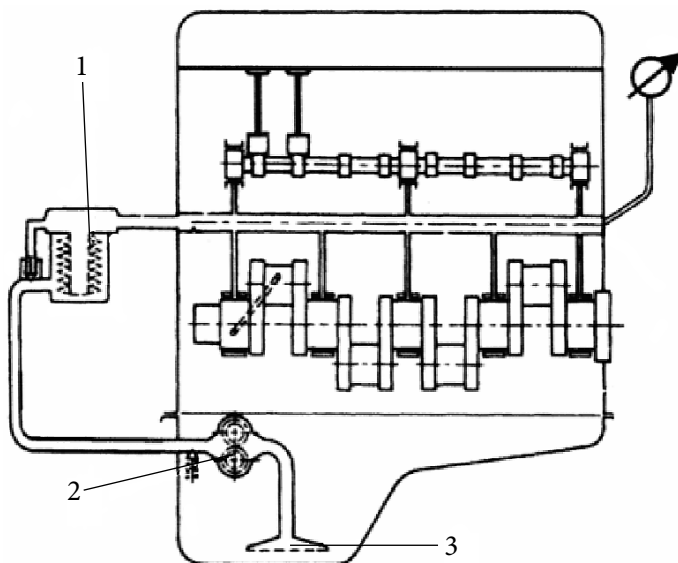
Rotorinis siurblys (5.6 pav.) veikia panašiai kaip išorinio sukibimo krumpliaratinis siurblys, kuriame vidinis krumpliaratis suka ekscentriškai įstatytą išorinį krumpliaratį.

Krumpliui judant iš tarpkrumplio, didėja pastarojo tūris ir sumažėja slėgis. Alyva teka į laisvą tarpkrumplį ir nešama į slėgio zoną. Mažėjant tūriui, didėja slėgis, ir alyva stumiama į magistralę. Tokie siurbliai labai našūs ir efektyvūs, bet brangūs, juos gaminant reikia didelio tikslumo.

5.2. Alyvos filtrai

Nuolatos tekėdama alyva ne tik tepa besitrinančias dalis, bet ir nuo jų paviršių nuplau-na teršalus (metalo dilimo daleles, suodžius, dulkes). Šios priemaišos blogina alyvos tepimo savybes. Filtrai pašalina iš alyvos nereikalingas medžiagas.

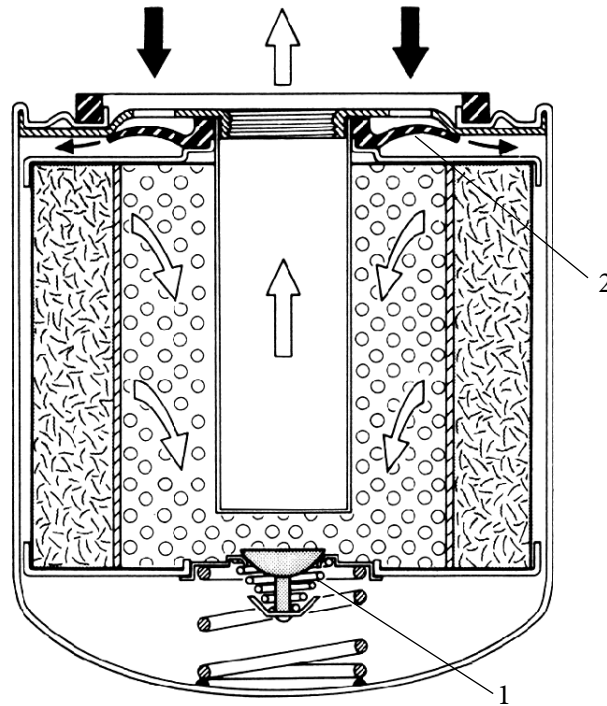
Alyvos filtrai statomi už siurblio (5.7 pav.).



5.7 pav. Tepimo sistemos konstrukcija:
1 – alyvos filtras; 2 – alyvos siurblys; 3 – alyvos imtuvas

Alyvos filtrai būna visasraučiai (per juos prateka visa alyva) ir nevisasraučiai (10–20% alyvos valoma, o likusi teka nevalyta). Visasraučiai filtrai daug paprastesni, bet blogiau valo. Kad užsikimšus tokiam filtrui visai nesutriktų tepimas, juose įtaisomas praleidžiamasis vožtuvas. Jis atsidaro iki galo užsikimšus filtrui ir praleidžia nevalytą alyvą. Nevisasraučiai filtrai valo daug geriau. Dar geresnių rezultatų duoda kombinuotos filtravimo sistemos, tik dėl brangumo jos naudojamos labai retai. Dažniausiai varikliuose įtaisomi visasraučiai filtrai.

Tokiuose filtruose, be praleidžiamojo vožtuvo, dar įtaisomas atgalinis vožtuvas (5.8 pav.). Vožtuvas neleidžia alyvai nutekėti iš pagrindinės magistralės į karterį, kai variklis nu-stoja veikti.

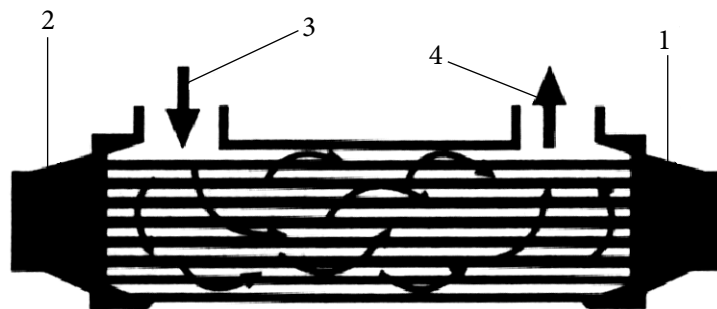


5.8 pav. 1 – praleidžiamasis vožtuvas; 2 – atgalinis vožtuvas

5.3. Alyvos aušintuvai

Optimali alyvos temperatūra karteryje yra 80–100 °C. Varikliui pradėjus veikti būtina, kad alyva kuo greičiau pasiektų darbinę temperatūrą. Tai priklauso nuo alyvos kiekio ir aušinimo sistemos. Kai pasiekia darbinę temperatūrą, alyvą reikia aušinti.

Daugelyje šiuolaikinių variklių naudojami priverstinio alyvos aušinimo įtaisai. Paprasčiausias būdas – karteryje įrengti aušinimo briaunas. Automobiliui važiuojant oro srautas apipučia karterio dugninę ir pakankamai aušina alyvą. Sudėtingomis sąlygomis dirbančių variklių alyva gali būti aušinama specialiuose aušintuvuose (5.9 pav.).



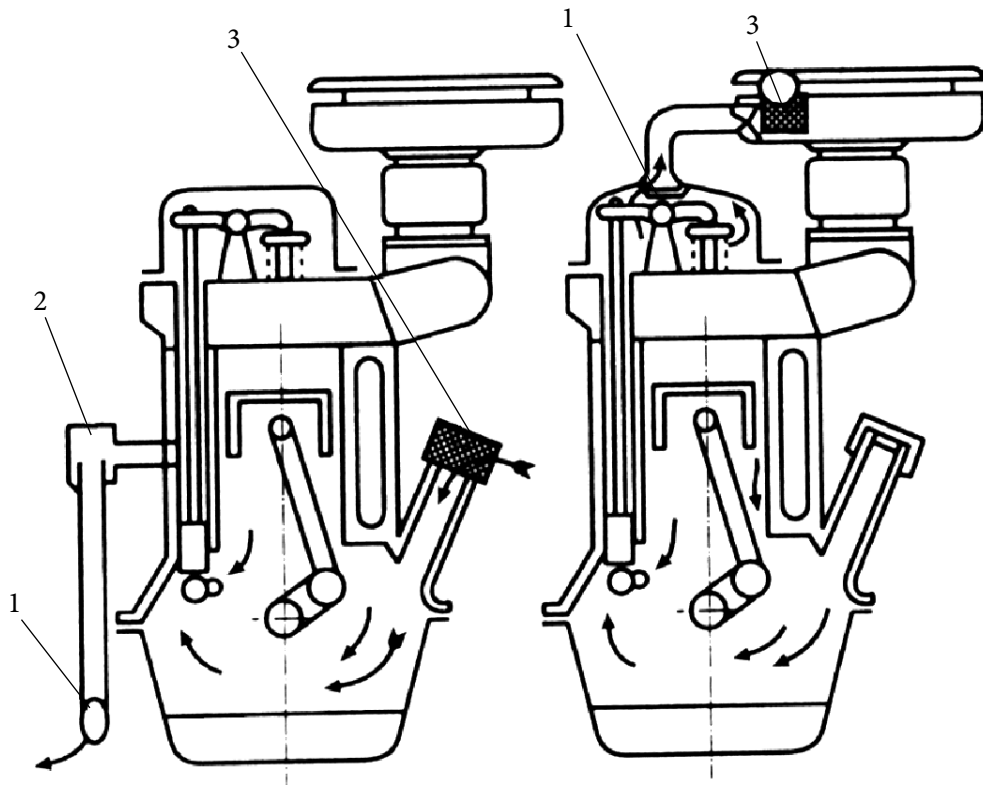
5.9 pav. Alyvos aušintuvas:

1 – alyvos ištekėjimo ertmė; 2 – alyvos tekėjimo ertmė; 3 – skysčio tiekimo kanalas;
4 – skysčio grąžinimo kanalas

5.4. Karterio vėdinimas

Veikiant varikliui, pro stūmoklių žiedus į karterį prasiskverbia dalis deginių iš degimo kameros. Ypač tai aktualu vykstant darbo taktui. Pagaminti visiškai sandarių cilindrų neįmanoma. Prasiskverbusios dujos didina slėgį karteryje, blogina alyvos tepimo savybes, alyva gali pradėti veržtis pro sandariklius. Tuos trūkumus šalina karterio vėdinimo sistema (5.10 pav.)

Karterio vėdinimo sistemos būna uždarnosios arba atvirosios. Kai dujos iš karterio ištraukiamos tiesiai į aplinką, sistema vadinama atvirąja, o kai į įsiurbimo kolektorių – uždara.



5.10 pav. Karterio vėdinimas:

1 – ežekcinis vamzdelis; 2 – alyvos gaudytuvas; 3 – dangtelis su filtru

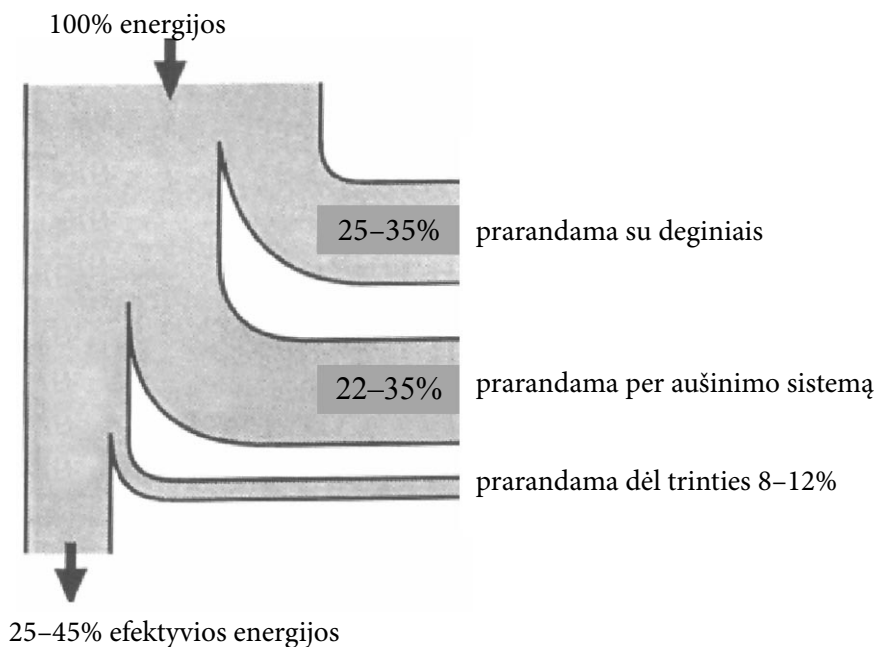
Abiejose sistemose oras iš aplinkos į karterį patenka per oro filtrą.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokia tepimo sistemos paskirtis?
2. Kokios būna tepimo sistemos?
3. Kokius žinote tepimo sistemos siurblius?
4. Kokia alyvos siurblio redukcinio vožtuvo paskirtis?
5. Kokia alyvos filtro praleidžiamą vožtuvo paskirtis?
6. Kokia alyvos filtro atgalinio vožtuvo paskirtis?
7. Kam reikalinga karterio ventiliacija?

6. AUŠINIMO SISTEMA

Šiluma, išsiskirianti cilindre per darbo taktą, ne visa panaudojama naudingam darbui atlikti. Analizuojant variklio šiluminį procesą paaiškėja, kad efektyviu darbu paverčiama tik apie 25–45 proc. vykstant degimo procesui išsiskiriančios energijos. Didelė dalis šilumos nukreipiama nuo variklio siekiant sumažinti atskirų dalių ir viso variklio temperatūrą. Ypač svarbu aušinti stūmoklius, cilindrus ir galvutę. Šiluma nutekinama specialiai įrengtais aušinimo įrenginiais, taip pat atskiras dalis ir visą variklį apipučiant oro srautui. Aušinimo įrenginiai, atsižvelgiant į konstrukciją ir pasirinkto aušinimo būdą, nutekina nuo variklio apie 22–35 proc. šilumos, 25–35 proc. pašalinama kartu su iš cilindrų išmetamais deginiais, dar 8–12 proc. prarandama dėl trinties (6.1 pav.).



6.1 pav. Šilumos pasiskirstymo VDV diagrama

Variklio ir atskirų jo dalių temperatūrų subalansavimas priklauso nuo:

- variklio alyvos. (Jos tepamosios savybės kylant temperatūrai blogėja. Šiuolaikinių alyvų aukščiausia temperatūra, kuriai esant varikliai gali efektyviai dirbti, yra ~270 °C, normali temperatūra variklio karteryje ~100 °C);
- cilindrų pripildymo efektyvumo;
- detonacijų ir savaiminio, nekontroliuojamo degiojo mišinio užsiliepsnojimo šalinimo (kuo aukštesnė variklio temperatūra, tuo sąlygos atsirasti šiems reiškiniams geresnės);

- tarpusavyje sąveikaujančių dalių šiluminio plėtimosi (gaminant variklius naudojami daug medžiagų, turinčių skirtingas šiluminio plėtimosi reikšmes, tarpų ir laisvumą parinkimas neatsiejamas nuo šiluminio balanso).

Kita vertus, nenaudingas ir variklio peraušinimas. Per žema temperatūra varikliui veikiant:

- blogina degalų garavimą, o tai komplikuoja degimo procesą, išmetamosiose dujose daugėja kenksmingųjų medžiagų kiekis. Dar labiau aušinant, ant cilindro sienelių nusėda neišgaravusių degalų dalelių, kurios ardo alyvos plėvelę, o tai skatina mazgo cilindras-stūmoklis dilimą;
- sutrikus tepimui, didėja atskirų dalių korozija;
- didėja nuostoliai dėl dalies degiojo mišinio nutekėjimo į variklio karterį;
- variklio alyvos dirba tik esant tam tikram temperatūrų diapazonui. Kuo žemesnė temperatūra, tuo didesnė alyvos klampa ir, suprantama, pasipriešinimas sukimuisi. Mechaniniai nuostoliai mažina variklio efektyvumą.

Aprašyti mažiausiosios ir didžiausiosios temperatūrų reikalavimai ir sudaro variklio šiluminio balanso pagrindą.

Visų aušinimo sistemų pagrindas – šilumos nukreipimas į aplinką. Tai atliekama dviem būdais: oras tiesiogiai apipučia aušinamas dalis arba šilumą nuo aušinamų dalių paima skystis ir aplinkai atiduoda įrenginyje, vadinamame radiatoriumi.

Oru aušinamų variklių konstrukcija paprastesnė, lengvesnė ir pigesnė. Skysčiu aušinamų sistemų patikimumas ir efektyvumas daug didesnis, tačiau jos sudėtingesnės. Tokių sistemų pagrindinis parametras – aušinamojo skysčio, ištekancio iš galvutės, temperatūra.

Daugelio dabar naudojamų automobilių variklius aušina skystis. Pagrindiniai tokių sistemų privalumai:

- geras šilumos nukreipimas;
- mažesni temperatūrų skirtumai vykstant skirtingiems taktams;
- mažesnis (palyginti su oru aušinamomis sistemomis) triukšmo lygis;
- standesnė variklio konstrukcija;
- galimybė variklio šilumą nukreipti automobilio salonui šildyti.

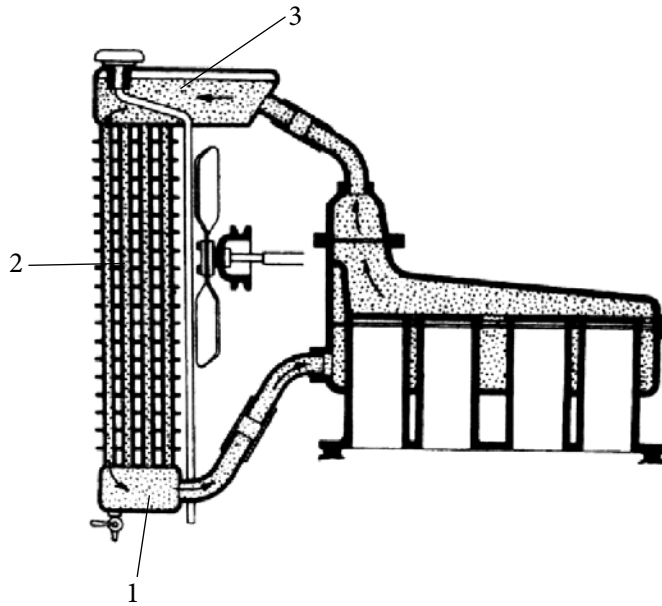
Trūkumai:

- didesnė (palyginti su oru aušinamomis) kaina;
- ilgėja laikas, per kurį šaltas variklis pasiekia darbinę temperatūrą.

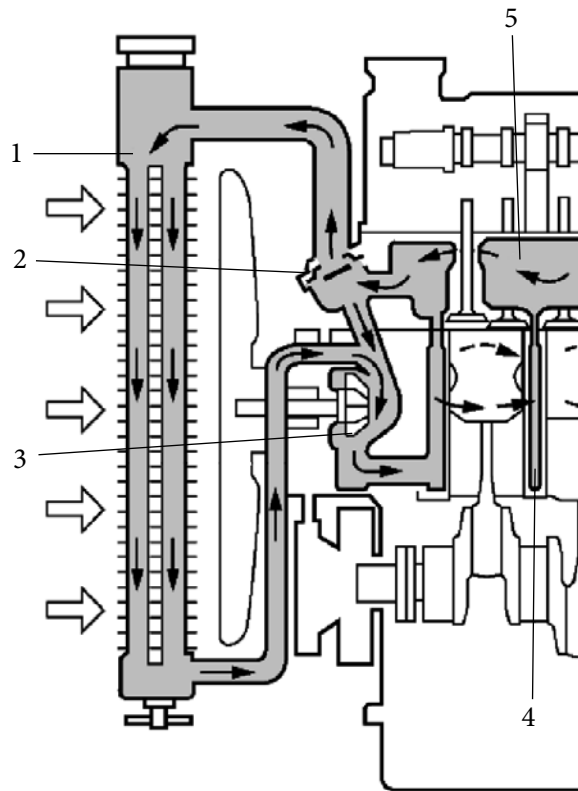
Paprčiausias skysčio aušinimo sistemos veikė savaiminio tekėjimo principu (6.2 pav.).

Aušinamąjį skystį versdavo tekėti temperatūrų skirtumas. Tokios sistemos buvo labai neefektyvios, todėl dabar nenaudojamos.

Šiuolaikiniuose automobiliuose dažniausiai įrengiama uždara priverstinio skysčio tekėjimo sistema (6.3 pav.), kurią sudaro: radiatorius, plėtimosi indas aušinimo ertmės bloke ir cilindrų galvutėje, siurblys, ventiliatorius, termostatas, jungiamieji vamzdžiai, šiluminio režimo reguliavimo ir kontrolės prietaisai.



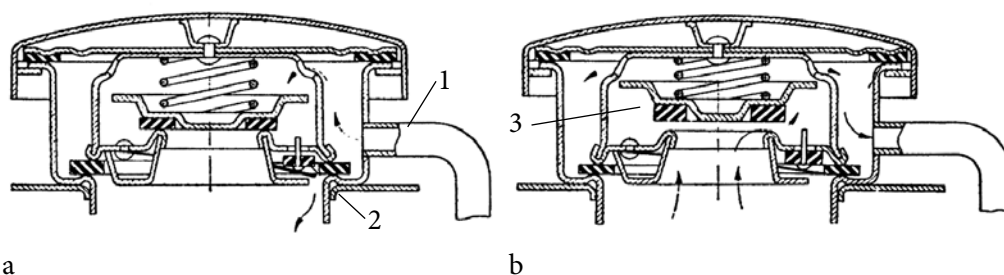
6.2 pav. Savaiminio aušinimo sistema:
 1 – apatinis radiatoriaus bakelis; 2 – radiatoriaus šerdis;
 3 – viršutinis radiatoriaus bakelis



6.3 pav. Priverstinio aušinimo sistema:
 1 – radiatorius; 2 – termostatas; 3 – skysčio siurblys; 4, 5 – aušinimo ertmės

Bet kokios aušinimo sistemos efektyvumas priklauso nuo aušinamojo skysčio, atitekančio į radiatorių, ir aplinkos temperatūros skirtumo. Kuo jis didesnis, tuo geriau. Aušinamasis skystis neturi užvirti. Normaliomis sąlygomis vanduo užverda esant 100 °C temperatūrai. Slėgiui padidėjus 0,1 MPa, virimo temperatūra didėja iki ~110 °C. Ši priklausomybė ypač svarbi karšto klimato zonose ir aukštikalnėse. Racionaliai naudojama, leidžia sumažinti kai kurias aušinimo sistemos dalis. Kuo didesnis slėgis, tuo didesni sandarumo ir patikimumo reikalavimai aušinimo sistemos dalims.

Uždara aušinimo sistema su atmosfera kontaktuoja per specialius vožtuvus. Tai leidžia išlaikyti nustatytą aušinamojo skysčio slėgį, virimo temperatūrą ir apsaugo visą sistemą nuo suirimo, kai šylantis aušinamasis skystis vėsdamas plečiasi arba traukiasi. Vožtuvai įtaisomi radiatoriaus arba plėtimosi bakelio kamščiuose.



6.4 pav. Radiatoriaus kamštis:

a – aušinimo sistemoje išretėjimas; *b* – aušinimo sistemoje viršslėgis;
 1 – perpylimo vamzdelis; 2 – įleidimo vožtuvas; 3 – išleidimo vožtuvas

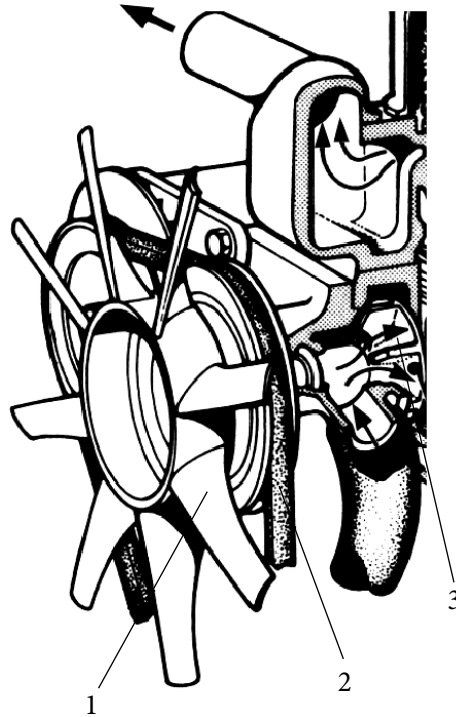
Visa uždara aušinimo sistema skirstoma į didįjį ir mažąjį aušinimo ratus. Kai variklis šaltas, tikslinga, kad aušinamasis skystis darbinę temperatūrą pasiektų kuo greičiau. Tai pasiekama aušinamajam skysčiui tekant mažuoju ratu. Varikliui pasiekus darbinę temperatūrą, kai kurios jo dalys gali įkaisti daugiau nei leistina; aušinimo mažuoju ratu nepakanka ir tada jungiamas didysis ratas. Riba tarp didžiojo ir mažojo aušinimo ratų yra termostatas.

Aušinimo efektyvumas priklauso nuo radiatorių (6.4 pav.) ir variklį apipučiančio oro srauto ir temperatūros. Kartais variklis dirba tokiomis sąlygomis, kad nepakanka jį aušinti ir didžiuoju ratu. Tada papildomai jungiamas ventiliatorius. Jis sudaro oro srautą, garantuojantį efektyvų ir racionalų variklio aušinimą.

Variklio temperatūrą reguliuojančio ventiliatoriaus pavara gali būti:

- mechaninė (6.5 pav.);
- elektrinė (6.6 pav.);
- elektromagnetinė sankaba (6.7 pav.);
- mechaninė sankaba (6.8 pav.);
- hidrodinaminė sankaba;
- hidrostatinė (6.11 pav.).

Mechaninė ventiliatoriaus pavara



6.5 pav. Mechaninė ventiliatoriaus pavara:
1 – sparnuotė; 2 – kūginis dirželis; 3 – skysčio siurblys

Ventiliatorių suka kūginis dirželis, skriemuliais sujungtas su alkūniniu velenu. Šiuo metu tokia pavara beveik nenaudojama, nes turi daug trūkumų:

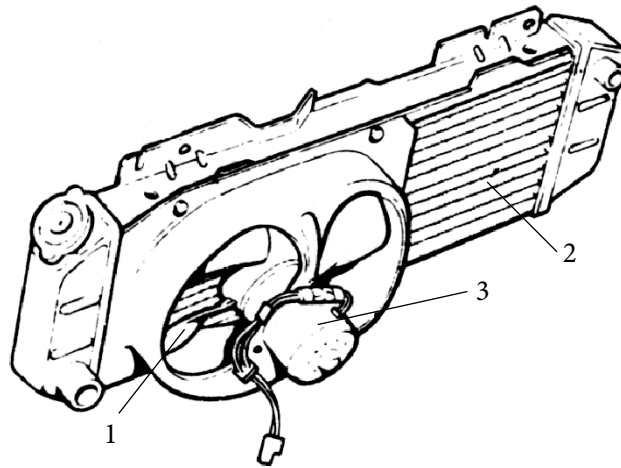
- ventiliatorius sukasi iš karto paleidus variklį, o tai pailgina laiką, per kurį jis pasiekia darbinę temperatūrą;
- gana nemaži mechaniniai nuostoliai;
- įtemptas dirželis apkrauna vandens siurblio, ant kurio primontuotas ventiliatorius, guolį ir padidėja reikalavimai šio mazgo kokybei;
- variklis statomas tik išilgai automobilio ašies;
- dažnai naudojama elektrinė ventiliatoriaus pavara.

Ventiliatorių sukantis variklis įjungiamas ir išjungiamas šiluminiu jungikliu. Ventiliatorius sukamas, kol aušinamojo skysčio temperatūra nukrinta iki nustatytos reikšmės.

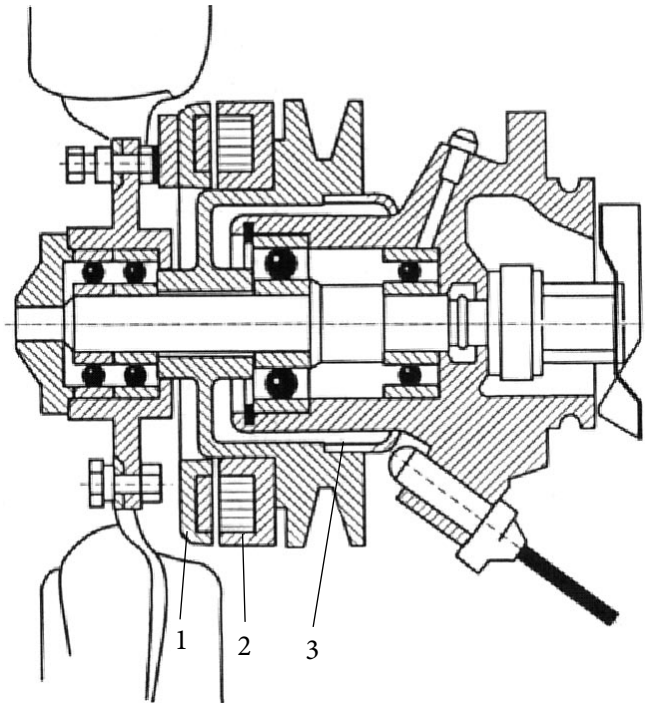
Ši pavara viena iš dažniausiai naudojamų, nes:

- įmanoma bet kokia variklio komponuotė;
- įsijungia tik aušinamajam skysčiui pasiekus nustatytą reikšmę.

Naudojant elektromagnetinę ventiliatoriaus pavaros sankabą, skysčio siurblys ir ventiliatorius sukasi nepriklausomai vienas nuo kito, nors jie turi bendrą pavara.



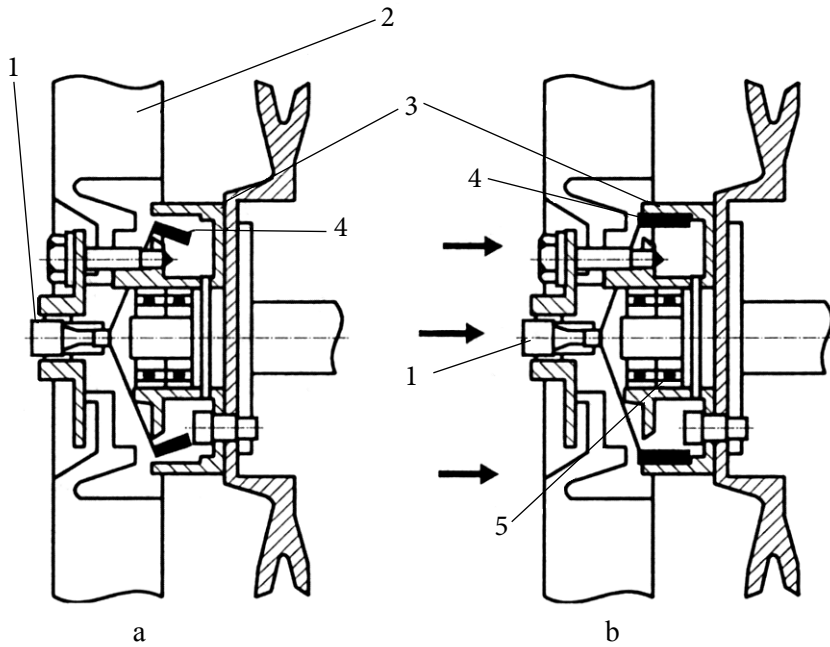
6.6 pav. Elektrinė ventiliatoriaus pavara:
1 – sparnuotė; 2 – radiatorius; 3 – elektros variklis



6.7 pav. Elektromagnetinė ventiliatoriaus pavara:
1 – inkaras; 2 – elektromagnetas; 3 – slydimo (kontaktinis) žiedas

Elektromagnetas pritvirtintas prie pavaros skriemulio, o inkaras sujungtas su ventiliatoriaus sparnuote. Elektromagnetas maitinamas per slydimo kontaktus.

Mechaninė ventiliatoriaus pavara gali perduoti nedidelį sukimo momentą, todėl naudojama mažos galios varikliuose.

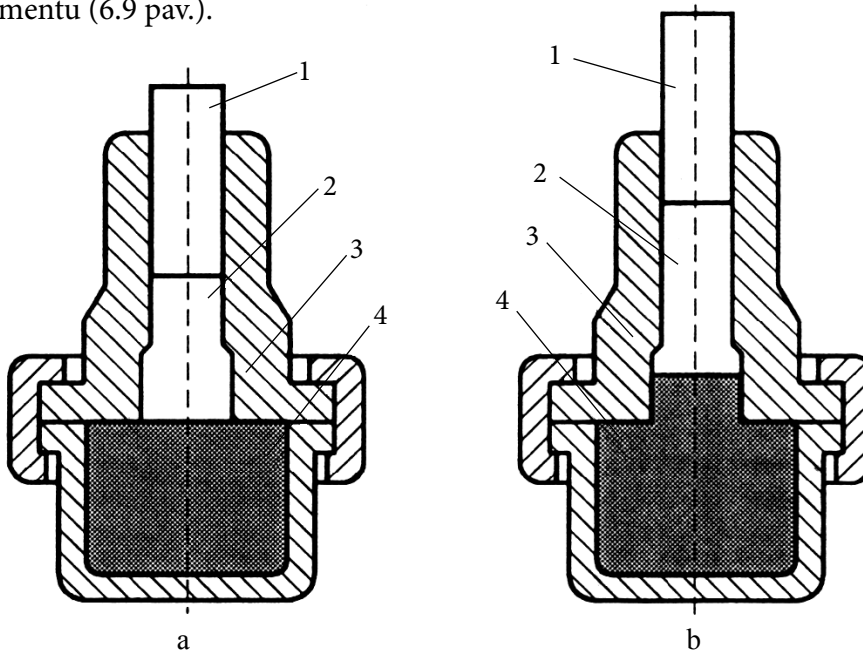


6.8 pav. Mechaninė ventilatoriaus pavara su sankaba:

a – išjungta; *b* – įjungta;

1 – termoelementas; 2 – ventilatorius; 3 – sankabos būgnas; 4 – sankabos diskai; 5 – spyruoklė

Tarp veleno, sukancio skysčio siurblių ir ventilatorių, įrengta mechaninė sankaba, valdoma termoelementu (6.9 pav.).



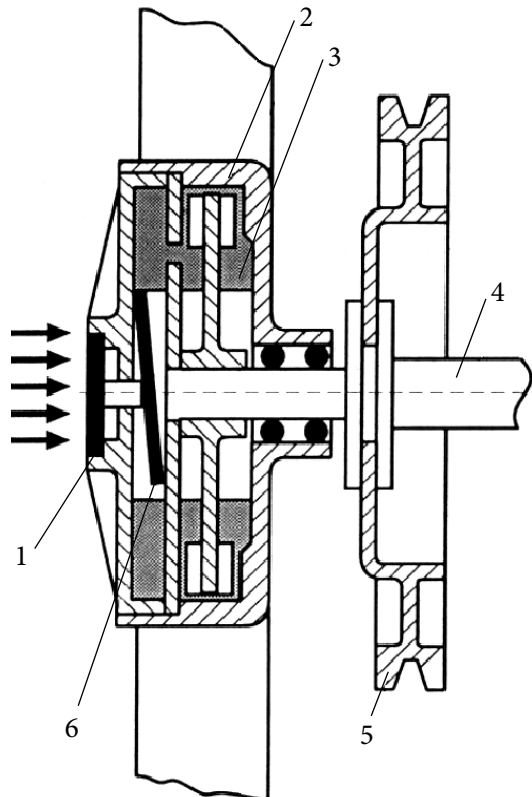
6.9 pav. Termoelementas:

a – šaltas; *b* – karštas; 1 – plunžeris; 2 – guma; 3 – diafragma; 4 – užpildas

Termoelementas užpildytas parafino ir vario miltelių mišiniu. Didėjant termoelemento temperatūrai, plėsdamasis parafinas stumia aukštyrą guminį elementą, o pastarasis – plunžerį, kuris prispaudžia sankabos diskus prie būgno ir įjungia ją. Variklio siurblys ir ventiliatorius sukasi kartu, kol sumažėja temperatūra.

Ventiliatoriui sukėti gali būti naudojamos šios hidrodinaminės pavaros:

- slystamosios sankabos (6.10 pav.);
- hidrodinaminės sankabos.



6.10 pav. Slystamoji ventiliatoriaus pvara:

- 1 – bimetalinė plokštelė; 2 – varantysis diskas; 3 – silikoninė alyva;
4 – varantysis velenas; 5 – skriemulys; 6 – vožtuvas

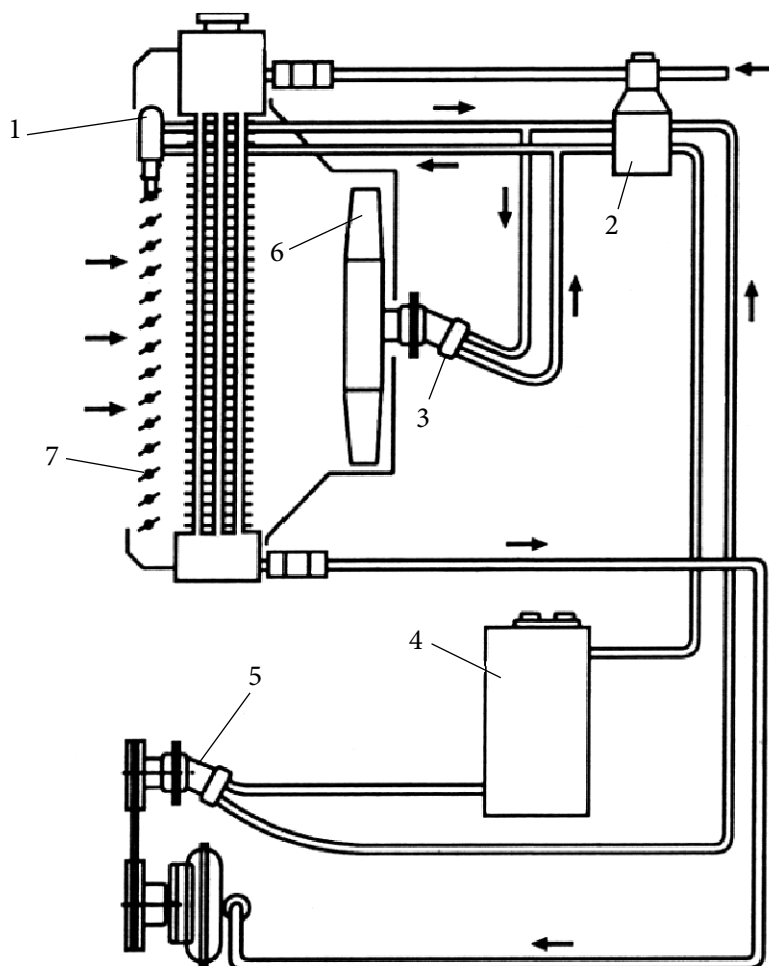
Hidrodinaminės sankabos siurbliaratis sujungtas su varančiuoju vėlu, o turbinratis – su ventiliatoriumi. Sukantis siurbliaraciui, turbinračio sūkių dažnis priklauso nuo sankabos pripildymo alyva dydžio, kurį reguliuoja termostatinis vožtuvas. Mažėjant variklio temperatūrai, termostatinis vožtuvas išleidžia alyvą iš hidrodinaminės sankabos, todėl turbinračio, o kartu ir ventiliatoriaus sūkių dažnis mažėja.

Slystamoji sankaba dėl skysčio trinties sukimo momentą nuo varančios dalies perduoda varomajai. Jos varantysis diskas sujungtas su diržinės pavaros skriemuliu, o varomoji dalis – su ventiliatoriumi.

Varantysis diskas sukasi darbo kameroje, kurios užpildymas silikonine alyva automatiškai reguliuojamas atsižvelgiant į variklio temperatūrą. Vožtuvą, reguliuojantį silikoninės alyvos kiekį darbo kameroje, valdo bimetalinis elementas. Kadangi tarp varančiojo disko ir darbo kameros yra tik kelių dešimtųjų milimetro dalių tarpelis, tai darbo kameroje nesant alyvos ventiliatoriaus sūkių dažnis sudaro apie 25% varančiojo veleno sūkių dažnio. Tokiu režimu nežymiai aušinami tam tikrų sistemų agregatai – degalų siurbliai, generatorius ir kt. Slystamosios sankabos masė maža, be to, ji leidžia be laispnį ventiliatoriaus sūkių dažnio reguliavimą.

Pro radiatorių pratekantis oro srautas gali būti reguliuojamas termoregulatoriumi keičiant ventiliatoriaus mentelių pasukimo kampą.

Automobiliuose su varikliu apatinėje ar galinėje dalyje dažnai negalima šalia variklio įrengti aušinimo sistemos radiatoriaus. Tuomet mechaninė ventiliatoriaus pavara būtų gana kompliktuota ar visai negalima. Tokiais atvejais dažniausiai naudojama hidrostatinė pavara (6.11 pav.).



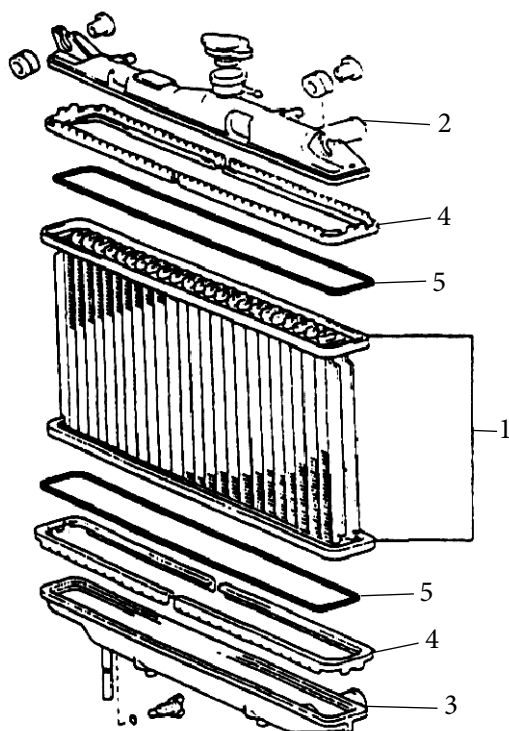
6.11 pav. Hidrostatinė ventiliatoriaus pavara:

1 – žaliuzių valdiklis; 2 – reguliatorius; 3 – hidraulinis variklis; 4 – alyvos bakas;
5 – siurblys; 6 – ventiliatorius; 7 – žaliuzės

Ventiliatorius jungiamas tiesiai prie hidraulinio variklio, į kurį alyva tiekama iš automobilio hidraulinės sistemos (pvz., vairavimo sistemos). Esant hidrostatinei ventiliatoriaus pavarai, ventiliatoriaus sūkių dažnis gali būti reguliuojamas nelaispniškai. Ventiliatorius gali išvystyti didelę galią esant mažam variklio sūkių dažniui.

6.1. Aušinimo sistemos dalys

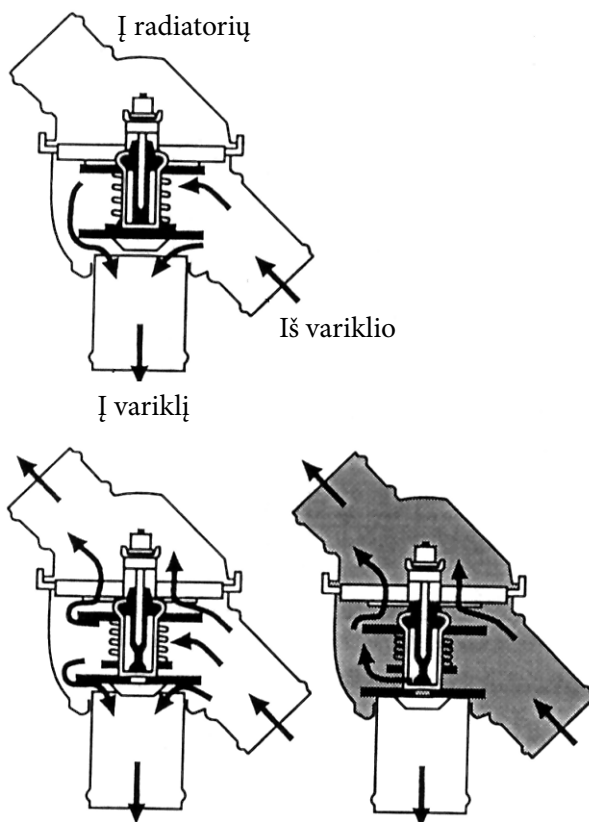
Radiatorius (6.12 pav.) aušina variklyje įkaitusį skystį ir šilumą atiduoda aplinkai. Jį sudaro viršutinis ir apatinis bakeliai, atraminėmis plokštelėmis sujungti su šerdimi. Viršutiniame bakelyje yra įpylimo anga su kamšteliu. Prie jo įtaisomas jungiamasis vamzdis, pro kurį aušinamasis skystis iš galvutės pro termostatą (kai jis atidarytas) teka į radiatorių. Prie kamštelio esantis dar vienas vamzdelis jungiasi su plėtimosi indu. Pro jį kylant temperatūrai išteka aušinamojo skysčio perteklius ir kompensuojamas jo trūkumas vėstant ir traukiantis. Senesnių automobilių radiatoriuose, apatiniame bakelyje, buvo įrengiamas čiaupas skysčiui išpilti. Šiuo metu jo nėra ir prireikus išpilti skystį reikia nuimti žarną, kuri jungiasi su siurbliu. Viršutiniai ir apatiniai bakeliai gaminami iš žalvario, pastaruoju metu – vis dažniau, iš plastiko. Atraminės plokštelės ir bakelius jungiantys vamzdeliai gaminami iš žalvario, pastaruoju metu – vis dažniau iš aliuminio. Aliuminio laidumas šilumai leidžia gerokai sumažinti radiatorių svorį ir dydį.



6.12 pav. Radiatorius:

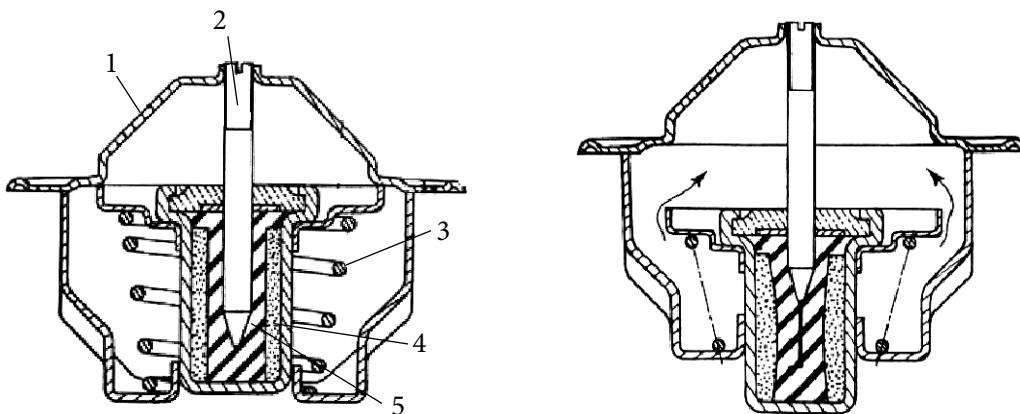
1 – aliumininiai vamzdeliai; 2 – viršutinis bakelis; 3 – apatinis bakelis;
4 – bakelio tvirtinimo plokštė; 5 – sandarinimo žiedas

Termostatas (6.13 pav.) reikalingas aušinamajam skysčiui greičiau pasiekti darbinę temperatūrą užvedus variklį ir palaikyti jo optimalią temperatūrą. Jautrus temperatūrai užpildas gali būti kietasis arba skystasis.



6.13 pav. Termostato veikimas

Dažniau naudojami kietojo užpildo termostatai (6.14 pav.). Jie, palyginti su skysčių termostatais, mažiau jautrūs slėgio kitimui sistemoje ir išvysto didesnę jėgą.

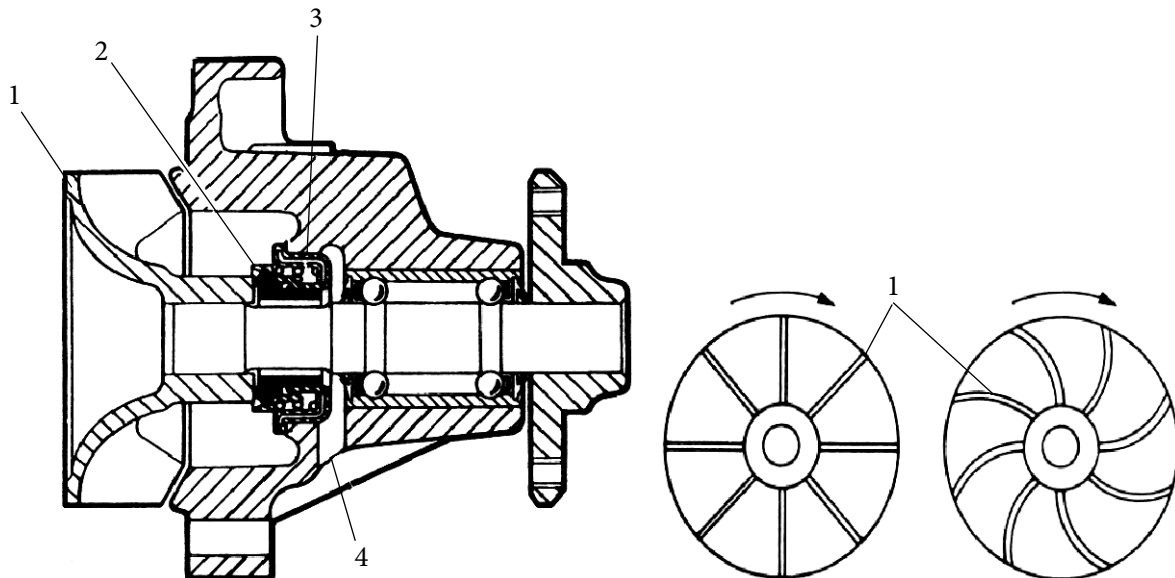


6.14 pav. Termostatas su kietuoju užpildu:

1 – korpusas; 2 – kotelis; 3 – spyruoklė; 4 – guma; 5 – užpildas

Šilumai jautrus elementas papildomas cerezino ir aliuminio miltelių mišinio, turinčio didelį plėtimosi koeficientą.

Skysčio siurblys (6.15 pav.) – kompaktiškas išcentrinis siurblys, išvystantis 0,05–0,15 MPa slėgį. Siurblio korpusas per tarpiklį varžtais tvirtinamas prie priekinės bloko sienelės. Siurblys verčia aušinamąjį skystį nuolatos cirkuliuoti sistemoje, neleidžia ertmėse susikaupti garų ir oro kamščiams, tolygiai aušina variklį.



6.15 pav. Skysčio siurblys:

1 – sparnuotė; 2 – riebokšlis; 3 – riebokšlio korpusas; 4 – drenažinė skylė



6.16 pav. a, b – temperatūros jutiklis

Ventiliatorius padidina pro radiatorių pratekančio oro srautą. Atsižvelgiant į pavaros konstrukciją ir vietą, kur yra įtaisomas, ventiliatorius gali būti vientisas arba iš atskirų dalių. Pastaruoju metu ventiliatoriams gaminti vis dažniau naudojamas plastikas ir kitos kompozitinės medžiagos.

Kontrolės prietaisai informuoja vairuotoją apie aušinimo sistemos būklę ir atlieka labai svarbų vaidmenį valdant variklį.

Temperatūros jutiklis (6.16 pav., a) yra skirtas informacijai apie variklio temperatūrą į prietaisų skydelį tiekti.

Temperatūros jutiklis (6.16 pav., b) yra daugiafunkcis. Jis ne tik informuoja vairuotoją apie variklio temperatūrą, bet ir kontaktais (1 ir 2) maitinimo sistemos valdymo blokui siunčia informaciją apie variklio temperatūrą.

Varikliuose temperatūra kontroliuojama termometru ir kontroline lempute. Termometras rodo aušinamojo skysčio temperatūrą.

Kontrolinė lemputė įsijungia aušinamojo skysčio temperatūrai viršijus didžiausiąją leistiną.

Aušinamojo skysčio lygis kontroliuojamas jutikliu (6.17 pav.), įrengtu plėtimosi inde.



6.17 pav. Aušinamojo skysčio lygio jutiklis

Priklausomai nuo aušinamojo skysčio temperatūros, **šiluminis jungiklis** (6.18 pav.) sistemoje su elektrine pavara įjungia ir išjungia ventiliatorių.

Šiluminiai jungikliai būna įvairių įsijungimo temperatūrų.



6.18 pav. Šiluminis jungiklis

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Aušinimo sistemos paskirtis.
2. Aušinimo sistemų rūšys.
3. Aušinimo sistemos ventiliatorių pavaros.
4. Kaip pasiekama, kad uždaroje aušinimo sistemoje aušinimo skystis verda tik, pavyzdžiui, esant 112 °C temperatūrai?
5. Radiatoriaus dangtelio vožtuvų paskirtis.
6. Aušinimo sistemos termostato paskirtis.

7. MAITINIMO SISTEMA

Maitinimo sistema skirta degiajam mišiniui ruošti ir tiekti į cilindrus. Kuo tiksliau dozuojami, geriau išpurškiami, išgarinami ir sumaišomi su oru degalai, tuo geriau jie sudega cilindre. Variklio ekonomiškumas, galia ir kenksmingųjų medžiagų kiekis išmetamosiose dujose priklauso nuo maitinimo sistemos techninio lygio.

Maitinimo sistemą sudaro oro ir degalų tiekimo, degiojo mišinio ruošimo ir deginių šalinimo įtaisai.

Degųjų mišinį sudaro tam tikru santykiu sumaišyti degalai (benzinas, dujos arba dyzelinas) ir oras. Be ore esančio deguonies degimo procesas neįmanomas. Degusis mišinys ruošiamas dviem būdais:

- išoriniu (karbiuratoriniams, dujiniais ir benzininiams su benzino įpurškimu į įsiurbimo kolektorių, centrinio įpurškimo sistemos varikliams);
- vidiniu (dyzeliniams ir tiesioginio įpurškimo benzininiams varikliams).

Nuo degiojo mišinio sudėties (degalų ir oro santykio) priklauso variklio darbo efektyvumas. Nustatyta, kad 1 kg benzino sudeginti reikia 14,8 kg, 1 kg dyzelino – 14,5 kg oro.

Degusis mišinys gali būti:

- normalus arba stochiometrinis, kai $\lambda = 1$, t. y. mišinyje esantis oro kiekis lygus teoriškai reikalingam;
- riebusis, kai $\lambda < 1$, mišinyje oro yra mažiau negu reikia visiškai sudeginti degalus;
- liesasis, kai $\lambda > 1$, mišinyje oro yra daugiau negu reikia visiškai sudeginti degalus.

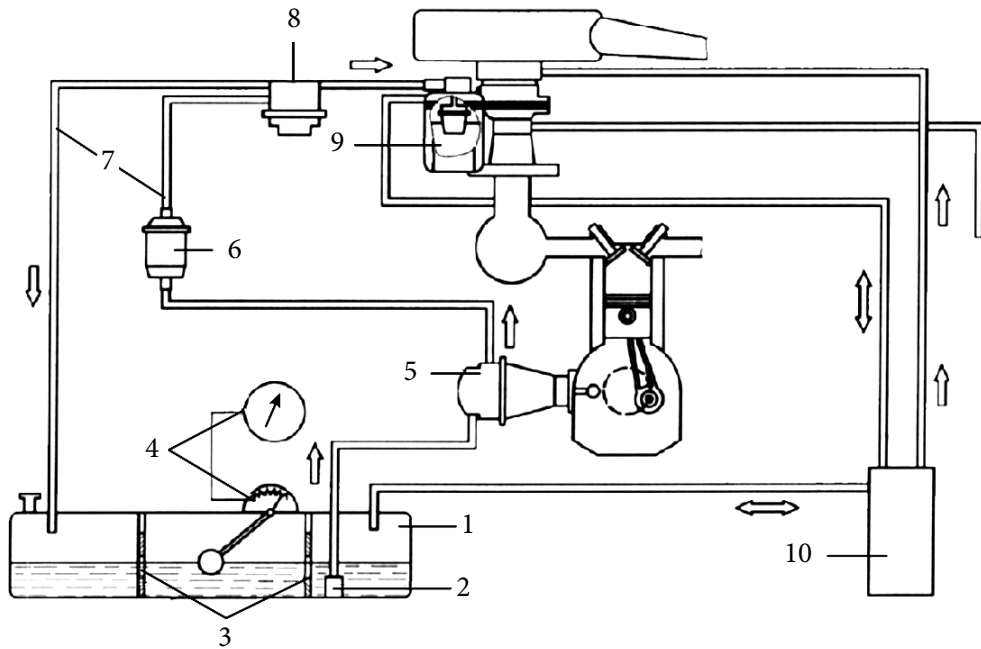
Didžiausia benzininių variklių galia išvystoma, kai į cilindrus tiekiamas pariebintas ($\lambda = 0,95 - 0,85$) mišinys, nes tada didžiausias degimo greitis. Liesinant mišinį ($\lambda = 1,1 - 1,2$) variklis dirba ekonomiškiau. Kai $\lambda > 1,3$, mišinys neužsidega. Kai $\lambda < 0,8$, variklis dirba neekonomiškai, išmetamosiose dujose daugėja kenksmingųjų medžiagų. Dar labiau didėjant šiai reikšmei, dėl sumažėjusios degimo temperatūros smarkiai krenta jo galia.

Dyzelinų variklių oro pertekliaus koeficientas $\lambda = 1,30 - 1,70$ yra gerokai didesnis, nes mišiniui paruošti skiriama maždaug dešimt kartų mažiau laiko negu benzininiuose varikliuose.

7.1. Maitinimo sistemos sandara

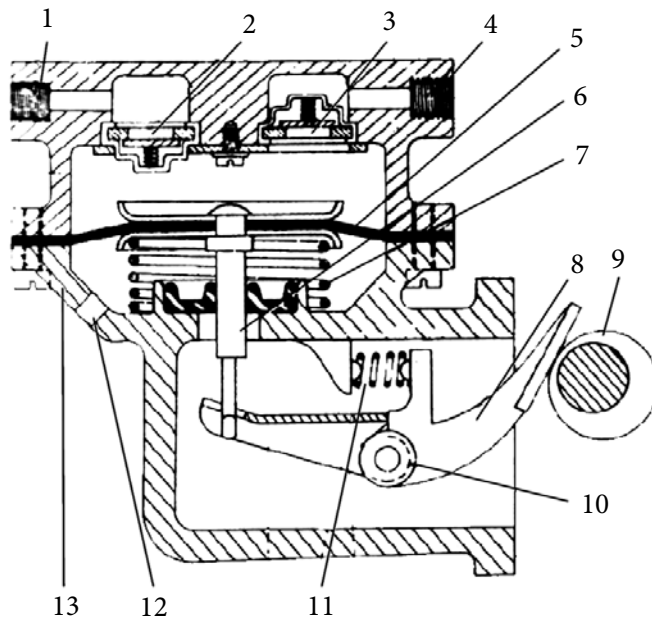
Visi VDV turi panašią maitinimo sistemos sandarą (7.1 pav.).

Degalai iš bako siurbliu, per filtrus magistrale tiekiami į degiojo mišinio ruošimo įrenginį (pvz., karbiuratorių). Įvairiais režimais variklis naudoja skirtingą degalų kiekį, todėl teoriškai degalų siurblys turėtų tiekti skirtingą jų kiekį. Tokį degalų tiekimo režimą užtikrina diafragminis siurblys (7.2 pav.) su mechanine pavara.



7.1 pav. Maitinimo sistema:

- 1 – degalų bakas; 2 – sietelis; 3 – pertvaros; 4 – degalų lygio matuoklis;
 5 – degalų siurblys; 6 – filtras; 7 – vamzdeliai; 8 – degalų slėgio ir nupylimo vožtuvas;
 9 – plūdės kamera; 10 – aktyviosios anglies bakelis



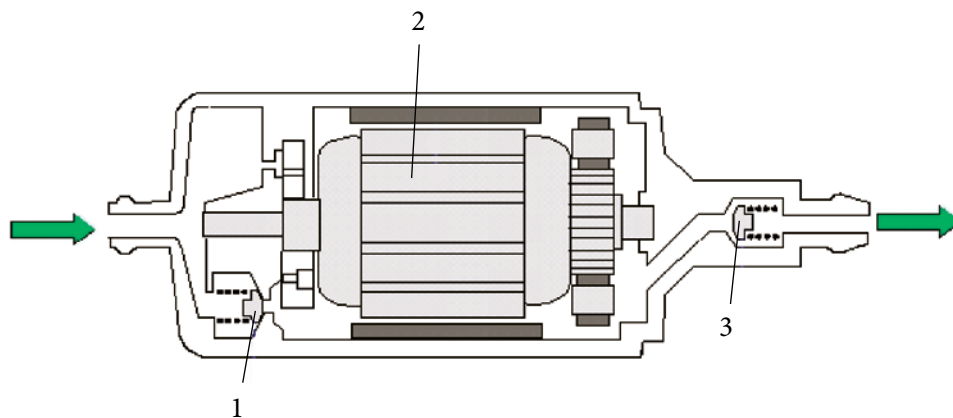
7.2 pav. Degalų siurblys:

- 1 – įleidimo anga; 2 – įleidimo vožtuvas; 3 – išleidimo vožtuvas; 4 – išleidimo anga;
 5 – diafragma; 6 – stūmiklis; 7 – diafragmos spyruoklė; 8 – petelis; 9 – veleno ekscentrikas;
 10 – petelio ašis; 11 – spyruoklė; 12 – kontrolinė skylė; 13 – degalų siurblio korpusas

Virš diafragmos yra įleidimo ir išleidimo vožtuvai. Diafragmą per stūmiklį ir spyruoklę stumia skirstymo veleno ekscentrikas. Atgal ją gražina spyruoklė. Diafragmai išsigaubiant žemyn, tūris virš jos didėja (mažėja slėgis) ir per įleidimo vožtuvą prisipildo degalų. Sukdamasis ekscentrikas pakelia kėliklį ir suspaudžia spyruoklę, kuri kelia diafragmą aukštyn. Degalai iš ertmės virš diafragmos pro išleidimo vožtuvą išstumiami į karbiuratoriaus plūdės kamerą. Prisipildžius plūdės kamerai ir užsidarius adatiniam vožtuvui, spyruoklė nepajėgia pakelti diafragmos, degalai netiekiami.

Tai neekonomiškas ir gana nepatikimas būdas, todėl šiuolaikiniuose automobiliuose beveik nenaudojamas. Būdas, kai elektrinis siurblys (7.3 pav.) tiekia vienodą degalų kiekį, o prie variklio įtaisomas įrenginys, reguliuojantis slėgį ir dalį degalų, nereikalingų varikliui dirbant konkrečiu režimu, nukreipiantis atgal į degalų baką, daug patikimesnis ir taikomas labai plačiai. Tokia degalų tiekimo sistema vadinama cirkuliacine.

Cirkuliacinėse degalų tiekimo sistemose degalus tiekia elektriniai siurbliai. Jie būna dviejų tipų: įstatomi į baką arba išorėje, tarp degalų bako ir filtro. Siurblio korpuso ekscentrinėje kameroje sukasi rotorius. Į jo išpjovas įstatyti ritinėliai. Rotoriui sukantis, ritinėliai, veikiami išcentrinės jėgos ir degalų slėgio, prisispaudžia prie kameros išorinių sienelių. Tarp gretimų ritinėlių ir rotoriaus kameros sienelių susidaro kintamo tūrio kameros. Darbo kameros artėjant prie įsiurbimo angos jų tūris didėja ir prisipildo degalų. Artėjant prie slėgio angos kamerų tūris mažėja, ir degalai išstumiami iš siurblio. Siurblių suka nuolatinės srovės elektros variklis.

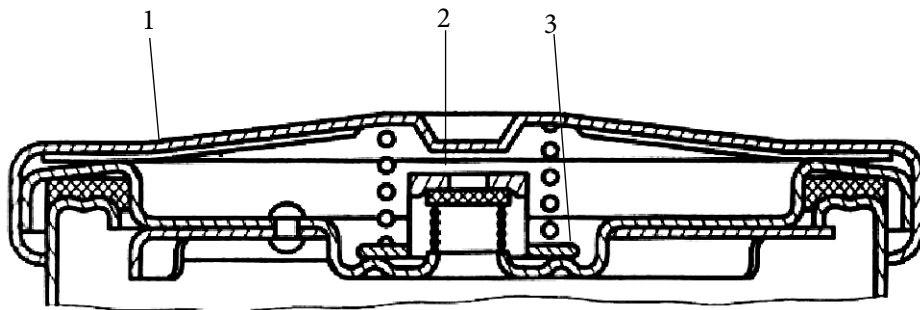


7.3 pav. Elektrinis degalų siurblys:

1 – slėgio ribojimo vožtuvas; 2 – elektros variklio rotorius; 3 – atgalinis vožtuvas

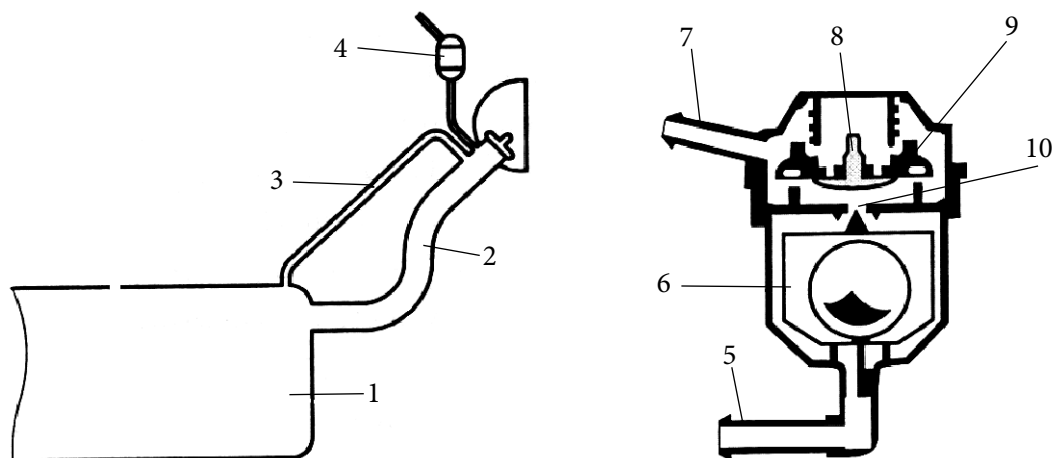
Siurblys ir variklis sumontuoti viename korpuse. Iš siurblio degalai patenka į elektros variklio vidų, jį aušina ir vėliau yra išstumiami į degalų filtrą.

Degalų bakai gaminami iš lakštinio plieno, iš abiejų pusių padengto antikoroziiniu sluoksniu, arba plastiko. Bakas pertvaromis dalinamas į atskiras, tarpusavyje susisiekiančias dalis. Pertvaros didina bako standumą ir mažina degalų teliūškavimą automobiliui važiuojant. Degalų įpylimo anga sujungta su atvamzdžiu ir uždengiama dangteliu (7.4 pav.).



7.4 pav. Degalų bako dangtelis:
1 – korpusas; 2 – oro vožtuvas; 3 – garų vožtuvas

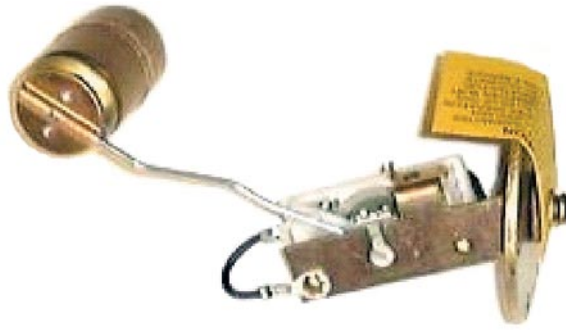
Jame įrengiami garų ir oro vožtuvai (7.5 pav.), palaikantys bake beveik atmosferos slėgį. Mažėjant slėgiui bake (varikliui naudojant degalus arba mažėjant aplinkos temperatūrai) pro oro vožtuvą kompensuojamas slėgio skirtumas. Tas pat vyksta ir didėjant slėgiui (dažniausiai dėl aplinkos temperatūros didėjimo). Tik tada slėgis išlyginamas per oro vožtuvą išleidžiant dalį garų.



7.5 pav. Degalų bako slėgio vožtuvas:
1 – bakas; 2 – papildymo atvamzdis; 3 – oro išleidimo vamzdelis;
4 – vožtuvų korpusas; 5, 7 – atvamzdžiai; 6 – gravitacinis vožtuvas;
8 – oro vožtuvas; 9 – garų vožtuvas; 10 – praleidimo vožtuvas

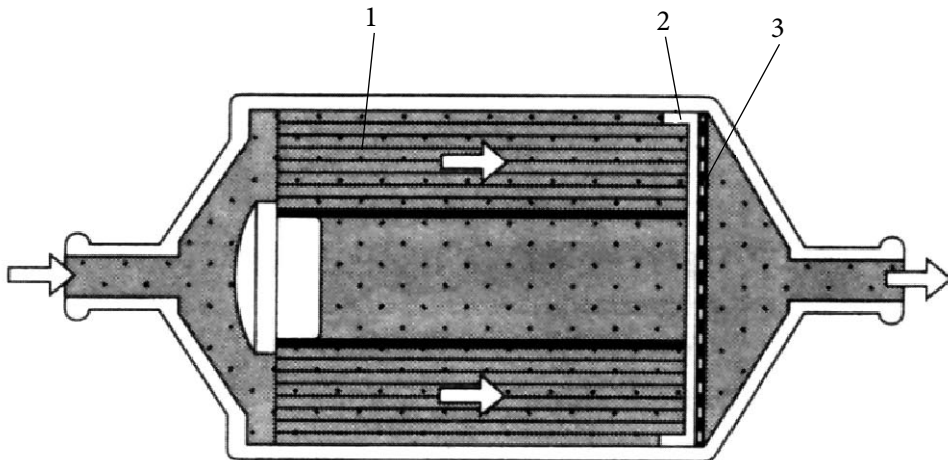
Bake įtaisomas degalų lygio matuoklis (7.6 pav.). Jis nurodo vairuotojui, kiek degalų yra bake, ir signaline lempute įspėja apie kiekio priartėjimą prie kritinės ribos.

Šiuolaikiniuose VDV naudojamiems degalams taikomi labai aukšti kokybės reikalavimai, tačiau dėl degalų sąlyčio su oru, maitinimo sistemos dalių dilimo ir dar kai kurių veiksnių atsiranda mechaninių dalelių, vandens ir kitų nepageidaujamų priemaišų. Degalai į degiojo mišinio ruošimo zoną turi patekti kuo švaresni, todėl tam tikslui įrengiami degalų valymo ir filtravimo įrenginiai (7.7 pav.).



7.6 pav. Degalų lygio matuoklis

Pirmiausia degalus valo sietelis, esantis bako degalų siurbimo vamzdyje. Atskiras aktyto kartono degalų filtras dažniausiai įrengiamas prie bako. Į variklius, turinčius degalų įpurškimo sistemą, mechaninių dalelių, patenkančių į cilindrą, skersmuo negali viršyti 0,01 mm, todėl dažnai įrengiami du arba daugiau degalų filtrų.



7.7 pav. Degalų filtras:

1 – popierinis filtravimo elementas; 2 – tinklelis; 3 – atraminė plokštelė

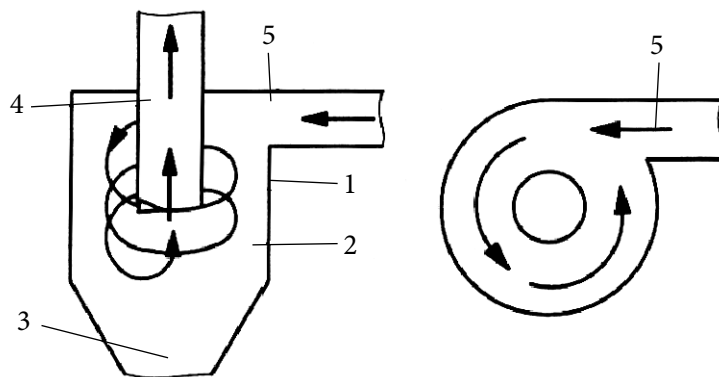
Visuose smulkiuosiuose filtruose rodykle nurodoma degalų tekėjimo kryptis.

Degalų tiekimo vamzdeliai gaminami iš plieno, vario, plastiko, o vietose, kur reikalingi laisvumai (magistralės į variklį ir iš jo) – iš degalams atsparios gumos.

Ore, tiekiamame į degiojo mišinio ruošimo įrenginį, turi būti kuo mažiau mechaninių priemaišų, nes jos, patekusios į cilindrus, didina dilimą. Todėl oras valomas inerciniu arba absorbciniu būdu. Kartais šie būdai taikomi kartu.

Inercinis oro valymo būdas (7.8 pav.) pagrįstas nevienodu oro srauto ir jame esančių dulkių dalelių inertiškumu. Keičiantis oro judėjimo kryptį, sunkesnės jo dalelės iš inercijos juda ankstesne kryptimi ir atsiskiria nuo pagrindinio srauto. Kad inercinio valymo efektyvu-

mas būtų padidintas, oras dar įsukamas. Kietos, sunkios dulkių dalelės inercijos jėgų nubloškiamos žemyn kartu su oro srautu. Centrinėje dalyje oro srautas staigiai keičia judėjimo kryptį ir išteka atvamzdžiu. Dulkių dalelės iš inercijos toliau juda žemyn ir patenka į kūgines dulkių surinkimo ertmes.



7.8 pav. Inercinio oro filtro veikimas:

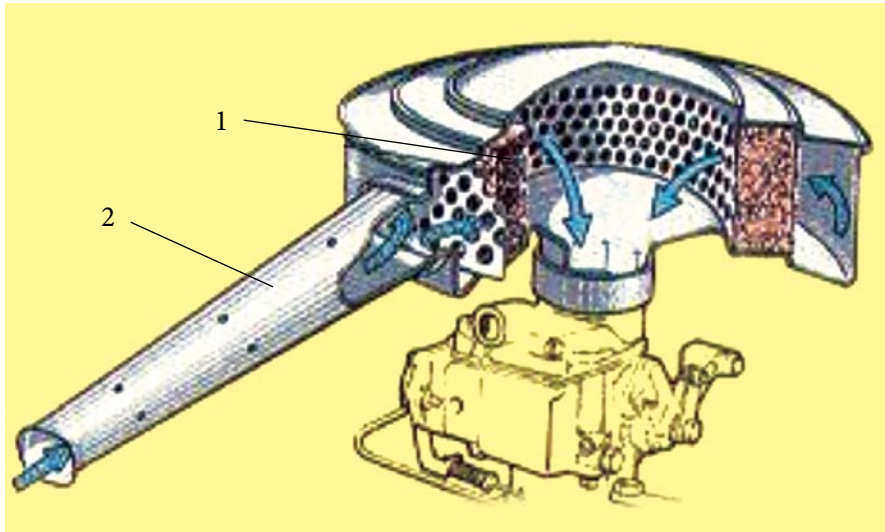
1 – korpusas; 2 – dulkių surinkimo ertmė; 3 – dulkių šalinimo anga;
4 – centrinis oro ištekėjimo atvamzdis; 5 – oro tiekimo atvamzdis

Naudojant absorbcinį valymo būdą oro srautas praeina pro įvairius tūrinius arba paviršinius filtravimo elementus (7.9 pav.).



7.9 pav. Filtravimo elementai

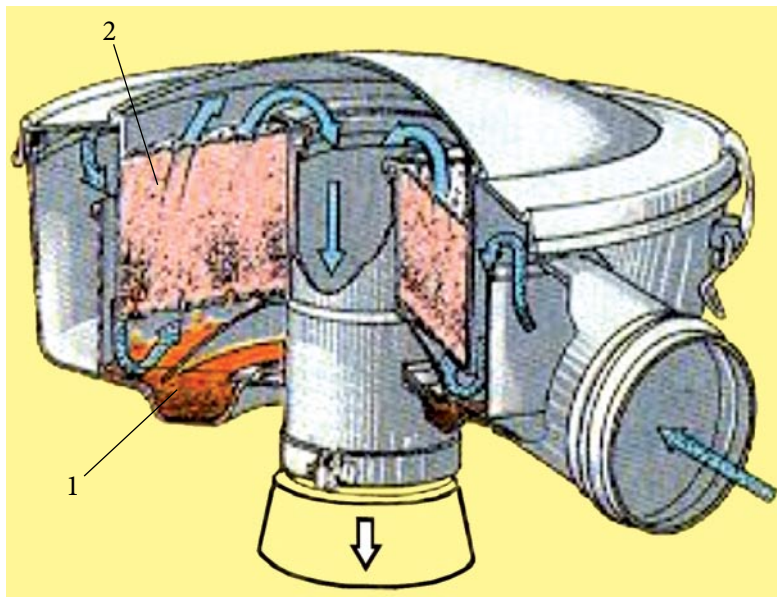
Tūriniai filtravimo elementai gaminami iš vielos ar kaproninių siūlų, o paviršiniai – iš poliuretano putplasčio ar akytojo kartono. Tūriniai filtravimo elementai dažnai yra suvilgomi alyva. Šiuose filtruose siurbiamas oras teka per pluoštinį filtravimo elementą, kuris yra sudrėkintas alyva. Dulkių dalelės prisiliečia prie alyva suvilgyto filtro paviršiaus ir lieka ten prilipusios. Didėjant užterštumui, greitai didėja hidraulinis filtro pasipriešinimas. Prateka mažiau oro. Todėl šie filtrai naudojami tik esant nedideliam oro užterštumui. Jų naudojimo laikas trumpas, reikia periodiškai tikrinti ir valyti. Filtrai su triukšmo malšintuvais vadinami triukšmo malšinimo filtrais (7.10 pav.).



7.10 pav. Triukšmo malšinimo filtras:

1 – malšintuvas; 2 – filtravimo elementas (alyva sudrėkinta metalinė kamša)

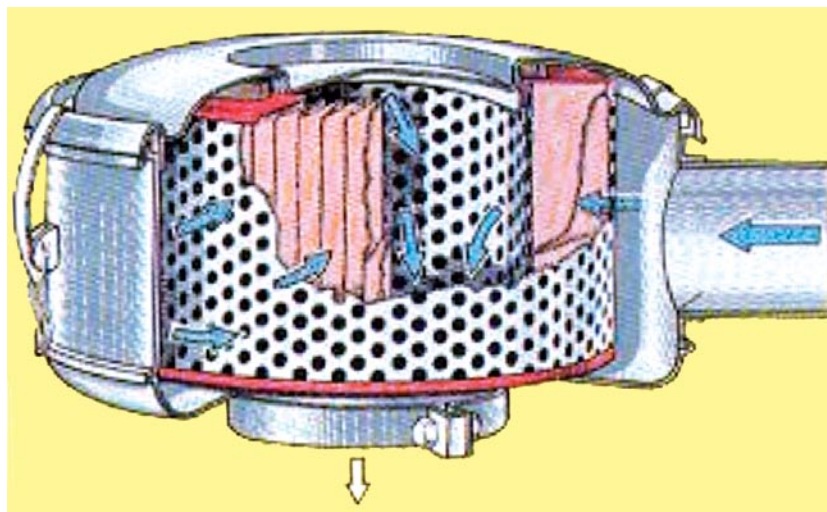
Filtrai su alyvos vonia (7.11 pav.) sudarytas iš pluoštinio arba metalinio audinio filtro, po kuriuo įrengta alyvos vonia. Variklio išsiurbiamas oras pirmiausia nukreipiamas vertikaliai į alyvos vonią. Ten oras keičia kryptį ir teka per pluoštinį filtrą. Orui staigiai keičiant judėjimo kryptį, dulkių dalelės negali judėti kartu su juo. Jos patenka į alyvos vonią ir ten susišamos. Kadangi oras juda labai greitai, kartu su juo keliauja ir alyvos lašeliai, kurie suvilgo apatinę pluoštinio filtro dalį. Filtrai su alyvos vonia pasižymi geru filtravimo efektyvumu, ilgu eksploataavimo laiku, jie tikrinami ir valomi rečiau.



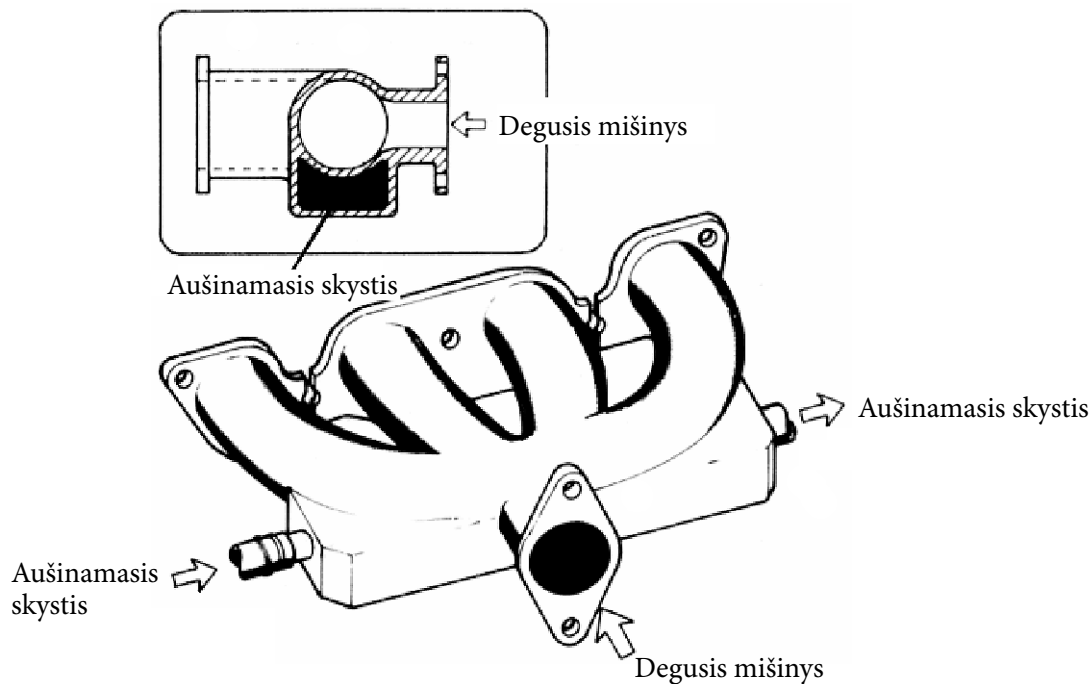
7.11 pav. Oro filtras su alyvos vonia:

1 – alyvos vonia; 2 – filtravimo elementas

Sausuose oro filtruose (7.12 pav.) oras valomas popieriniais filtravimo elementais. Filtravimo efektyvumas priklauso nuo filtro popieriaus akučių pločio. Kad būtų pasiekta vidaus degimo varikliui pakankama filtravimo kokybė, akučių plotis yra 0,001 mm. Filtrą iš dalies galima išvalyti – prapūsti suspaustu oru (visada priešinga kryptimi, negu oras juda filtruojant). Užsiteršęs stipriau, filtravimo elementas keičiamas.



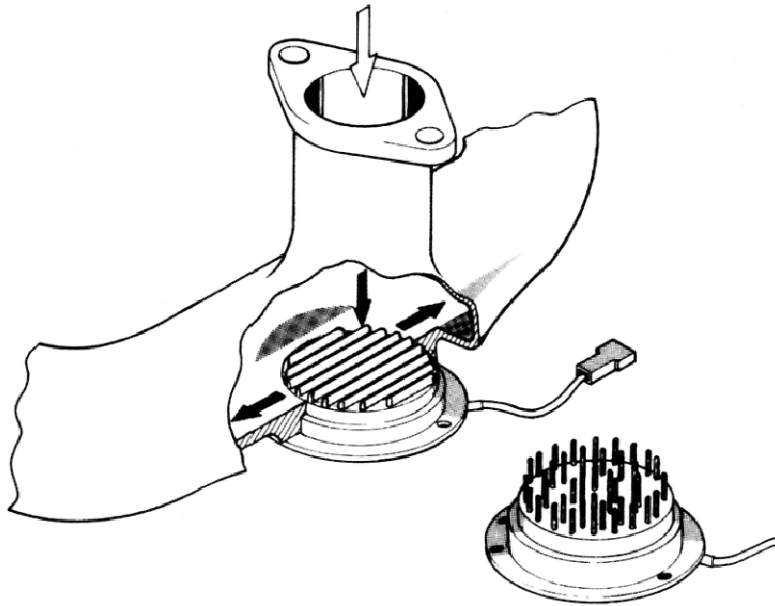
7.12 pav. Sausasis oro filtras



7.13 pav. Degiojo mišinio šildymas

Kai kuriuose automobiliuose į variklį tiekiamas degusis mišinys šildomas (7.13 pav.). Tai gerina degiojo mišinio kokybę. Šildoma nukreipiant dalį aušinamojo skysčio.

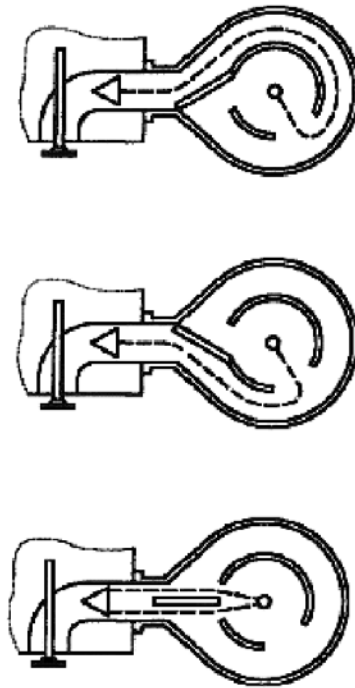
Karbiuratoriniuose ir centrinio įpurškimo varikliuose degusis mišinys šildomas įsiurbimo kolektoriuje (7.14 pav.). Tai labai palengvina šalto variklio paleidimą, gerina degalų garavimą ir degiojo mišinio sudarymą.



7.14 pav. Elektrinis degiojo mišinio šildymas

Toliau oras arba degusis mišinys (atsižvelgiant į maitinimo sistemos konstrukciją) įsiurbimo kolektoriumi nukreipiamas į cilindrą. Įsiurbimo kolektoriai degųjį mišinį arba orą tolygiai paskirsto į visus variklio cilindrų. Jų forma ir kanalų vidinių sienelių paviršiaus glotnumas turi didelės įtakos oro srauto judėjimui. Aerodinaminis kolektoriaus pasipriešinimas turi būti kuo mažesnis. Todėl jų vidiniai paviršiai gali būti padengiami specialiomis dangomis ir apdirbami mechaniškai (šlifuojami ar net poliruojami). Įsiurbimo kolektoriai liejami iš aliuminio lydinio ar plastiko.

Įsiurbimo kolektoriaus forma priklauso nuo to, kokiam varikliui jis skirtas. Dyzelinuose ir Oto varikliuose su daugiataškiu benzino įpurškimu įsiurbimo kolektoriais juda oras, kuris dažniausiai nešildomas. Šių variklių įsiurbimo kolektoriaus forma ir ilgis parenkami tokie, kad cilindrai kuo geriau užsipildytų šviežiu oru. Cilindrų pripildymui didelės įtakos turi įsiurbimo kolektoriaus ilgis. Kai sukčių dažnis nedidelis ir siurbimo kolektorius yra ilgesnis, cilindrai geriau prisipildo šviežio oro, ir atvirkščiai. Kartais naudojami keičiamo ilgio įsiurbimo kolektoriai (7.15 pav.). Tokiu atveju dėl platesnio sukimosi dažnių diapazono cilindrai geriau prisipildo. Parenkant atitinkamą kolektoriaus formą ir ilgį, galima išgauti pripūtimo efektą.



7.15 pav. Keičiamo ilgio įsiurbimo kolektorius

Dyzelio variklių įsiurbimo ir išmetimo kolektoriai dažnai išdėstomi priešingose galvutės pusėse.

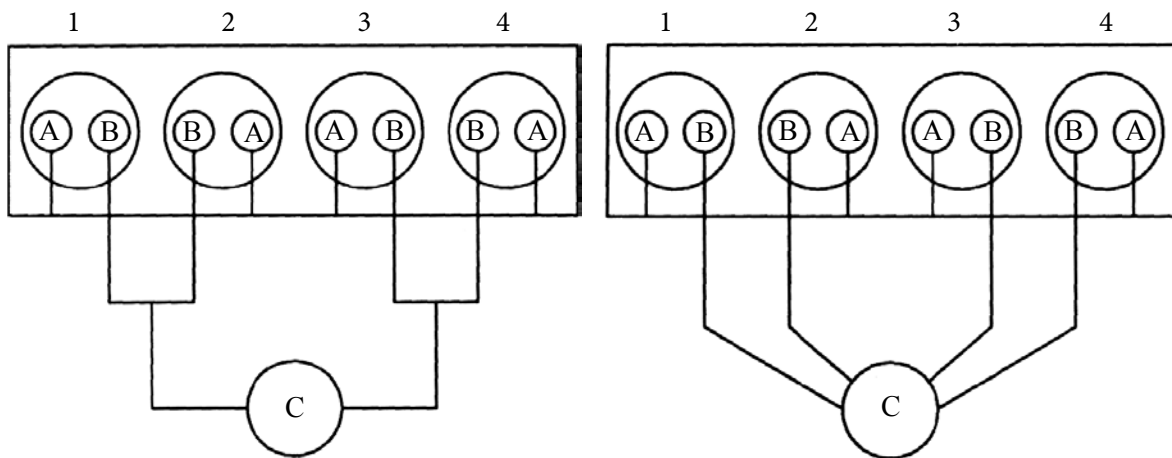
Karbiuratorinių ir turinčių centrinį benzino įpurškimą variklių įsiurbimo kolektoriumi juda degusis mišinys. Dalis jame esančių degalų kondensuojasi ant kolektoriaus vidinių sienelių. Šie degalai sudaro plėvelę, kuri garuodama slenka cilindrų link. Todėl šių variklių įsiurbimo kolektoriaus forma, jo temperatūra turi labai didelės įtakos degiojo mišinio paskirstymo tarp cilindrų tolygumui.

Karbiuratorinių variklių įsiurbimo kolektorius pagal formą galima suskirstyti į dvi grupes.

Pirmosios grupės kolektoriai turi atvamzdžius, kuriais siurbia du ar daugiau cilindrų, keturių cilindrų variklio įsiurbimo kolektoriuje yra du išsišakojimai (7.16 pav., a); pirmasis – iškart už degiojo mišinio ruošimo įrenginio, o antrasis – prieš pat cilindrų įsiurbimo kanalus. Šios formos kolektoriai turi to paties ilgio įsiurbimo atvamzdžius; didelį vidutinį degiojo mišinio judėjimo įsiurbimo atvamzdžiais greitį (du įsiurbimo taktai per kiekvieną alkūninio veleno apsisukimą); mažiau išsišakojusį paviršių, taip pat mažesnę bendrą įsiurbimo kolektoriaus svorį. Pagrindinis jų trūkumas – degiojo mišinio paskirstymo tarp cilindrų tolygumui turi įtakos įsiurbimo taktų kaitos tvarka.

Antrosios grupės įsiurbimo kolektoriai turi tik vieną išsišakojimą, iš kurio į kiekvieną cilindrą eina atskiri įsiurbimo atvamzdžiai (7.16 pav., b). Juose degiojo mišinio pasiskirstymo tolygumui neturi įtakos cilindrų darbo tvarka, posūkio kampai esti nedideli, dėl to sumažėja aerodinaminis pasipriešinimas. Paminėtini trūkumai: užima daugiau vietos, didesnis svoris,

mažesnis vidutinis mišinio judėjimo greitis, nes atskiruose atvamzdžiuose per du alkūninio veleno apsisukimus įvyksta tik vienas įsiurbimo taktas.



7.16 pav. Įsiurbimo kolektorių formų tipai:

1, 2, 3, 4 – cilindrai; A – išmetimo vožtuvas; B – įsiurbimo vožtuvas;
C – karbiuratorius arba centrinio įpurškimo agregatas

7.2. Karbiuratoriaus veikimas

Karbiuratorius veikia pulverizacijos principu. Oras, dideliu greičiu tekantis per vamzdelį, panardintą į skystį, sudaro mažesnę slėgį, ir skystis, kylantis vamzdeliu, patekęs į srautą, išpurškiamas labai smulkiomis dalelėmis susimaišo su oru.

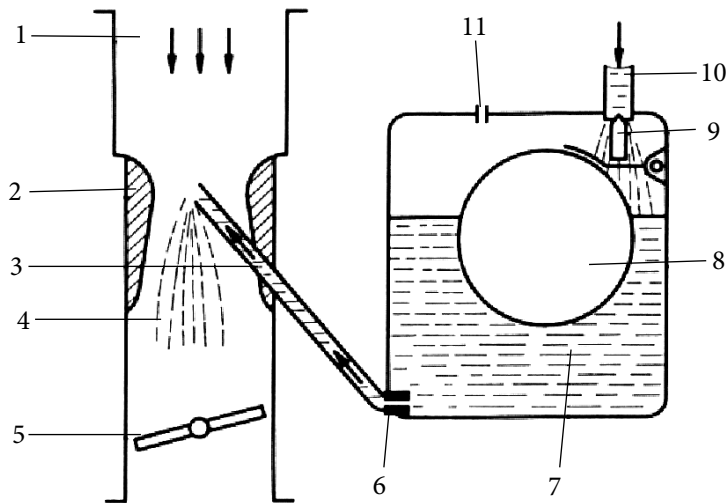
Paprastiausią karbiuratorių (7.17 pav.) sudaro dvi – plūdės ir maišymo – kameros.

Plūdės kameroje įrengiamas degalų lygio reguliavimo mechanizmas, kurį sudaro plūdė ir adatinis vožtuvas. Mažėjant degalų lygiui kameroje, adatinis vožtuvas atsidaro, ir siurblys tiekia degalus. Pasiekus nustatytą lygį, vožtuvas užsidaro ir nutraukia tiekimą. Taip palaikomas vienodas lygis kameroje.

Maišymo kamera sudaryta iš įsiurbimo vamzdžio, difuzoriaus, droselio sklendės ir purkštuvo. Difuzoriuje tekančio oro greitis padidėja. Didėjant greičiui, mažėja slėgis. Išrėtėjimo zonoje įrengtas purkštuvas. Mažėjant slėgiui, degalai iš plūdės kameros teka ir maišosi su oru. Kuo daugiau atidaryta droselio sklendė, tuo didesnis oro srautas ir, suprantama, išpurškiamas didesnis degalų kiekis.

Kad variklis dirbtų, karbiuratorius per kiekvieną sukį ar pasikeičiant apkrovai turi keisti degalų ir oro santykį. Galima išskirti šiuos režimus:

- paleidimas;
- darbas tuščiąja eiga;
- darbas vidutine apkrova;
- darbas didžiausiąja apkrova;
- staigus apkrovos padidėjimas.



7.17 pav. Paprasčiausias karbiuratorius:

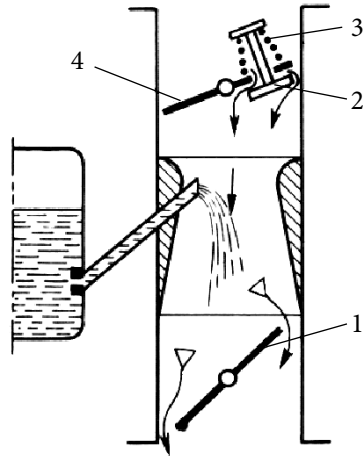
1 – įsiurbimo atvamzdis; 2 – difuzorius; 3 – purkštuvas; 4 – maišymo kamera; 5 – droselio sklendė; 6 – degalų purkštukas; 7 – plūdės kamera; 8 – plūdė; 9 – adatinis vožtuvas; 10 – degalų tiekimo kanalas; 11 – kanalas, jungiantis plūdės kamerą su aplinka

Paprasčiausias karbiuratorius neatitinka aukščiau išvardytų reikalavimų. Šalinant trūkumus karbiuratoriuje įrengiamos kelios papildomos sistemos.

Paleidimo sistema (7.18 pav.)

Paleidžiant šaltą variklį, didelė dalis į difuzorių išpurkštų degalų nusėda ant šaltų įsiurbimo kolektoriaus ir cilindro sienelių. Iki uždegimo momento išgaruoja tik nedidelė jų dalis, degusis mišinys suliesėja ir nebeužsidega. Todėl paleidžiant variklį karbiuratorius turi tiekti kelis kartus daugiau degalų, kad degimo kameroje susidarytų galintis užsiliepsnoti degusis mišinys. Tam virš difuzoriaus įtaisoma oro sklendė. Ją uždarius, difuzoriuje ir žemiau jo labai sumažėja slėgis, net kai variklio paleidimo sūkių dažnis nedidelis. Degalai teka ir iš pagrindinės dozavimo sistemos purkštuvo, ir iš tuščiosios eigos kanalų. Šiems degalams susimaišius su mažu oro kiekiu, susidaro labai riebus degusis mišinys.

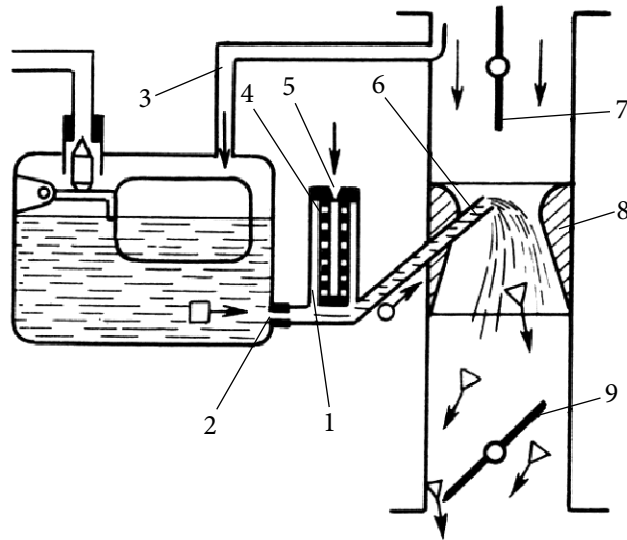
Oro sklendė valdoma rankiniu būdu, pusiau automatiškai arba automatiškai. Kai oro sklendė valdoma rankiniu būdu, ji uždaroma lynu ir svirtiniu mechanizmu. Droselio sklendė turi būti šiek tiek praverta, kad į cilindrą patektų pakankamas degiojo mišinio kiekis. Todėl ji svirčių ir trauklių sujungiama su oro sklende taip, kad ją uždarius droselio sklendė truputį prisiveria. Kad mišinys nebūtų per riebus, oro sklendėje įtaisomas apsauginis vožtuvas, variklį paleidžiant praleidžiantis reikiamą oro kiekį. Varikliui pradėjus dirbti, slėgis žemiau oro sklendės labai padidėja. Pro apsauginį vožtuvą pratekančio oro kiekio nebeužtenka, kad mišinys nebūtų per riebus. Todėl pradėjus dirbti oro sklendę reikia praverti. Oro sklendė tvirtinama ekscentriškai oro kanalo ašies atžvilgiu, todėl pratekantis oro srautas ją stengiasi atidaryti.



7.18 pav. Paleidimo sistema:

1 – droselio sklendė; 2 – apsauginis vožtuvas; 3 – vožtuvo spyruoklė; 4 – oro sklendė

Pagrindinė dozavimo sistema (7.19 pav.)



7.19 pav. Pagrindinė dozavimo sistema:

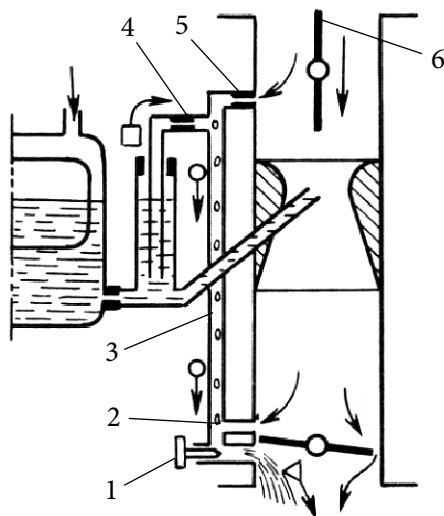
1 – emulsinis šulinėlis; 2 – pagrindinis degalų purkštukas; 3 – kanalas, jungiantis plūdės kamerą su aplinka; 4 – emulsijos vamzdelis; 5 – oro purkštukas; 6 – purkštukas; 7 – oro sklendė; 8 – difuzorius; 9 – droselio sklendė

Pagrindinę dozavimo sistemą sudaro degalų purkštukas, purkštuvai, degiojo mišinio koregavimo sistema, oro kanalas su difuzoriumi, maišymo kamera ir droselio sklendė.

Degiojo mišinio koregavimo sistemą sudaro emulsijos šulinėlis, emulsijos vamzdelis ir oro purkštukas. Oro purkštukas kietai sujungtas su emulsijos vamzdeliu ir išsuktas į emulsijos šulinėlio viršutinę dalį. Emulsijos vamzdelyje yra kelios eilės skylių, išdėstytų skirtingame aukštyje. Kai variklis nedirba, benzino lygis plūdės kameroje, emulsijos šulinėlyje ir vamzde-

lyje yra vienodas. Veikiant varikliui dėl išretėjimo difuzoriuje degalų lygis emulsijos šulinėlyje pakyla, ir degalai išpurškiami pro purkštuvą. Degalų purkštuko skersmuo parenkamas toks, kad kai apkrovos mažos (droselio sklendė pridaryta), būtų ruošiamas reikiamos sudėties mišinys. Atidarant droselio sklendę, išretėjimas vamzdelyje mažėja. Mažėjant degalų lygiui, viena po kitos atidaromos skylutės, pro kurias į šulinėlį patenka oro. Išretėjimas ties degalų purkštuku mažėja, mažiau degalų įpurškiama iš purkštuvo, ir degusis mišinys liesėja. Be to, oras pagerina degalų išpurškimą, nes degalai ir oras purkštuve sudaro emulsiją.

Tuščiosios eigos sistema (7.20 pav.)



7.20 pav. Tuščiosios eigos sistema:

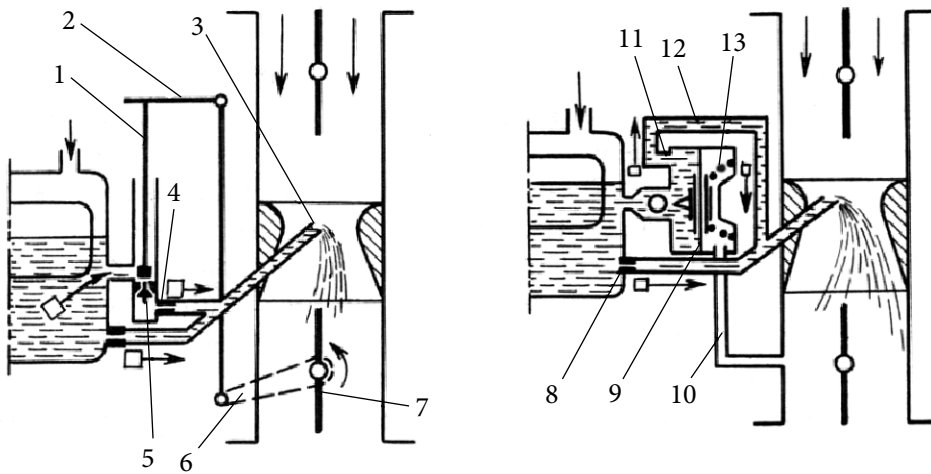
1 – reguliavimo sraigtas; 2 – oro skylutės; 3 – emulsinis kanalas; 4 – tuščiosios eigos degalų purkštukas; 5 – tuščiosios eigos oro purkštukas; 6 – oro sklendė

Varikliui dirbant tuščiąja eiga, droselio sklendė beveik uždaryta, įsiurbiamo oro kiekis ir greitis nedideli. Difuzoriuje sumažėja slėgis, ir degalai iš pagrindinės dozavimo sistemos neteka, todėl karbiuratoriumi reikalinga atskira tuščiosios eigos sistema. Labiausiai slėgis sumažėja už droselio sklendės, todėl ten ir išvestas tuščiosios eigos kanalas. Klasikinę tuščiosios eigos sistemą sudaro tuščiosios eigos degalų ir oro purkštukai, degiojo mišinio sudėties (CO) ir droselio sklendės padėties reguliavimo sraigtai. Degalai į tuščiosios eigos sistemą patenka iš pagrindinės dozavimo sistemos. Pratekėję pro pagrindinį purkštuką degalai kyla kanalu ir pratekėję pro tuščiosios eigos degalų purkštuką patenka į emulsijos kanalą. Tuščiosios eigos oro purkštukas šį kanalą jungia su po filtru esančia ertme. Praėjęs purkštuką, oras susimaišo su kanale esančiais degalais. Susidariusi emulsija išteka pro tuščiosios eigos kanalo angą žemiau droselio sklendės ir susimaišo su oro srautu, tekančiu pro plyšį tarp pridarytos droselio sklendės ir maišymo kameros sienelių. Ištekančios emulsijos kiekis (degiojo mišinio sudėtis) reguliuojama sraigtu, o į cilindrus tiekiamo degiojo mišinio kiekis – droselio sklendės atramiiniu sraigtu.

Degiojo mišinio riebinimo įtaisai (7.21 pav.)

Kaip jau minėta, pagrindinė dozavimo sistema ruošia paliesintą mišinį. Kai apkrova didžiausia, degųjų mišinį reikia pariebinti, kad variklis išvystytų didesnę galią. Tai atlieka ekonomaizeris arba ekonostatas. Ekonomaizeriai būna su mechanine arba pneumaticine pavara.

Pagrindinis jų elementas – purkštukas, tiekiantis degalus pagrindinei dozavimo sistemai. Degalų tiekimą pro šį purkštuką valdo vožtuvas. Kai vožtuvo pavara mechaninė, strypas per svirčių ir trauklių sistemą sujungtas su droselio sklendės velenu. Kai droselio sklendė praverta, vožtuvas būna uždarytas. Ją atidarius, atsidaro ir vožtuvas, ir į pagrindinę dozavimo sistemą pro purkštuką tiekiami papildomai degalų; degusis mišinys pariebinamas. Šio ekonomaizerio įjungimas priklauso tik nuo droselio sklendės padėties, o tai ne visada atitinka reikalavimus.



7.21 pav. Degiojo mišinio sudėties keitimo įtaisai:

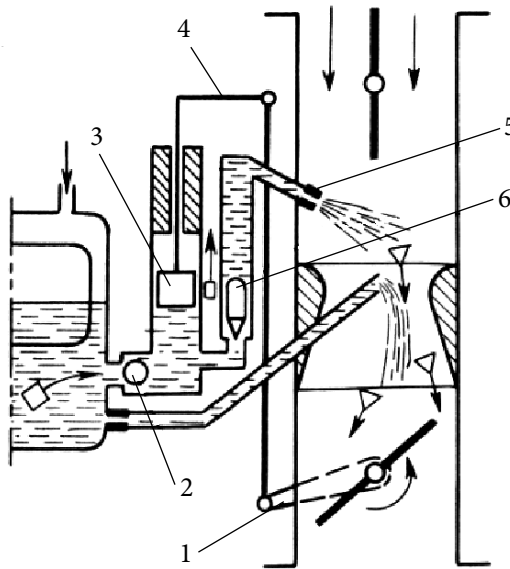
- 1 – trauklė; 2 – strypas; 3 – purkštukas; 4 – ekonomaizerio purkštukas; 5 – ekonomaizerio vožtuvas; 6 – ekonomaizerio pavaros trauklė; 7 – droselio sklendė; 8 – pagrindinis degalų purkštukas; 9 – membrana; 10 – oro kanalas; 11 – ekonomaizerio purkštukas; 12 – degalų kanalas; 13 – membranos spyruoklė

Šio trūkumo neturi ekonomaizeris su pneumaticine pavara, kurią sudaro cilindre slankiojantis stūmoklis. Vieną jo pusę veikia atmosferos slėgis, o kitą – slėgis, esantis žemiau droselio sklendės. Spyruoklė traukia stūmoklį žemyn. Kai droselio sklendė pridaryta, žemiau jos labai sumažėja slėgis. Veikiamas slėgių skirtumo, stūmoklis juda aukštyn ir suspaudžia spyruoklę. Vožtuvas uždaromas. Atidarius droselio sklendę, slėgis po ja sumažėja. Spyruoklė traukia stūmoklį žemyn ir strypeliu atidaro ekonomaizerio vožtuvą. Toks ekonomaizeris įsijungia esant įvairioms droselio sklendės padėtimis, priklausomai nuo slėgio išsiurbimo kolektoriuje (alkūninio veleno sūkių dažnio). Spyruoklės tamprumo jėga parenkama tokia, kad ekonomaizerio vožtuvas atsidarytų tada, kai variklis išvysto 80–85 proc. didžiausiosios galios.

Greitinimo siurblys (7.22 pav.)

Automobiliui įsibėgėjant, kai staiga atidaroma droselio sklendė, staigiai padidėja išsiurbiamo oro kiekis. Dėl didesnės inercijos degalų tekėjimo greitis karbiuratoriaus kanalais didėja lėčiau negu oro. Todėl atidarant droselio sklendę degusis mišinys labai paliesėja, o norint gauti didesnę variklio galią, mišinį reikia riebinėti. Tai atlieka greitinimo siurbLIAI. Jie būna stūmokliniai ir membraniniai. Dažniausiai naudojama mechaninė pavara.

Greitinimo siurblio slėgio ertmė užpildoma degalais, išsiurbiamais pro išsiurbimo vožtuvą iš plūdės kameros. Atidarant droselio sklendę, svirtis pastumia stūmoklį į vidų. Degalai pro slėgio vožtuvą ir purkštuvą išpurškiami į maišymo kamerą. Išsiurbimo vožtuvas neleidžia slegiamiems degalams ištekėti atgal į plūdės kamerą. Slėgio vožtuvas neleidžia į sistemą patekti orui.



7.22 pav. Greitinimo siurblys:

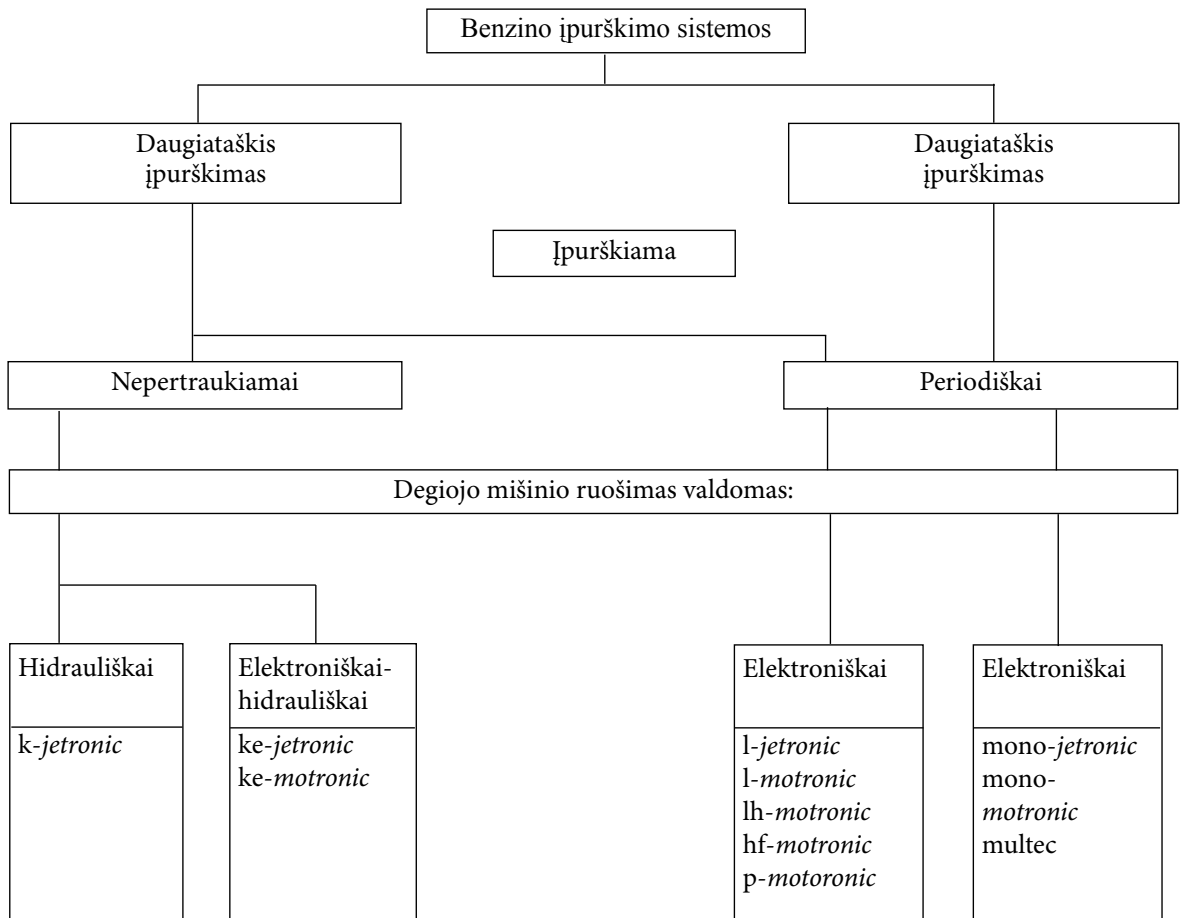
1 – pavaros trauklė; 2 – išsiurbimo vožtuvas; 3 – stūmoklis; 4 – strypas;
5 – greitinimo siurblio purkštukas; 6 – slėgio vožtuvas

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kas sudaro paprasčiausią karbiuratorių?
2. Kokia difuzoriaus paskirtis?
3. Kokia plūdės mechanizmo paskirtis?
4. Kodėl paprasčiausiame karbiuratoriuje negalima pariebinėti mišinio?
5. Kokios įtakos karbiuratoriaus ruošiamo mišinio sudėčiai turi oro purkštukas?
6. Kaip pariebinamas mišinys paleidžiant šaltą variklį?
7. Kokia ekonomizerio paskirtis?
8. Kokia greitinimo siurblio paskirtis?

7.3. Benzino įpurškimo sistemos

Įpurškiamų degalų kiekis priklauso nuo purkštuko angos skersmens ir stūmoklio eigos. Karbiuratorius yra seniausias ir paprasčiausias įrenginys, sudarantis degųjų mišinį. Iki XX amžiaus devintojo dešimtmečio tai buvo pagrindinis maitinimo sistemos įtaisas. Šiuo metu karbiuratoriai beveik nenaudojami. Juos išstūmė įpurškimo sistemos (7.23 pav.). Degalai purškiami į įsiurbimo kolektorių, o naujausiose varikliuose – tiesiai į cilindrą.



7.23 pav. Benzino įpurškimo sistemų klasifikavimas

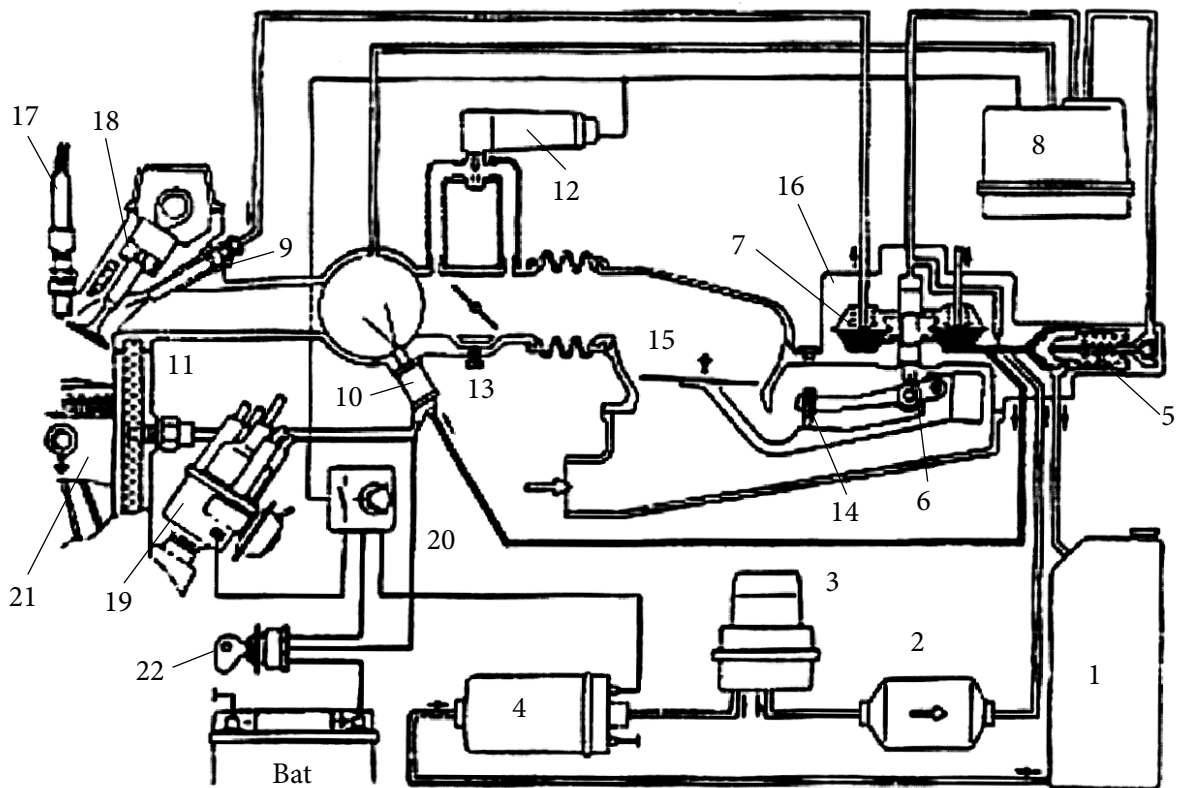
Benzino įpurškimo sistemos paskirtis – ruošti reikalingą degalų ir oro mišinio kiekį visais važiavimo režimais. Naudojant λ reguliavimo sistemą, deginiuose galima gerokai sumažinti nuodingų medžiagų kiekį. Varikliai su benzino įpurškimo sistemomis pasižymi šiais privalumais:

- geresnis cilindrų pripildymas, nes sumažėja įsiurbimo takto pasipriešinimas ir nereikia šildyti degiojo mišinio, todėl padidėja sukimo momentas;
- degalai tolygiai paskirstomi po cilindrus;

- galima padidinti suslėgimo laipsnį, variklio galią ir ekonomiškumą;
- dėl tikslaus degalų dozavimo lengviau paleisti šaltą ir šiltą variklį;
- mažesnis deginių toksiškumas.

Daugiataškės nenutrūkstamo įpurškimo sistemos *k-jetronic*, *ke-jetronic*

Daugiataškėje įpurškimo sistemoje kiekvienam cilindrai yra atskiras purkštuvas.

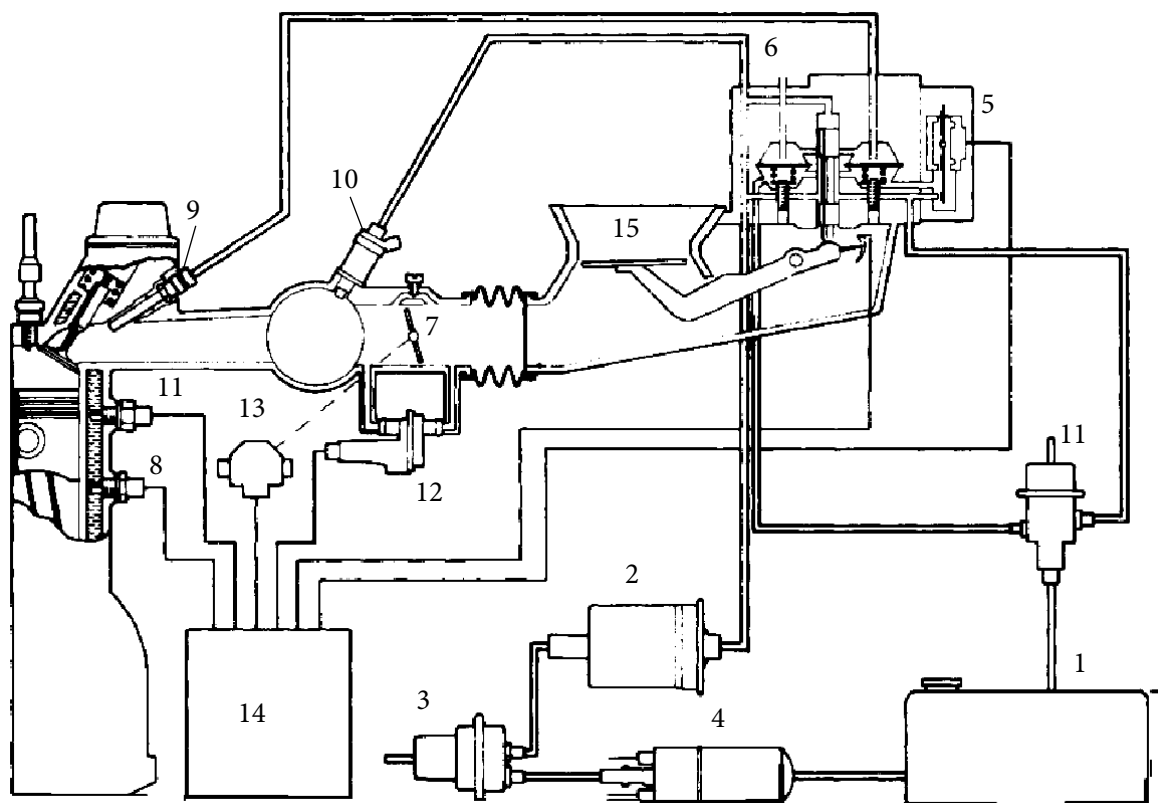


7.24 pav. Degalų įpurškimo sistema *k-jetronic*:

- 1 – degalų bakas; 2 – filtras; 3 – degalų akumuliatorius; 4 – siurblys;
 5 – slėgio reguliatorius; 6 – plunžeris; 7 – kamera; 8 – valdymo slėgio reguliatorius;
 9 – purkštuvas; 10 – šalto paleidimo purkštuvas; 11 – šiluminis jungiklis;
 12 – papildomo oro sklendė; 13 – sūkių reguliavimo sraigtas;
 14 – degiojo mišinio reguliavimo sraigtas; 15 – oro kiekio matuoklis;
 16 – tiekiamasis dozatorius; 17 – žvakė; 18 – vožtuvas;
 19 – srovės skirstytuvas; 20 – valdymo relė; 21 – stūmoklis;
 22 – uždegimo jungiklis

Ke-jetronic (7.25 pav.) įpurškimo sistemos pagrindą sudaro *k-jetronic* sistema (7.24 pav.). Kad varikliui dirbant bet kuriuo režimu būtų galima tiksliau dozuoti degalus, sis-

tema papildyta valdymo bloku (14), kuris gauna informaciją iš papildomų jutiklių ir koreguoja degiojo mišinio sudėtį. Sistema skiriasi slėgio reguliatoriumi, dozatoriaus ir skirstytuvo sandara. Joje nėra valdymo slėgio reguliatoriaus, o plunžerį veikiantis slėgis lygus sistemos slėgiui. Degiojo mišinio sudėtį koreguoja elektrohidraulinis slėgio reguliatorius (5).

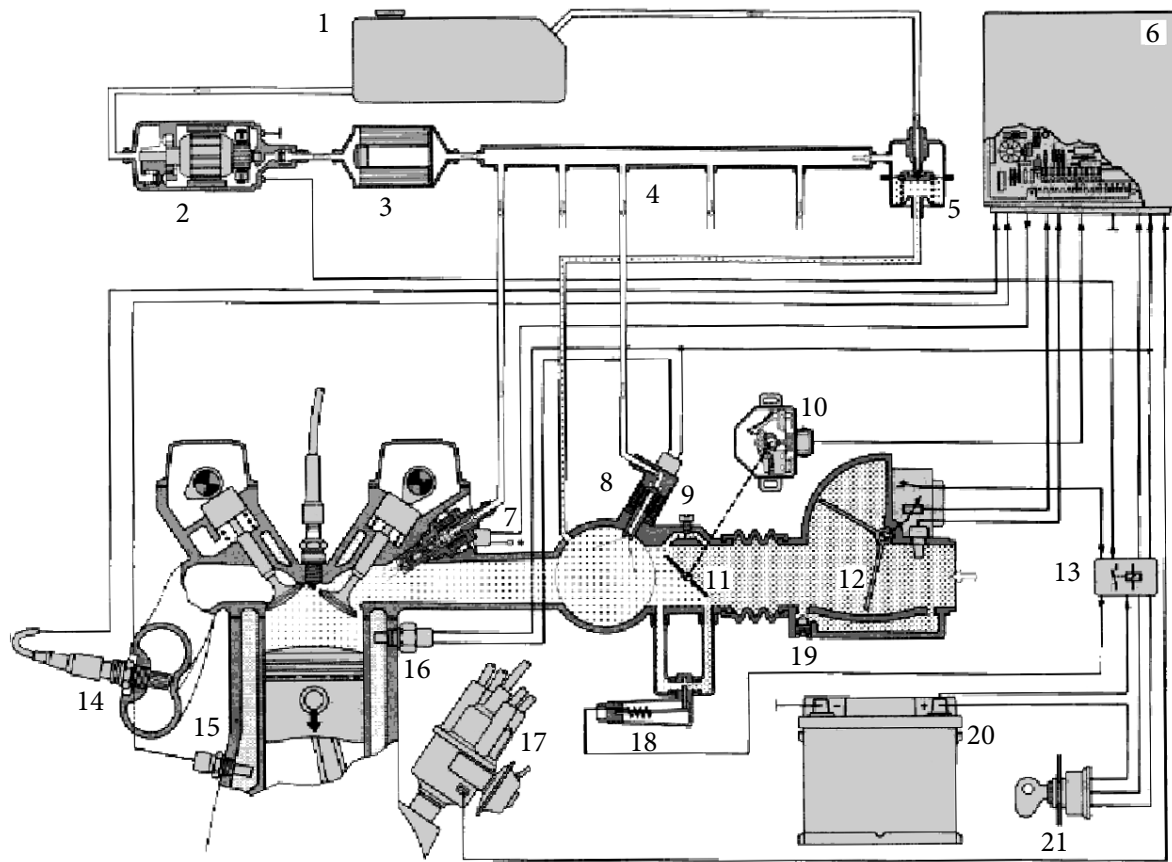


7.25 pav. Degalų įpurškimo sistema ke-jetronic:

- 1 – degalų bakas; 2 – filtras; 3 – degalų akumuliatorius; 4 – siurblys;
 5 – elektrohidraulinis slėgio reguliatorius; 6 – tiekiamasis dozatorius;
 7 – droselio sklendė; 8 – temperatūros jutiklis; 9 – purkštuvas; 10 – šalto paleidimo purkštuvas;
 11 – šiluminis jungiklis; 12 – papildomo oro sklendė;
 13 – droselio sklendės jungiklis; 14 – valdymo blokas; 15 – plokštelė

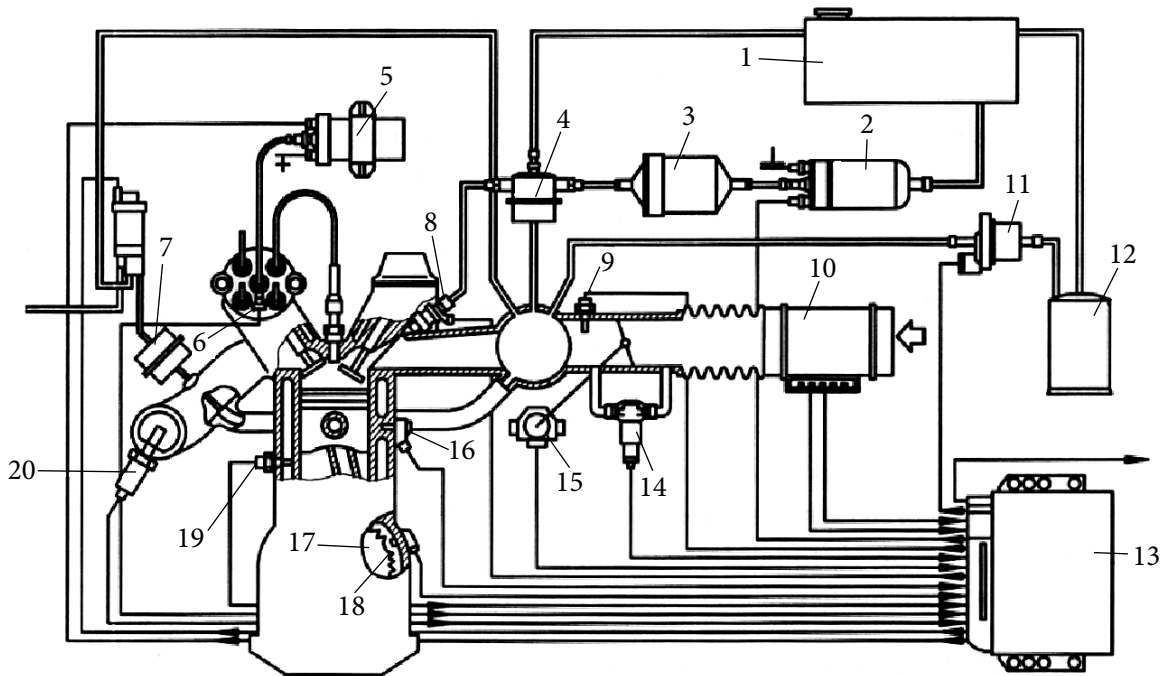
Daugiataškė periodinio įpurškimo sistema l-jetronic (7.26 pav.) degalus įpurškia su pertrūkiais (impulsais). Kiekvienam cilindruvi yra atskiras purkštuvas. Jie įtvirtinti priešais įsiurbimo vožtuvą. Valdymo blokas, naudodamas pagrindinius valdymo dydžius (apkrovos dydį, variklio sūkių dažnius), apskaičiuoja benzino įpurškimo trukmę. Kiekvienam variklio darbo režimui reikalingą degalų kiekį apskaičiuoja pagal įsiurbto oro kiekį, įsiurbiamo oro temperatūrą, variklio darbinę temperatūrą. Naudojant valdymo dydžius – apkrovos dydį ir variklio sūkių dažnį – apskaičiuojamas įpurškiamų degalų kiekis.

Tobulinant l-jetronic, buvo sukurta l-motronic. l-motronic – tai skaitmeninė variklio valdymo sistema, kurioje uždegimo ir degalų įpurškimo sistemas valdo bendras valdymo blokas. Jutiklių informacija apdorojama valdymo bloke naudojant valdymo ir reguliavimo programas, automobilio specifinius duomenis ir yra formuojami išėjimo signalai vykdomiesiems įtaisams.



7.26 pav. Degalų įpurškimo sistema l-jetronic:

- 1 – degalų bakas; 2 – siurblys; 3 – filtras;
 4 – degalų skirstymo vamzdis; 5 – sistemos slėgio reguliatorius;
 6 – valdymo blokas; 7 – purkštuvas; 8 – šalto variklio paleidimo purkštuvas;
 9 – reguliavimo sraigtas; 10 – droselio padėties jutiklis;
 11 – droselio sklendė; 12 – oro kiekio ir temperatūros matuoklis; 13 – relijų blokas;
 14 – lambda zondas; 15 – variklio aušinamojo skysčio temperatūros jutiklis;
 16 – šiluminis jungiklis; 17 – srovės skirstytuvas;
 18 – papildomo oro sklendė; 19 – CO reguliavimo sraigtas;
 20 – akumuliatorių baterija; 21 – degimo jungiklis



7.27 pav. Motronic degalų įpurškimo sistema:

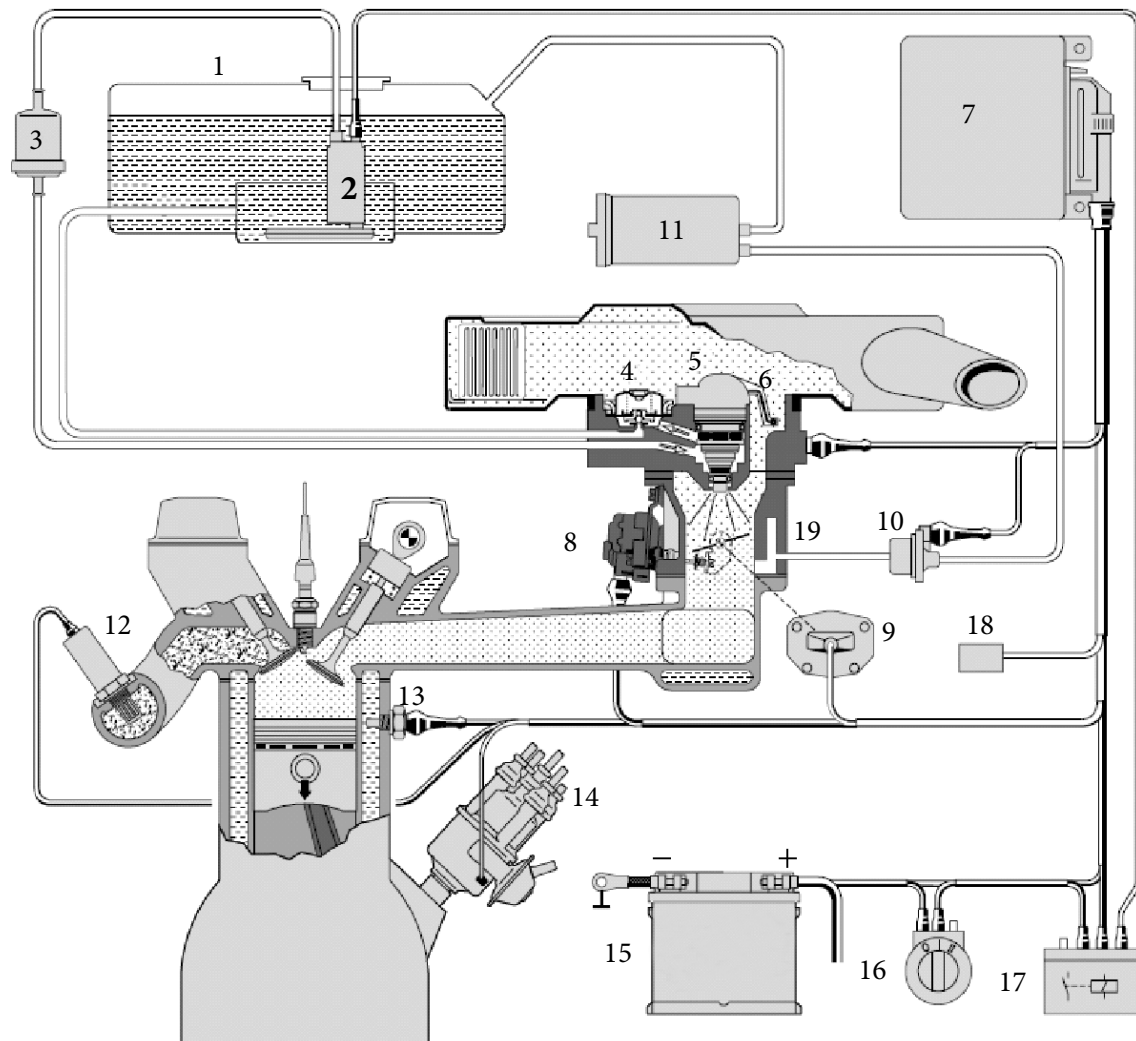
- 1 – degalų bakas; 2 – siurblys; 3 – filtras; 4 – slėgio reguliatorius;
 5 – uždegimo ritė; 6 – skirstymo veleno padėties jutiklis;
 7 – deginių cirkuliacijos vožtuvas; 8 – purkštuvai;
 9, 19 – oro ir variklio temperatūros jutikliai;
 10 – oro masės matuoklis; 11 – bako ventiliacijos vožtuvas;
 12 – aktyvios anglies bakelis; 13 – valdymo blokas;
 14 – tuščiosios eigos sūkių reguliatorius;
 15 – droselio sklendės padėties jutiklis; 16 – detonacijos jutiklis;
 17 – sūkių dažnio jutiklio ratas; 20 – λ zondas

Motronic degalų įpurškimo sistema (7.27 pav.) yra viena iš daugiataškių benzino įpurškimo sistemų rūšių.

Benzino centrinio įpurškimo sistemos mono-jetronic sukurtos pakeitus individualius purkštuvus vienu (7.28 pav.). Šios sistemos skirtos mažos ir vidutinės klasės automobilių maitinimo sistemoms. Jų privalumas – paprastesnė sandara ir mažesnė kaina.

Trūkumai:

- degalus visiems cilindrams virš droselio sklendės įpurškia vienas purkštuvus, todėl negalima jų dozuoti kiekvienam cilindriui;
- kai temperatūra žema, benzino garai kondensuojasi ant šaltų išsiurbimo kolektoriaus sienelių.



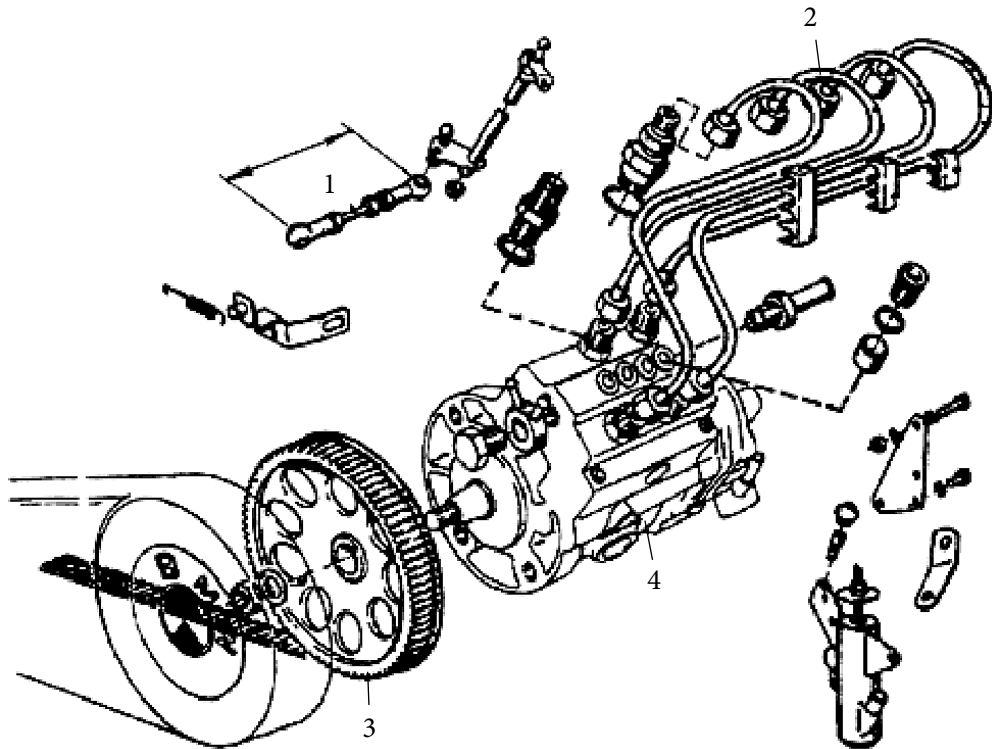
7.28 pav. Mono-jetronic degalų įpurškimo sistema:

- 1 – degalų bakas; 2 – siurblys; 3 – filtras; 4 – slėgio reguliatorius; 5 – purkštuvas;
 6 – oro temperatūros jutiklis; 7 – valdymo blokas; 8 – droselio sklendės pavaros
 mechanizmas; 9 – droselio sklendės potenciometras; 10 – bako ventiliacijos vožtuvas;
 11 – aktyviosios anglies bakelis; 12 – lambda zondas; 13 – temperatūros jutiklis;
 14 – srovės skirstytuvas; 15 – akumuliatorių baterija; 16 – uždegimo jungiklis;
 17 – relė; 18 – diagnostinė jungtis; 19 – vakuuminė žarnelė

Įpurškimo sistema *kugelfischer*

Įpurškimo slėgis šioje sistemoje yra 3,0–3,8 MPa (7.29 pav.). Ši sistema primena dyzelinio variklio įpurškimo sistemą. Dyzeliniuose varikliuose dujų slėgis cilindre suslėgimo takto pabaigoje būna 3,0–3,5 MPa.

Į elektroninį valdymo bloką patenka informacija apie variklio sūkius, aušinamojo skysčio temperatūrą, droselio sklendės padėtį, temperatūrą ir slėgį įsiurbimo kolektoriuje, degalų temperatūrą, automobilio važiavimo greitį. Apdorojus gautą informaciją valdymo blokas parrenka reikiamą degalų įpurškimo režimą.



7.29 pav. Degalų įpurškimo sistema kugelfischer:

- 1 – reguliuojama trauklė; keisdami jos ilgį reguliuojame įpurškiamų degalų kiekį;
 2 – vamzdeliai degalams iš siurblio į purkštuvus tiekti; 3 – siurblio dantytasis krumpliaratis;
 4 – siurblio korpusas

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios pagrindinės degalų įpurškimo sistemų grupės?
2. Aprašykite k-jetronic įpurškimo sistemos pagrindines detales.
3. Kokie pagrindiniai skirtumai tarp k-jetronic ir ke-jetronic?
4. Kuo skiriasi daugiataškė nenutrūkstanto įpurškimo sistema nuo periodiškos įpurškimo sistemos?
5. Kuo skiriasi jetronic ir motronic įpurškimo sistemos?
6. Kokie mono-jetronic sistemos minusai?
7. Kuo skiriasi kugelfischer degalų įpurškimo sistema nuo dyzelinio variklio įpurškimo sistemos?

7.4. Dyzelinio variklio maitinimo sistema

Kad dyzelinas užsiliepsnotų esant atmosferos slėgiui, būtina 290–340 °C temperatūra. Degiojo mišinio savaiminiam užsiliepsnojimui cilindre būtinos sąlygos:

- tinkamas slėgis ir temperatūra;
- kuo tolygesnis oro ir dyzelino dalelių mišinys.

Suslėgus orą cilindre iki 2,5 ÷ 4,5 MPa, temperatūra cilindre pasiekia 750 ÷ 900 °C. Ji gali nedaug kisti, priklausomai nuo įsiurbiamo oro ir variklio temperatūros, bet akivaizdu, kad dyzelino užsiliepsnojimo temperatūra daug žemesnė.

Kad į cilindrą purškiami degalai geriau susimaišytų su oru, juos reikia kuo labiau susmulkinti (vidutinis lašelių skersmuo neviršija keliasdešimties mikronų) ir dideliu greičiu įpurkšti.

Dyzelinuose varikliuose galios ir sūkių reguliavimas vyksta ne droselio sklende, o didinant arba mažinant degalų, patenkančių į cilindrą, kiekį. Per įsiurbimo kolektorių cilindras pripildomas tik šviežio oro. Toks reguliavimas vadinamas kokybiniu. Kinta degiojo mišinio sudėtis λ – nuo didelės, esant mažai apkrovai, iki $\sim 1,3 \div 1,4$, kai apkrovos didžiausios.

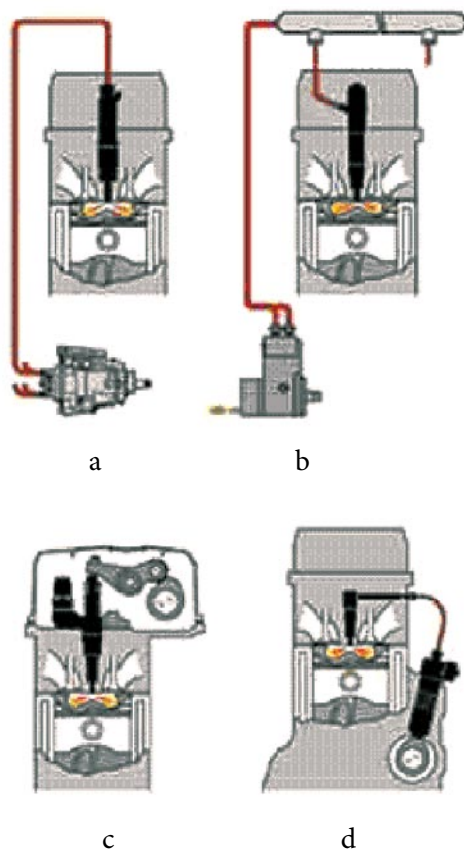
Dyzelinio variklio maitinimo sistemos pateiktos 7.30 paveiksle.

Dyzelinio variklio maitinimo sistemą sudaro:

- oro tiekimo sistema;
- degalų tiekimo sistema;
- sūkių reguliavimo sistema;
- panaudotų degalų šalinimo sistema.

Oro tiekimo sistemoje įtaisomi: oro filtras, kompresorius, įsiurbimo kolektorius, įsiurbimo vožtuvas.

Degalų tiekimo sistemą galima skirti į žemo ir aukšto slėgio dalis. Mentinis žemo slėgio siurblys tiekia visada vienodą degalų kiekį. Variklis, dirbdamas skirtingais režimais, naudoja skirtingą degalų kiekį. Žemo slėgio siurblio tiekiamų degalų perteklius per vožtuvą sugražinamas atgal į degalų baką. Kad nesusidarytų garų kamščių ir aukšto slėgio siurblyje varikliui pradedant dirbti visada būtų degalų, praleidimo vožtuve įrengiama spyruoklė, kuri palaiko žemo slėgio sistemoje nedidelį likutinį slėgį. Aukšto slėgio siurblys tiekia degalus į purkštuvą. Purkštuvo neišpurkšti degalai sugražinami atgal į baką. Panaudotų deginių šalinimo sistemą sudaro: išmetimo vožtuvas, išmetimo kolektorius, triukšmo slopinimo įrenginiai, kenksmingųjų medžiagų ir suodžių sulaikymo bei neutralizavimo įrenginiai.



7.30 pav. Dizelinio variklio maitinimo sistemos:

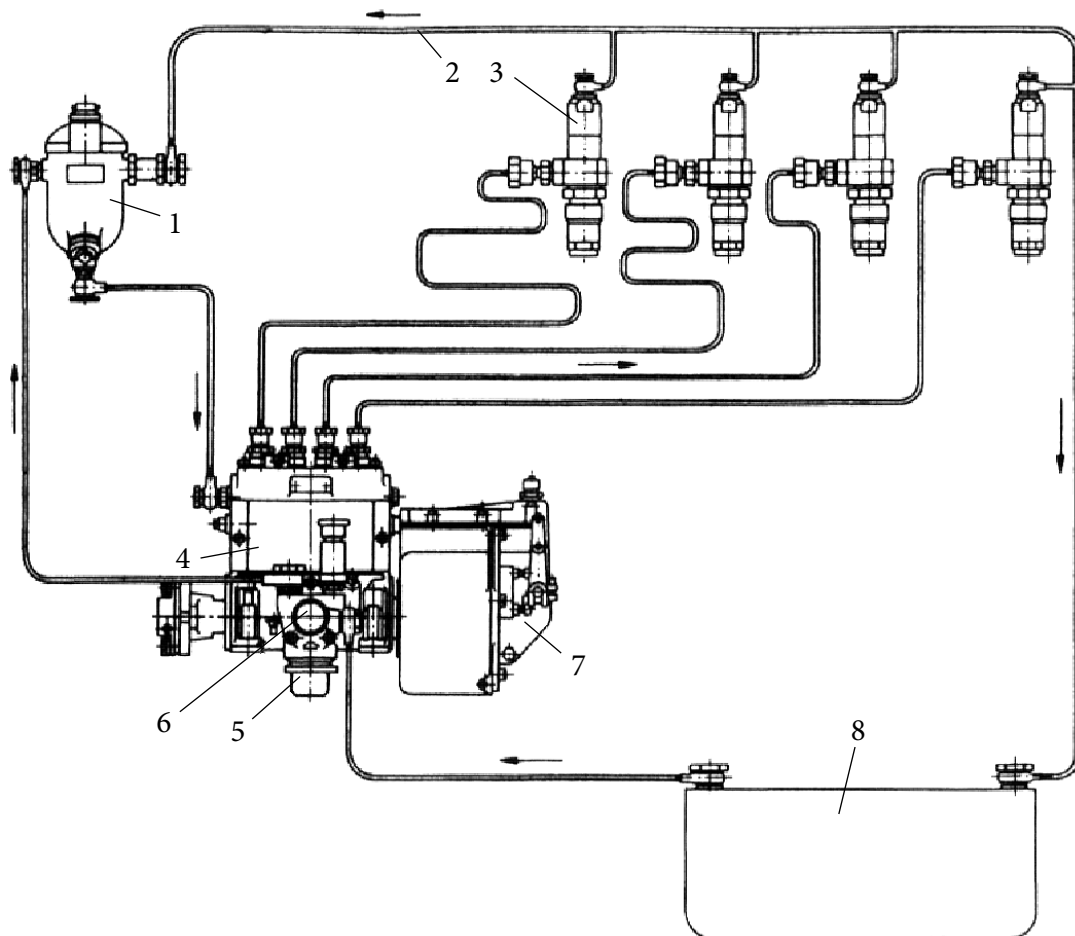
a – su skirstomaisiais siurbliais; b – Common rail sistema; c – siurblys-purkštuvus; d – siurblys-vamzdelis-purkštuvus

7.4.1. Sekciniai degalų įpurškimo siurbliai

Pirmieji dizelinio variklio maitinimo sistemos įrenginiai buvo mechaniniai – aukšto slėgio degalų siurblys tiekia degalus į purkštuvą. Tokie varikliai su tam tikromis modifikacijomis buvo sėkmingai naudojami automobiliuose, gamintuose iki XX amžiaus devintojo dešimtmečio. Kad būtų padidinta galia ir ekonomiškumas, o paskutiniiais dešimtmečiais – ir vis didėjantys ekologijos reikalavimai, konstruktoriai buvo priversti ieškoti naujų sprendimų. Šiuo metu išvardytus reikalavimus galima įvykdyti tik į variklio ir įpurškimo aparatūrą įdiegus elektroninį valdymą. Atsirado naujos koncepcijos ir praktiniai sprendimai, labai pagerinę degiojo mišinio sudarymo ir įpurškimo paskubos kampo reguliavimo būdus. Senesniuose lengvųjų ir krovininių automobilių modeliuose dar naudojami mechaniniai sekciniai degalų įpurškimo siurbliai. Maitinimo sistema, turinti tokį siurblį, pavaizduota 7.31 paveiksle.

Degalai siurbiami iš degalų bako (8) žemo slėgio siurbliu (6). Žemo slėgio siurblys montuojamas kartu su aukšto slėgio siurbliu (jo pavara dažniausiai būna mechaninė, nuo kumšte-

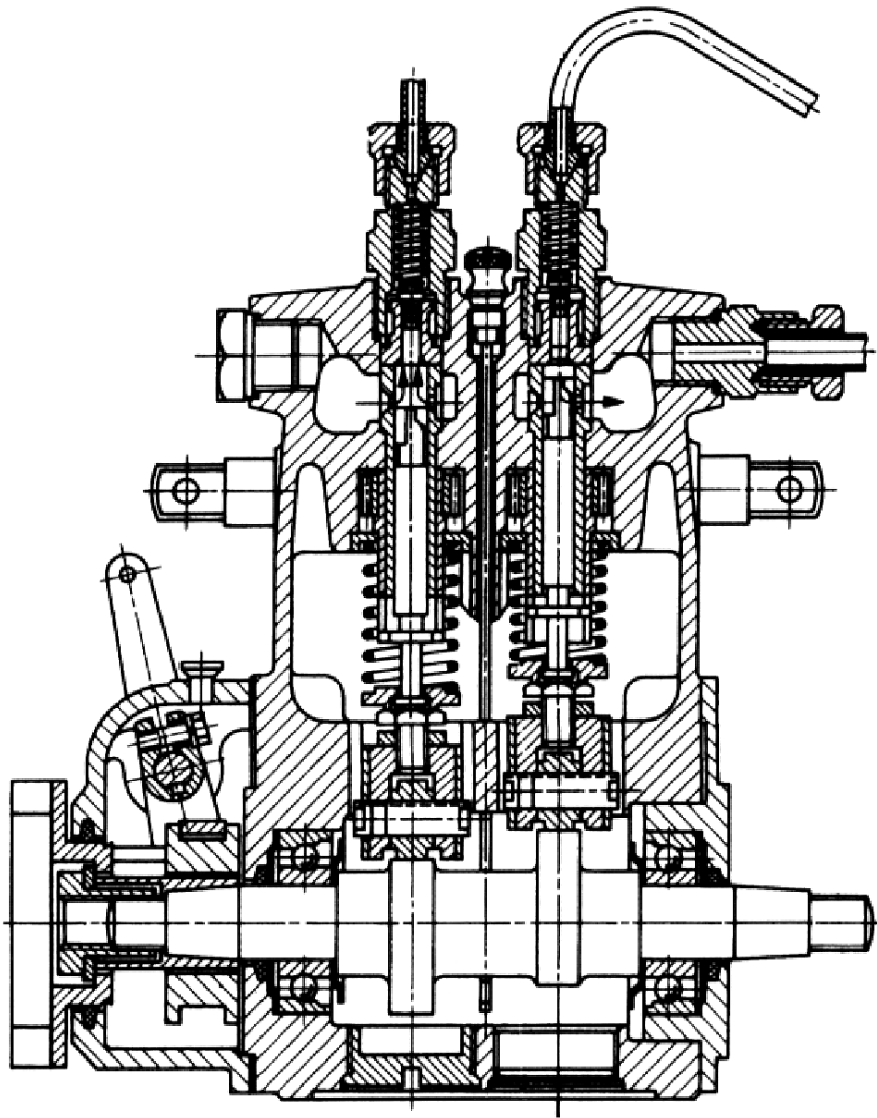
lio, ant aukšto slėgio siurblio veleno) ir nukreipiami per filtrą į aukšto slėgio siurblį. Kiekviena aukšto slėgio siurblio sekcija aukšto slėgio vamzdeliais sujungta su purkštuvais (3). Degalų perteklius nuo purkštuvų sugražinamas atgal į baką arba degalų filtrą. Siurblyje yra įrengtas degalų kiekio reguliatorius (7).



7.31 pav. Maitinimo sistema su sekciniu degalų įpurškimo siurbliu:
 1, 5 – rupieji ir smulkieji degalų filtrai; 2 – degalų nupylimo vamzdeliai;
 3 – purkštuvai; 4 – degalų įpurškimo siurblys; 6 – žemo slėgio siurblys;
 7 – reguliatorius; 8 – degalų bakas

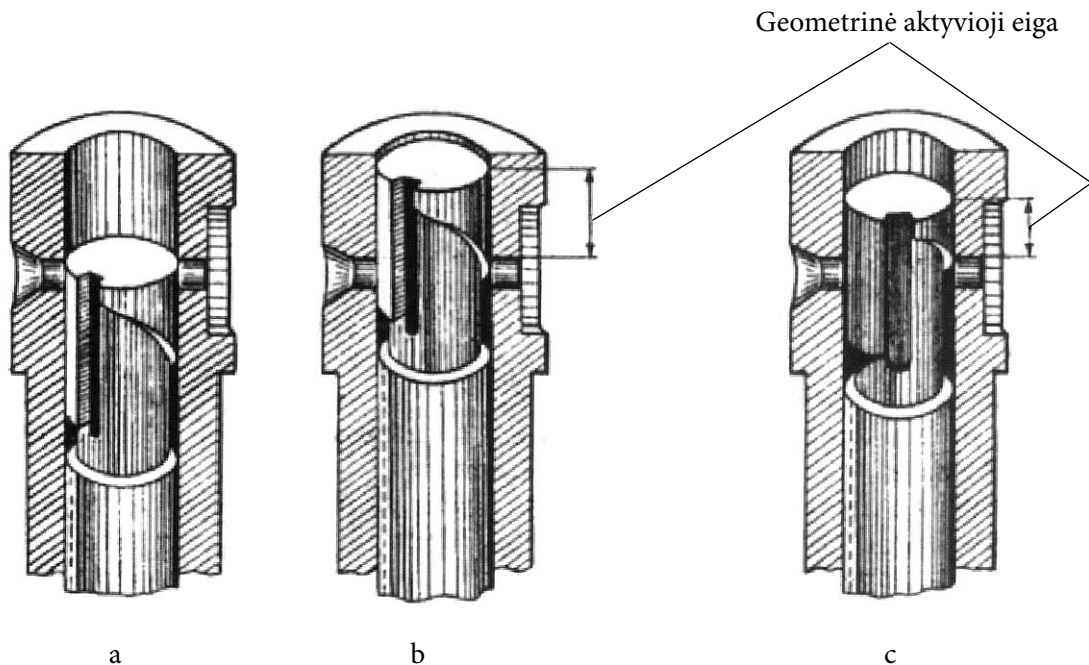
Pagrindinis ir sudėtingiausias šios sistemos įrenginys yra aukšto slėgio siurblys (7.32 pav.) su sūkių reguliatoriumi. Jis reikalingas:

- į kiekvieną cilindrą tiekti, atsižvelgiant į variklio darbo režimą, reikalingą kiekį degalų;
- užtikrinti degalų įpurškimą tinkamu momentu, stūmokliui artėjant prie VRT kiekviename cilindre, atsižvelgiant į variklio sūkius ir apkrovas;
- apsaugoti variklį nuo nekontroliuojamų sūkių didėjimų.



7.32 pav. Sekcinis aukšto slėgio siurblys

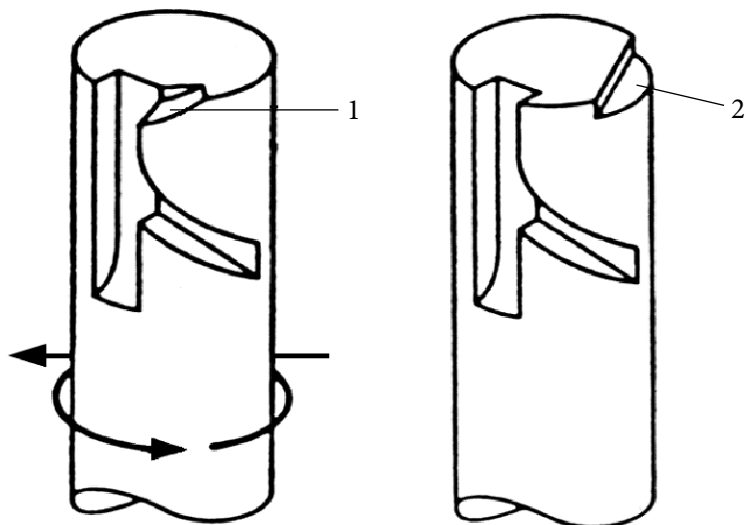
Siurblio korpuse montuojamas skirstymo velenėlis, kuris sukasi dukart lėčiau negu alkūninis velenas. Dažniausiai jis sukamas krumpliaračiu nuo alkūninio veleno (sunkvežimiuose) arba dantytoju dirželiu, rečiau – grandine (lengvuosiuose automobiliuose). Skirstymo veleno sukimasis per ritininius stūmiklius verčia judėti stūmokliukus (dar vadinamus plunžeriais) (7.33 pav.) slenkamuju judesiu aukštyn žemyn; prasisukus veleno kumšteliui, plunžerius atgal sugrąžina spyruoklės. Plunžerio eiga yra lygi veleno kumštelio aukščiui. Tad norint dozuoti degalų kiekį, patenkantį į cilindrą, atsižvelgiant į variklio darbo režimą, reikalingi specialūs sprendimai. Plunžeris gaminamas specialios formos ir gali būti pasukamas cilindriuke. Kampinės plunžerio padėties pasikeitimas cilindriuko atžvilgiu suteikia galimybę reguliuoti degalų tiekimo į purkštuvą kiekį ir įpurškimo paskubos kampą.



7.33 pav. Plunžeriai

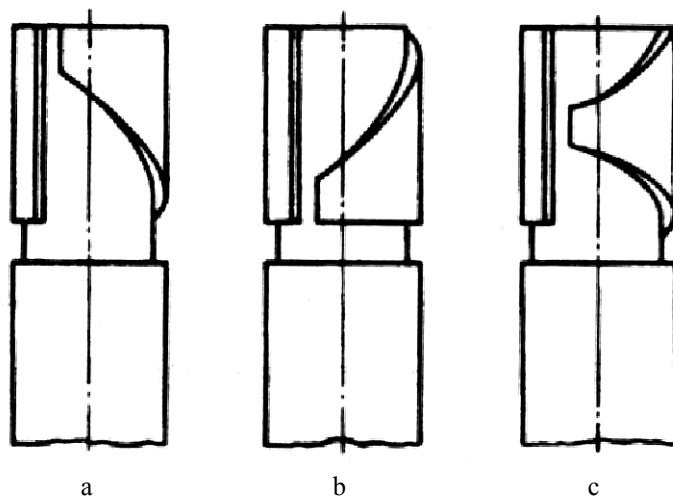
Elementų padėtis (7.33 pav., a) atitinka momentą, kai pradedamas degalų, užpildžiusių ertmę virš plunžerio, suslėgimas. Procesas prasideda, kai plunžeris uždaro žemo slėgio įėjimo ir išėjimo angas, ir trunka, kol jos spiralinė briauna atidaro praleidimo angą. Plunžerio eiga nuo įleidimo angos uždengimo momento iki praleidimo angos atidarymo pradžios vadinama plunžerio geometrine aktyviaja eiga. Jei plunžeris pasukamas taip, kad jo reguliavimo briauna vėliau atidaro praleidimo angą, plunžerio aktyvioji eiga padidėja ir degalų įpurškama daugiau. Sukant plunžerį priešinga kryptimi tiekiamų degalų kiekis mažėja. Plunžeriai pasukami degalų siurblio slankikliu arba krumpliastiebiu, sujungtu su regulatoriumi. Plunžerio peteliai laisvai slankioja pasukimo įvorės išpjova. Ant pasukimo įvorės yra uždėtas žiedas, kurio sferinis pirštas įeina į slankiklio išpjovas arba į pavalkėlių, uždėtų ant slankiklių, išpjovas. Kai kurių siurblių plunžeriams įtaisytos kojelės, įeinančios į pavalkėlių išpjovas. Pasukus plunžerius krumpliastiebiu ant pasukimo įvorės uždėtas krumplinis sektorius sukimba su krumpliastiebiu. Degalų siurblys į visus variklio cilindrus turi įpurkšti vienodą degalų kiekį. Ciklinis degalų kiekis reguliuojamas pasukant plunžerio įvorės arba plunžerį. Pasukant plunžerį, pavalkėlis pastumiamas slankiklio atžvilgiu arba atlaisvinus krumplinio sektoriaus varžtą pasukimo įvorė kartu su plunžeriu pasukama sektoriaus atžvilgiu.

Norint sumažinti variklio keliamą triukšmą ir jo išmetamų deginių toksiškumą, būtina keisti degalų įpurškimo pradžią ir pabaigą, atsižvelgiant į apkrovą. Tai galima atlikti ties plunžerio viršutine briauna įrengus papildomą spiralinę griovelį (1) (7.34 pav.).



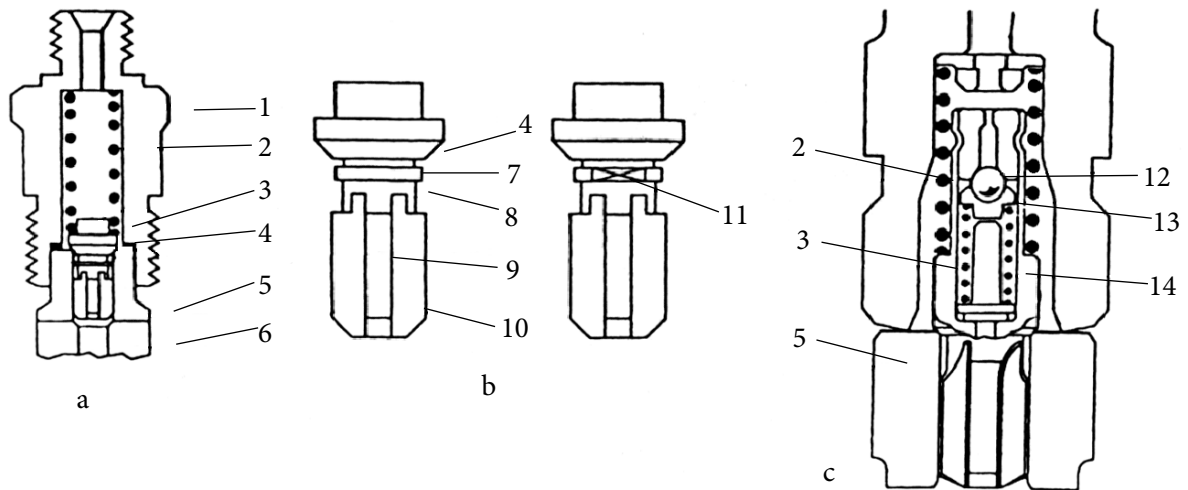
7.34 pav. Plunžeriai su papildomais grioveliais, keičiančiais įpurškimo pradžių:
1 – atsižvelgiant į apkrovą; 2 – variklį paleidžiant

Kad kai kurių tipų variklių paleidimas būtų lengvesnis, naudojami specialūs plunžeriai su paleidimo išpjova ant viršutinės briaunos (2). Variklį paleidžiant ji pavėlina įpurškimo momentą (5–10) alkūninio veleno posūkio kampo laipsniu.



7.35 pav. Plunžerių konstrukcija:
a – kai reguliuojama įpurškimo pradžia;
b – kai reguliuojama įpurškimo pabaiga;
c – kai reguliuojami įpurškimo pradžia ir pabaiga

Slėgio vožtuvas atskiria aukšto slėgio vamzdelio ertmę nuo ertmės virš plunžerio ir po įpurškimo sumažina slėgį vamzdelyje ir purkštuve iki reikiamo likutinio slėgio. Dėl greito slėgio sumažėjimo purkštuvus užsidaro staigiai ir iki galo. Taip išvengiama paskutinių degalų porcijų ištekėjimo nedideliu greičiu iš purkštuko ir jo užsikimšimo degenomis.



7.36 pav. Slėgio vožtuvai:

- a* – grybelio formos; *b* – grybelio formos su koregavimo plokštuma; *c* – pastovaus slėgio;
 1 – atvamzdis; 2 – spyruoklė; 3 – slėgio vožtuvas; 4 – sandarinimo kūgis; 5 – vožtuvo lizdas;
 6 – plunžerio įvorė; 7 – iškrovimo juostelė; 8 – žiedinis griovelis; 9 – kreipiančioji dalis;
 10 – išilginiai grioveliai; 11 – nušlifuota plokštuma; 12 – iškrovimo vožtuvas;
 13 – spyruoklės; 14 – spyruoklė

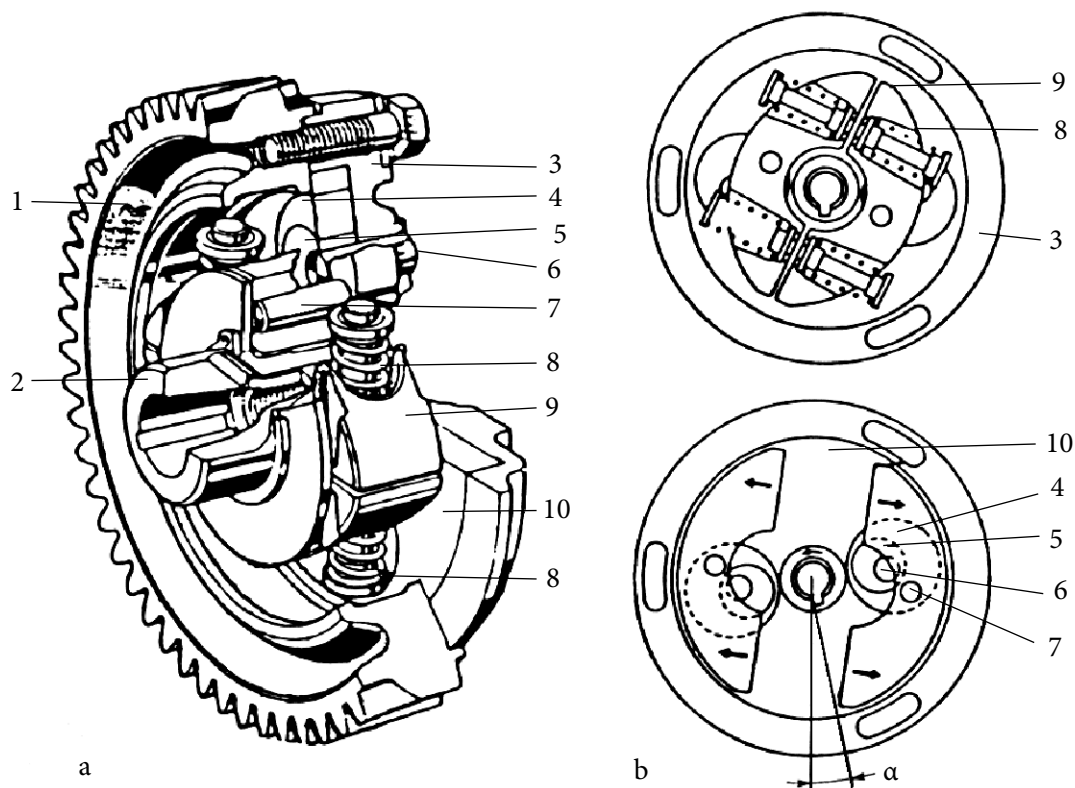
Dažniausiai naudojami grybelio formos slėgio vožtuvai (7.36 pav., a), turintys cilindrinės iškrovimo juostes (7) ir kreipiančiąją dalį (9) su išilginiais grioveliais (10). Įpurškimo pradžioje vožtuvas, kildamas virš lizdo, užima dalį atvamzdžio tūrio ir šiek tiek suspaudžia degalus. Kai cilindrinė juostelė (7) atidengia lizdo (5) angą, degalai iš ertmės virš plunžerio teka į atvamzdžio (1) ertmę ir aukšto slėgio vamzdelį. Pasibaigus įpurškimui, degalai juda priešinga kryptimi tol, kol iškrovimo juostelės (7) apatinė briauna uždengia lizdo angą. Toliau vožtuvėliui judant žemyn, slinkdama į lizdą iškrovimo juostelė išlaisvina atvamzdžio ertmės tūrį dydžiu, lygiu jos skerspjuvio ploto ir aukščio sandaugai. Dėl to įpurškimo siurblio sekcijos atvamzdyje ir vamzdelyje staiga sumažėja slėgis. Iškrovimo tūris yra suderintas su slėgio vamzdelio ilgiu, todėl negalima keisti vamzdelio ilgio.

Kai kada įpurškimo charakteristikai koreguoti naudojami slėgio reguliavimo vožtuvai (7.36 pav., b). Jų iškrovimo juostelė turi nušlifuotą plokštumą (11).

Siurbliams, kurie purškia degalus labai dideliu slėgiu (daugiau kaip 800 barų), bei greitai tiesioginio įpurškimo varikliams skirtiems siurbliams naudojamas pastovaus slėgio vožtuvas (7.36 pav., c). Jis sudarytas iš slėgio vožtuvo (3), atsiderančio įpurškiant degalus,

ir iškrovimo vožtuvo (12), veikiančio priešinga kryptimi. Pasibaigus įpurškimui, slėgio vožtuvas (3) užsidaro. Degalams iš viršaus slegiant, atsidaro iškrovimo vožtuvas (12), ir degalai išteka iš atvamzdžio. Parenkant spyruoklės (14) pradinį įtempimą, gaunamas reikiamas likutinis slėgis sistemoje.

Greitasūkiams varikliams degalų įpurškimo momentą, atsižvelgiant į sūkių dažnį, automatiškai keičia ankstinimo mova. Ji tvirtinama tiesiai ant degalų įpurškimo siurblio kumštelinio veleno. Naudojamos įvairių konstrukcijų ankstinimo movos. Viena iš jų (BOSCH firmos), integruota į varantįjį krumpliaratį, pavaizduota 7.37 paveiksle.



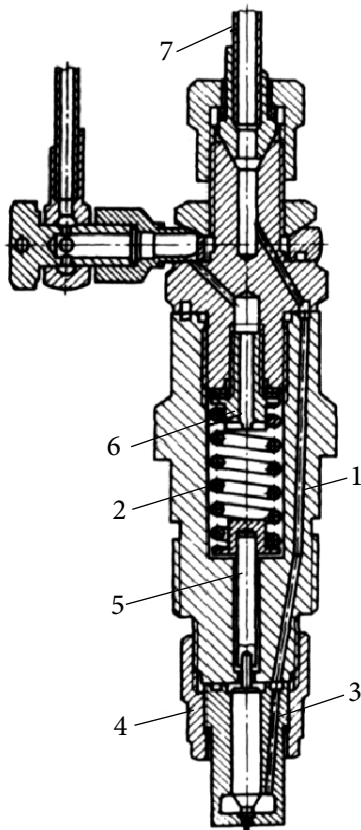
7.37 pav. Ankstinimo mova:

a – ankstinimo mova; *b* – veikimo principas; 1 – varantysis krumpliaratis; 2 – stebulė; 3 – korpusas; 4, 5 – didysis ir mažasis ekscentrikai; 6 – varantieji pirštai; 7 – svarelių pirštai; 8 – spyruoklė; 9 – svareliai; 10 – varomasis diskas

Varančiąją movos dalį sudaro korpusas (3), sujungtas su varančiuoju krumpliaratiu (1), ir du pirštai (6), įtvirtinti korpuse. Varomąją dalį sudaro diskas (10) su stebule (2), kuri tvirtinama ant siurblio kumštelinio veleno. Varančiąją ir varomąją dalis jungia dvi ekscentrikų poros (4 ir 5). Didieji ekscentrikai (4) įstatyti į disko (10) kiaurymes. Į juos įstatyti mažesnieji ekscentrikai (5), kurie užmaiti ant varančiųjų pirštų. Movos svareliai (9) pirštais (7) sujungti su didžiaisiais ekscentrikais. Svarelius vieną prie kito spaudžia spyruoklės (8).

Didėjant variklio alkūninio veleno sūkių dažniui, svareliai (9), veikiami išcentrinės jėgos, tolsta nuo centro, suspausdami spyruokles (8). Taip judėdami jie per pirštus (7) pasuka didžiuosius ekscentrikus (4), kurie pasisukdami ant mažųjų ekscentrikų pasuka varomąjį diską (10) sukimosi kryptimi. Degalų įpurškimas ankstinamas.

Kitas labai svarbus tokios degalų tiekimo sistemos elementas yra purkštuvas (7.38 pav.). Degalai į cilindrą purškiami dideliu slėgiu, tam tikru kampu ir kuo labiau susmulkinti. Šie veiksniai labai svarbūs efektyviam ir ekonomiškam variklio darbui. Tokiuose varikliuose degiajam mišiniui ruošti ir degimo procesui skiriama labai mažai laiko. Šis parametras smarkiai riboja tokios konstrukcijos variklių sūkių didinimą.

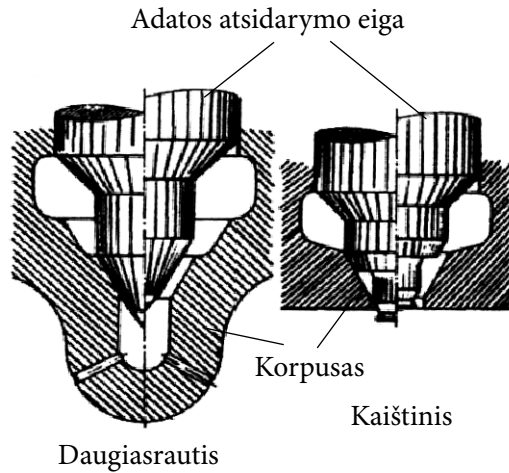


7.38 pav. Purkštuvas:

1 – įtekėjimo kanalas; 2 – spyruoklė; 3 – šulinėlis; 4 – cilindrinė veržlė;
5 – intarpas; 6 – reguliavimo sraigtas su tarpine; 7 – degalų tiekimo vamzdis

Degalai aukšto slėgio vamzdeliu (storasienio vamzdelio vidinis skersmuo 1–3 mm) iš siurblio teka į purkštuvą ir jo kanalais patenka į šulinėlį (3). Purkštuvo adata (7.39 pav.), spaudžiama spyruoklės (2), yra uždariusi lizdą. Esant suslėgimui degalų slėgis šulinėlyje didėja. Didėjantis slėgis spaudžia adatą aukšty. Kai degalų spaudimo jėga viršija spyruoklės jėgą, adata pakyla ir degalai pradeda purkšti. Senesnių variklių purkštuvai atsidarydavo esant

15 ÷ 25 MPa slėgiui. Naujesniuose netiesioginio įpurškimo varikliuose šis slėgis būna iki 110–150 MPa. Purkštuvų adatos atsidarymo eiga – 0,2–0,5 mm.

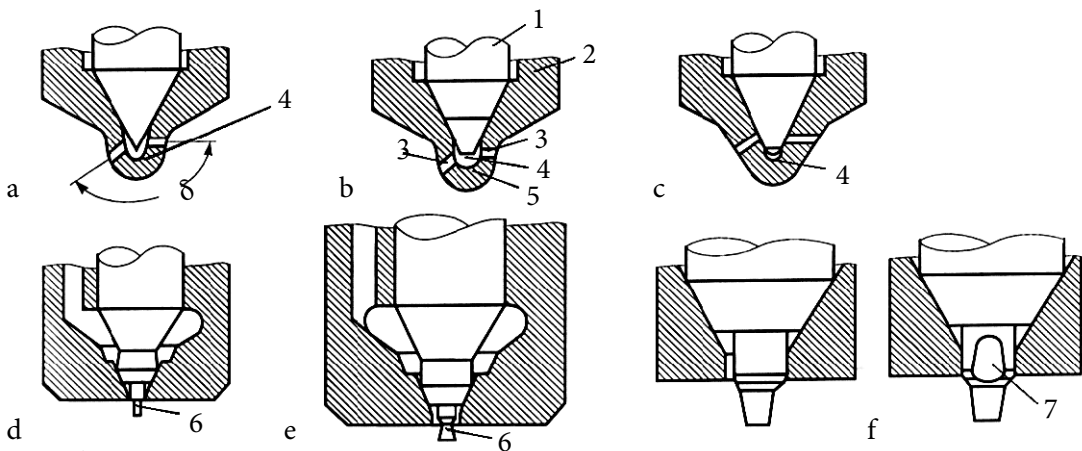


7.39 pav. Purkštuvų adata

Degalų perteklius, prasiskverbiantis tarp adatos ir kreipiančiosios, sugrąžinamas atgal į degalų baką arba degalų filtrą. Purškimo slėgis labai svarbus degalų, purškiamų į cilindrą, čiurkšlės formai, ilgiui ir degiojo mišinio kokybei. Tam turi įtakos ir purkštuvų konstrukcija.

Dažniausi daugiasraučiai arba kaištiniai purkštuvai.

Daugiasrautis purkštuvai (7.40 pav., a, b, c) purškia degalus pro jo snapelyje (5) išgręžtas skylutes (3). Jis naudojamas tiesioginio įpurškimo varikliams. Įpurškimo skylučių bū-



7.40 pav. Purkštuvų tipai:

a, b, c – daugiasraučiai; d, e, f – kaištiniai; 1 – adata; 2 – korpusas; 3 – purškimo skylutės; 4 – snapelio ertmė; 5 – snapelis; 6 – kaištis; 7 – nušlifuota plokštuma

na nuo 1 iki 10, o jų skersmuo – 0,15–0,6 mm. Skylių išdėstymas priklauso nuo degiojo mišinio ruošimo būdo ir degimo kameros formos. Kampas tarp skylių gali būti iki 180°. Todėl šie purkštuvai reikiamoje padėtyje purkštuvo korpuse fiksuojami kaiščiais. Nuo skylių skersmens ir jų ilgio priklauso degalų išpurškimo kokybė ir čiurkšlės įsiskverbimo į degimo kameros turį gylis. Minimalų skylių ilgį riboja purkštuvo atsparumas. Šis ilgis būna 0,6–1 mm. Purkštuvui užsidarius, jo snapelio ertmėje (4) lieka degalų, kurie pro skylutes išgauroja į degimo kameras. Šie degalai nespėja visiškai sudegti, todėl deginiuose padidėja nesusdegusių angliavandenių (CH) kiekis. Snapelio ertmė būna kūginė arba cilindrinė (7.40 pav., a ir b). Cilindrinės ertmės turis mažesnis. Kad CH koncentracija dar labiau sumažėtų, naudojami purkštuvai su skylutėmis adatos lizde (c). Purkštuko adatos kreipiamosios dalies skersmuo būna 4 mm (žymimas raide P) ir 5 arba 6 mm (žymimas raide S).

Netiesioginio degalų įpurškimo varikliams naudojami kaitiniai purkštuvai (7.40 pav., d, e, f). Jų adatos gale yra kaištis, laisvai įeinantis į purškimo skylutę korpuse. Kaištis būna cilindrinis ir kūginis (7.40 pav., d ir e). Keičiant kaiščio formą ir skersmenį, įpurškiamų degalų srauto parametrai suderinami su variklio reikalavimais. Be to, kaištis mažina purkštuvo skylutės užsikimsimą. Dažniausiai naudojami droseliuojantys kaitiniai purkštuvai. Juose purškimo pradžioje adata atidaro tik siaurą žiedinį plyšį, pro kurį į cilindrą patenka nedaug degalų. Tik adatos eigos pabaigoje atidaromas visas skylutės skersplotis. Dėl to slėgis degimo pradžioje didėja lėčiau, o variklis dirba minkščiau.

Sūkių dažnio reguliavimas

Sekciniams ir skirstomiesiems degalų siurbliams naudojami mechaniniai ir elektriniai sūkių dažnio reguliatoriai, kurie reguliuoja į cilindrą įpurškiamų degalų kiekį. Be sūkių dažnio reguliatoriaus dyzelinis variklis mažų sūkių zonoje užgestų, o didelių sūkių zonoje prasi-dėtų nevaldomas sūkių didėjimas, ir variklis sulūžtų.

Mažėjant variklio sūkių dažniui, įpurškimo siurblys per kiekvieną plunžerio eigą tiekia vis mažiau degalų, nes dėl mažos degalų inercijos didėja nuotėkių nuostoliai. Didėjant sūkių dažniui, jis per kiekvieną plunžerio eigą tiekia vis daugiau degalų, nes nuotėkių nuostoliai plunžerinėse porose ir purkštuvuose mažėja.

Dyzelinuose varikliuose naudojami dvirežimiai ir visarežimiai reguliatoriai. Dvirežimis reguliatorius reguliuoja tik tuščiosios eigos ir didžiausiųjų sūkių dažnį. Tarpinius sūkių dažnius reguliuoja vairuotojas akceleratoriaus pedalu.

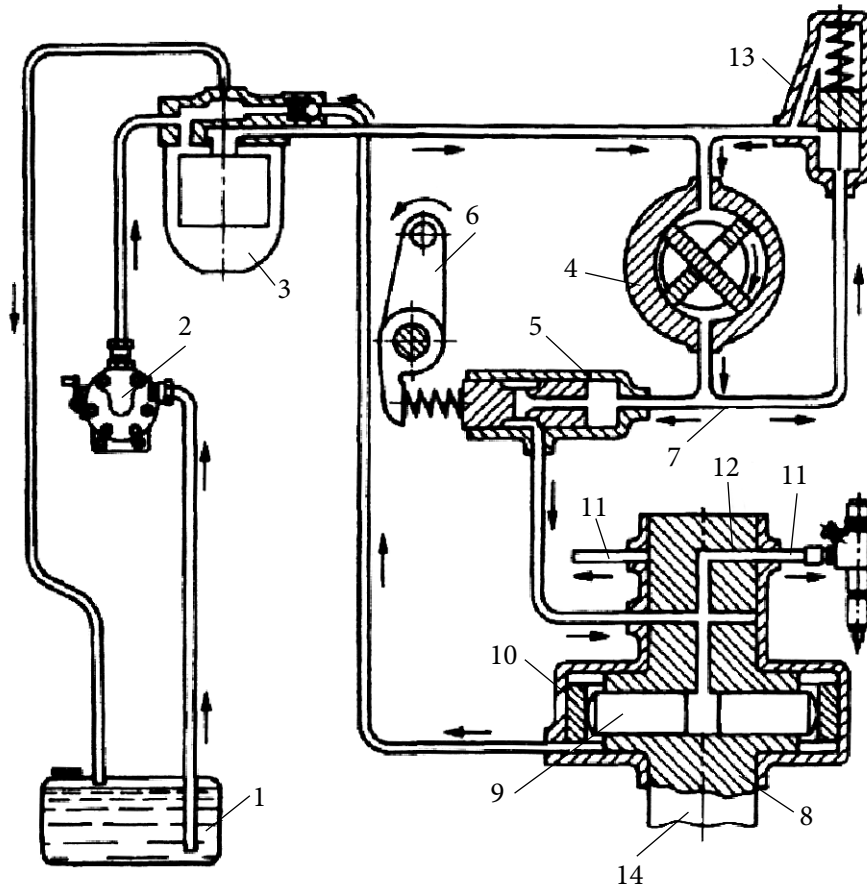
7.4.2. Skirstomieji degalų įpurškimo siurbliai

Sekciniai degalų įpurškimo siurbliai sukonstruoti taip, kad kiekviena sekcija tiekia degalus į atskirus cilindrų. Kad variklis stabiliai dirbtų, reikia labai tiksliai reguliuoti degalų porcijas ir degimo procesą. Didinant variklio sūkius, netolygumai ryškėjo. Tai gerokai riboja sūkius.

Išvardytų trūkumų pavyko išvengti sukonstravus skirstomąjį degalų įpurškimo siurblių, kai viena slėgio sekcija tiekia degalus į visus cilindrus. Tokie siurbliai naudojami beveik visuose šiuolaikiniuose dyzeliniuose varikliuose.

Siurbliuose būtina išspręsti degalų porcijų paskirstymą cilindrams, atsižvelgiant į jų darbo tvarką.

Dažnai naudojamo tokio siurblio schema pavaizduota 7.41 paveiksle.



7.41 pav. Maitinimo sistema su skirstomuoju degalų tiekimo siurbliu:
 1 – degalų bakas; 2 – siurblys; 3 – filtras; 4 – plokštelinis maitinimo siurblys;
 5 – vožtuvas; 6 – akceleratoriaus svirtis; 7 – vamzdelis; 8 – skirstytuvas;
 9 – plunžeriai; 10 – kumštelinis žiedas; 11 – aukšto slėgio kanalai;
 12 – skirstymo kanalas; 13 – slėgio reguliavimo vožtuvas; 14 – rotorius

Degalai, iš degalų bako siurbiami pirminio žemo slėgio siurblio (2), per filtrą (3) nukreipiami į aukšto slėgio siurblių. Konstrukciškai aukšto ir žemo slėgio siurbliai dažniausiai montuojami ant vienos ašies. Per slėgio reguliatorių (13) degalų perteklius sugrąžinamas į degalų baką. Vožtuvas (5), sujungtas su akceleratoriaus pedalu, reguliuoja degalų, patenkančių į aukšto

slėgio siurblių, kiekį, veikia kaip visarežimis reguliatorius. Jis yra veikiamas spyruoklės spaudimo ir degalų iš žemo slėgio siurblio slėgio jėgų. Slėgis proporcingas variklio sūkių dažniui. Todėl didėjant variklio apkrovai ir sūkiams, didėja degalų, tiekiamų į aukšto slėgio siurblių, kiekis. Mažėjant apkrovai ir sūkiams, mažėja spyruoklės spaudimo jėga, ir didesnė dalis degalų nukreipiama atgal į baką. Degalai, patenkantys į aukšto slėgio siurblių, nukreipiami į ertmę tarp plunžerių, kurie, veikiami degalų spaudimo jėgos, remiasi į žiedą. Jo forma tokia, kad vieną kartą apsisukus siurbliui plunžeriai susispaustų tiek kartu, kiek yra cilindro variklyje. Degalų skirstytuvo funkciją atlieka besisukantis skirstytuvus. Kai ertmė (12) sutampa su cilindro ertme (11), degalai aukštu slėgiu stumiami į purkštuvą. Degalų kiekis priklauso nuo to, kiek jų praleidžiama į ertmę tarp plunžerių, t. y. nuo akceleratoriaus pedalo padėties. Į tarpą, esantį tarp plunžerių, degalai patenka, kai skirstytuvo ertmės sutampa su vožtuvo (5) ertmėmis.

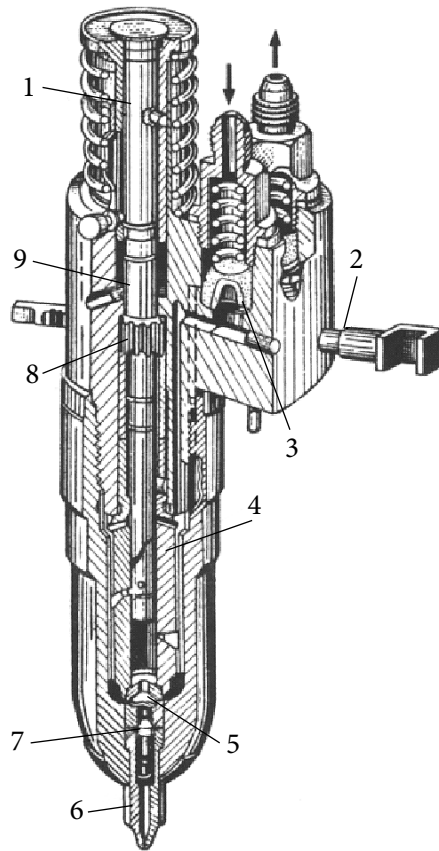
Tokiuose siurbliuose montuojamas automatinis degalų įpurškimo paskubos laiko reguliatorius. Jis reguliuoja degalų dozės įpurškimą atsižvelgdamas į sūkius ir apkrovas. Kuo didesni sūkių ir didesnė apkrova, tuo anksčiau reikia įpuršksti. Žiedas juda skirstytuvo atžvilgiu. Jo judėjimui priešinasi spyruoklės. Kuo greičiau sukasi variklis, tuo didesnė degalų porcija patenka į tarpą tarp plunžerių, ir didesnės jėgos veikiamas žiedas pasukamas kryptimi, priešinga skirstytuvo sukimosi kryptčiai. Plunžeriams anksčiau susispaudžiant, degalų porcija anksčiau įpurškiama į cilindrą. Sumažėjus sūkiams spyruoklės sugrąžina žiedą atgal, ir degalai purškiami vėliau. Proporcijos tarp kiekio ir įpurškimo laiko reguliavimas yra vienas iš svarbiausių variklio parametrų. Anksčiau tai buvo atliekama preciziškai parenkant plunžerius ir žiedus veikiančių spyruoklių ir degalų slėgio jėgas. Pastaruoju metu šį procesą vis dažniau valdo elektronika. Atsižvelgiant į variklio sūkius, apkrovą ir temperatūrą, atitinkamai keičiama žiedo (10) padėtis. Didžiausia tokių siurblių problema – degalų nuo siurblio iki purkštuvo vamzdeliai. Jų ilgis ir skersmuo turi labai didelės reikšmės porcijų, tiekiamų į atskirus cilindrus, vienodumui.

Siekiant suvienodinti išvardytus parametrus ir padidinti variklių efektyvumą, sukurta sistema, kai į kiekvieną cilindrą degalų porcija yra purškiama atskiro siurblio-purkštuvo (7.42 pav.).

Degalus į visus purkštuvus tiekia pirminis siurblys $\sim 0,35\text{--}0,5$ MPa slėgiu. Filtre papildomai išvalyti degalai patenka į purkštuvą, kuris dozuoja porciją ir reikiamu momentu ją įpurškia į cilindrą. Stūmoklį, įpurškiantį degalus, veikia velenas variklio galvutėje. Kad degalai patektų į cilindrą reikiamu momentu, jo sukimasis sinchronizuotas su alkūninio veleno sūkiams. Degalų porcijos dydis ir įpurškimo momentas reguliuojamas papildoma dantytąja svirtimi, kuri plunžerius, atsižvelgdama į variklio darbo režimą, pasuka atitinkama kryptimi. Degalų kiekio reguliavimas parodytas 7.43 paveiksle.

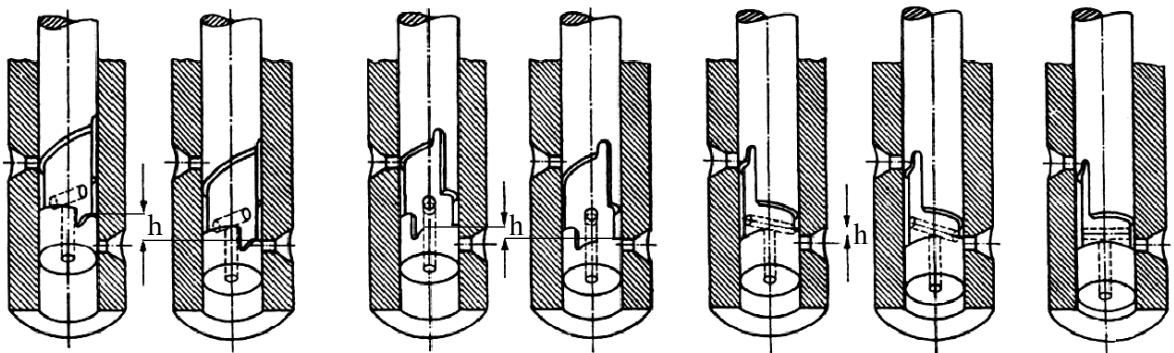
Abi plunžerio nuožulos padarytos taip, kad pasikeitus padėčiai pasikeičia tiekiamų degalų kiekis ir įpurškimo momentas.

Aptarti degalų įpurškimo reguliavimo būdai paremti tik mechaniniais ir hidrauliniiais variklio darbo parametrais. Dabar plačiai naudojama elektronika, leidžianti dar labiau optimizuoti variklio darbą.



7.42 pav. Siurblys-purkštuvas:

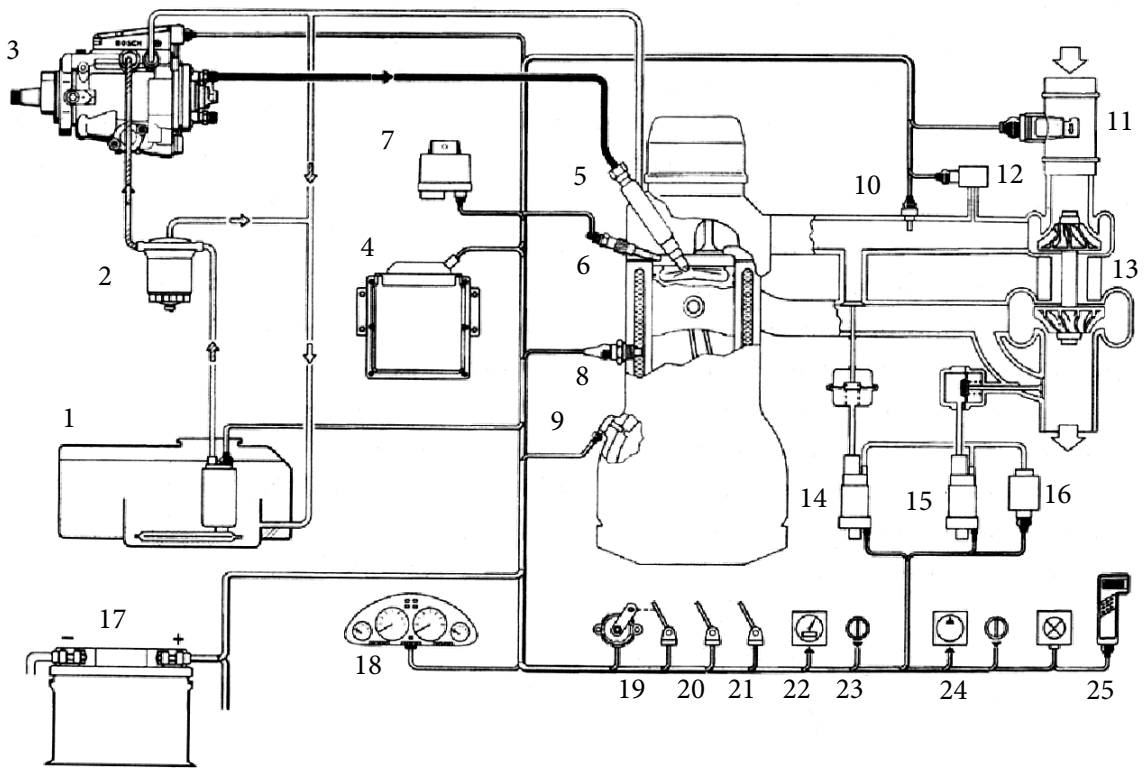
1 – stūmiklis; 2 – dantytoji svirtis; 3 – filtravimo elementas; 4 – cilindras;
 5 – uždarymo vožtuvas; 6 – purkštuvas (atidarytas); 7 – atgalinis vožtuvas;
 8 – krumpliartatis; 9 – velenėlis



7.43 pav. Tiekiamų degalų kiekio reguliavimas atsižvelgiant į plunžerio padėtį

7.4.3. Dyzelinių variklių maitinimo sistemų sprendimai

Sekciniai degalų įpurškimo siurbiai užtikrina pakankamai stabilų ir ekonomišką didelės dalies krovinių ir lengvųjų automobilių darbą. Tolesni sprendimai veikiama vis didesnių ekologijos reikalavimų. Degalų sąnaudų mažinimas turi didelės įtakos kenksmingųjų medžiagų, iš variklio patenkančių į atmosferą, kiekiui. Mechaniniai reguliavimo metodai turi ribotas galimybes veikti degiojo mišinio sudarymo ir jo įpurškimo momento reguliavimo galimybes. Šiuolaikiniai reguliavimo būdai privalo labai jautriai reaguoti ne tik į degalų slėgį ir variklio sukčius, bet ir į įsiurbiamo oro temperatūrą ir slėgį (daugelyje dyzelinių variklių orą į cilindrus tiekia specialus įtaisas, vadinamas turbina).



7.44 pav. Elektroninio valdymo degalų įpurškimo schema su skirstomuoju aukšto slėgio siurbliu:

- 1 – degalų bakas; 2 – degalų filtras; 3 – aukšto slėgio siurblys; 4 – elektroninis valdymo blokas;
5 – purkštuvas; 6 – kaitinamoji žvakė; 7 – kaitinamųjų žvakių relė; 8 – variklio temperatūros jutiklis; 9 – alkūninio veleno padėties jutiklis; 10 – įsiurbiamo oro temperatūros jutiklis; 11 – oro srauto jutiklis; 12 – oro slėgio jutiklis;
13 – turbokompresorius; 14 – recirkuliacinis vožtuvas; 15 – išmetamųjų dujų reguliavimo vožtuvas; 16 – siurblys; 17 – akumuliatorių baterija; 18 – prietaisų skydelis;
19 – akceleratoriaus potenciometras; 20 – sankabos pedalo jutiklis; 21 – stabdžių pedalo jutiklis; 22 – automobilio greičio jutiklis; 23 – autopiloto jungiklis; 24 – klimato kontrolė;
25 – diagnostinė lemputė

Mechaninio valdymo siurblius galima naudoti tik tiesioginio įpurškimo varikliuose, kurių sūkių dažnis neviršija 2500 s/min ir vieno cilindro galia $N_c = 50 - 55$ kW. Tokie varikliai montuojami tik kroviniuose automobiliuose. Dar retesni siurbliai su prieškamere. Tokių variklių vieno cilindro galia neviršija $N_c = 20 - 30$ kW. Kiti tik mechaninio valdymo būdai lengvųjų automobilių varikliams leido pasiekti galią $N_c = 20 - 25$ kW vienam cilindru esant $n_{max} = 4000 - 4500$ aps./min.

Įdiegiant elektroniką, pirmiausia buvo bandoma ja pakeisti mechaninio reguliavimo būdus. Sėkmingiausiai sekėsi reguliuoti degalų slėgį ir įpurškimo momentą.

Elektroniškai valdoma degalų įpurškimo schema su skirstomuoju aukšto slėgio siurbliu pavaizduota 7.44 paveiksle.

Įrenginiai, kontroliuojantys variklio darbą

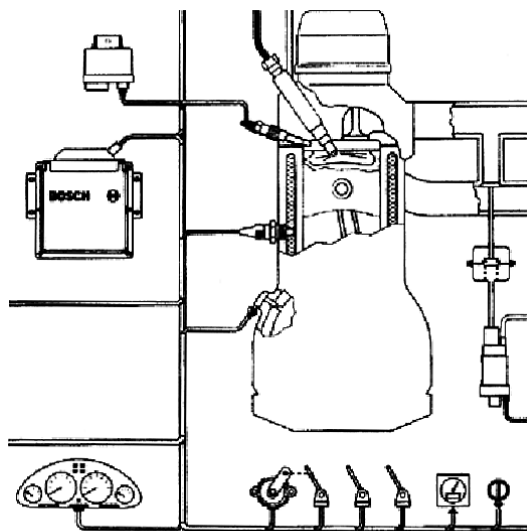
Šiems įrenginiams priskiriami:

- variklio sūkių jutiklis (9);
- aušinamojo skysčio temperatūros jutiklis (8);
- į variklį patenkančio oro temperatūros jutiklis (10);
- oro slėgio jutiklis (12);
- oro srauto jutiklis (11).

Daviklių tiekiamus signalus valdymo blokas (4) verčia signalais, nulemiančiais degiojo mišinio sudėtį ir degalų įpurškimo momentą.

Įrenginiai, kontroliuojantys vairuotojo veiksmus

Pagrindiniu davikliu, analizuojančiu vairuotojo įtaką variklio darbui, yra akceleratoriaus padėties jutiklis (19) (7.45 pav.).



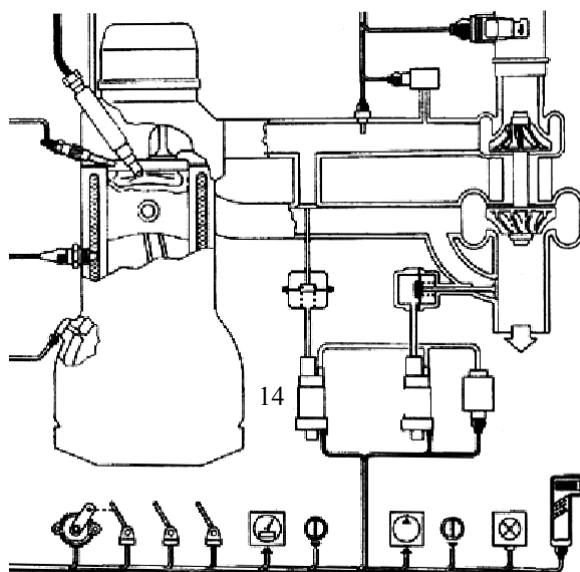
19

7.45 pav. Akceleratoriaus padėties jutiklis (19)

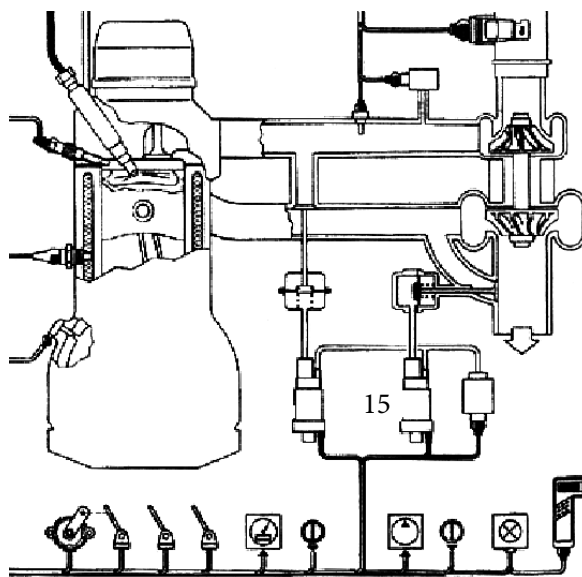
Per valdymo bloką jo signalas valdo kiekį degalų, kuriuos siurblys tiekia į cilindrus. Naujesniuose automobiliuose dar įrengiami jutikliai, fiksuojantys sankabos ir stabdžių pedalų naudojimą. Jie dažniausiai atjungia automatinę greičio kontrolės palaikymo sistemą.

Įrenginiai, padedantys variklio darbui

Šiai grupei priklauso atidirbusių deginių recirkuliacijos vožtuvas (14) (7.46 pav.).



7.46 pav. Deginių recirkuliacijos vožtuvas (14)

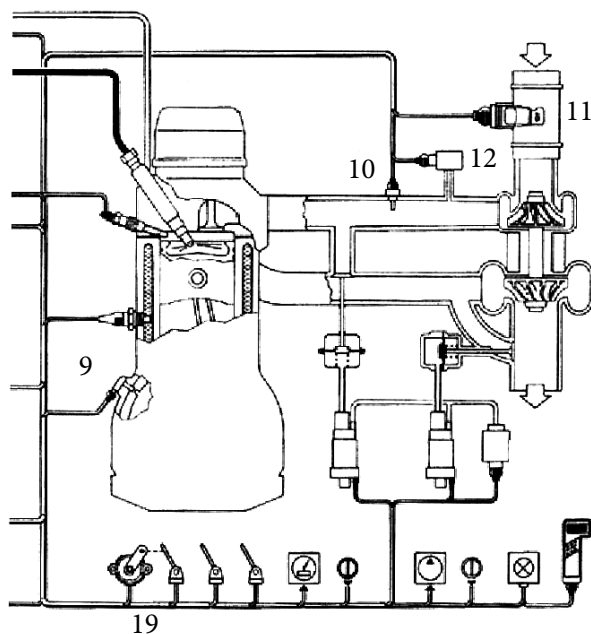


7.47 pav. Jutiklis, reguliuojantis turbinos į cilindrus tiekiamo oro slėgį ir kiekį (15)

Varikliui dirbant mažomis apkrovomis ir jį paleidžiant, į įsiurbimo kolektorių nukreipiama dalis įkaitusių deginių, o tai teigiamai veikia degimo procesą. Esant didelėms apkrovoms šis vožtuvas uždaromas, nes per didelis oro kiekis mažina galią.

Kitas labai svarbus įrenginys yra jutiklis (15), reguliuojantis turbinos į cilindrus tiekiamo oro slėgį ir kiekį (7.47 pav.).

Jį valdo variklio valdymo blokas, atsižvelgdamas į oro srauto jutiklį (11), į variklį patekančio oro temperatūrą (10) ir slėgį (12), variklio sūkius (9) ir akceleratoriaus padėtį (19) (7.48 pav.).



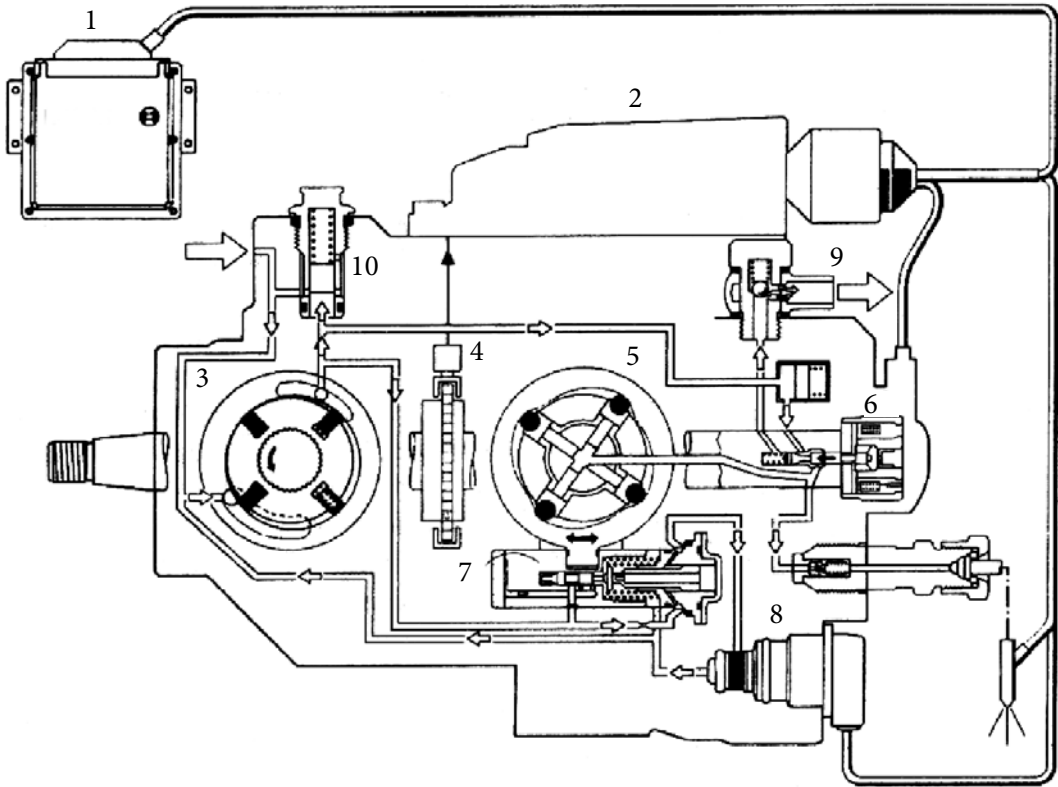
7.48 pav. Oro srauto (11), į variklį patekančio oro temperatūros (10), slėgio (12), variklio sūkių (9) ir akceleratoriaus (19) padėties jutikliai

Pažymėtina, kad pritaikius išvardytus valdymo būdus, iš mechaninių lieka tik degalų suslėgimo būdas, visa kita valdo elektronika. Naujausios variklių valdymo sistemos labai padidina variklių efektyvumą ir, tai ypač svarbu, gerokai sumažina kenksmingųjų medžiagų kiekį išmetamosiose dujose.

Degalų siurblys degalus tiekia identišškai mechaniniam. Skiriasi tik degalų dozės reguliavimas (7.49 pav.).

Degalus suslegia plunžeris, sąveikaujantis su specialaus profilio žiedu (5). Degalus į cilindrus skirsto besisukantis skirstytuvas, kurio kiaurymės jam sukantis sutampa su atskirų vamzdelių, jungiančių su cilindrų purkštuvais, kiaurymėmis.

Degalų įpurškimo pradžios momentas reguliuojamas ne slėgiu, o hidrauliniu stūmikliu (7). Jį valdo elektromagnetinis vožtuvas (8), praleidžiantis kartu ir degalų porciją į ertmę tarp plunžerių. Degalų įpurškimo momentą nustato valdymo blokas (1), reaguodamas į visų daviklių parametrus.



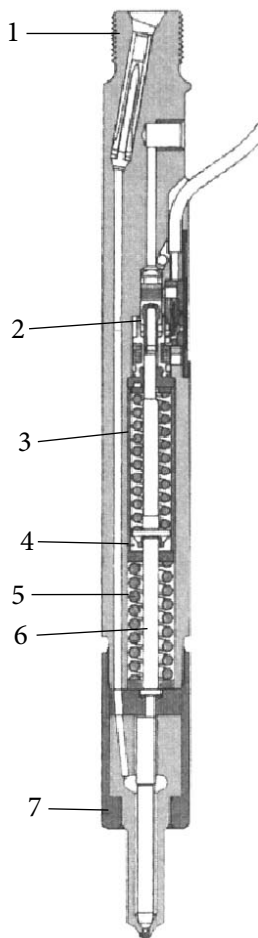
7.49 pav. Elektroniskai valdomas degalų tiekimo siurblys:
 1 – valdymo blokas; 2 – degalų siurblio valdiklis; 3 – tiekimo siurblys (pasuktas 90° kampu); 4 – sūkių jutiklis; 5 – aukšto slėgio siurblys (pasuktas 90° kampu); 6 – elektromagnetinis aukšto slėgio vožtuvas; 7 – įpurškimo momento reguliatorius (pasuktas 90°); 8 – įpurškimo momento reguliavimo elektromagnetinis vožtuvas; 9 – nupylimo vožtuvas; 10 – slėgio reguliatorius

Įpurškiamų degalų kiekis mechaniniuose siurbliuose, atsižvelgiant į variklio sūkių dažnį, buvo reguliuojamas tiekiant tam tikrą degalų dozę į ertmę tarp plunžerių. Elektroninėse sistemose degalų porcijos dydį reguliuoja aukšto slėgio elektromagnetinis vožtuvas (6), irgi valdomas valdymo bloko (1). Atsižvelgiant į darbo režimą, į siurblių jis praleidžia tik tam tikrą degalų dozę, priklausomą nuo variklio darbo režimo. Degalų perteklių vožtuvas nukreipia atgal į degalų baką.

Elektroniniai siurblių valdymo būdai leidžia paruošti daug kokybiškesnį degųjų mišinį, greičiau reaguoti į kintančius variklio darbo režimus ir mažinti degalų sąnaudas.

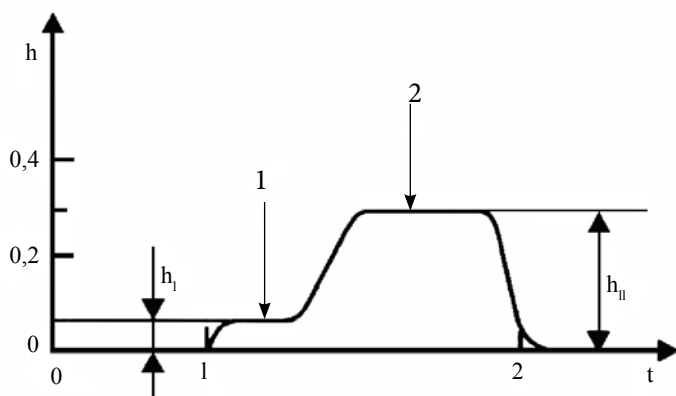
Degalų purkštuvai (7.50 pav.)

Dažniausiai naudojamuose purkštuvuose įtaisomos dvi adatos prie purškimo angos spaudžiančios spyruoklės ir adatos eigos jutiklis.



7.50 pav. Purkštuvas:

1 – degalų tiekimo atvamzdis; 2 – adatos eigos jutiklis; 3 – spyruoklė;
4 – reguliavimo tarpinė; 5 – spyruoklė; 6 – strypelis; 7 – veržlė



7.51 pav. Degalų purškimo charakteristika:

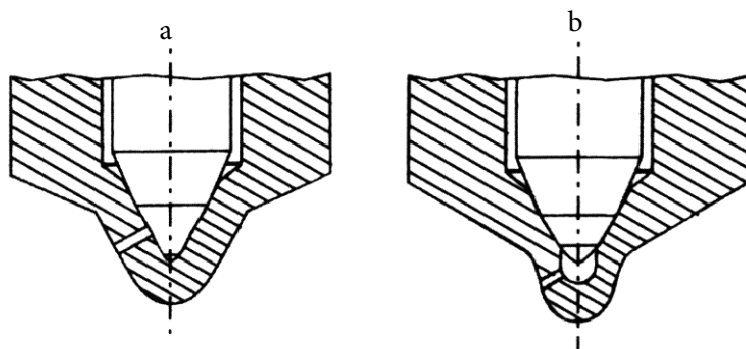
1 – pirminė degalų porcija; 2 – pagrindinė degalų porcija

Dvi spyruoklės reikalingos dvifaziam degalų purškimo režimui užtikrinti. Pirmiausia įpurškiama nedidelė pirminė degalų dozė, pradedanti degimo procesą, ir tik po to – pagrindinė. Dėl to degimas vyksta lygiau, o variklis mažiau kalena.

Tai pavaizduota 7.51 paveikslėlyje.

Adatai pakilti į aukštį (h) trukdo tik pirmos pakopos spyruoklė. Kildama aukščiau, ji turi nugalėti jau dviejų spyruoklių pasipriešinimo jėgą. Toks sprendimas ne tik teigiamai veikia degimo procesą, bet ir mažina purkštuvu mechaninius virpesius. Jis tarsi įsibėga, mažėja adata veikiančios smūginės apkrovos. Adatos eigos jutiklis signalizuoja valdymo blokui apie degalų purškimo pradžią ir pabaigą ir yra vienas iš svarbiausių parametrų reguliuojant variklio darbą.

Degalų išpurškimo kokybę pagerina vis dažniau naudojamos adatos su kaištiniu purškimo angos sandarinimu. Tai sumažina dalies degalų patekimą į cilindrą jau po pagrindinės degalų porcijos.

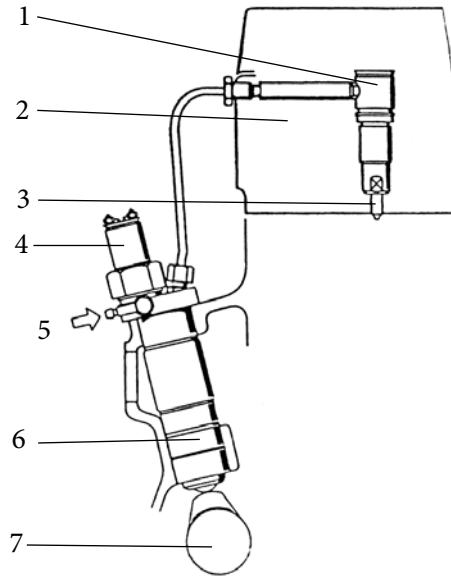


7.52 pav. Purkštuvų sandarinimas:
a – šulinėlis uždarytas; b – šulinėlis atidarytas

7.52 paveikslo a variante skylutes uždengia adatos kūgis, o b – truputis degalų, likusių šulinėlyje, sudega po pagrindinės porcijos. Tai nenaudinga, nes degimas vyksta jau po to, kai stūmoklis būna praėjęs VRT, t. y. neatliekamas naudingas darbas. Išmetamosiose dujose didėja kenksmingųjų medžiagų kiekis.

7.4.4. Maitinimo sistemos su atskirais siurbliais-purkštuvais kiekvienam cilindriui

Sistema siurblys-vamzdelis-purkštuvais (7.53 pav.) yra modulinė sistema, susidedanti iš aukšto slėgio siurblio (6) ir purkštuvu (1), sujungtų trumpu vamzdeliu. Kiekvienam variklio cilindriui skirtas atskiras aukšto slėgio siurblys, kurio pavarai naudojamas papildomas skirstymo veleno kumštėlis. Kaip ir siurblyje-purkštuve, degalų įpurškimo pradžia ir kiekis valdomi elektromagnetiniu vožtuvu (4), o jį valdo elektroninis valdymo blokas. Naudojant šią sistemą, skirstymo velenas gali būti ir cilindrų galvutėje, ir bloke.



7.53 pav. Siurblys-vamzdelis-purkštuvas:

1 – purkštuvas; 2 – variklis; 3 – purkštukas; 4 – elektromagnetinis vožtuvas;
5 – degalų tiekimo atvamzdis; 6 – aukšto slėgio siurblys; 7 – kumštelis

Per paskutinį dešimtmetį neįtikėtinai išstobulėjo visų dyzelinių variklių tiesioginio degalų įpurškimo sistemos.

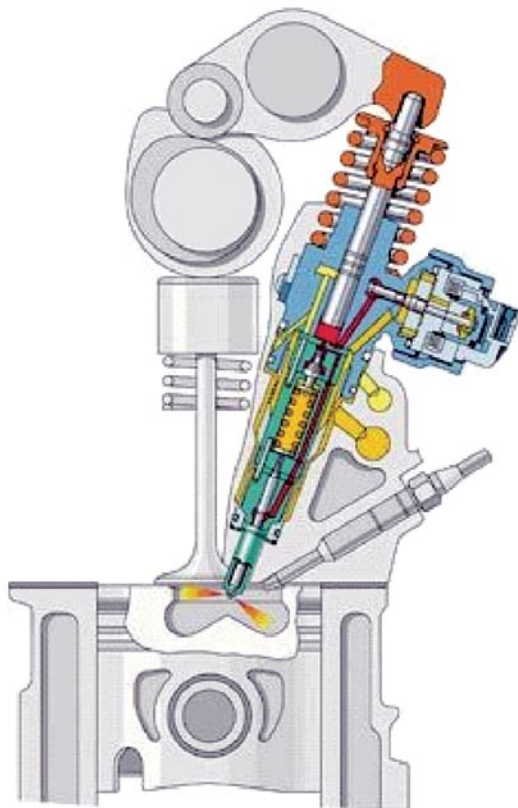
Didelių pokyčių pavyzdys buvo paprastų mechaninių skirstomųjų degalų įpurškimo siurblių pakeitimas valdomais elektronika. Tačiau tai įvyko visai neseniai, kuomet buvo pradėti gaminti tobulesni kitos kartos siurbliai, kai buvo sukurtos ir išstobulintos šios perspektyvios sistemos:

- akumuliacinė aukšto slėgio degalų įpurškimo sistema;
- kiekvieno cilindro degalų įpurškimo siurblio sistema.

Dyzelinio variklio degalų įpurškimo sistema siurblys-purkštuvas – tai mazgas, kuriame yra pats mažiausias detalių kiekis (7.54 pav.):

- įsiurbimo-išmetimo sistema;
- žemo slėgio degalų tiekimo sistema;
- aukšto slėgio zona (įpurškimo siurblys);
- modernus elektroninis valdiklis.

Pagrindinė sistemos dalis yra įpurškimo siurblys: kompaktiškas mazgas, kuriame yra aukšto slėgio siurblys, purkštuvas ir elektromagnetinis vožtuvas. Kiekvienas variklio cilindras turi savo įpurškimo siurblių, kuris įmontuotas atitinkamo cilindro galvutėje tarp jo vožtuvų. Siurblio paskirtis – suslėgti degalus iki 2050 barų ir reikiamu momentu įpurškšti į degimo kamerą.



7.54 pav. Siurblys-purkštuvas

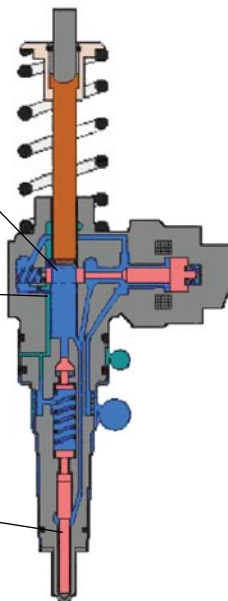
Pagrindiniai veikimo principai



Aukšto slėgio siurblys

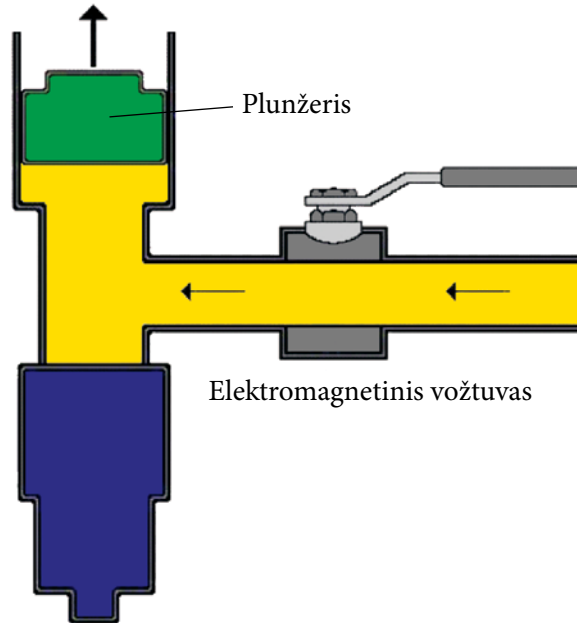
Elektromagnetinis vožtuvas

Purkštuvas



7.55 pav. Siurblys-purkštuvas

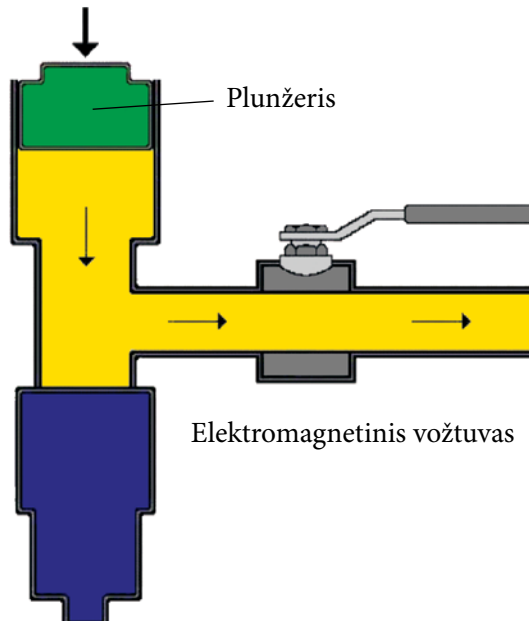
Įsivaizduokime, kad elektromagnetinis vožtuvas yra paprasčiausias čiaupas. Kai jis atidarytas (7.56 pav.), leidžia degalams patekti į siurbliį.



7.56 pav. Siurblio-purkštuvo veikimas

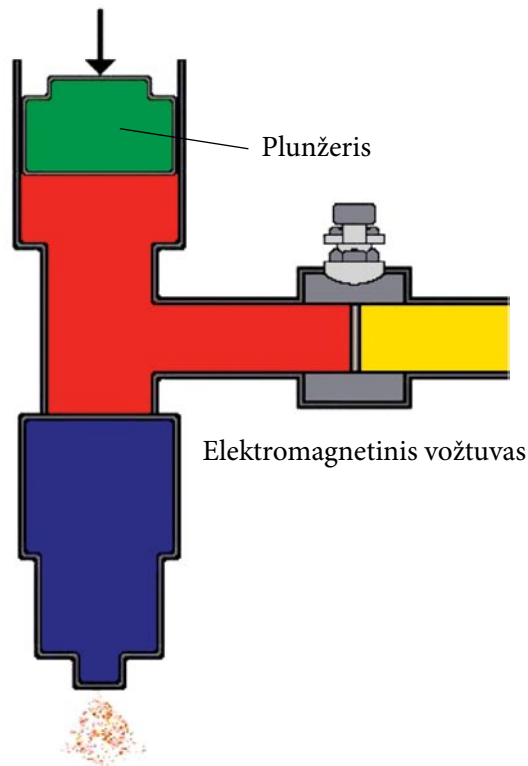
Tuo metu plunžeriui judant į viršų, degalai patenka į degalų siurbliį.

Po to, kai plunžeris pradės judėti į apačią, ir jei čiaupas bus atidarytas (7.57 pav.), degalai galės grįžti atgal, o to neturėtų būti.



7.57 pav. Siurblio-purkštuvo veikimas

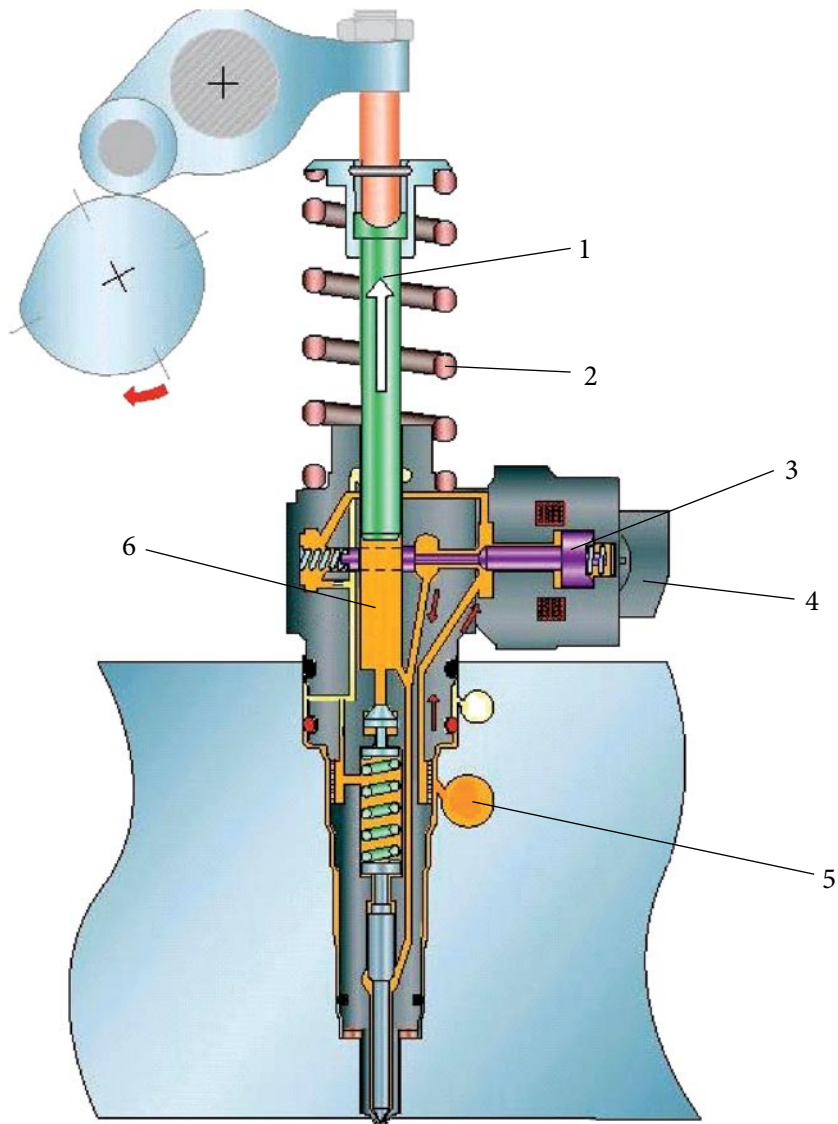
Kai čiupas užsidaro (7.58 pav.), kamera užsandarinama. Atitinkamai plunžeriui judant žemyn, slėgis kameroje didėja, priversdamas atsідaryti purkštuvą.



7.58 pav. Siurblio-purkštuvo veikimas

Vidinė siurblio-purkštuvo sandara (7.59 pav.)

Degalai per degalų paskirstymo galvutę patenka į siurblio degalų įpurškimo kanalą. Savo ruožtu grįžtanti svirtis mechaniškai veikia galvutę. Vidinis siurblio korpusas sumontuotas virš cilindro prie stūmoklio. Aukšto slėgio kamerasi suteikiama tam tikra forma. Siurblio korpuse yra trys vidiniai įpurškimo siurblio elementai. Jie sujungti su aukšto slėgio kamera. Elektromagnetinis vožtuvas įtaisytas siurblio korpuse. Svarbiausia dalis yra adata, hermetiškai uždaranti lizdą vožtuvo korpuse. Tai pasiekama dėl dvigubai hermetizuojančio kūgio.

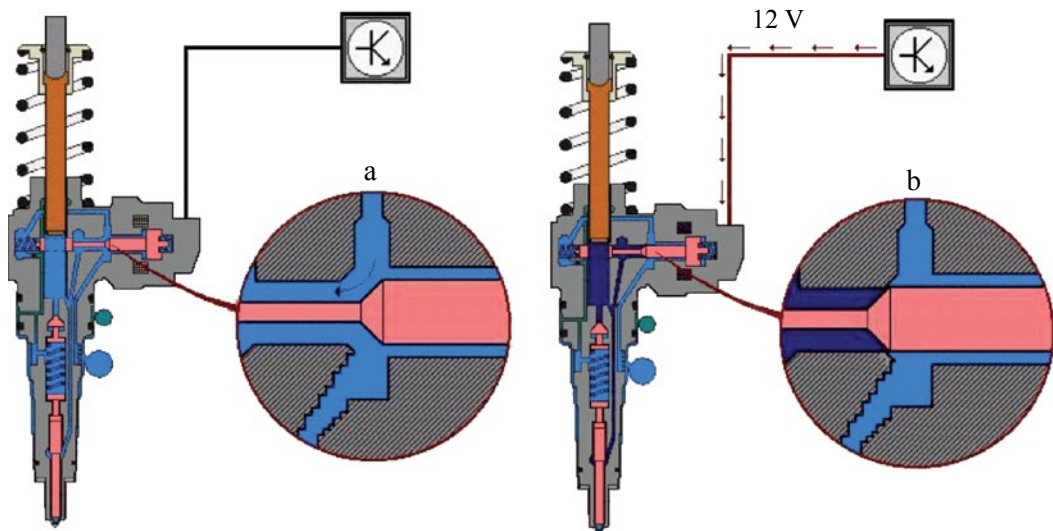


7.59 pav. Siurblys-purkštuvas:

1 – plunžeris; 2 – grąžinimo spyruoklė; 3 – elektromagnetinis vožtuvas;
4 – elektros jungtis; 6 – aukšto slėgio kamera

Elektromagnetinis vožtuvas turi tik dvi pozicijas (7.60 pav.):

- a) atidaryta (ramybės būseną);
- b) uždaryta (kai valdymo blokas paduoda srovę).



7.60 pav. Siurblio-purkštuvo schema

Impulso tiekimo sistema

Skirstymo velene kiekvienam cilindriui yra papildomas kumštelis (7.61 pav.), valdantis įpurškimo siurblį.

Šie kumšteliai yra tarp įprastų kumščių, kurie valdo įsiurbimo ir išmetimo vožtuvus.



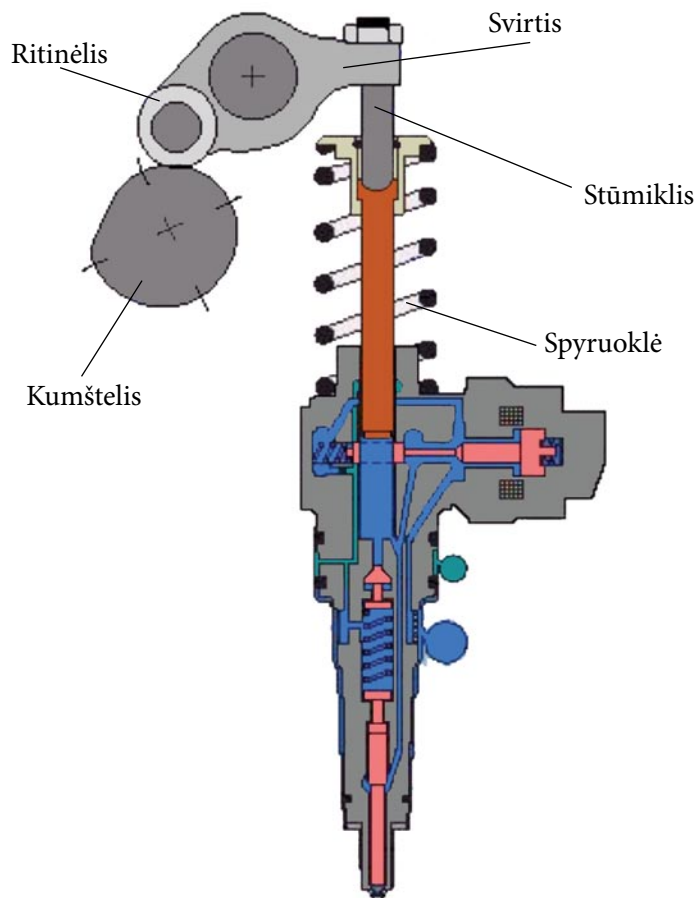
Svirtis
Ritinėlis

7.61 pav. Siurblio-purkštuvo pavara

Kiekvienas kumštelis per guolyje esančią svirtį su ritinėliu perduoda judesį įpurškimo siurblio plunžeriui, kurio judėjimo greitis tiesiogiai priklauso nuo kumštelio formos. Kumštelio pakilimo profilis yra labai status. Dėl jo formos plunžeris juda žemyn dideliu greičiu, tuo staigiai padidindamas slėgį įpurškimo siurblyje. Iš kitos pusės kumštelio nusileidimo profilis yra labai nuolaidus, leidžiantis plunžeriui lėtai sugrižti atgal. Ši forma neleidžia susidaryti oro burbuliukams degaluose, tekančiuose į aukšto slėgio kamerą.

Veikimo fazės. Įsiurbimas

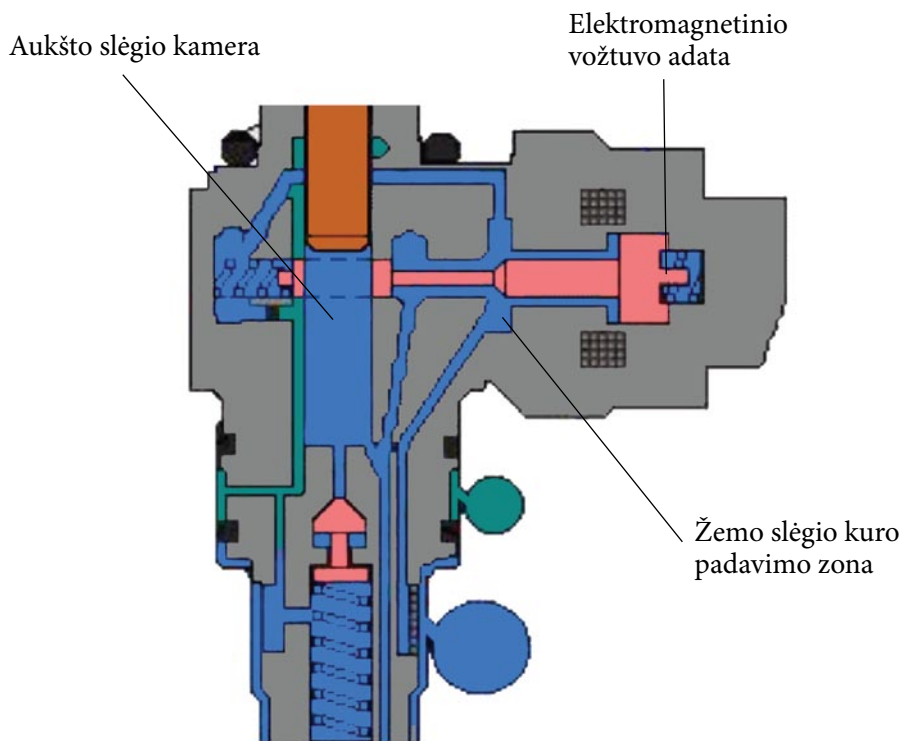
Plunžeriui judant žemyn, pripildoma aukšto slėgio siurblio-purkštuvo įpurškimo kamera. Tai įvyksta, kai priekinė kumštelio dalis (7.62 pav.), besiliečianti su svirtimi, stumia įpurškimo siurblio plunžerį žemyn, ir jis būna ten, iki grąžinimo spyruoklė sugrąžina plunžerį atgal.



7.62 pav. Siurblio-purkštovo schema

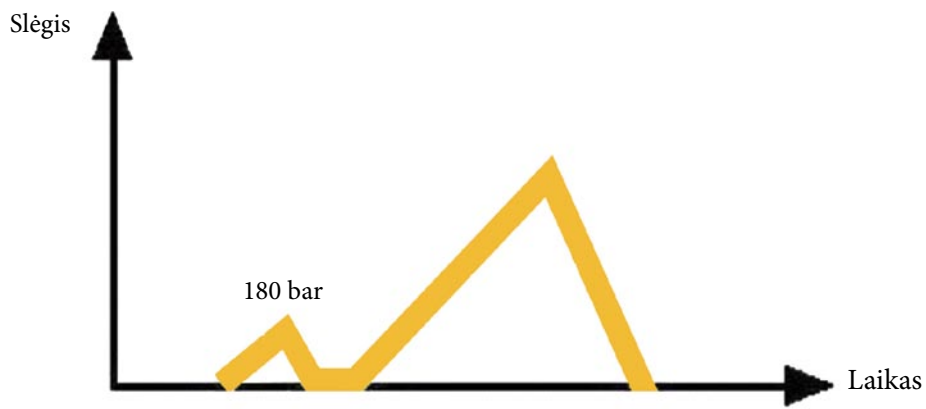
Ši forma reikalinga iš ištekancio iš degalų paskirstymo vamzdelio išgauti 3,5÷7,5 baro slėgį. Toks slėgis reikalingas, kad dyzelinas galėtų patekti į aukšto slėgio kamerą.

Be to, tai įmanoma tada, kai elektromagnetinis vožtuvas yra ramybės būsenos (7.63 pav.). Tuo metu adata leidžia degalams laisvai tekėti į aukšto slėgio kameros degalų tiekimo zoną.



7.63 pav. Siurblio-purkštuvu schema

Veikimo fazės. Pirminis įpurškimas



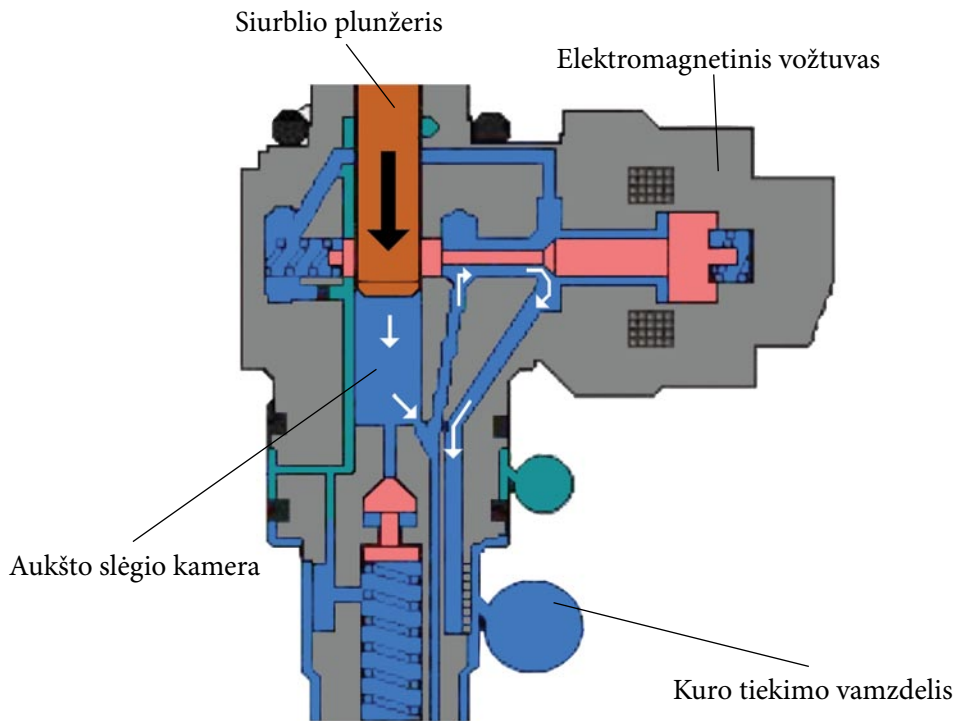
7.64 pav. Įpurškimo slėgio diagrama

Įpurškimo slėgis

Pirminis įpurškimas – tai mažo degalų kiekio neaukštu slėgiu (180 barų) tiekimas prieš pagrindinį įpurškimą (7.64 pav.). Šitos operacijos tikslas – padidinti degimo kameros slėgį ir temperatūrą, kuriai esant degalai sudega kur kas lėčiau.

Kai kumštelio pakilimo paviršius pradeda kilti ir tuo pačiu metu plunžeris pradeda leistis, trumpu momentu, kai elektromagnetinis vožtuvas yra ramybės būsenos, degalai gali laisvai tekėti po plunžeriu į žemo slėgio degalų tiekimo zoną.

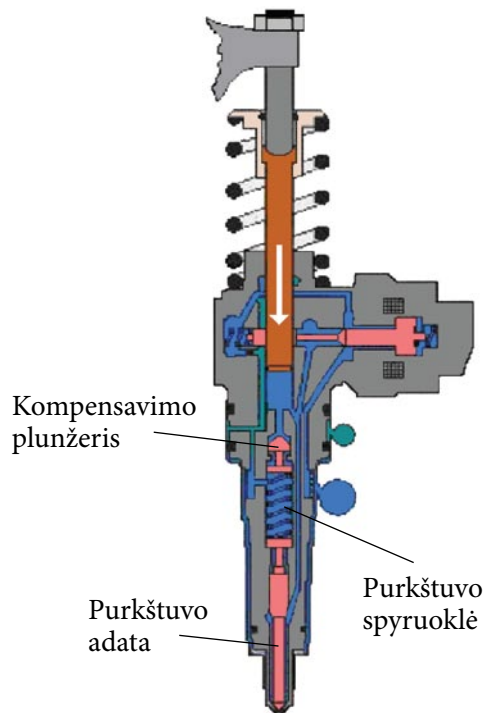
Kai valdymo blokas duoda komandą pradėti pirminį įpurškimą, suveikia elektromagnetinis vožtuvas, ir adata uždaro degalų tiekimo kanalą (7.65 pav.), aukšto slėgio kamera atskiriama nuo žemo slėgio degalų tiekimo zonos.



7.65 pav. Siurblio-purkštuvų schema

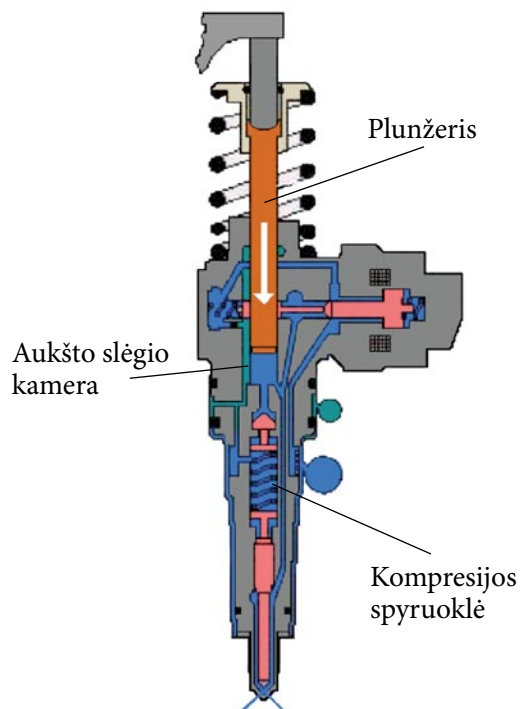
Slėgis kameroje labai greitai pakyla iki 180 barų. Tuo momentu, kai slėgis viršija suspaustos spyruoklės jėgą, įvyksta pirminis įpurškimas.

Jis tuoj pat liaujasi, nes dėl slėgio didėjimo kameroje nusileidžia kompensacinis plunžeris (7.66 pav.). Kameros tūris padidėja, todėl momentinis slėgio kritimas uždaro purkštuvą adatą. Purkštuvu viduje tai sudaro naują jėgų balansą. Purkštuvu spyruoklė padidina spaudimą, todėl adata gali sugrižti į pradinę padėtį ir atidaryti kanalą pagrindiniam įpurškimui (7.67 pav.). Reikalingas degalų slėgis yra gerokai pakilęs.



7.66 pav. Siurblio-purkštuvu schema

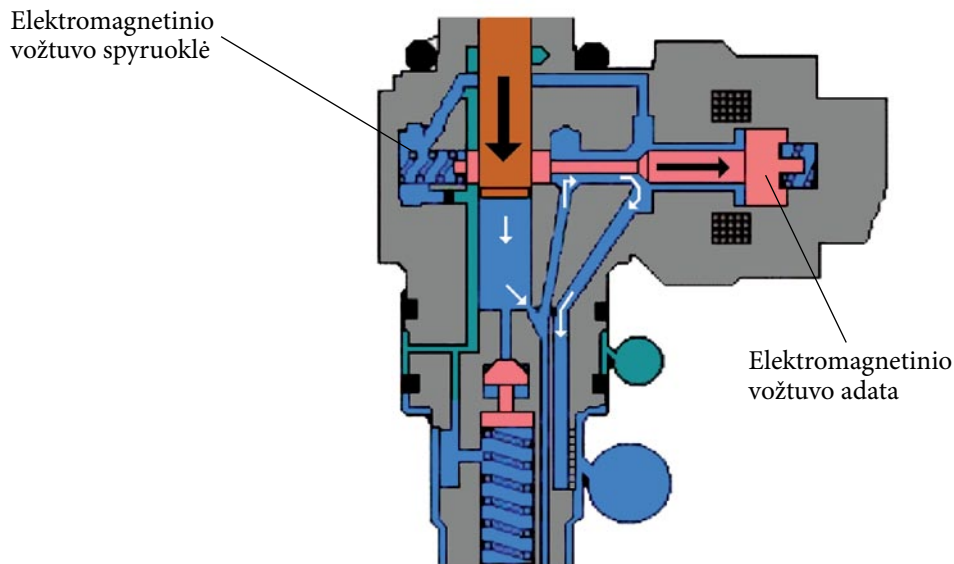
Veikimo fazės. Pagrindinis įpurškimas



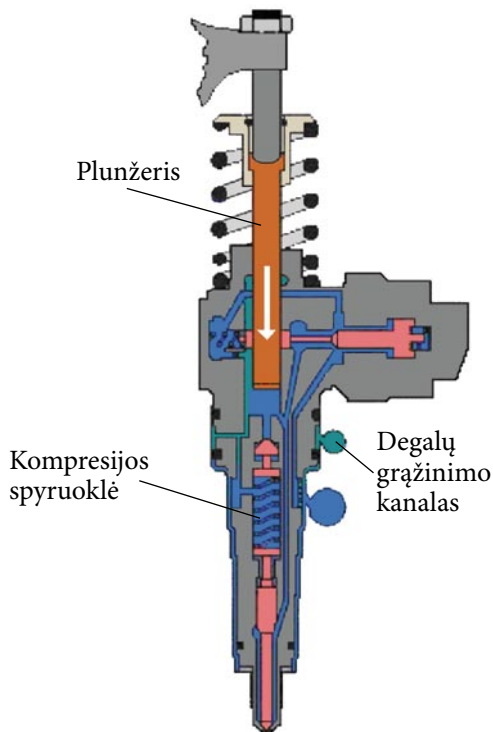
7.67 pav. Siurblio-purkštuvu schema

Kai plunžeris toliau juda žemyn (7.28 pav.), slėgimas aukšto slėgio kameroje vėl pradeda didėti. Nauja degalų porcija suslegiama maždaug iki 300 barų, įveikiama spyruoklės jėga, atsidaro purkštuvu adata ir prasideda pagrindinis įpurškimas.

Degalų kiekis, kurį tiekia plunžeris, yra didesnis ir gali ištekėti pro purkštuvu skylutes. Kartu įpurškiamų degalų slėgis padidėja iki 2050 barų.



7.68 pav. Siurblio-purkštuvu schema



7.69 pav. Siurblio-purkštuvu schema

Pagrindinis įpurškimas baigiasi, kai valdymo blokas duoda komandą išjungti elektromagnetinį vožtuvą. Šiuo metu elektromagnetinio vožtuvo spyruoklė atstumia adatą ir vėl žemo slėgio degalai gali patekti į aukšto slėgio kamerą.

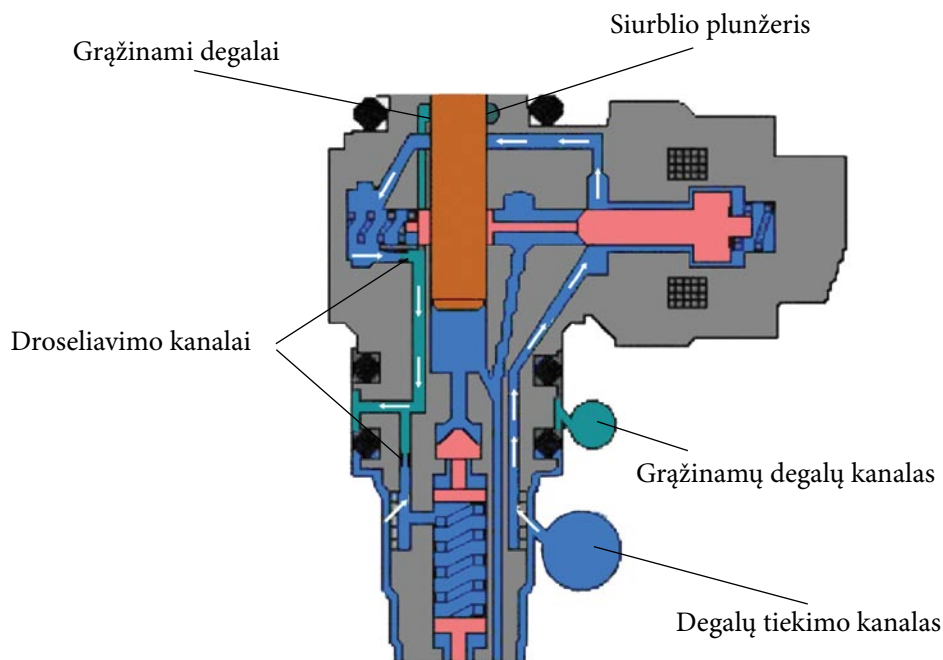
Degalai, likę plunžeryje, pašalinami iš degalų tiekimo zonos (teka grįžtamoju kanalu į degalų baką) (7.69 pav.), purkštuvu adata užsidaro ir įpurškimas baigiasi.

Dėl greito slėgio kritimo ir staigaus purkštuvu adatos užsidarymo geriau užbaigiamas įpurškimo procesas.

Veikimo fazės. Degalų grąžinimo kanalas

Degalų grąžinimo kanalas (7.70 pav.) reikalingas:

- grąžinti degalų kiekį, likusį po plunžerių;
- per droseliavimo kanalus pašalinti garų burbuliukus iš degalų tiekimo zonos;
- atvėsinti degalų siurblių, leidžiantį degalams cirkuliuoti smulkiomis kanalais degalų tiekimo zonoje ir grįžtamoju kanalu.

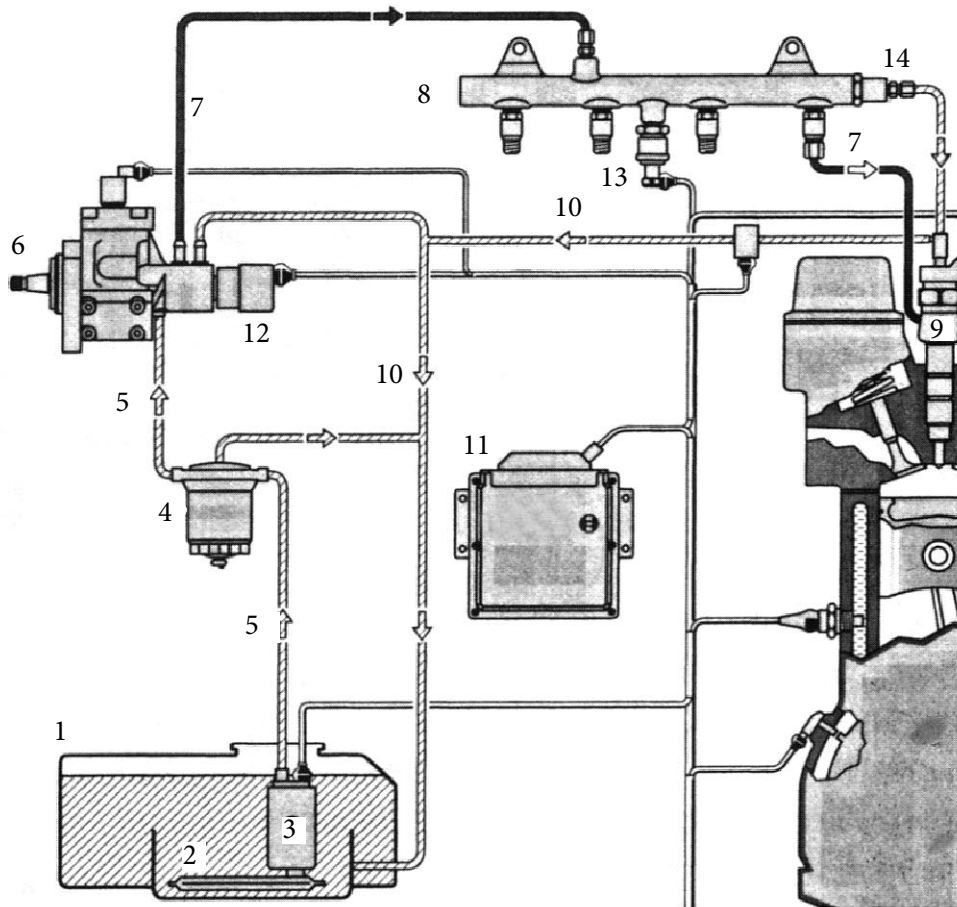


7.70 pav. Siurblio-purkštuvu schema

7.4.5. Comman rail degalų įpurškimo sistema

Comman rail degalų tiekimo sistema (7.71 pav.) susideda iš mažo ir aukšto slėgio degalų tiekimo sistemų ir elektroninio valdymo bloko su įvairių variklio darbo parametrų jutikliais ir valdymo mechanizmais.

Mažo slėgio degalų tiekimo sistemą sudaro degalų bakas (1) su rupiuoju filtru (2), maitinimo siurblys (3), degalų filtras (4) ir mažo slėgio degalų vamzdeliai (5).



7.71 pav. Comman rail degalų tiekimo sistema:

1 – degalų bakas; 2, 4 – degalų filtrai; 3 – mažo slėgio degalų siurblys; 5, 10 – degalų tiekimo ir nupylimo vamzdeliai; 6 – aukšto slėgio siurblys; 7 – aukšto slėgio vamzdeliai; 8 – degalų akumuliatorius; 9 – purkštuvai; 11 – valdymo blokas; 12 – slėgio reguliavimo vožtuvas; 13 – slėgio jutiklis; 14 – slėgio ribojimo vožtuvas

Maitinimo siurblys reikiamu slėgiu tiekia degalus aukšto slėgio degalų siurbliui. Naudojami dviejų rūšių siurbliai: elektriniai (tokie pat kaip benzino įpurškimo sistemose) arba mechaniniai krumpliaratiniai.

Aukšto slėgio degalų tiekimo sistema sukuria degalams įpurkšti reikalingą slėgį, paskirsto degalus atskiriems cilindrams ir juos dozuoja. Sistemos pagrindiniai komponentai yra:

- aukšto slėgio siurblys (6) su slėgio reguliavimo vožtuvu (12);
- aukšto slėgio degalų akumuliatorius (8);
- jutiklis slėgio degalų akumuliatoriuje (13);
- purkštuvai (9).

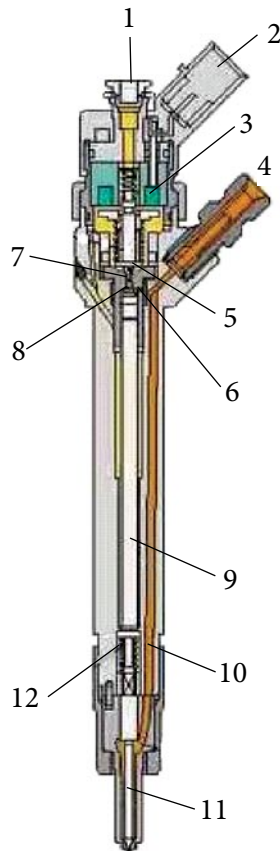
Aukšto slėgio siurblys spaudžia degalus į akumuliatorių ir jame sukuria degalams įpurkšti reikalingą slėgį. Tai radialinis siurblys su 120° kampu viena kitos atžvilgiu išdėstytais trimis plunžerinėmis poromis.

Degalų akumuliatoriuje (8) sukaupiami iki įpurškimo slėgio suslėgtų degalų atsarga. Be to, jis slopina slėgio pulsacijas, atsiradusias vykstant įpurškimui ir sukeltas aukšto slėgio degalų siurblio.

Prie aukšto slėgio siurblio arba degalų akumulatoriaus tvirtinamas slėgio reguliavimo vožtuvas (12). Akumuliatoriuje jis reguliuoja degalų slėgį (įpurškimo slėgį), atsižvelgdamas į variklio apkrovą. Be to, į akumuliatorių įstatomas slėgio jutiklis (13) ir slėgio ribojimo vožtuvas (14). Slėgio jutiklis matuoja degalų slėgį akumuliatoriuje ir jam proporcingą įtampos signalą perduoda valdymo blokui. Slėgio ribojimo vožtuvas neleidžia akumuliatoriuje susidaryti didesniai nei 150 MPa slėgiui.

Purkštuvai (9) reikiamu momentu į cilindrus įpurškia reikiamą degalų kiekį. Su akumuliatoriumi jie sujungiami įprastiniais aukšto slėgio vamzdeliais.

Purkštuvai turi tris funkcinius blokus: daugiausratį purkštuvą, elektromagnetą ir hidraulinį elektromagneto jėgos stiprintuvą.



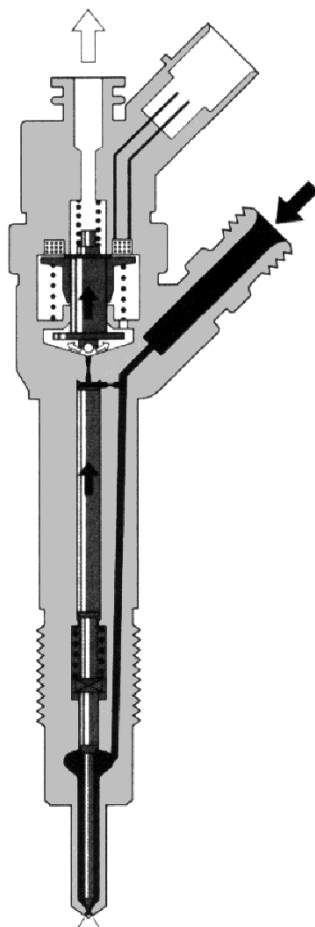
7.72 pav. Purkštuvai (uždarytas):

- 1, 4 – degalų nupylimo ir tiekimo atvamzdžiai; 2 – elektros kontaktai; 3 – elektromagnetas;
5 – rutulinis vožtuvas; 6, 7 – degalų nupylimo ir įtekėjimo vožtuvai; 8 – valdymo ertmė;
9 – valdymo plunžeris; 10 – degalų tiekimo kanalas; 11 – adata; 12 – spyruoklė

Degalai kanalu (10) teka į purkštuvą, o pro įtekėjimo droselį (7) – į purkštuvo valdymo ertmę (8). Elektromagnetiniu vožtuvu atidaromas nupylimo droselis (6) valdymo ertmę (8) jungia su degalų nupylimo kanalu (1).

Kai elektromagnetas išjungtas, spyruoklės stumiamas inkaras prispaudžia vožtuvo rutuliuką (5) prie lizdo ir uždaro nupylimo droselį (6). Purkštuvo valdymo ertmėje (8) susidaro toks pat slėgis, kaip ir degalų akumuliatoriuje. Šio slėgio veikiamas plunžeris (9) ir spyruoklės (12) laiko uždarytą purkštuvo adatą (7.72 pav.).

Kai reikia įpurkšti degalus, įjungiamas elektromagneto (3) maitinimas. Kad vožtuvas atsidarytų greičiau, iš pradžių tiekama stipresnė įtraukimo srovė (20 A), o paskui ji sumažinama iki palaikymo srovės (12 A). Atsidiarius nupylimo droseliui, degalai iš valdymo ertmės (8) teka į baką. Slėgis joje krinta, nes degalų įtekėjimą riboja droselis (7). Kartu mažėja ir valdymo plunžerį (9) veikianti jėga. Purkštuvo adata keliama aukštyn, prasideda degalų įpurškimas. Purkštuvo adatos atidarymo greitis priklauso nuo pro droselius (6 ir 7) tekančių degalų debitų skirtumo. Pakilęs aukštyn valdymo plunžeris (9) atsiremia į hidraulinę atramą, kurią sudaro pro droselius tekančys degalai. Šioje padėtyje purkštuvus atsidaro ir iki galo degalai įpurškiami į degimo kamerą slėgiu, artimu akumuliatoriuje esančiam slėgiui (7.73 pav.).



7.73 pav. Purkštuvus atidarytas

Nutraukus srovės tiekimą elektromagnetui, spyruoklė spaudžia žemyn inkarą ir uždaro nupylimo vožtuvą (5). Valdymo ertmėje padidėja slėgis, purkštuvo adata spaudžiama prie lizdo.

Purkštuvo užsidarymo greitis priklauso nuo įtekėjimo droselio skersmens. Įpurškimas baigiasi. Įpurškiamų degalų kiekis keičiamas, keičiant purkštuvo valdymo impulso trukmę. Kuo ilgiau purkštuvas esti atidarytas, tuo daugiau įpurškiama degalų, ir atvirkščiai.

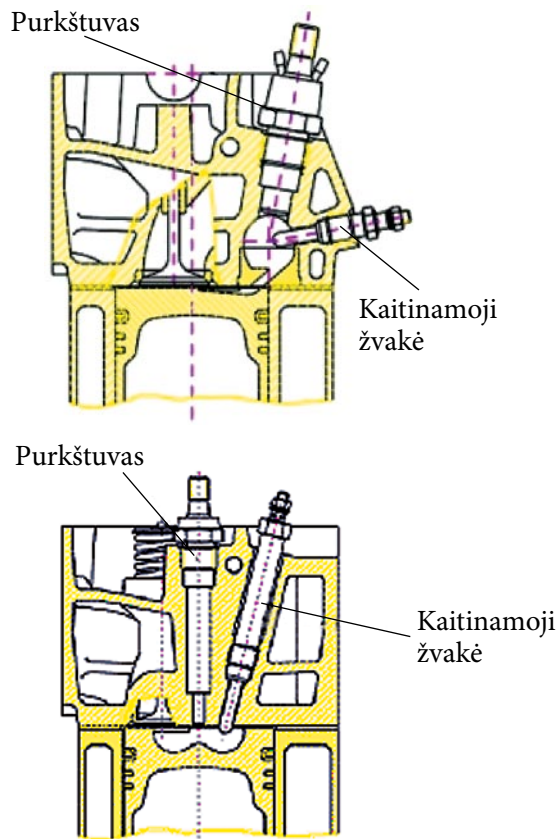
Elektroninė valdymo sistema sudaryta iš trijų sisteminių blokų. Jutikliai registruojami variklio darbo režimo parametrais (alkūninio veleno sūkių dažnis, posūkio kampas, degalų slėgis akumuliatoriuje, variklio aušinamojo skysčio, įsiurbiamo oro ir degalų temperatūros ir kt.) ir pasirenkamas norimas darbo režimas (akceleratoriaus pedalo padėtis, važiavimo greičio ir kt. jutikliai). Jie įvairius fizikinius dydžius keičia į elektrinius signalus. Elektroninis valdymo blokas (EVB) pagal reikiamus algoritmus apdoroja iš jutiklių gaunamus signalus, apskaičiuoja reikalingą įpurškėti degalų kiekį ir formuoja purkštuvų bei kitų vykdymo mechanizmų valdymo signalus. Vykdyto mechanizmai elektrinius signalus paverčia mechaniniais dydžiais. Tai elektromagnetai, valdantys purkštuvus ir atjungiantys plunžerines poras, degalų slėgio reguliavimo vožtuvas ir kt. Tradicinėse degalų įpurškimo sistemose su sekcinium ar skirstomuoju siurbliu degalų įpurškimo slėgis didėja didėjant sūkių dažniui ir įpurškiamų degalų kiekiui. Todėl nedidelės degalų porcijos (tuščioji eiga) įpurškiamos mažesniu slėgiu. Be to, vykstant įpurškimui slėgis kyla, o paskui vėl krenta iki purkštuvo užsidarymo slėgio. Didžiausias slėgis beveik du kartus viršija vidutinį įpurškimo slėgį. *Cammon rail* sistemoje įpurškimo slėgis nepriklauso nuo variklio sukimosi dažnio ir įpurškiamų degalų kiekio. Todėl jį galima optimizuoti kiekvienam darbo režimui. Be to, visa degalų porcija įpurškiama beveik tuo pačiu slėgiu. Šioje sistemoje realizuotas dviejų pakopų degalų įpurškimas. Iš pradžių įpurškiama nedidelė (1–4 mm³) pagalbinė degalų porcija, o paskui – pagrindinė. Vykstant pagalbiniam įpurškimui degalai pradeda reaguoti jau slejami. Šiek tiek padidėja suslėgimo pabaigos slėgis, sutrumpėja pagrindinės degalų porcijos užsiliepsnojimo indukcijos periodas, sumažėja slėgio didėjimo degalams degant greitis bei didžiausias degimo slėgis. Dėl to sumažėja triukšmas, degalų sąnaudos ir deginių toksiškumas.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

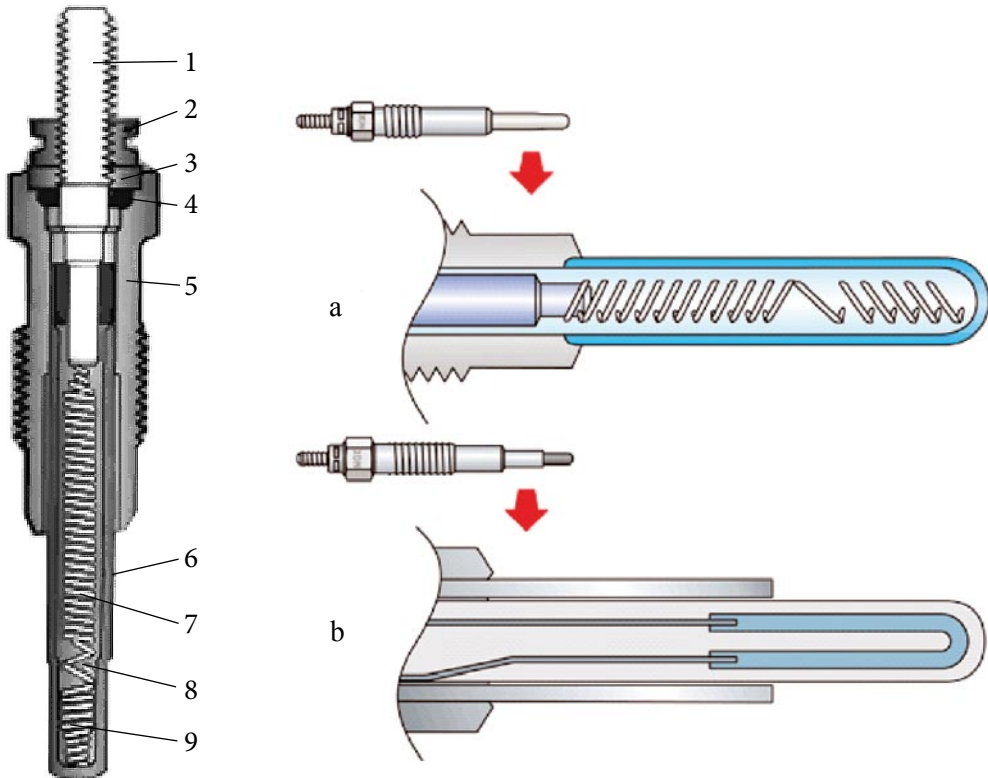
1. Nuo ko užsiliepsnoja dyzelinas?
2. Kas sudaro dyzelinio variklio maitinimo sistemą?
3. Kokia sekcinio aukšto slėgio siurblio paskirtis?
4. Kas sekciniam aukšto slėgio siurblyje keičia įpurškimo momentą?
5. Kas skirstomajame degalų įpurškimo siurblyje keičia įpurškimo momentą?
6. Kuo yra pranašesnė elektroniškai valdoma degalų įpurškimo sistema?

7.5. Kaitinamosios žvakės

Kaitinamosios žvakės – neatskiriama dyzelinio variklio paleidimo sistemos dalis (7.75 ir 7.76 pav.). Tai jos leidžia užvesti variklį greitai ir be didelių sunkumų. Vos įjungus degimą ir prietaisų skydelyje pasirodžius spiralės simboliui, per kaitinamąją žvakę ima tekėti elektros srovė. Ji per keletą sekundžių įkaitina variklio cilindrų degimo kameroje esančių žvakių galus iki 1000 °C. Kamera nėra didelė (7.74 pav.), todėl greitai įkaista. Spiralės simbolis užgęsta. Tik tada galima jungti starterį ir paleisti variklį, net jei lauke neigiamoji temperatūra. Kai kaitinamosios žvakės neveikia, dyzelinį variklį užvesti sudėtinga ir esant teigiamai temperatūrai. Dabar gaminamos naujos kartos kaitinamosios žvakės, turinčios keraminį kaitinamąjį elementą. Elementas per kelias sekundes įkaista iki 1300 laipsnių ir dyzelinį variklį galima paleisti esant labai žemoms temperatūroms. Jei lauke teigiamoji temperatūra, elementas išsijungia. Dar vienas šios žvakės pranašumas – kai reikia, jos galima kurį laiką neišjungti net veikiant varikliui. Žiemą šaltas dyzelinis variklis dirba neritmingai, o jei į cilindrus patenka nepakankamai įkaitęs oras, variklis ilgokai trūkčioja, nepasiekia visos galios. Kaitinamoji žvakė, kai veikia ilgiau negu reikia tik varikliui užvesti, degimo kameroje padeda palaikyti aukštą temperatūrą. Tada degalai geriau sudega, o variklis dirba ritmingai ir mažiau rūksta. Kuo aukštesnė temperatūra degimo kameroje, tuo geriau sudega į ją įpurkštas dyzelinas.



7.74 pav. Kaitinamųjų žvakių išdėstymas variklyje



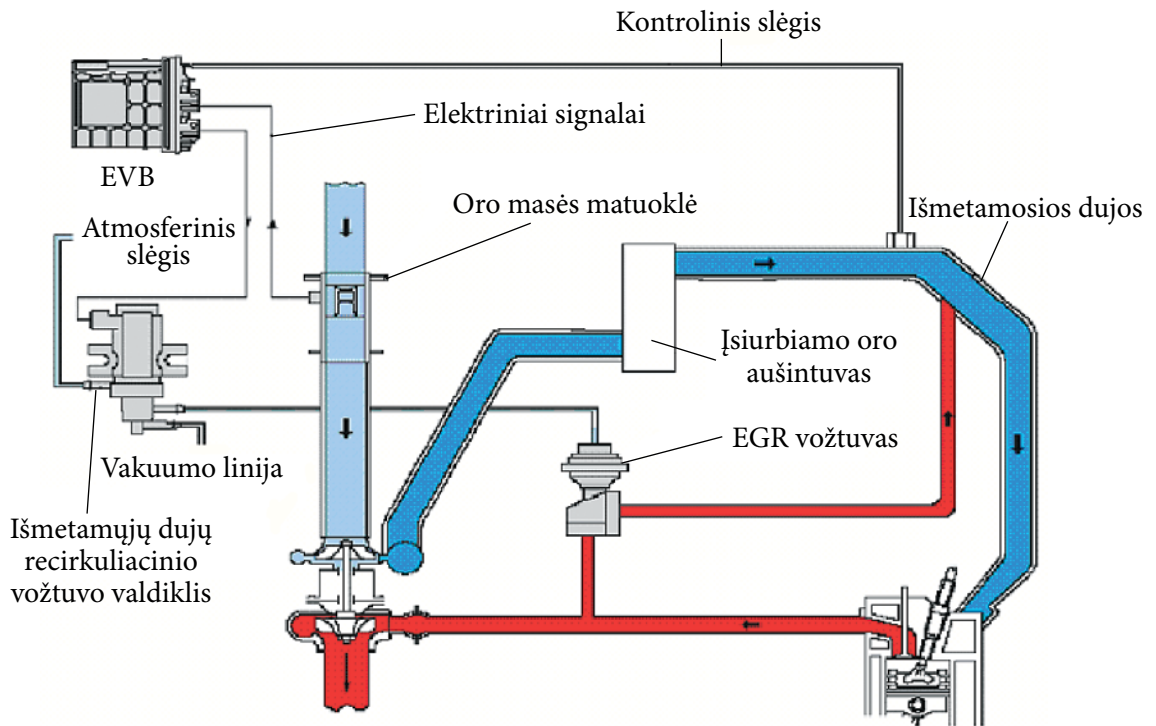
7.75 pav. Kaitinamosios žvakės konstrukcija:

a – paprasta kaitinamoji žvakė; *b* – kaitinamoji žvakė su keraminiu elementu; 1 – kontaktas, 2 – izoliatorius, 3 – tarpinė, 4 – sandarinimo žiedas, 5 – korpusas 6 – kaitinamoji spyruoklės izoliatorius, 7 – kaitinamoji spyruoklė, 8 – užpildas, 9 – kaitinamasis elementas



7.76 pav. Kaitinamųjų žvakių tipai

7.6. Išmetamųjų dujų recirkuliacija



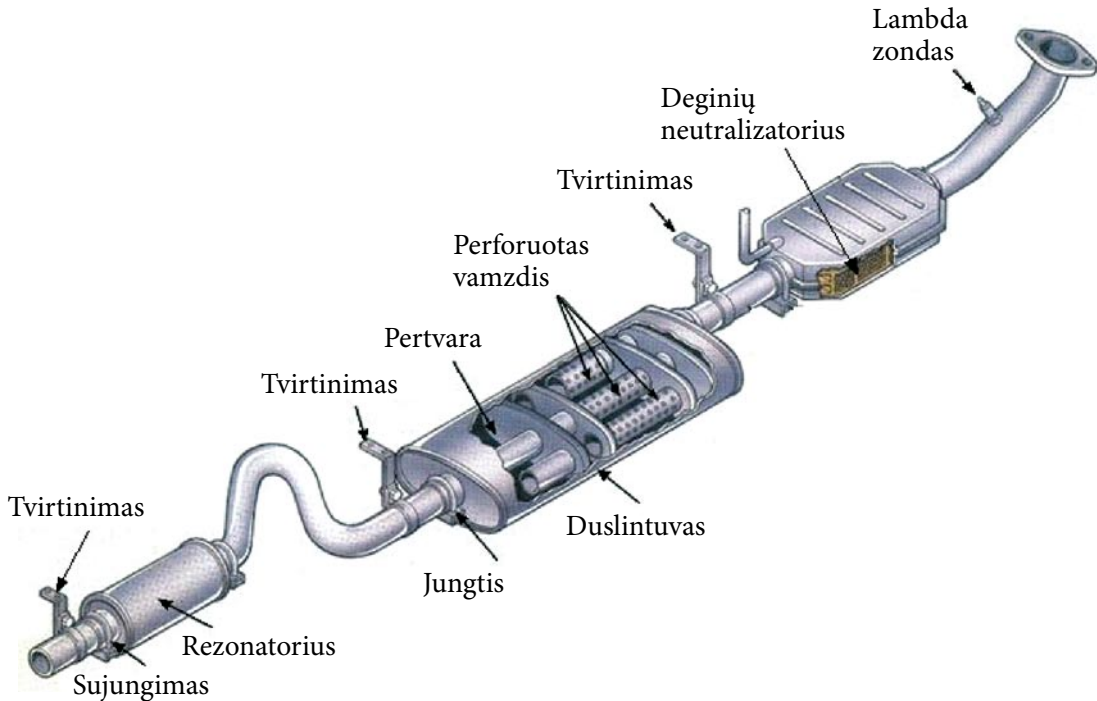
7.77 pav. Išmetamųjų dujų recirkuliacijos schema

Kad būtų sumažintas išmetamųjų dujų toksiškumas, naudojama recirkuliacijos (EGR) sistema (7.77 pav.). Tiesioginio įpurškimo varikliuose per darbo taktą cilindruose būna labai aukšta temperatūra. Tai padidina azoto oksidų (NO_x) susidarymą, aišku, jei yra pakankamas oro perteklius. EGR vožtuvas prie šviežiai išsiurbiamo oro sugrąžina dalį panaudotų dujų, todėl sumažėja anglies ir azoto oksidų kiekis išmetamosiose dujose. Tačiau jei į išsiurbimo traktą įleidžiama per daug panaudotų dujų, padidėja angliavandenilių ir anglies monoksidų kiekis.

8. IŠMETIMO SISTEMA

Karbiuratoriaus arba degalų įpurškimo sistemų paruoštas degusis mišinys patenka į cilindrus. Po darbo takto likę deginiai šalinami į atmosferą per išmetimo sistemą.

Ši sistema iš cilindrų šalina deginius, mažina triukšmą ir neutralizuoja vykstant degimui susidariusias kenksmingąsias medžiagas.



8.1 pav. Išmetimo sistema

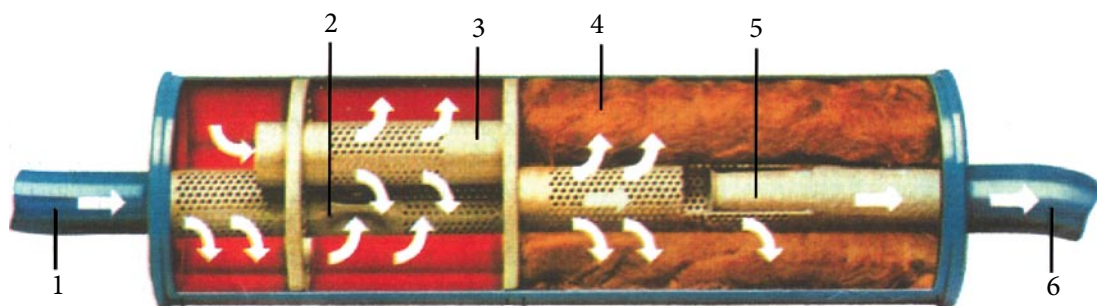
Išmetimo sistemą sudaro: išmetimo kolektorius, triukšmo mažinimo mazgas (duslintuvas), neutralizatorius (vienas arba du) ir suodžių filtras (dyzeliniam automobiliams) (8.1 pav.). Krovinių automobilių ir autobusų išmetimo sistemoje įtaisomas variklio stabdys. Jis veikia sklende uždarant išmetimo traktą, o tai kartu su degalų tiekimo nutraukimu labai didina variklio priešinimąsi sukimuisi ir stabdymo efektyvumą. Sklendė valdoma trauklių sistema, o dabar – davikliu, susietu su stabdžių pedalu. Atidirbusių dujų šalinimas – vienas iš didžiausių triukšmo šaltinių veikiant varikliui.

Išmetimo sistemą sudaro vienas arba keli duslintuvai, atidirbusių dujų neutralizatorius ir suodžių filtras (dyzelinuose automobiliuose).

Išmetimo garsas gali būti slopinamas dviem būdais: aktyviuoju arba reaktyviu (rezonansiniu). Aktyvieji elementai, praleidžiant akustinę energiją per akytąsias medžiagas, ją paverčia šilumine. Reaktyviniai elementai akustinei energijai slopinti naudoja įvairaus dydžio

rezonansines kameras. Parenkant skirtingų dydžių uždaras ertmes galima sumažinti triukšmo lygį iki priimtinių ribų. Didžiausias reaktyvinių triukšmo slopinimo sistemų trūkumas – jų gabaritai, privalumas – paprastumas ir pigumas.

Kombinuoti duslintuvai (8.2 pav.) daromi iš rezonansinių kamerų, kuriose papildomai įterpiami triukšmo sugeriamieji elementai (briketais supresuota plieninė viela arba metalokeramika). Tokia konstrukcija geriausiai tinka lengviesiems automobiliams.



8.2 pav. Duslintuvas:

1 – išmetimo vamzdis; 2 – droselis; 3 – atspindėjimo vamzdis;
4 – garso sugeriamoji medžiaga; 5 – interferencinis vamzdis; 6 – galinis vamzdis

Panaudotų dujų neutralizatoriai

Dirbant vidaus degimo varikliui, į atmosferą išmetama daug nuodingų cheminių medžiagų, iš kurių pačios kenksmingiausios – anglies monoksidas (CO), nesudegę angliavandeniai (CH) ir azoto oksidai (NO, NO₂). Nuodingas smogas, XX a. septintame dešimtmetyje apsupęs beveik visus stambius JAV, Europos ir Japonijos miestus, privertė šias šalis rimtai susirūpinti išmetamųjų dujų neutralizavimu. Pioniere tapo JAV, kurioje 1970 metais buvo priimta deklaracija dėl gryno oro. Pagal ją, visi automobiliai, išleidžiami nuo 1975 metų, privalo turėti įrenginius išmetamosioms dujoms neutralizuoti.

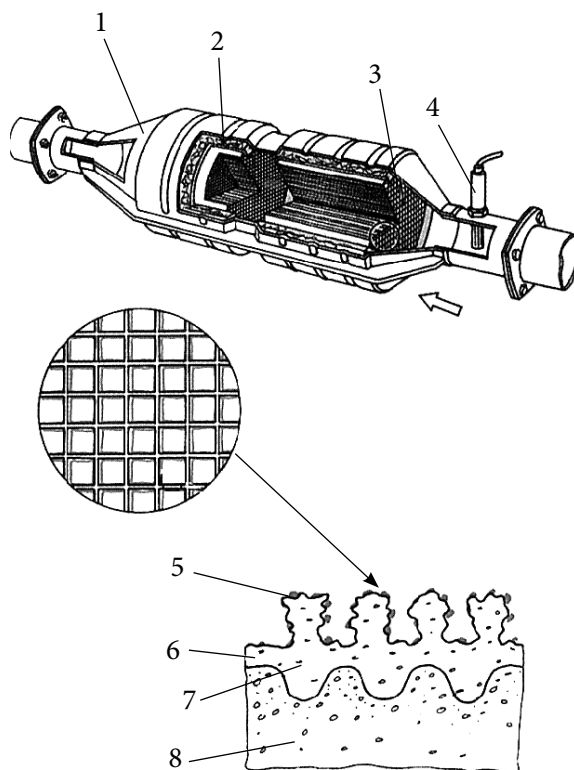
Šiuolaikinis katalitinis neutralizatorius – tai korpusas, kurio viduje išdėstytas ugniai atsparus keraminis pagrindo blokas (8.3 pav.). Keramika perverta išilginėmis poromis, kurių paviršius padengtas aktyviu katalitiniu sluoksniu iš platinos, paladžio ir rodžio. Dėl specialaus pagrindo su mikroreljefu bendras šio paviršiaus plotas gali siekti iki 20 000 kv. m.

Katalitinis neutralizatorius išdėstomas išmetimo sistemoje iš karto po išmetimo kolektoriaus, nes tam, kad prasidėtų neutralizacijos procesas, būtina aukšta temperatūra – apie 250 °C laipsnių. Tuo tarpu „darbinės“ temperatūros – nuo 400 °C iki 800 °C laipsnių – užtikrina optimalias sąlygas didžiausiajam efektyvumui.

Pirmieji neutralizatoriai buvo viensekciai, dviejų komponentų. Jie taip pavadinti, nes gali neutralizuoti tik dvi ar tris pavojingas medžiagas – CO ir CH. Trikomponenčių dviejų sekcijų oksidavimo-atstatymo neutralizatorių sudėtyje yra dar ir reto žemės metalo – rodžio.

Tačiau efektyviausias yra trikomponentis atrankusis dviejų sekcijų katalitinis neutralizatorius su atgaliniu ryšiu. Atgalinį ryšį užtikrina lambda zondas (išmetamųjų dujų deguonies pertekliaus jutiklis), kuris seka laisvojo deguonies tūrį išmetamosiose dujose ir duoda signalą maitinimo sistemos valdymo blokui mišinį pariebinti arba paliesinti.

Pirmą kartą tokių įrenginių automobiliuose panaudojo „Volvo“ 1977 metais, o dabar taip komplektuojami visi užsienio gamintojų automobiliai.



8.3 pav. Katalitinis neutralizatorius:

- 1 – specialiojo plieno korpusas; 2 – elastingas katalizatoriaus tvirtinimo elementas;
 3 – katalizatorius; 4 – lambda zondas; 5 – katalitinis aktyvus sluoksnis
 (taurieji metalai Pt, Rh); 6 – tarpinis sluoksnis; 7 – aktyvumą didinantys priedai;
 8 – pagrindas

Katalitinis neutralizatorius efektyviai veikia apytiksliai 150 tūkst. kilometrų automobilio ridos, tačiau labai priklauso nuo automobilio uždegimo ir maitinimo sistemos būklės, taip pat nuo degalų kokybės. Dėl praleidimo uždegime ir pernelyg riebaus mišinio keraminis pagrindas perkaista, todėl koriai išsilydo ir neutralizatorius užsikemša. Katalizatorius sugeba normaliai dirbti tik su varikliu, turinčiu elektroninį uždegimą ir įpurškimo su mikroprocesoriniu valdymu sistemą. Kitas šio įrenginio priešas – etiliuotas benzinas. Etilas sunaikina katalitinį sluoksnį neutralizatoriuje ir cirkoninį lambda zondo paviršių.

Pastaruoju metu pradėtas palaiapsninis progresyvesnių ir efektyvesnių sistemų įdiegimas. Naujuosiuose katalitiniuose neutralizatoriuose vietoj keramikos naudojamas metalinis tinklelis. Katalitinis neutralizatorius efektyviai veikia tik pasiekęs darbinę temperatūrą. Per tinklelį paleidus elektros srovę, neutralizatorius darbinę temperatūrą pasiekia daug greičiau, tai labai sumažina kenksmingųjų medžiagų kiekį išmetamosiose dujose.

Kokie būna katalitiniai neutralizatoriai

Neutralizatoriai skiriasi pagrindu, kuris padengiamas katalitiniu sluoksniu. Tai gali būti korėtas keraminis blokas arba blokas iš metalinio tinklelio. Keraminiai katalizatoriai labiau paplitę nei metaliniai ir ne tokie brangūs. Pagrindinis keraminio katalizatoriaus trūkumas – trapumas. Pakanka net nestipraus smūgio į akmenį kelyje, ir keraminis blokas suyra. Tas pat atsitinka, kai ant įkaitinto katalizatoriaus patenka vandens. Dar viena keramikos pažeidimo priežastis – nesklandumai uždegimo sistemoje. Kai bandant paleisti variklį degimo kameroje iš karto neįvyksta degimas, nesudegę degalai susikaupia artimiausiame išmetimo sistemos inde, o tai beveik visada yra katalizatorius. Kai pagaliau variklis užsiveda, susikaupę degalai sprogsta ir suardo keramiką. Metalinio tinklelio katalizatorius daug patikimesnis ir gali ilgą laiką išlaikyti įvairias mechanines apkrovas. Tačiau keraminių ir metalinių katalitinių neutralizatorių darbo laiką labai sutrumpina nekokybiški ir etiliuoti degalai, į degimo kamerą patenkantis tepalas, antifrizas, įvairūs skysčiai, naudojami maitinimo sistemai praplauti, per riebus degalų mišinys, ilgas variklio darbas tuščiaja eiga. Minėtų veiksnių veikiamas katalizatorius praranda galimybę neutralizuoti kenksmingąsias priemaišas, užsikemša kanalai, mažindami išmetimo sistemos skerspjūvį, todėl mažėja variklio galia, o katalitinis neutralizatorius labai kaista. Žinoma atvejų, kai nuo įkaitusio katalizatoriaus išsilydydavo šilumos saugikliai ir užsidegdavo antikorozinė dugno danga. Vidinė sugedusio katalitinio neutralizatoriaus temperatūra tokia didelė, kad keramika gali susilydyti ir visiškai užsikimšti išmetamųjų dujų praėjimas. Tada variklio remontas yra neišvengiamas.

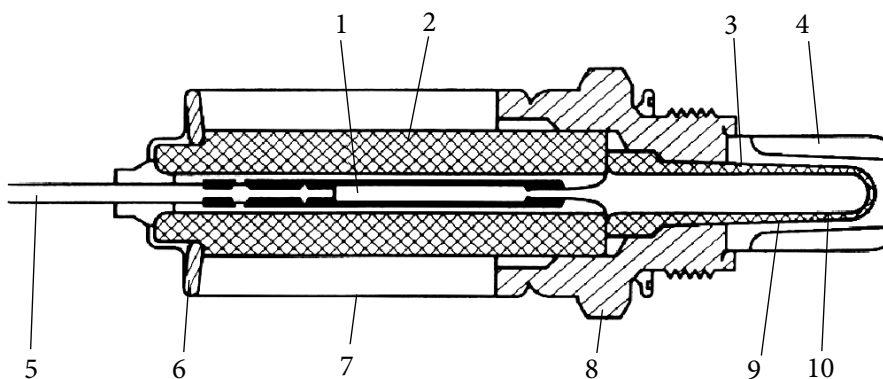
Dar vienas nemalonus momentas – keraminės dulkės. Senstančio katalizatoriaus keraminis blokas, nepaisant išorinio vientisumo ir savybių išsaugojimo, po truputį yra, ir atsirančios keraminės dulkės patenka į degimo kamerą. Todėl kartais ardant variklį cilindruose randama nedidelių keramikos gabalėlių. Dėl keraminių dulkių kaupimosi degimo kameroje anksti susidėvi cilindro sienelės ir reikia anksčiau remontuoti variklį. Europoje katalizatoriai keičiami kas 100 000 km ridos, nepaisant, ar jis darbingas, ar ne.

Katalizatoriaus vieta išmetimo sistemoje – antras išskirtinis požymis, svarbus automobilio savininkui. Daugelyje automobilių katalitinis neutralizatorius įtaisytas arba iš karto už duslintuvo priėmimo vamzdžio, arba kartu su juo, ir sudaro vieną detalę. Dar neutralizatorius gali būti įtaisytas tiesiogiai išmetimo kolektoriuje, retai – po jo, priešais priėmimo vamzdį. Tai labiausiai nevykęs variantas, ypač automobilių remontuojant. XX a. pab. ir XXI a. pr. gamintuose automobiliuose katalizatorius dažniausiai išdėstytas kolektoriuje – tokia konstrukcija padeda laikytis ekologinių normų EURO 4. Kuo arčiau degimo kameros įtaisytas kataliti-

nis neutralizatorius, tuo greičiau jis įkaista iki darbinės temperatūros ir tuo geriau apsaugo jį nuo išorinio poveikio ir staigių temperatūrų kritimo.

Lambda zondas

Nuo XX a. devintojo dešimtmečio pabaigos daugelyje automobilių įtaisytas atliekamo deguonies kiekio išmetamosiose dujose jutiklis. Lambda zondas, O₂ jutiklis (*Oxygen Sensor*) – taip įvairiai gali būti vadinama ši nedidelė, bet svarbi detalė (8.4 pav.). Pradėjus gaminti automobilius su katalitiniu išmetamųjų dujų neutralizatoriumi, atsirado ir lambda zondo poreikis. Kad katalizatorius normaliai dirbtų, darbiname mišinyje, patenkančiame į degimo kamerą, reikia užtikrinti optimalų oro ir degalų santykį, antraip katalitinio neutralizatoriaus sugebėjimas oksiduoti kenksmingąsias priemaišas bus nepakankamas ir neilgas. 14,7 kg oro ir 1 kg degalų – būtent tiek reikia, kad visiškai sudegtų degalų ir oro mišinys, o lambda zondas skirtas kaip tik tam, kad padėtų elektroniniam valdymo blokui (ECU) palaikyti šią proporciją. Atsižvelgiant į deguonies kiekį išmetamosiose dujose, jutiklis duoda atitinkamą įtampą ir elektroninis valdymo blokas koreguoja degiojo mišinio sudėtį, keisdamas į cilindrus įpurškiamų degalų kiekį.

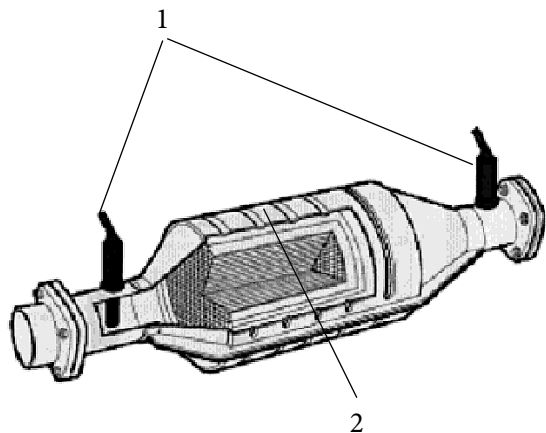


8.4 pav. Lambda zondo konstrukcija:

1 – elektros laido jungtis; 2 – atraminis keraminis elementas; 3 – jautrus keraminis elementas; 4 – apsauginis dangtelis; 5 – laidas; 6 – spyruoklė; 7 – apsauginė gilzė; 8 – korpusas; 9, 10 – išorinis (-) ir vidinis (+) platinos elektrodai

Kaip susiję katalizatorius ir lambda zondas?

Katalizatoriui būtinas lambda zondas. O ar lambda zondui reikalingas katalizatorius? Ar jis dirbs teisingai, jei, pavyzdžiui, katalizatorius bus pašalintas? Pabandykite atsakyti: jutiklis įtaisytas prieš katalizatorių ir matuoja deguonies kiekį dujose būtent prieš jį, tad ir pašalinus katalizatorių matuos toliau, tai yra katalizatoriaus buvimas arba nebuvimas neturi įtakos signalams, kuriuos duoda lambda zondas, – juos veikia tik deguonies kiekis.



8.5 pav. Neutralizatorius su lambda zondais:
1 – lambda zondai; 2 – neutralizatorius

Kitaip yra, kai būna du deguonies jutikliai (8.5 pav.): vienas – prieš katalizatorių, o kitas – už jo. Dėl signalų iš antro jutiklio vyksta papildomas mišinio kiekio koregavimas, o deguonies kiekis po dujų perėjimo per katalizatorių, be abejo, keičiasi, ir štai tada jo nebuvimas gali turėti neigiamos įtakos degalų ir oro mišinio susidarymo procesui.

Ar galima atjungti lambda zondą?

Pakeitus katalizatorių rezonatoriumi, lambda zondo, kaip detalės, užtikrinančios, be viso kito, kokybišką katalizatoriaus darbą, buvimas tampa nesvarbus, dėl to dažnai iškyla klausimas, ar galima eksploatuoti automobilį visai be lambda zondo? Vieningo sprendimo nėra. Paprasčiausiai ir teisingiausiai ši užduotis sprendžiama tuo atveju, jei automobilyje numatyta galimybė perprogramuoti valdymo bloką į darbo režimą be katalizatoriaus, kaip, pavyzdžiui, daugelyje BMW automobilių su BOSCH valdymo bloku. Pašalinus katalizatorių, keičiasi valdymo programa, ir lambda zondas yra tiesiog nuimamas. Kai kuriuose automobiliuose perprogramavimas neįmanomas ir jutiklio gedimas stipriai veikia variklio darbą, tada išėties nebėra – turi būti veikiantis jutiklis.

Ar galima pakeisti skirtingų automobilių daviklius?

Lambda zondai skiriasi sriegine dalimi, pašildymo buvimu, laidų kiekiu ir jungtimi. O darbo principas ir jo elementas visuose davikliuose beveik vienodas. Todėl jei jūsų daviklyje yra trys laidai ir sriegis M18x15, tai galite drąsiai statyti universalų daviklį su tokiais pat parametrais. Jutiklis dirbs teisingai, o jo patikimumas ir ilgaamžiškumas jau priklausys nuo gamintojo. Parduotuvėse galima surasti beveik bet kokios rūšies universalių daviklių. Svarbiausia lituojant nesupainioti laidų. Net sriegio nesutapimas nėra toks svarbus.

Daugelyje japoniškų automobilių lambda zondo sriegis mažesnio skersmens nei europietiškių.

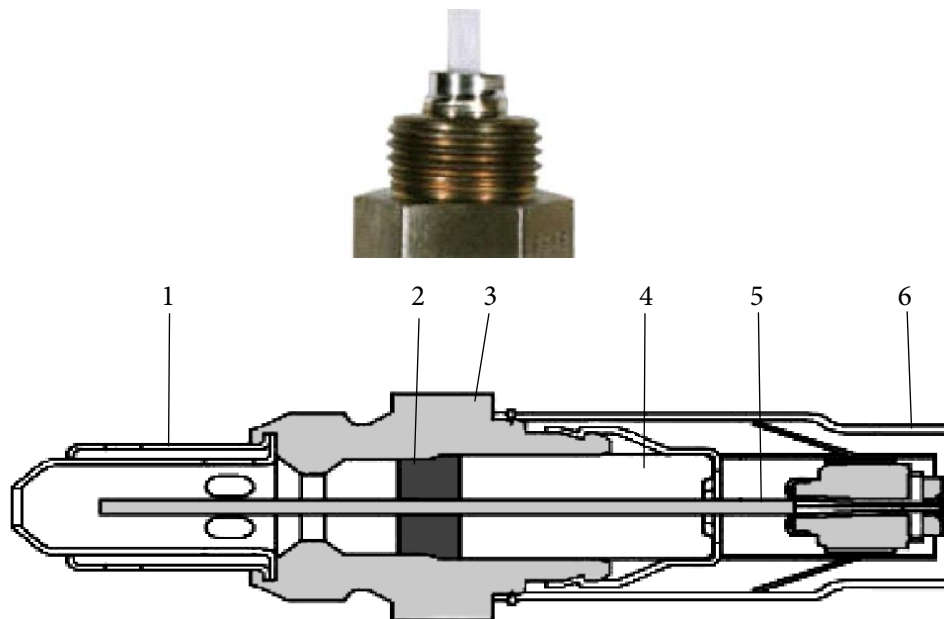
Ko nemėgsta deguonies jutiklis?

Darbinis jutiklio elementas labai jautrus ir greitai sugenda, jei paveikiamas kenksmingųjų priemaišų, esančių nekokybiškame benzine (ypač kenksmingas švinas). Į degimo kamerą patenkantis antifrizas (alyva), perkaitimas arba blogi elektros laidų kontaktai taip pat neigiamai veikia jo ilgaamžiškumą. Patikrinti darbingumą galima ir oscilografu, ir lambda testeriu, tačiau pastarąjį turi ne visi autoservisai, nors jis yra daug tikslesnis.

Lambda jutikliai *Planar* (8.6 pav.)

1994 m. firma BOSCH sukūrė deguonies jutiklį, panaudoję ploną cirkonio plokštelę.

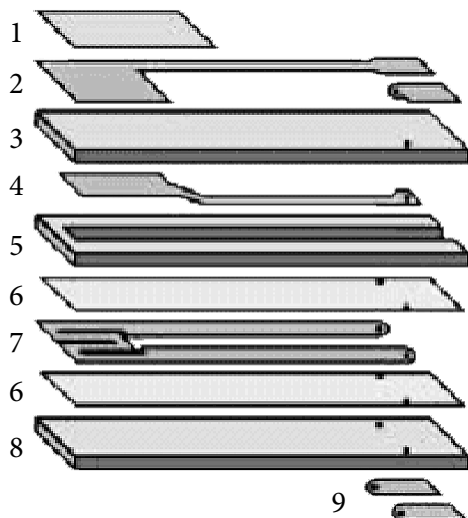
Cirkonio plokštelės storis – 1,5 mm. Kartu su matavimo elementu integruojama ir pakaitinimo plokštelė. Net ir sulipdžius visus jutiklio sluoksnius, jis lieka labai plonas. *Planar* jutiklis dėl tokios konstrukcijos labai greitai išyla ir pradeda dirbti po 15–20 s, o tai neleidžia susidaryti apnašoms.



8.6 pav. Lambda jutiklis *Planar*:

1 – gaubtas; 2 – tarpinė; 3 – korpusas; 4 – keramikos laikiklis; 5 – sensoriaus elementas;
6 – apsauginis gaubtas

Jutikliai *Planar* pasižymi kompaktiškumu ir patikimumu. Šiuo metu jie labiausiai paplitę automobilių gamyboje. Šiam jutikliui susidėvėjus, jis gali būti keičiamas tik tokios pat konstrukcijos jutikliu (8.7 pav.).



8.7 pav. Jutiklio konstrukcija:

1 – apsauginis sluoksnis; 2 – išorinis sluoksnis; 3 – keramika; 4 – vidinis elektrodas;
 5 – keramika; 6 – izoliacija; 7 – kaitinamasis elementas;
 8 – kaitinamojo elemento pagrindas; 9 – kontaktai

Titaniniai deguonies jutikliai (8.8 pav.)

Titaniniai jutikliai pagaminti titano dioksido (TiO_2) pagrindu. Tokie jutikliai yra mažiau paplitę automobilių pramonėje.

Juose aktyvusis elementas yra titano dioksidas. Kai aktyvi jutiklio medžiaga veikiamą skirtingos deguonies koncentracijos, keičiasi jutiklio vidinė varža. Esant pariebintam mišiniui jutiklio varža sumažėja, o pasikeitus mišiniui į liesąjį, jutiklio varža didėja. Dažniausiai jutiklis jungiamas prie atraminės 5V įtampos.



8.8 pav. Titaninis lambda zondas

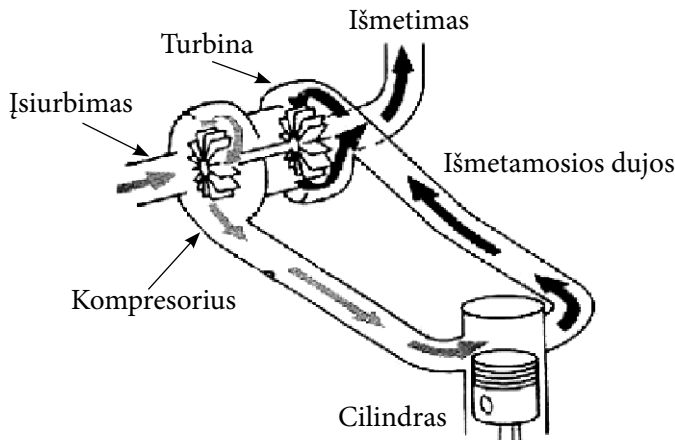
Šio jutiklio stichiometrinis taškas atitinka 2,5V. Titaniniai jutikliai pasižymi patikimu darbu ir greita reakcija į degiojo mišinio pasikeitimą. Skirtingai nuo cirkoninio, titaninio jutiklio viduje yra kalibracinė deguonies kapsulė, pagal kurią matuojamas deguonies kiekis

išmetamosiose dujose. Tokia konstrukcija garantuoja stabilų jutiklio darbą, neatsižvelgiant į jo aplinkos užterštumą. Titaninius jutiklius naudoja ne daugiau kaip 10 proc. automobilių gamintojų, nes jiems gaminti naudojamos brangios gamybos technologijos. Titaninį jutiklį atskirti nuo kitų padeda raudonas signalinis laidas.

Titaniniai jutikliai dirba esant 700–800 °C temperatūrai ir gaminami tik su pakaitinimu.

9. VARIKLIŲ PRIPŪTIMAS

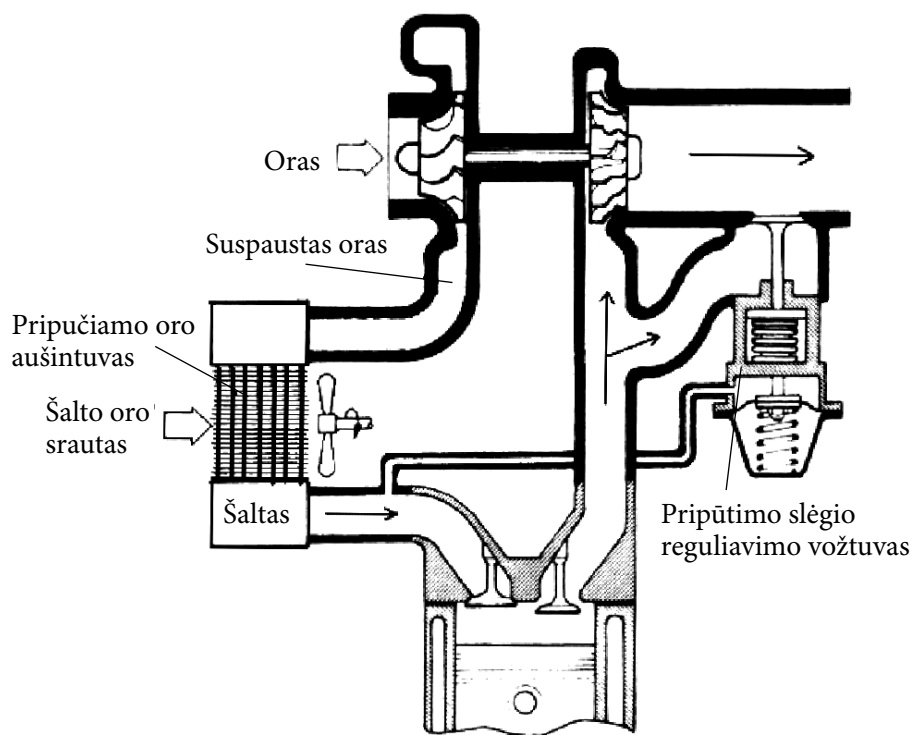
Nesvarbu, ar automobilis varomas benzinu, dyzelinu ar dujomis, visi vidaus degimo varikliai dirba degindami degalus, sumaišytus su atmosferos oru. Dauguma variklių, pagamintų seniau ir iki šiol gaminamų, naudoja atmosferos slėgį, tiksliau, oras nėra suspaudžiamas ar kitaip priverstinai pučiamas į įsiurbimo kolektorių. Tokie varikliai vadinami atmosferiniais. Bet, norint efektyviau išnaudoti variklį, buvo sugalvota naudoti kompresorius ir turbokompresorius. Abu šie įrenginiai didina įsiurbiamo oro slėgį ir priverstinai su didesniu spaudimu tiekia jį į įsiurbimo kolektorių. Suprantama, į įsiurbimo kolektorių galima tiekti daugiau suspausto oro nei nesulėgto. Šiuo atveju daugiau oro – tai galimybė sudeginti daugiau degalų ir iš to gauti daugiau energijos, tiksliau, variklio galios. Efektyvumas didėja ne dėl to, kad sudeginama daugiau degalų, bet dėl to, kad išmetamosios dujos dalyvauja tiekiamo oro suslėgimo procese, ir kompresoriui nereikia jokio kito papildomo energijos šaltinio, kad atliktumėme įsiurbiamo oro suslėgimo darbą. Taigi naudojant turbokompresorių variklio galimumas didinamas pakankamai lengvai ir efektyviai, variklio masė labai nedaug padidėja (pats turbokompresorius ir kiti priedai, būtini varikliui, su turbokompresoriumi sveria ne itin daug) (9.2 pav.).



9.1 pav. Turbokompresoriaus veikimo principas

Turbokompresoriaus veikimo principas labai paprastas (9.1 pav.). Jis sudarytas iš dviejų pagrindinių dalių. Pagrindinė dalis yra turbina, veikianti nuo variklio išmetamųjų dujų, tiksliau, dideliu greičiu iš cilindro besiveržiančios išmetamosios dujos keliauja per išmetimo kolektorių ir patenka į turbiną. Kadangi dujos išmetimo sistemoje veržiasi ne tik dideliu greičiu, bet ir yra šiek tiek suslėgtos, turbinos sparnuotė, jų veikiamą, sukasi labai dideliu greičiu ir pakankamai didele galia. Per turbiną praėjusios dujos patenka į tolesnę išmetimo sistemos traktą ir keliauja iki pat išmetimo sistemos pabaigos, kur patenka į išorę.

Antra pagrindinė turbokompresoriaus dalis yra pats kompresorius. Jis prijungtas prie oro įsiurbimo vamzdžio, o jo sparnuotė, sukdamasi dideliu greičiu, kaip ventilatorius traukia orą ir jį slegia didelio oro įsiurbimo greičio dėka. Suslėgtas oras patenka į įsiurbimo kolektorius, iš kurio kartu su degalais patenka į cilindrus ir sudaro degujį mišinį. Kompresoriaus sparnuotės sukimasis sukelia turbinos sparnuotės sukimasis, nes kompresoriaus ir turbinos sparnuotės yra ant tos pačios ašies, jos sukasi vienodu greičiu. Sparnuotės sukimosi greičiai yra nemaži; atsižvelgiant į variklio tipą ar į turbokompresoriaus konstrukciją, sparnuotės greitis gali siekti nuo 70 000 iki 190 000 sūkių per minutę. Sparnuotės sukimosi didžiausią greitį nulemia ir guolis(-iai), ant kurio paremta sparnuotės ašis. Guoliai gali būti rutuliniai arba „skysti“ (cirkuliuojanti alyva ne tik sumažina trintį, bet ir aušina visas detales, kurias reikia aušinti). Kadangi turbokompresorius kaista iki pakankamai didelių temperatūrų (kai kada metalas kaista iki raudonumo), jie yra aušinami aušinamuoju skysčiu arba tepimo alyva, cirkuliuojančia per specialų aušinimo traktą. Daugelis gamintojų gamina turbokompresorius, turinčius metalokeramikos guolius, kurie nebijo trinties ir temperatūrų. Tokie turbokompresoriai tarnauja ilgiau ir gali dirbti su didesne apkrova, didesniais sūkais. Patvaresni guoliai leidžia geriau išnaudoti sparnuotės galimybes, mažinant sparnuotės masę galima ne tik padidinti sparnuotės sūkių dažnį, bet ir kartu sumažinti turbokompresoriaus reakcijos laiką bei vėlavimą po akceleratoriaus paspaudimo, taip pat padidinti bendrą suspaudžiamo oro srautą ir slėgį.



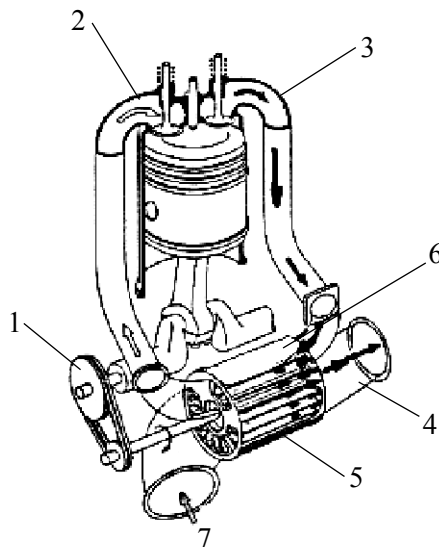
9.2 pav. Turbokompresorius

Reikia paminėti, jog turbokompresorius, suslėgdamas orą, jį labai įkaitina. Taip pat suslegiamas oras kaista ir dėl to, kad nuo turbinos, per kurią eina įkaitusios išmetamosios dujos, įkaista ir pats kompresorius. Kad suslėgimas būtų kiek įmanoma efektyvesnis, orą, prieš jam patenkant į įsiurbimo kolektorių, reikia atvėsinti. Tai daroma radiatoriumi (*intercooler*), per kurį, prieš patekdamas į įsiurbimo kolektorių, praeina suslėgtas oras.

Oras vėsinamas, kad jo kiek įmanoma daugiau patektų į cilindrus, nes šaltas oras užima mažesnę tūrį nei įkaitęs. Taip pat šaltas oras šiek tiek sumažina variklio cilindro sienelių temperatūrą ir tausoja patį variklį.

Normalūs atmosferiniai vidaus degimo varikliai pakankamai suslegia orą, turbokompresoriniuose varikliuose suslėgimas yra mažinamas norint išvengti per didelio slėgio, kuris gali susidaryti per darbo taktą, kai norima išvengti degiojo mišinio detonacijų ir kitų nepageidaujamų veiksnių, galinčių pakenkti arba tiesiog sugadinti variklį.

Beveik visi dabartiniai galingiausi automobiliams skirti varikliai turi turbokompresorius arba kompresorius. Turbokompresorių trūkumas – pripūtimo efektas būna tik esant tam tikram sūkių dažnio diapazonui. Todėl kai kurių automobilių varikliuose naudojami *Comprex* kompresoriai. Tai kompresoriai, kuriuose išnaudojamas dujų slėgis. Jie turi mechaninio kompresoriaus arba orapūtės ir dujų turbininio pripūtimo privalumų.



9.3 pav. *Comprex* kompresorius:

1 – alkūninis velenas; 2 – suspausto oro tiekimo kanalas; 3 – deginių tiekimo kanalas;
4 – deginių išmetimo kanalas; 5 – rotorius; 6 – korpusas; 7 – oro įsiurbimo kanalas

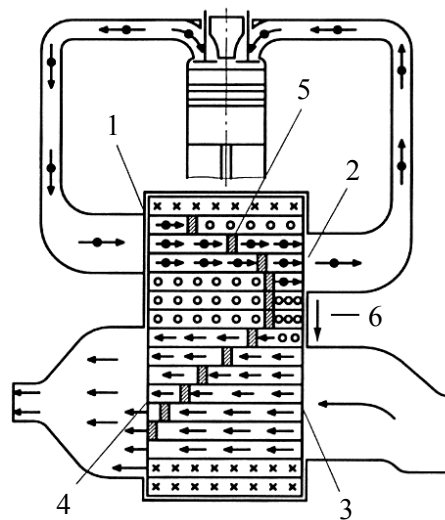
Comprex kompresoriaus privalumai:

- didelis pripūtimas esant mažiems variklio sūkių dažniams;
- pripūtimas be uždelsimo;
- mažų sūkių zonoje pasiekiamas variklio „elastingumas“.

Comprex kompresoriaus trūkumai:

- reikalinga mechaninė pavara;
- kompresorius jautrus slėgio pulsacijoms;
- reikalingi didelio tūrio pulsacijų malšintuvai;
- paleidžiant papildomu vožtuvu reikia sujungti įsiurbimo ir pripūtimo kanalus.

Kompresorių (9.3 pav.) sudaro korpuse (6) besisukantis rotorius (5), išilginėmis sienelėmis padalytas į daug kanalų. Korpuso galuose yra keturios angos: deginių tiekimo į rotoriaus kanalą (3) ir nuvedimo į išmetimo sistemą (4), oro įsiurbimo (7) ir suspausto oro tiekimo (2). Rotorius sukasi beveik keturis kartus greičiau už alkūninį veleną. Rotoriui sukti sunaudojama tik apie 1 proc. variklio galios.



9.4 pav. *Comprex* kompresoriaus išsklotinė:

- 1 – deginių tiekimo anga; 2 – pripūtimo anga; 3 – įsiurbimo anga; 4 – išmetimo anga;
5 – deginių ir oro maišymosi zona; 6 – rotoriaus sukimosi kryptis

Energijos perdavimo procesus patogu nagrinėti naudojantis rotoriaus išsklotine (9.4 pav.). Tarkime, rotoriaus kanalai užpildyti šviežiu oru. Rotoriaus kanalui susijungus su deginių tiekimo kanalu (1), deginiai teka į rotoriaus kanalą ir spaudžia jame esantį orą. Dideliu slėgiu įtekantys degalai sukelia slėgio bangą, kuri sklinda kito kanalo galo link. Rotoriaus sukimosi dažnis turi būti toks, kad slėgio banga pasiektų kanalo galą tada, kai jis sujungiamas su pripūtimo kanalu (2). Slėgio banga atsispindi nuo kanalo galo ir grįžta atgal, šiek tiek pristabdydama dujų judėjimą. Kai deginiai užpildo beveik 3/4 kanalo, uždaromas deginių tiekimo kanalas, o truputį vėliau – ir pripūtimo kanalas. Kai tik rotoriaus kanalas susijungia su išmetimo kanalu (4), deginiai plečiasi ir teka į išmetimo sistemą. Kanale susidaro žemesnis slėgis ir pro atsidariusį įsiurbimo kanalą (3) įteka šviežio oro. Išmetimo ir įsiurbimo angos yra tokio dydžio, kad įtekantis oras rotoriaus kanalą visiškai išvalo nuo deginių.

Taip pat rotorius yra gerai aušinamas. Įsiurbimo ir išmetimo angų atidarymo momentai ir rotoriaus sukimosi dažnis turi būti suderinti su slėgio bangų sklaidimo ir dujų tekėjimo greičiais. Todėl rotoriaus sukimosi dažnis turėtų kisti kintant bangų sklaidimo greičiui, t. y. dujų temperatūrai. Kad kompresorius tiektų orą visu variklio sūkių dažnių diapazonu, kai perdavimo santykis pastovus, pertvarose tarp angų daromos specialios ertmės.

Kad rotoriaus šiluminės ir guolių mechaninės apkrovos būtų simetrinės, įleidimo ir išleidimo angos korpusuose išdėstytos poromis. Todėl kiekviename rotoriaus kanale per kiekvieną apsisukimą darbo procesai vyksta du kartus. Todėl taip pat sumažėja ir kompresoriaus ilgis.

Kai kuriems varikliams tenka montuoti porinį turbokompresorių skaičių, nes V ar W formos varikliuose vienas turbokompresorius reikalautų pakankamai sudėtingos išmetimo sistemos konstrukcijos.

Turbokompresoriniai varikliai labai lengvai tobulinami. Slėgio kėlimas, degalų purkštuvų produktyvumo didinimas ir t. t. stipriai padidina variklio galią. Ekstremaliau didinant galią tenka daugiau keisti variklio konstrukciją, bet, nepaisant to, turbokompresorinio variklio galia didinama paprasčiau nei atmosferinių variklių. Kaip žinoma, dyzeliniai varikliai turi didesnę naudingumo koeficientą nei benzininiai varikliai, o turbodyzeliniai varikliai yra ne tik labai taupūs, bet ir galingi. Daugelis gamintojų netolimoje ateityje žada gaminti dyzelinius automobilius, kurie bus greitesni, galingesni ir taupesni nei šiuolaikiniai benzininiai automobiliai.

10. UŽDEGIMO SISTEMA

Elektrokibirkštinio uždegimo idėją pirmas pasiūlė italų fizikas Aleksandras Volta (Alessandro Volta 1745–1827). Eksperimentuodamas su degiosiomis dujomis jis nustatė, kad dujas uždarame vamzdyje galima uždegti elektros srove. Greitai ši naujovė buvo pritaikyta vidaus degimo varikliuose.

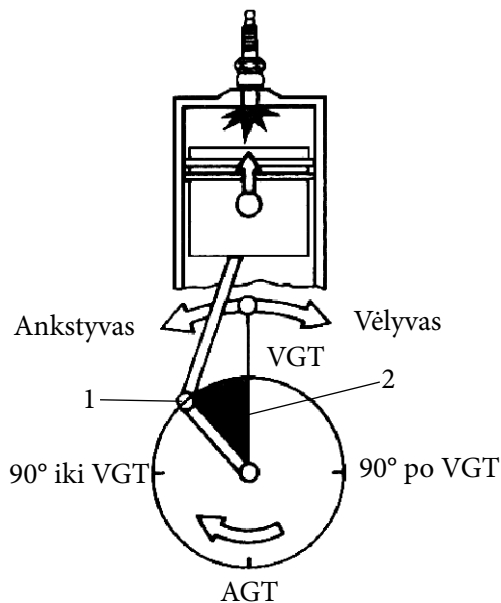
1801 m. prancūzų inžinierius Filipas Lebonas (Philipp Lebon, 1769–1804) užpatentavo dujinį dvipusio veikimo stūmoklinį variklį, kurio dujas siūlė uždegti elektros kibirkštimi. Šią idėją praktiškai įgyvendino šveicaras Isakas de Rivazas (Issak de Rivaz, 1752–1829). 1807 m. jis sukonstravo ir pagamino pirmą eksperimentinį veikiančią vežimėlį su VDV, kuriam dujos buvo uždegamos elektros kibirkštimi. Tobulinant VDV degiojo mišinio uždegimą, labai svarbus anglo Maiklo Faradėjaus (Michall Faraday 1791–1867) elektromagnetinės indukcijos atradimas, kurios pagrindu 1831 m. buvo sukurta aukštosios įtampos uždegimo ritė (Rumkorfo ritė). 1860 m. ši ritė pirmą kartą buvo panaudota Ž. Lenuaro dujiniame variklyje, degiojo mišinio uždegamąją žvakę irgi sukonstravo Ž. Lenuaras.

Šiuolaikiniuose benzininiuose ir dujiniuose varikliuose degusis mišinys uždegamas elektros kibirkštimi, atsirandančia tarp uždegamosios žvakės elektrodų vykstant aukštosios įtampos išlydžiui. Mišiniui užsiliepsnoti ir laiku sudegti reikia, kad kibirkštis turėtų pakankamą energiją ir reikiamu momentu šoktų tarp žvakės elektrodų. Įtampa, kurios reikia tarpui tarp žvakės elektrodų pramušti, vadinama pramušimo įtampa. Pramušimo įtampa didėja, didėjant dujų slėgiui cilindre, tarpeliui tarp žvakės elektrodų ir mažėjant elektrodų temperatūrai. Mažesnės įtampos reikia, kai žvakės centrinis elektrodas gauna neigiamą potencialą. Be to, pramušimo įtampos dydis priklauso nuo degiojo mišinio sudėties. Kai mišiniai riebieji ir liesieji, reikalinga didesnė pramušimo įtampa.

Kad degusis mišinys užsidegtų, elektros kibirkštis turi būti pakankamos energijos. Šiuolaikinės uždegimo sistemos mišiniui uždegti sukaupia 50–100 mJ energiją. Degiojo mišinio užsiliepsnojimą pagerina lengvas jo patekimas į kibirkšties zoną bei ilgiau trunkanti kibirkštis. Kibirkšties ilgis priklauso nuo žvakės matmenų ir tarpelio tarp elektrodų. Kuo didesnis tarpelis, tuo didesnė pramušimo įtampa. Kibirkšties trukmė priklauso nuo sistemos ir jos sandaros. Ypač didelė uždegimo energija ir ilgai negęstanti kibirkštis reikalinga liesiesiems mišiniams uždegti.

VDV galios ir sukimo momento dydžiai, išmetamųjų dujų toksiškumas ir degalų sąnaudos ypač priklauso nuo uždegimo momento. Variklio galia didžiausia ir degalų sąnaudos mažiausios, kai slėgis cilindre per darbo taktą aukščiausiąją ribą pasiekia alkūniniam velenui pasisukus 12–15° už VGT. Kad tą pasiektų, mišinys uždegamas dar prieš VGT. Veleno alkūnės nutolimo nuo VGT kampas vadinamas **uždegimo paskubos kampu** (10.1 pav.).

Kai mišinys uždegamas vėliau, dalis jo sudega vykstant išsiplėtimui, todėl sumažėja degalų panaudojimo efektyvumas, jie atlieka mažesnę darbą, daugiau šilumos atiduodama aušinimo sistemai ir išmetama su deginiais. Kai mišinys uždegamas per anksti, padidėja ciklo didžiausiasis slėgis ir temperatūra. Smarkiai mažėja variklio galia.



10.1 pav. Uždegimo paskubos kampas:
1 – uždegimo momentas; 2 – uždegimo paskubos kampas

Didėjant sukimosi dažniui, bendra degimo trukmė, išreikšta alkūninio veleno posūčio kampo laipsniais, didėja, todėl reikia didinti ir uždegimo paskubos kampą. Paprasčiausiu atveju tai atlieka mechaninis išcentrinis uždegimo paskubos reguliatorius.

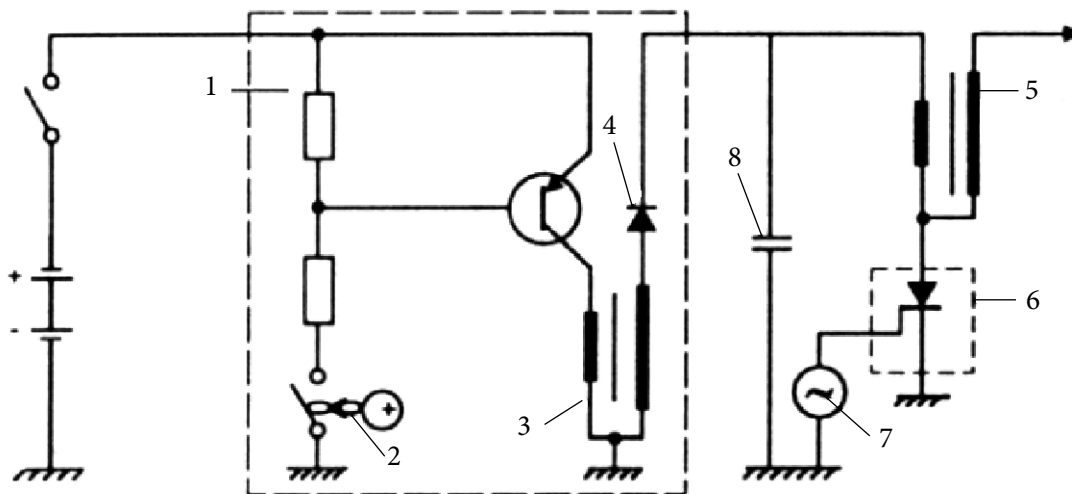
Pagal naudojamą energijos šaltinį uždegimo sistemos skirstomos į baterines ir magnetines. Baterinės uždegimo sistemos maitinamos nuolatine srove iš akumuliatorių baterijos (paleidžiant variklį) arba generatoriaus (veikiant varikliui). Magnetinė uždegimo sistema maitinama kintamąja savo generatoriaus srove.

Pagal energijos kaupimo vietą uždegimo sistemos būna indukcinės, kai energija prieš transformuojant sukaupiama transformatoriaus (uždegimo ritės) pirminės apvijos magnetiniame lauke, ir talpinės (kondensatorinės arba tiristorinės), kai energija kaupiama kondensatoriuje. Seniausiose uždegimo sistemose, kurios dar vadinamos klasikinėmis baterinėmis, srovę pirminėje grandinėje valdo mechaniniai pertraukiklio kontaktai. Tobulinant šią sistemą buvo sukurtos elektroninės uždegimo sistemos:

- kontaktais valdoma tranzistorinė uždegimo sistema;
- bekontaktės (su holo arba indukcinio jutikliais) tranzistorinės uždegimo sistemos;
- mikroprocesorinė uždegimo sistema;
- mikroprocesorinė uždegimo sistema su elektroniniu aukštosios įtampos srovės skirstytuvu.

Daugelis uždegimo sistemų dirba panašiai kaip ir vidaus degimo variklis – impulsiniu režimu. Kol variklis ruošiasi uždegimo taktui, uždegimo sistema iš akumuliatorių baterijos ima energiją ir ją kaupia. Vėliau, atėjus uždegimo momentui, ją paverčia kibirkštimi. Energija kibirkščiai kaupiama indukciniame lauke arba kondensatoriuje. Induktyvinių uždegimo sistemų kur kas daugiau negu talpinių.

Talpinė (kondensatorinė) uždegimo sistema (10.2 pav.)



10.2 pav. Talpinė (kondensatorinė) uždegimo sistema:

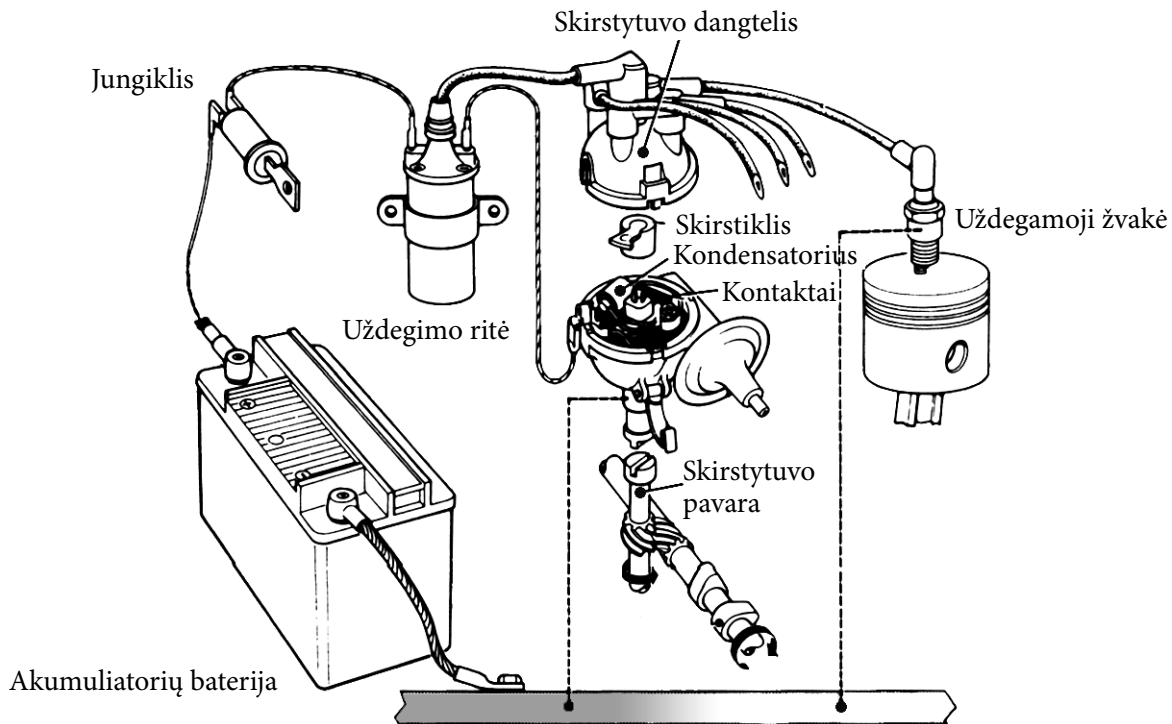
1 – įkroviklis; 2 – įtampos keitiklis; 3 – transformatorius; 4 – lygintuvas; 5 – uždegimo ritė;
6 – tiristorius; 7 – tiristorinis valdymo jutiklis; 8 – kondensatorius

Uždegimui reikalinga energija sukaupiama kondensatoriaus elektrostatiname lauke. Sukauptos energijos dydis (E) priklauso nuo kondensatoriaus talpos (C) ir įkrovimo įtampos (U): $E = CU^2/2$. Todėl, norint gauti didesnę energiją, kondensatorius įkraunamas maždaug 400 V įtampa. Jis įkraunamas arba nuolatine srove, arba impulsais. Abiem atvejais įkroviklyje (1) yra įtampos keitiklis (2), transformatorius (3) ir srovės lygintuvas (4). Uždegant mišinį, pertraukiklio kontaktai arba bekontaktio impulsų jutiklio (7) signalas atidaro tiristorių (6) ir kondensatorius (8) iškraunamas per uždegimo ritės (5) pirminę apviją. Antrinėje ritės apvijoje indukuojama aukštoji įtampa. Kadangi kondensatorius išsikrauna labai greitai, antrinė įtampa didėja irgi labai greitai (~ 3000 V/ms). Tai pagrindinis talpinės uždegimo sistemos privalumas. Tokios sistemos dažniausiai naudojamos greitaeigiuose daugiacylinčiuose ir dvitakčiuose varikliuose. Dėl mažos kibirkšties trukmės lengvųjų automobilių varikliuose tokios sistemos naudojamos retai.

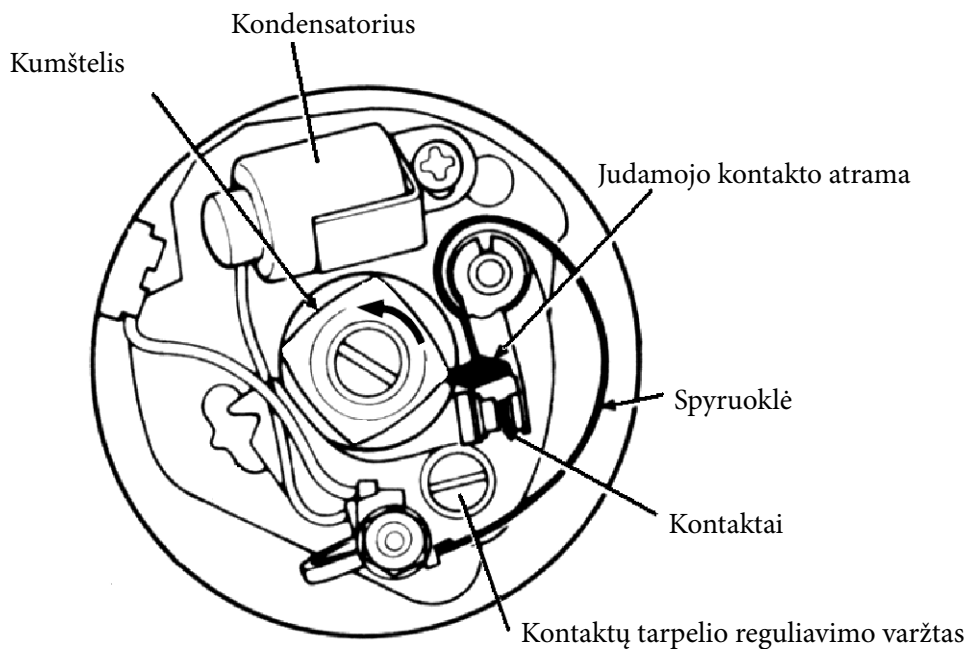
Baterinė uždegimo sistema (10.3 pav.) maitinama nuolatine srove iš pašalinio elektros energijos šaltinio. Jos įtampa priklauso nuo kibirkščių dažnio – kibirkščių dažniui didėjant įtampa mažėja.

Baterinė uždegimo sistema sudaryta iš uždegimo jungiklio, uždegimo ritės, kondensatoriaus, pertraukiklio, srovės skirstytuvo ir uždegamųjų žvakių. Uždegimo jungikliu baterinė uždegimo sistema prijungiama prie žemosios įtampos nuolatinės srovės šaltinio (akumuliatorių baterijos arba generatoriaus).

Uždegimo ritė yra aukštinimo transformatorius, kuris žemosios įtampos srovės šaltinio 12 V įtampą pakelia iki 15–20 kV. Ji sudaryta iš plieninės šerdies ir pirminės bei antrinės apvijos, atitinkamai iš 300 ir 25 000 vijų.



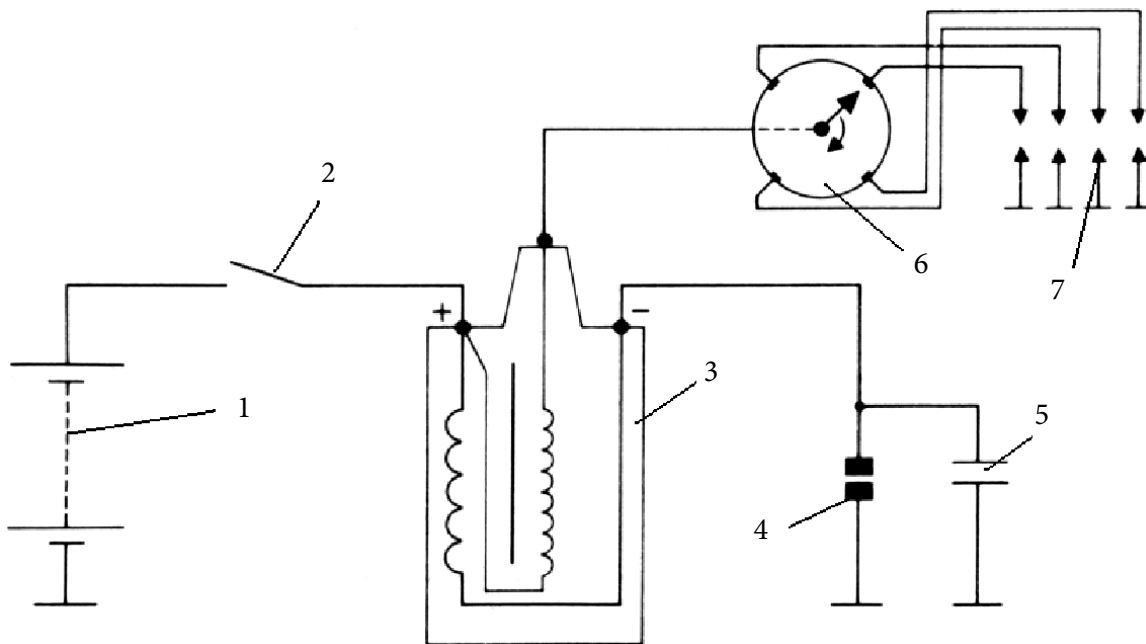
10.3 pav. Baterinė uždegimo sistema



10.4 pav. Pertraukiklis

Pertraukiklis (10.4 pav.) reikiamu momentu nutraukia pirminę grandinę, kad uždegimo ritėje, jos antrinėje apvijoje, transformatoriaus principu generuotūsi uždegimo įtampa. Pertraukiklis sudarytas iš judamo ir nejudamo kontaktų, kumštelio ir spyruoklės. Kumštelio iškylių yra tiek, kiek variklio cilindrų.

Kondensatorius pašalina pertraukiklio kontaktų kibirkščiavimą, todėl padidėja antrinė įtampa ir neapdega pertraukiklio kontaktai. Kondensatorius prijungiamas lygiagrečiai pertraukiklio kontaktams.

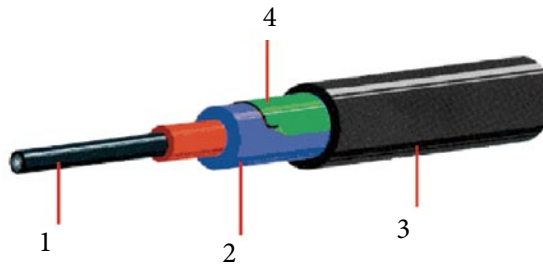


10.5 pav. Uždegimo sistemos principinė schema:

1 – akumuliatorių baterija; 2 – jungiklis; 3 – uždegimo ritė; 4 – kontaktai;
5 – kondensatorius; 6 – srovės skirstytuvas; 7 – uždegimosios žvakės

10.5 paveiksle pateikta uždegimo sistemos principinė schema. Srovės skirstytuvas aukštąją įtampą nukreipia į tą uždegamąją žvakę, kuri cilindre turi uždegti mišinį. Srovės skirstytuvas sudarytas iš skriejiko ir dangtelio, kuriame įtvirtinti elektrodai. Elektrodų skaičius lygus kumštelio iškylių skaičiui. Srovės skirstytuvo skriejikas ir pertraukiklio kumštelis pritvirtinti ant to paties velenėlio ir sukasi kartu. Skriejikas pritvirtintas taip, kad pro elektrodus praslinktų tada, kai kumštelio iškylos atjungia kontaktus.

Laidai (10.6 pav.) jungia skirstytuvą su žvakėmis. Jais uždegimo ritėje sukaupta energija perduodama žvakėms.



10.6 pav. Aukštosios įtampos laidas:

1 – stiklo audinio šerdis, padengta anglimi su pusiau laidžia silikonine plėvele; 2 – vidinė izoliacija, tinkanti aukštajai uždegimo įtampai; 3 – silikoninis kaučiukas, atsparus benzinei ir tepalams; 4 – poliesterio folija

Uždegimo sistemos veikimas

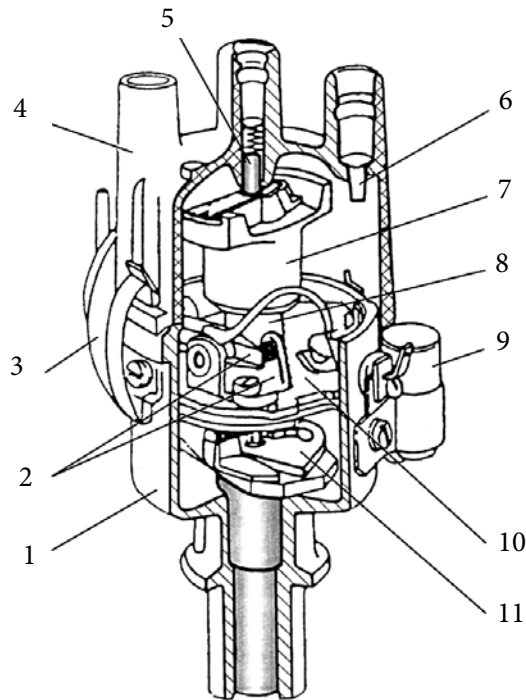
Įjungus uždegimo jungiklį, jeigu pertraukiklio kontaktai yra sujungti, pirminė grandinė užsidaro ir ja teka srovė. Srovė įmagnetina ritę. Kai besisukantis pertraukiklio kumštelis atjungia kontaktus, pirminė grandinė nutrūksta. Todėl srovė ir ritės įmagnetinimas išnyksta. Nykstantis magnetinis laukas perveria abi uždegimo ritės apvijas ir, proporcingai vijų skaičiui jose, indukuoja elektros jėgas. Kadangi antrinėje apvijoje vijų daugiau, joje indukuota elektros jėga siekia iki 15–20 kV. Veikiant aukštajai įtampai, antrinėje grandinėje atsiranda srovė, kurios sukelta kibirkštis tarp žvakės elektrodų uždega variklio cilindre suslėgtą mišinį. Antrinė įtampa yra aukštesnė tada, kai ritė stipriau įmagnetinta ir kai magnetinis laukas, atsijungus kontaktams, per trumpesnę laiką išnyksta. Ritės įmagnetinimas priklauso nuo srovės stiprumo pirminėje grandinėje. Srovė susilpnėja, ir antrinė įtampa nukrinta tada, kai padidėja pirminės grandinės varža arba sumažėja akumuliatorių baterijos įtampa. Varža padidėja apdegus pertraukiklio kontaktams, o įtampa sumažėja įjungus starterį. Pirminėje grandinėje srovė pasiekia didžiausią reikšmę ne akimirksniu, o maždaug tik per dvi šimtąsias sekundės dalis. Todėl kai greičiau sukasi variklio alkūninis velenas, kai daugiau cilindrų ir kai tarp pertraukiklio kontaktų sureguliuotas didesnis tarpas, pirminėje grandinėje sumažėja srovė ir antrinė įtampa.

Uždegimo sistemos įrenginių konstrukcija

Svarbiausi baterinės uždegimo sistemos įrenginiai yra šie: uždegimo ritė, skirstytuvas (10.7 pav.), aukštosios įtampos laidai ir uždegamosios žvakės.

Skirstytuvu vadinamas prietaisas, kuriame įmontuoti kontaktai (2), kondensatorius (9), aukštosios įtampos srovės skirstytuvas (7), vakuuminis reguliatorius (3) bei išcentrinis reguliatorius (11). Skirstytuvo korpusas pritvirtintas prie variklio, o velenėlis sujungtas su skirstymo veleno. Tarpelis tarp atjungtų pertraukiklio kontaktų turi būti 0,35–0,45 mm.

Srovės skirstytuvą sudarytas iš skriejiko ir dangtelio. Dangtelio centre yra elektrodas su lizdu aukštosios įtampos laidui iš uždegimo ritės įvesti, o šone – elektrodai su lizdais uždegamųjų žvakių laidams.

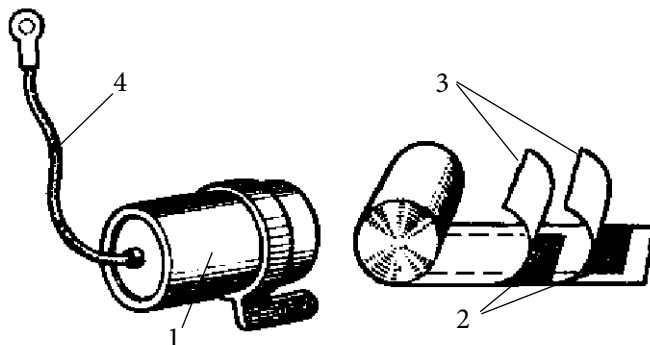


10.7 pav. Skirstytuvas:

1 – korpusas; 2 – pertraukiklio kontaktai; 3 – vakuuminis reguliatorius; 4 – dangtelis;
 5, 6 – centrinis ir šoninis elektrodai; 7 – skirstiklis; 8 – velenas; 9 – kondensatorius;
 10 – pertraukiklio plokštelė; 11 – išcentrinis reguliatorius

Kondensatorius (10.8 pav.)

Kondensatoriaus paskirtis – pagreitinti pirminės srovės nutraukimą ir neleisti kibirkščiuoti pertraukiklio kontaktams.



10.8 pav. Kondensatorius:

1 – korpusas; 2 – kondensatorinis popierius; 3 – aliuminio folija; 4 – sujungimo laidas

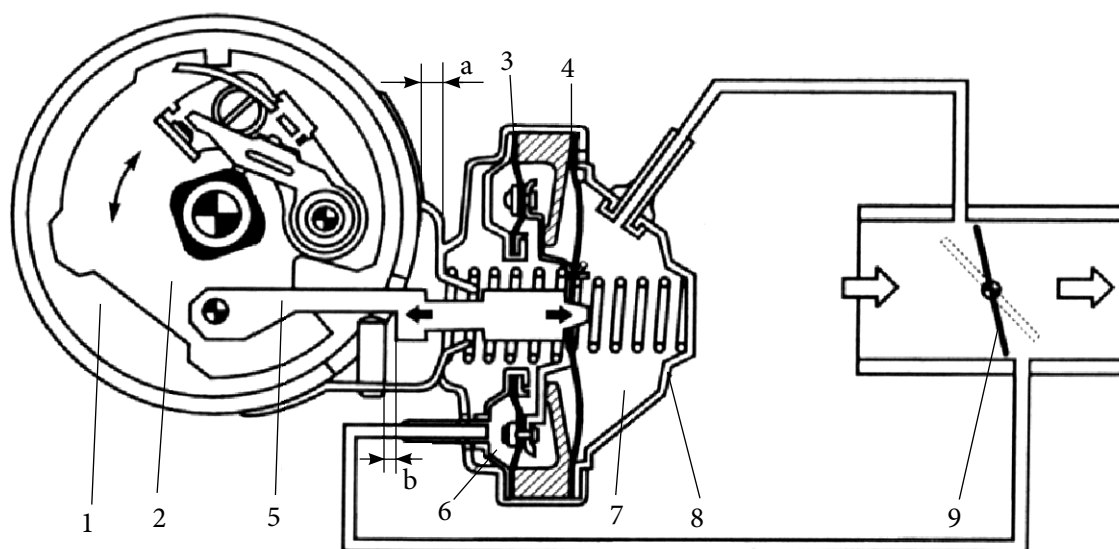
Uždegimo sistemoje atsijungiant pertraukiklio kontaktams, pirminė srovė trumpą laiką teka per kondensatorių. Naudojamų kondensatorių talpa $C = 0,15 - 0,4 \text{ mF}$. Per tą laiką

kumšteliui atstumia kontaktų paviršius toliau vieną nuo kito. Susidariusios (indukuotos) savi-indukcijos įtampos nebeužtenka, kad susidarytų kibirkštis, arba šoka tik silpna kibirkštis.

Įsikrovus kondensatoriui, pirminėje apvijoje magnetinis laukas išnyksta. Uždegimo ritės antrinėje apvijoje gaunama reikalinga 5–25 kV uždegimo įtampa.

Sugedus kondensatoriui padidėja kontaktų kibirkščiavimas, todėl padidėja dilimas. Uždegimo įtampa stipriai sumažėja.

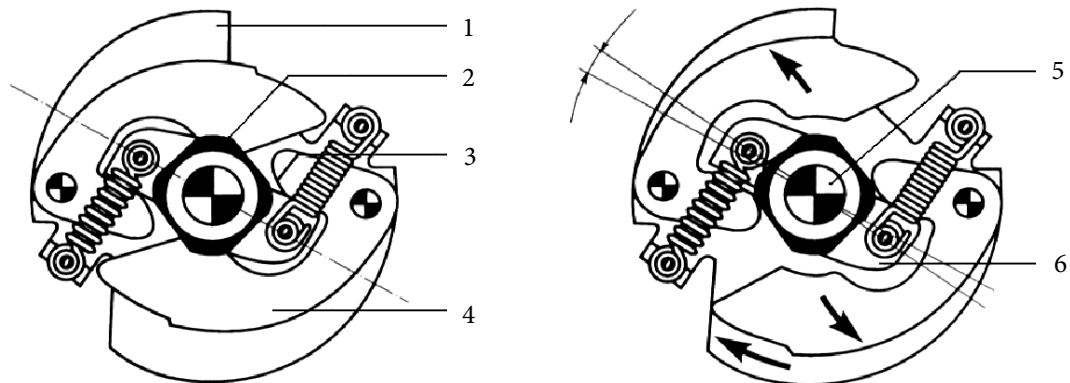
Vakuuminis reguliatorius (10.9 pav.) keičia uždegimo momentą, atsižvelgiant į variklio apkrovą. Variklio apkrovos matas šiuo atveju yra sumažėjęs slėgis išsiurbimo vamzdyje prie droselio sklendės. Naudojami vienos arba dviejų kamerų reguliatoriai. Pastarąjį sudaro korpuse įtvirtintos membranos (3) ir (4) traukle (5) sujungtos su plokšte (2), ant kurios primonuotas pertraukiklis. Mažėjant variklio apkrovai (pridarant droselio sklendę (9)), didėja slėgis ankstinimo kameroje (7) ir membrana (4) pasuka plokštelę su pertraukikliu prieš veleno sukimosi kryptį (uždegimas ankstinamas). Kad tuščiojoje eigoje ir stabdant varikliu sumažėtų deginių toksiškumas (ypač HC kiekis), žiedinė vėlinimo kamera (6) pavėlina uždegimo momentą.



10.9 pav. Vakuuminis uždegimo paskubos kampo reguliatorius:

1 – skirstytuvo korpusas; 2 – pertraukiklio plokštelė; 3, 4 – membranos; 5 – trauklė;
6 – vėlinimo kamera; 7 – ankstinimo kamera; 8 – korpusas; 9 – droselio sklendė;
a, b – vakuuminio reguliatoriaus trauklės eiga

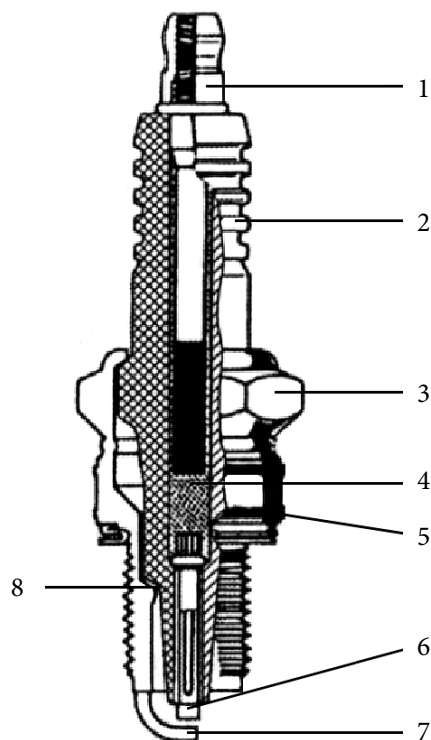
Išcentrinis reguliatorius (10.10 pav.) montuojamas ant skirstytuvo velenėlio. Jis keičia mišinio uždegimo pradžią, pasukdamas kumštelį pertraukiklio atžvilgiu. Didėjant alkūninio veleno sukimosi dažniui, išcentrinės jėgos veikiami svareliai juda į išorę ir savo vidiniais peteliais (3) pasuka kreipiamąjį įvorę su kumšteliu (2) veleno sukimosi kryptimi. Uždegimo pradžia paankstinama.



10.10 pav. Išcentrinis uždegimo paskubos kampo reguliatorius:

1 – plokštelė; 2 – kumštelinis žiedas; 3 – peteliai; 4 – svareliai; 5 – velenas; 6 – įvorė

Uždegamoji žvakė (10.11 pav.) sudaryta iš dviejų elektrodų, tarp kurių yra 0,6–0,9 mm tarpelis, plieninio korpuso, keraminio izoliatoriaus. Varžtas ir centrinis elektrodas sujungti elektrai laidžiu stiklo lydiniumi. Centriniai elektrodai gaminami iš silicio, nikeliu, magniu legiruoto plieno. Kad būtų pagerintas šilumos nutekėjimas, elektrodai gali turėti varinę šerdį. Taip pat kad būtų prailgintas žvakės tarnavimo laikas, elektrodų gamybai naudojamas sidabras ar platina.

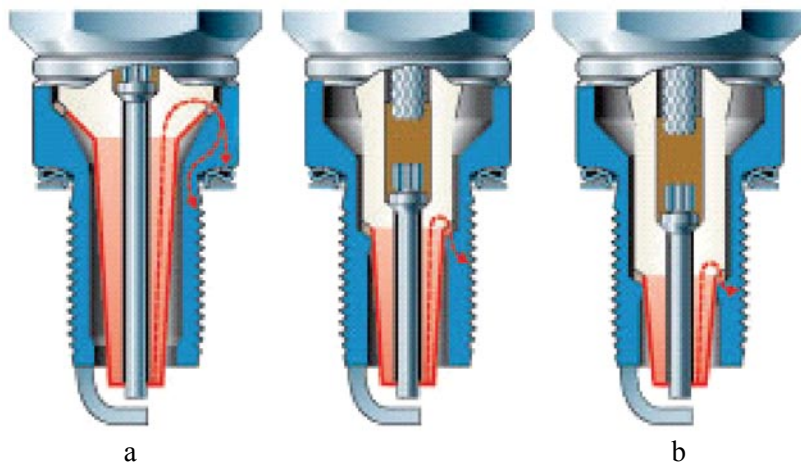


10.11 pav. Uždegamoji žvakė:

1 – prijungimo varžtas; 2 – izoliatorius; 3 – korpusas; 4 – stiklo lydinys;
5 – sandarinimo žiedas; 6 – centrinis elektrodas; 7 – šoninis elektrodas; 8 – šilumos kūgis

Žvakės izoliatoriaus gamybai naudojama speciali keramika. Briautos jo išorėje sumažina galimybę šokti kibirkščiai tarp prijungimo varžto ir korpuso. Kad žvakė patikimai dirbtų, izoliatoriaus temperatūra turi būti tarp nusivalymo temperatūros (~400 °C) ir kaitrinio uždegimo temperatūros (daugiau kaip 900 °C). Jei temperatūra žemesnė už nusivalymo temperatūrą, žvakės izoliatoriaus apatinė dalis pasidengia degenų sluoksniu, kuriuo srovė iš centrinio elektrodo nuteka į korpusą ir žvakė neveikia. Jei temperatūra viršija kaitrinio uždegimo temperatūrą, izoliatorius pats gali uždegti mišinį dar prieš šokant kibirkščiai.

Žvakių šiluminė charakteristika vertinama kaitriniais skaičiais. Žvakės kaitrinį skaičių nulemia elektrodų ir izoliatoriaus šilumos kūgio forma ir dydis. Kuo kūgis didesnis, tuo žvakė karštesnė, ir atvirkščiai – kuo kūgis mažesnis, tuo žvakė šaltesnė. „Karštų“ žvakių (10.12 pav., a) kaitrinis skaičius yra 7–10 ir daugiau. Jos naudojamos varikliams su mažesne specifine galia. „Šaltų“ žvakių (10.12 pav., b) kaitrinis skaičius – 2–4 ir jos naudojamos varikliams su didesne specifine galia. Jei uždegamosios žvakės kaitrinis skaičius parinktas tinkamai ir variklis tvarkingas, šilumos kūgis būna nuo pilkai geltonos iki šviesiai rudos spalvos.



10.12 pav. Žvakių konstrukcija:
a – „karšta“ žvakė, b – „šalta“ žvakė

BOSCH žvakių žymėjimas

1. Cokolio tipas – D-18 mm skersmens sriegis nusmailinta viršūne:

F – 14 mm skersmens sriegis (5/8” raktui);

H – 14 mm skersmens sriegis nusmailinta viršūne;

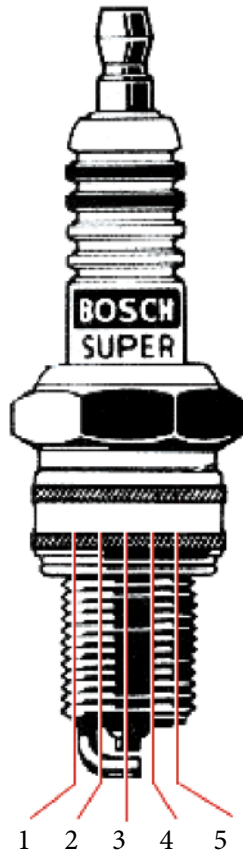
M – 18 mm skersmens sriegis;

U – 10 mm skersmens sriegis;

W – 14 mm skersmens sriegis;

X – 12 mm skersmens sriegis (11/16” raktui);

Y – 12 mm skersmens sriegis (5/8” raktui).



2. Specialaus tipo E paviršinio išlydžio žvakė:

R – žvakė su slopinančiąja varža;

S – maža žvakė.

3. Kaitrumo skaičius:

Skaitinė reikšmė nuo 2 iki 11 (2 – šalčiausia, 11 – karščiausia).

4. Sriegio ilgis A – 0,46” su standartiniu elektrodu:

B – 0,46” su prailgintu elektrodu;

C – 3/4” su standartiniu elektrodu;

D – 3/4” (0,708” nusmailinta viršūne) su prailgintu elektrodu;

E – 3/8” su standartiniu elektrodu;

F – 3/8” su prailgintu elektrodu;

G – 0,46” su labiau prailgintu elektrodu;

H – 3/4”;

H – 0 0,84” su nusmailinta viršūne, spec. prailgintu elektrodu, viso ilgio;

L – 3/4” (0,708” su nusmailinta viršūne) su labiau prailgintu elektrodu;

L – 0 0,84” su nusmailinta viršūne, spec. prailgintu elektrodu, pusinio ilgio.

5. Elektrodas C – centrinis elektrodas su varine šerdimi;

D – du įžeminimo elektrodai;

P – platinos elektrodas;

R – nudegimo rezistorius;

S – sidabro elektrodas;

T – trys įžeminimo elektrodai;

V – su 1,3 mm tarpu;

W – su 0,9 mm tarpu;

X – su 1,1 mm tarpu;

Y – su 1,5 mm tarpu;

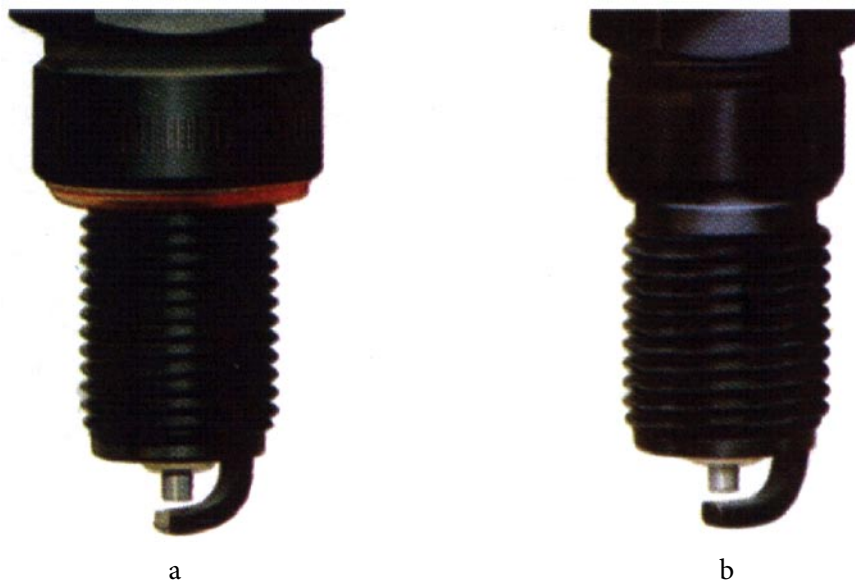
Z – su 2,0 mm tarpu;

0 – specialūs elektrodai.

Žvakių sandarinimo tipai (10.13 pav.)

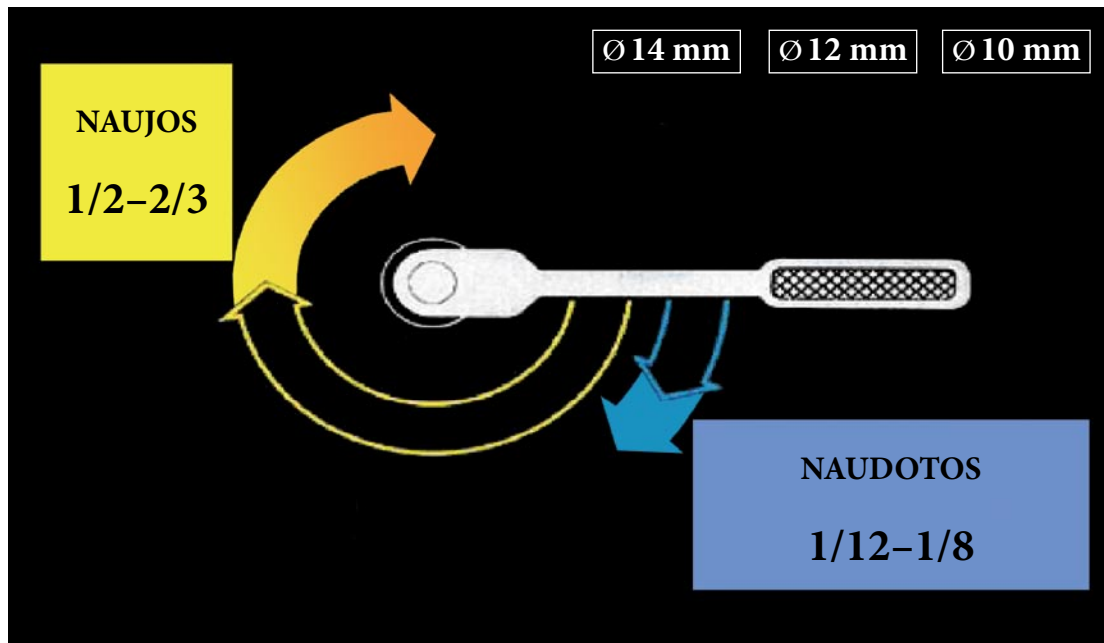
Žvakių įsukimo vieta turi labai didelės svarbos cilindrų sandarumui ir, suprantama, variklio darbui.

Gaminant žvakes naudojama keramika. Neteisingai įsukant, žvakę galima sugadinti. Pažeidus įsukimo sriegius tenka rimtai remontuoti, o kartais net ir keisti cilindrų galvutę.



10.13 pav. Žvakių sandarinimo tipai:
a – su plokščiu sandarinimo žiedu; b – su kūginiu korpusu

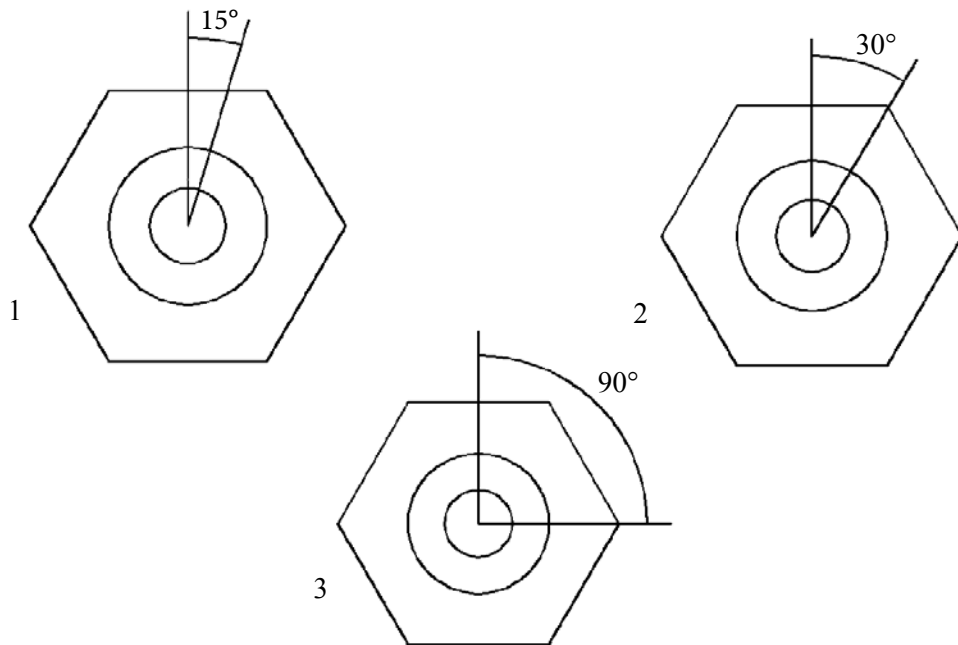
Kad būtų išvengta šių problemų, gamintojai siūlo specialias žvakių įsukimo technologijas (10.17 ir 10.15 pav.).



10.14 pav. Žvakių įsukimo jėgos

Žvakių įsukimo jėgos:

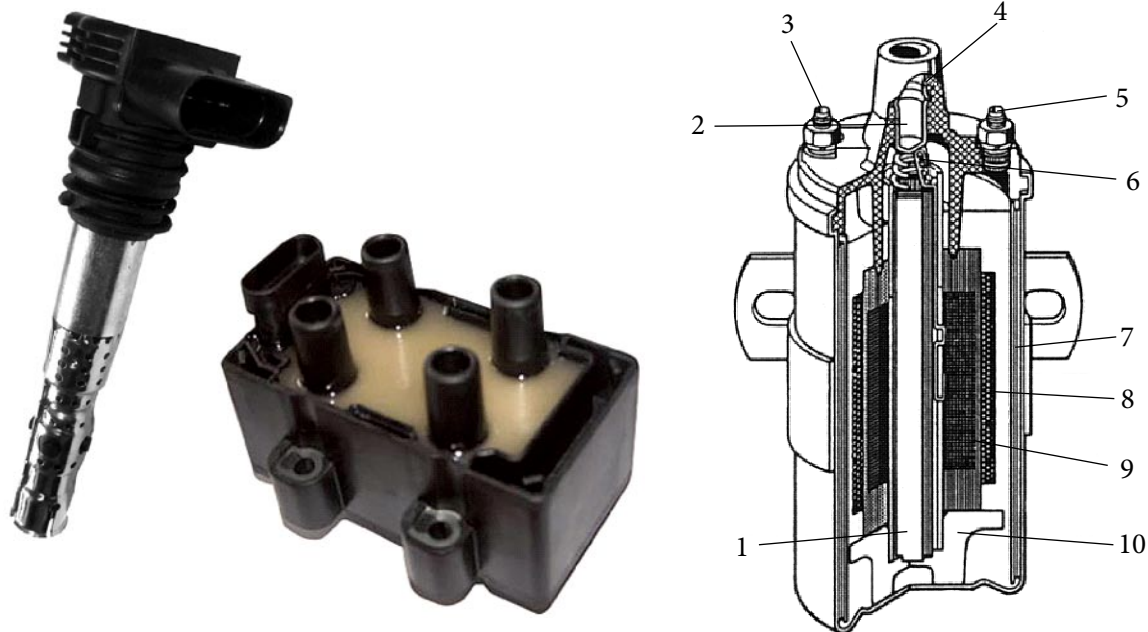
14 mm: 25–30 Nm; 12 mm: 15–20 Nm; 10 mm: 10–12 Nm.



10.15 pav. Žvakių įsukimas:

1 – kūginio korpuso žvakė; 2 – naudotos žvakės su sandarinimo žiedu;

3 – naujos žvakės su sandarinimo žiedu



10.16 pav. Uždegimo ritės:

1 – šerdis; 2 – aukštosios įtampos gnybtas; 3, 5 – gnybtai; 4 – dangtelis; 6 – spyruoklinis kontaktas; 7 – korpusas; 8 – pirminė apvija; 9 – antrinė apvija; 10 – izoliatorius

Uždegimo ritė (10.16 pav.) sudaro šerdis (1), susidedanti iš transformatorinio plieno plokštelių. Ant jos pirmiausia apvyniota antrinė apvija (9), kuri tiesiai per šerdį sujungta su aukštosios įtampos gnybtu (2). Pirminė apvija (8) (400–600 vijų) užvyniota ant antrinės. Kadangi didžiama šilumos nuostolių susidaro pirminėje apvijoje, esant tokiai konstrukcijai, šiluma geriau perduodama ritės korpusui (7) ir toliau automobilio kėbului. Antrinės apvijos galas sujungiamas su pirminės apvijos pradžia arba galu, kad centrinis žvakės elektrodas gautų neigiamą potencialą. Kai yra toks jungimas, antrinės apvijos jungtis su mase nereikalinga, supaprastėja ritės gamyba. Į ritės dangtelį (4) įstatyti gnybtai (3 ir 5), skirti sujungti pirminę apviją su akumuliatorių baterija ir pertraukikliu.

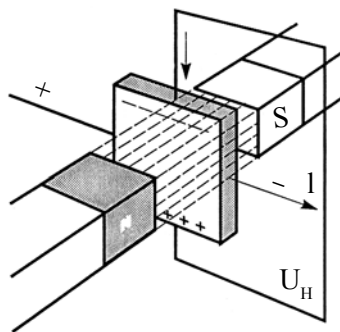
10.1. Bekontaktė tranzistorinė uždegimo sistema

Bekontaktėse uždegimo sistemose vietoj mechaninio pertraukiklio srovei pirminėje grandinėje valdyti naudojami elektroniniai bekontaktiniai impulsų jutikliai – dažniausiai *Holo* arba indukcinis. Impulsų jutikliai montuojami skirstytuve vietoj pertraukiklio.

Holo impulsų daviklyje panaudotas efektas, kurį 1879 m. atrado amerikiečių fizikas Edvinas Holas (Edwin Hollas) (10.17 pav.).

Jei ploną puslaidininkio plokštelę, kuria viena kryptimi teka srovė, statmenai paviršiumi veikia magnetinis laukas, tai statmena srovei ir magnetinio lauko linijoms kryptimi atsiranda

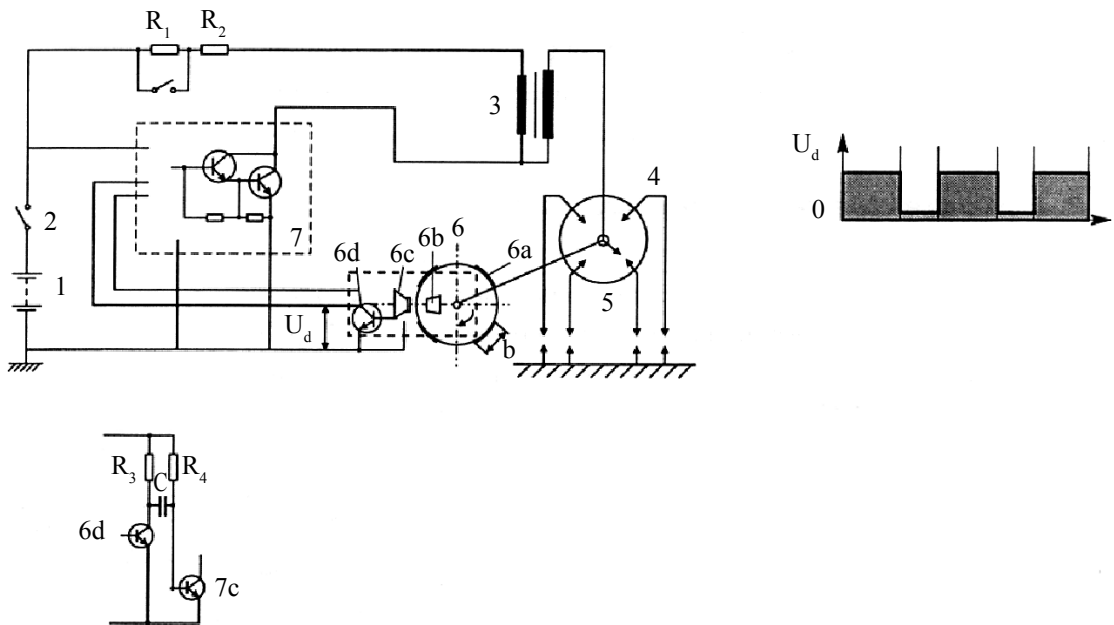
įtampa (U_H). Daviklį sudaro cilindrinės formos rotorius su išpjovomis, kurių skaičius lygus variklio cilindų skaičiui, nuolatinis magnetas (6b) ir *Holo* elementas (6c) (10.18 pav.). Kartu su *Holo* elementu viename grandyne įmontuoti įtampos stabilizatorius, stiprintuvas, triggeris, formuojantis stačiakampius įtampos impulsus, ir išėjimo tranzistorius (6d). Kai sukantis rotorui ties magnetu (6b) atsiduria išpjova, magnetinis laukas veikia *Holo* elementą (6c). Jo įtampos impulsas, sustiprintas stiprintuve ir suformuotas trigeryje, patenka į tranzistoriaus bazę ir jį atidaro. Komutatoriaus (7) tranzistorių (7a ir 7b) bazės gauna neigiamą potencialą ir jie užsidaro. Srovė pirminėje grandinėje nutraukiama. Kai *Holo* elementą nuo magneto atskiria rotoriaus sienelė, tranzistorius (6d) užsidaro. Padidėjusi jutiklio įtampa atidaro tranzistorius (7a ir 7b), ir pirmine grandine pradeda tekėti srovė. Ilgiausia srovės tekėjimo pirminėje grandinėje trukmė proporcinga sienelės pločiui (b).



10.17 pav. *Holo* efektas

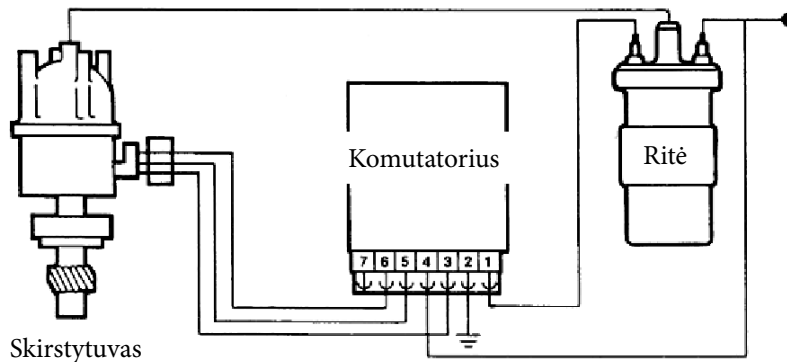
Kadangi tranzistorinėse uždegimo sistemose naudojamos uždegimo ritės su mažos varžos pirmine apvija, komutatoriuje papildomai įrengiamas pirminės srovės ribotuvas. Srovės stipriui pirminėje grandinėje pasiekus didžiausiąją vertę, ribotuvas pridaro tranzistorius (7a ir 7b). Pirminėje grandinėje ilgai tekant didžiausiojo stiprio srovei, susidaro dideli energijos nuostoliai. Kad jie būtų mažesni, reikia, kad srovės stipris pirminėje grandinėje didžiausiąją vertę pasiektų prieš pat ją nutraukiant. Tačiau padidėjus variklio sūkių dažniui ar sumažėjus akumuliatorių baterijos įtampai, srovės stipris iki nutraukimo momento gali nebesiekti didžiausiosios vertės. Kad šito būtų išvengta, pirminę grandinę reikia sujungti anksčiau. Tai atlieka komutatoriuje įtaisytas srovės tekėjimo (energijos kaupimo) pirminėje grandinėje trukmės reguliatorius. Reguliavimas atliekamas periodiškai įkraunant ir iškraunant kondensatorių per rezistorius. Kai tranzistorius (6d) uždarytas, kondensatorius (c) įkraunamas per rezistorių (R3) ir tranzistoriaus (7c) bazę-emiterį. Tranzistorius (7c) yra atidarytas. Kai sūkių dažnis mažas, kondensatoriaus įtampa beveik pasiekia akumuliatorių baterijos įtampą ($\sim 12V$). Uždegimo momentu tranzistorius (6d) atsidaro, kondensatorius dar gali išsikrauti per rezistorių (R4) ir tranzistorių (6d). Kol teka iškrovos srovė, tranzistorius (7c) uždarytas, nes jo bazės potencialas yra neigiamas. Jis atsidaro, kai tik pasikeičia kondensatoriaus poliarizavimas. Kondensatorius dabar įkraunamas priešinga kryptimi tol, kol tranzistorius (6d) vėl užsidaro. Tada kondensatorius vėl perkraunamas per rezistorių (R3) ir tranzistoriaus (7c)

bazę-emiterį. Taigi tranzistorius (7c) atidaromas keičiantis kondensatoriaus įtampos poliškumui. Kartu su tranzistoriumi (7c) atidaromi tranzistoriai (7a ir 7b), pirmine grandine pradeda tekėti srovė. Didėjant variklio sūkių dažniui, sutrumpėja kondensatoriaus įkrovimo laikas. Jis dabar nebeįkraunamas iki baterijos įtampos, todėl greičiau išsikrauna ir anksčiau atidaromas tranzistorius (7c).



10.18 pav. Bekontaktė tranzistorinė uždegimo sistema su Holo davikliu:

- 1 – akumuliatorių baterija; 2 – uždegimo jungiklis; 3 – ritė; 4 – skirstytuvas; 5 – žvakės;
6 – Holo jutiklis; 7 – komutatorius; UD – jutiklio įtampa

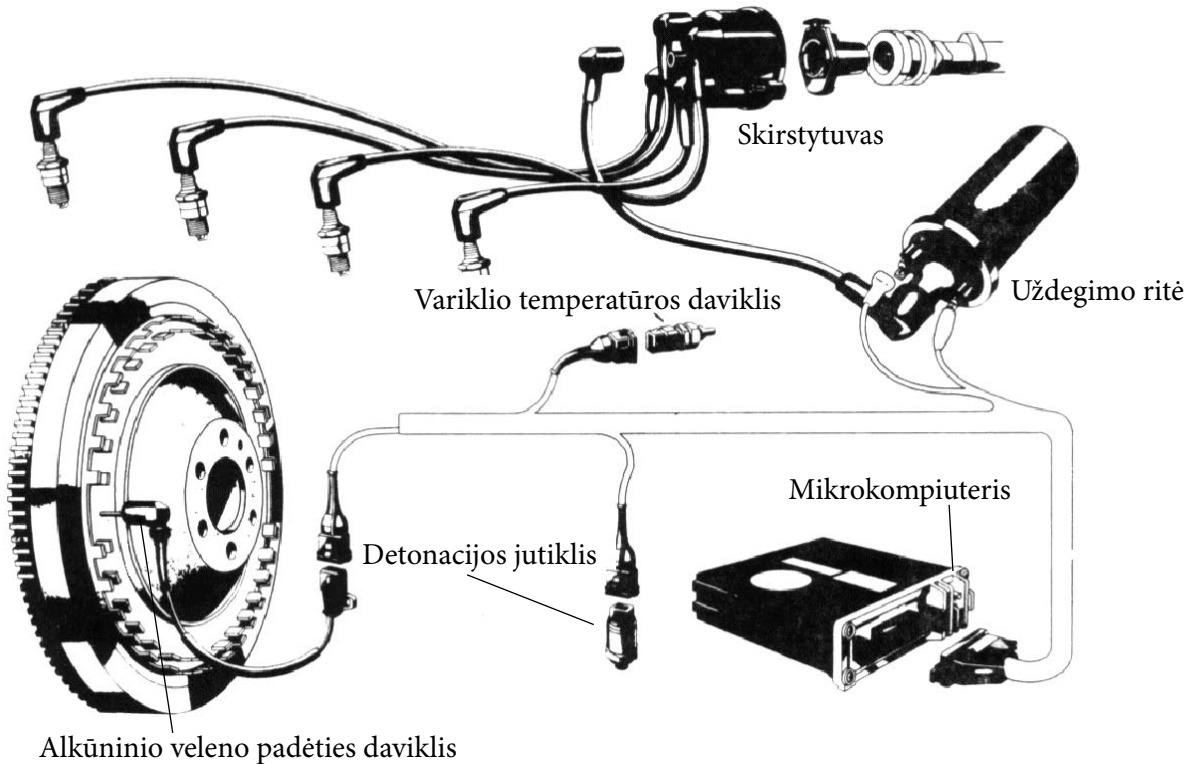


10.19 pav. Uždegimo sistemos su Holo davikliu principinė schema

Jei rotoriaus sienelė uždengia magnetą, kai įjungtas uždegimo jungiklis ir neveikia variklis, pirminėje grandinėje teka srovė ir gali perkaisti uždegimo ritę. Todėl komutatoriuje įrengta papildoma elektros grandinė, kuri po nustatyto laiko išjungia pirminės grandinės srovę (10.19 pav.).

10.2. Mikroprocesorinė uždegimo sistema

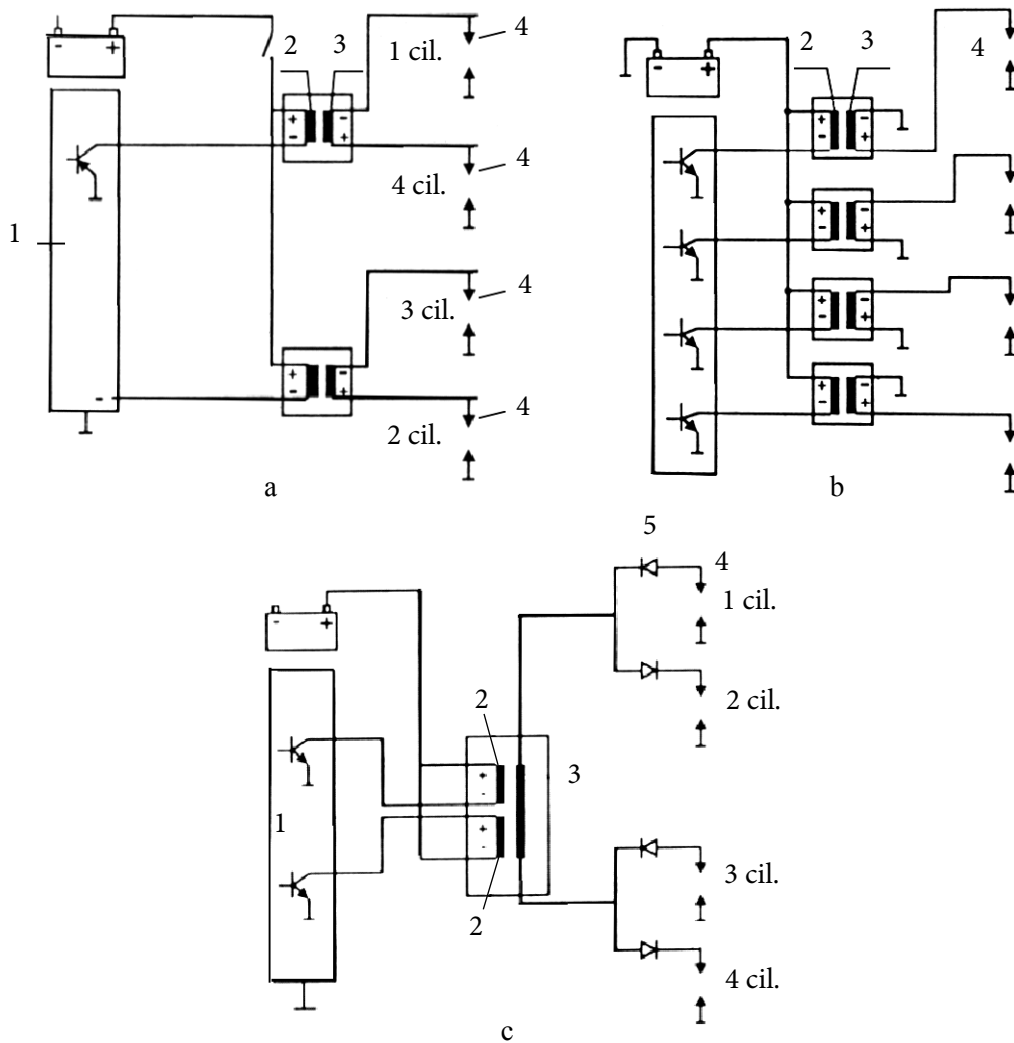
Mikroprocesorinėje uždegimo sistemoje (10.20 pav.) mechaniniai reguliatoriai pakeisti elektroniniais. Uždegimo momentas geriau pritaikomas individualiems ir įvairiapusiems varikliui keliamiems reikalavimams. Be to, įvertinami ir kiti veiksniai (be sūkių dažnio ir apkrovos): variklio ir įsiurbiamo oro temperatūros, darbo režimai (tuščioji eiga, didžiausioji apkrova, paleidimas).



10.20 pav. Mikroprocesorinės uždegimo sistemos schema

Pagrindinis sistemos elementas – mikrokompiuteris, į kurio atmintį įrašytos uždegimo momento charakteristikos (uždegimo paskubos kampo priklausomybės nuo sūkių dažnio, apkrovos, variklio temperatūros ir kt. veiksnių) bei programos, skirtos įvertinti jėgimo ir apskaičiuoti išėjimo dydžius. Sūkių dažnis dažniausiai matuojamas indukciniu impulsų davikliu, tvirtinamu priešais specialų dantytąjį diską, besisukantį kartu su alkūniniu velenu. Taip sukurtas kintantis magnetinis srautas jutiklio apvijoje indukuoja kintamąją įtampą, kurią įvertina mikrokompiuteris. Kad būtų registruojamas alkūninio veleno posūkio kampas, ant disko yra tarpas, kurį registruoja tas pats indukcinis jutiklis. Alkūninio veleno sūkių dažnis ir padėtis taip pat gali būti registruojami *Holo* davikliu srovės skirstytuve. Tiesioginis alkūninio veleno sūkių dažnio registravimas padidina matavimo tikslumą.

Tobulinant mikroprocesorines uždegimo sistemas, buvo atsisakyta ir mechaninio aukštosios įtampos srovės skirstytuvo. Aukštosios įtampos srovė skirstoma dviejų kibirkščių, keturių kibirkščių arba atskiromis kiekvienam cilindrai uždegimo ritėmis (10.21 pav.). Varikliams su lyginiu cilindrų skaičiumi naudojamas srovės skirstymas dviejų kibirkščių ritėmis. Tokios ritės antrinės apvijos (2) abu galai išvesti ir sujungti su uždegamųjų žvakėlių (4) gnybtais.



10.21 pav. Uždegimo ričių konstrukcija:

a – uždegimo sistema su dviejų kibirkščių uždegimo ritėmis; b – su atskiromis uždegimo ritėmis; c – su keturių kibirkščių uždegimo ritėmis; 1 – valdymo blokas, 2, 3 – uždegimo ritės pirminė ir antrinė apvijos; 4 – uždegamosios žvakės; 5 – diodai

Keturių cilindrų varikliui naudojamos dvi uždegimo ritės. Pirmosios ritės antrinės apvijos vienas galas sujungtas su pirmojo, antrasis – su ketvirtojo cilindro uždegamosiomis žvakėmis. Antrosios ritės – atitinkamai su antrojo ir trečiojo cilindrų žvakėmis. Nutraukus pirminę srovę, kibirkštis šoka abiejose žvakėse, nuosekliai sujungtose su ta pačia uždegimo rite. Viena-

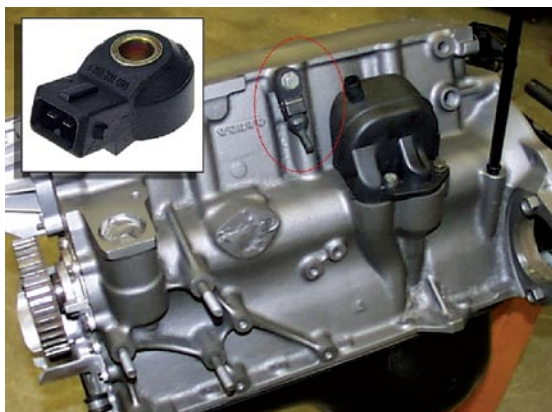
me iš cilindrų vyksta suslėgimo taktas, kibirkštis uždega mišinį; kitame – išmetimo taktas, kibirkštis šoka tuščiai. Synchronizavimui naudojamas pirmojo cilindro viršutinio galinio taško (VGT) signalas, nurodantis, kad uždegimas turi vykti pirmajame ir ketvirtajame cilindruose. Mikroprocesorius apskaičiuoja, kad alkūninis velenas pasisuka 180° kampu ir generuoja uždegimo signalą antrajam ir trečiajam cilindrams. Antro apsisukimo pradžioje VGT signalas vėl nurodo, kad kibirkštis turi šokti pirmojo ir ketvirtojo cilindrų žvakėse.

Kai variklio cilindrų skaičius nelyginis, kiekvienam cilindrui reikia atskiros uždegimo ritės. Kad mikrokompiuteris galėtų teisingai paskirstyti uždegimo signalus, reikalingas dar vienas jutiklis, registruojantis skirstymo veleno padėtį.

Keturių kibirkščių uždegimo ritėje yra dvi pirminės ir viena antrinė apvija. Antrinės apvijos kiekvienas galas per diodus sujungtas su dviem uždegamosiomis žvakėmis. Nutraukiant srovę vienoje ar kitoje pirminėje apvijoje, kibirkštis šoka dviejose žvakėse, atsižvelgiant į srovės tekėjimo kryptį.

Detonacijos reguliavimas

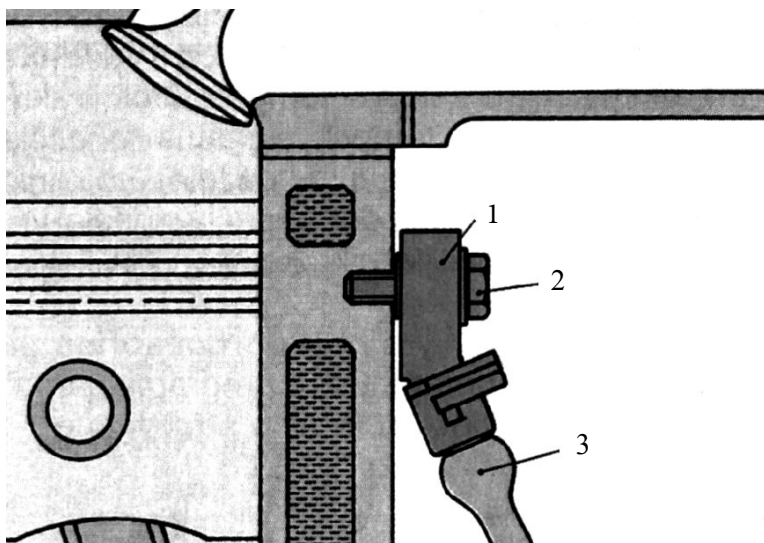
Padidinti *Oto* variklių sukimo momentą, galią ir sumažinti degalų sąnaudas galima didinant suslėgimo laipsnį, tačiau didėjant suslėgimo laipsniui, didėja detonacijos (nekontroliuojamo savaiminio degiojo mišinio užsiliepsnojimo) tikimybė. Detonacinio degimo atsiradimas, be kitų veiksnių, priklauso ir nuo uždegimo paskubos kampo. Esant didelei variklio apkrovai, ku anksčiau uždegamas mišinys, tuo didesnė detonacijos tikimybė, todėl dažniausiai nustatomas truputį mažesnis uždegimo paskubos kampas. Toks uždegimo momento pavėlinimas didina degalų sąnaudas ir mažina variklio galią. Šį trūkumą galima pašalinti naudojant detonacijos reguliavimo sistemą, kurią sudaro detonacijos jutiklis ir elektroninis valdymo blokas. Detonacijos jutiklis sudarytas iš plastikiniame korpuse ant seisminio pagrindo įtvirtinto pjezokeraminio elemento. Seisminis pagrindas gaminamas iš medžiagos, kuria lengvai sklinda virpesių sukeltos deformacijos. Elektroninis valdymo blokas gali būti atskiras arba integruotas į bendrą uždegimo sistemos ar variklio valdymo bloką. Detonacijos jutiklis tvirtinamas prie variklio bloko šono netoli cilindrų galvutės, to-



10.22 pav. Detonacijos jutiklio tvirtinimo vieta

kioje vietoje, kur geriausiai galima registruoti detonacijos sukeltus virpesius, sklindančius iš cilindro (10.22 pav.). Detonacijai reguliuoti keturių cilindro variklyje pakanka vieno jutiklio, šešių cilindro variklyje – dviejų.

Detonacijos jutiklis registruoja tipiškus garso dažnio virpesius ir paverčia juos elektriniais signalais, perduodamais elektroniniam valdymo blokui (10.23 pav.). Jis vertina jutiklio signalus. Kai nustatoma detonacija, valdymo blokas vėlina uždegimo kampą 2–3 laipsniais. Detonacijai dingus, uždegimo momentas laipsniškai didinamas. Toks reguliavimas vyksta visą darbo laiką ir didina variklio galią, efektyvumą, ekonomiškumą.



10.23 pav. 1 – detonacijos jutiklis; 2 – tvirtinimo varžtas; 3 – elektrinė jungtis

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios pagrindinės baterinės uždegimo sistemos detalės?
2. Kokia kondensatoriaus paskirtis?
3. Kokia uždegimo ritės paskirtis?
4. Kokia srovės skirstytuvo paskirtis?
5. Kodėl reikia keisti uždegimo kampą?
6. Paaiškinkite sąvokas *ankstyvas* ir *vėlyvas* uždegimas?
7. Kokius žinote uždegimo kampo reguliavimo mechanizmus?
8. Kokie yra baterinės uždegimo sistemos trūkumai?
9. Kuo skiriasi baterinė ir elektroninė uždegimo sistemos?

11. PAGRINDINIAI VARIKLIO GEDIMAI IR DIAGNOSTIKA

Variklių gedimai ir jų nustatymas

Prieš pradėdant variklio remontą, būtina nors preliminariai nustatyti gedimą, t. y. nustatyti detalę arba detales, kurios turi įtakos neteisingam variklio darbui arba neleidžia visai jį paleisti. Pirmiausia gedimus galima nustatyti iš įvairių pašalinių garsų varikliui dirbant, padidėjusio kenksmingųjų medžiagų kiekio išmetamosiose dujose, padidėjusių darbinių skysčių arba degalų sąnaudų. Teisingas įvertinimas ir priežasčių, turinčių įtakos išvardytiems trūkumams, nustatymas leidžia optimaliai organizuoti variklio priežiūrą ir remontą. Nereti atvejai, kai dėl neteisingai nustatytų nesklaidumų buvo atliekami nepagrįsti ir beprasmiški ardymo ir remonto darbai. Be kita ko, remontuojant dažnai pašalinama tik dalis gedimų, o ne priežastys, sukėlusios gedimą. Tai mažina remonto kokybę.

Prieš remontuojant variklį būtina teisingai pasirinkti metodus ir apimtis, suprasti gedimų atsiradimo priežastis ir susieti juos su variklio darbo procesais.

Pagrindinės gedimų atsiradimo priežastys

Variklio ilgaamžiškumas priklauso nuo daugelio priežasčių. Dulkės užkemša filtrus, o kartais per nesandarumus patekusios į cilindrus labai didina dilimą.

Degaluose esantys nešvarumai ir mikrodalelės taip pat užkemša filtrus. Filtrui nustojus tinkamai valyti degalus arba alyvas, nešvarumai patenka į variklį ir mažina resursą.

Didelės reikšmės variklio ilgaamžiškumui turi eksploatacijos sąlygos, dažni variklio darbo režimų pasikeitimai, dažnas įsibėgėjimas ir stabdymas. Įprasta, kad variklis, ilgą laiką dirbantis nuolatiniiais režimais, tarnauja daug ilgiau.

Reikia atsižvelgti ir į klimato sąlygas, kuriomis eksploatuojamas automobilis. Šalto variklio paleidimas esant neigiamajai temperatūrai prilygsta keletui šimtų kilometrų ridai.

Labai didelės reikšmės variklio ilgaamžiškumui turi kvalifikuota ir laiku atlikta techninė priežiūra. Teisingas filtrų ir alyvų parinkimas, jų keitimas laiku labai svarbus eksploatuojant variklį. Klaidos šioje srityje gali sumažinti variklio tarnavimo laiką daug kartų. Netinkamos variklio alyvos naudojimas važiuojant automobiliu keletą tūkstančių kilometrų stipriai išdildo alkūninį veleną ir dujų skirstamojo veleno slydimo guolius. Tinkamos alyvos parinkimas ypač svarbus didelių sukčių varikliams su turbopripūtimu. Turbina yra nepaprastai jautrus mazgas, kuriam tepimo sutrikimai turi didelės reikšmės.

Aušinimo sistemos nehermetiškumas, termostato, ventiliatoriaus gedimai keičia variklio šiluminį režimą. Variklis gali būti perkaitinamas. Tokio perkaitinimo pasekmė – cilindrų bloko ir galvutės tarpinės sandarumo pažeidimai. Dėl pažeidimų aušinamieji skysčiai gali patekti į tepimo sistemą, todėl alkūninis švaistiklio mechanizmas gali būti nepataisomai sugadintas.

Viena iš pagrindinių variklių gedimų priežasčių – nekvalifikuota jų techninė priežiūra. Dažniausiai pasitaikančias variklių gedimų priežastis galima skirstyti į tris grupes:

- nekvalifikuota priežiūra ir eksploatacija;
- natūralus dilimas;
- mechaniniai pažeidimai.

Visi varikliai turi tam tikrą konstrukciškai nustatytą resursą, kuris dažniausiai išreiškiamas nuvažiuotu kilometražu. Per visą variklio eksploataavimo laiką vyksta natūralus dilimas, kurio išvengti neįmanoma. Šiuo metu gaminamiems varikliams, atsižvelgiant į paskirtį ir eksploataavimo režimą, resursas būna 500 000 ir daugiau tūkstančių kilometrų. Varikliai, atidurbę nustatytą laiką, dažniausiai daugiau naudoja degalų ir tepimo alyvos, padidėja kenksmingųjų medžiagų kiekis išmetamosiose dujose, triukšmas. Tokį variklį sunkiau paleisti, eksploatuojant didėja išlaidos.

Ekonominiai (alyvos sunaudojimo padidėjimas) ir ekologijos (išmetamosiose dujose esančių kenksmingųjų medžiagų kiekis) reikalavimai nulemia, kad, padidėjus alyvos sąnaudoms daugiau kaip 1–1,5 litro tūkstančiui kilometrų, variklis jau yra pasiekęs ribą, kai būtina jį pakeisti arba remontuoti. Retai eksploatuojamiems ir dirbantiems režimu, kai automobilis dažnai paleidžiamas ir išjungiamas (dažniausiai miesto režimas), šios normos gali būti truputį didesnės, tačiau tokie varikliai dirba daug sunkesnėmis sąlygomis, kas gerokai mažina jų resursą, taip pat intervalus tarp techninių priežiūrų ir remontų.

Varikliai dažniausiai genda dėl eksploatacijos, kai atskiros jų dalys veikiamos didesniu negu leistina jėgų arba temperatūrų. Kad būtų teisingai nustatytas gedimas, būtina išmanyti apie variklio darbą esant tam tikriems jo sutrikimams.

Variklio veikimas esant nepakankamam tepimui

Eksploatuojant automobilį, jo gedimai dėl nepakankamo tepimo vieni iš dažniausių. Kai sutrinka tepimas, pirmiausia pradeda kaisti slydimo guoliai ir juose po kelių sekundžių pradeda plyšinėti alyvos plėvelė. Suardomas slydimo guolių frikcinis sluoksnis. Toliau procesas gali vykti dvejopai, atsižvelgiant į variklio sukčius. Jeigu sukčiai dideli, pirmiausia prasisuka švaistiklio kakliukų įdėklai. Esant mažiems sukčiams variklis gali užsikirsti (sustoti). Šioje situacijoje tai vienas iš palankiausių variantų, nes alkūninis velenas ir švaistikliai dar nebuvo sugadinti. Bandymai dar kartą užvesti šitaip užsikirtusį variklį tik pablogina situaciją. Varikliui, nors nesklinda jokių pašalinių garsų, liko tik keletas minučių darbo, o būsimas remontas bus brangus.

Šis gedimas dažniau būdingas naujesniems varikliams, kai tarpai tarp besitrinančių dalių yra minimaliausi. Ploni švaistiklių įdėklai labai greitai įkaista lizduose, prasisuka, o tai rečiau atsitinka automobiliams, kurių storesni pagrindiniai įdėklai. Prasisukus įdėklams, ant alkūninio veleno kakliukų prikepa įdėklų paviršiaus medžiaga. Dažnai senesniuose varikliuose, prieš prasisukant įdėklams, girdėti būdingi garsai (kalenimas). Padidėję slydimo guolių tarpai leidžia varikliui dirbti ilgiau. Labiau pažeidžiami stūmokliai, žiedai ir cilindro darbiniai paviršiai.

Nesvarbu, ar prasisuko slydimo guolis, ar ne, net ir atstačius tepimą ant jo ir alkūninio veleno kakliukų lieka negrįžtamų pakitimų, kurie labai sumažina variklio resursą ir darbo kokybę.

Senesniuose varikliuose dėl sumažėjusio slėgio nepakankamai tepamas dujų skirstymo mechanizmas ir ypač dujų skirstymo velenas, nes jis įtaisomas aukščiausiai. Įjungiant variklį vyksta dalinis tepimas, bet jo nepakanka. Tokių gedimų tikimybę labai didina netinkamos klampos alyvų naudojimas, nekokybiški alyvos filtrai, dažnas variklio paleidimas ir išjungimas.

Skirstymo veleno atraminiai kakliukai dažnai montuojami tiesiai aliumininiame cilindro galvutės korpuse. Tokie mazgai ypač jautrūs mažiausiems tepimo sutrikimams.

Kai dujų skirstymo mechanizme naudojami hidrokompensatoriai, variklyje atsiradus greitai dylandčiai detalei, tepimo alyvoje labai padidėja mechaninių dalelių. Jos greitai užkemša filtrą, o patekusios į kompensatorių jį sugadina.

Nepakankamas tepimas dažnai būna poros stūmoklis-cilindras gedimų priežastis. Dažnai pirmiausia veikiama stūmoklio sijonėlio apatinė dalis, bet, netepamam varikliui sukantis toliau, pažeidžiamas visas stūmoklis. Dalis jo medžiagos prikempa prie cilindro sienelių.

„Alyvos bado“ režimas būdingas ne tik seniems automobiliams, bet ir naujesniems, kurių variklis dar pakankamai tvarkingas. Jo priežastys dažniausiai būna neteisingos eksploatacijos ir techninės priežiūros pasekmė. Galimi ir alyvos praradimai užvažiavus ant kliūtis ir pramušus karterio dugninę, netinkamų alyvų naudojimas ir t. t.

Užvedant variklį esant neigiamajai temperatūrai tepimo dažniausiai nepakanka, nors iki -20°C didesnių sutrikimų neturėtų būti. Žemesnės temperatūros gali sukelti nemažai problemų.

Labai didelės įtakos variklio tepimo sistemos darbui turi tinkamas alyvų parinkimas.

Naudoti alyvų, geresnių, negu numatytos konkrečiam varikliui, nedraudžiama. Kai kada tokie pakeitimai net padidina variklio resursą, tačiau ne visada ekonomiškai apsimoka. Blogiau būna, kai naudojamos nekokybiškos ir neaiškios kilmės alyvos. Tarkim, transformatorių alyvos, kurios pakenčiamai dirba esant aukštesnei temperatūrai, tačiau šaltos tirštėja ir sudaro daug sunkumų užvedant. Tokiose alyvose esančios dervos ir degėsiai nusėda ant cilindro sienelių, tepimo ertmėse ir labai pablogina variklio darbo sąlygas. Siera ir vanduo, esant aukštai temperatūrai, aktyviai reaguoja su metalais. Vykstant tokioms reakcijoms atsirandančios mikrodalelės užteršia alyvą, filtrus, sukelia dar didesnę dilimą ir mažina resursą.

Specialių plaunančių alyvų naudojimas prieš pilant naują alyvą buvo labai madingas prieš 10–15 metų. Pastaruoju metu toks būdas beveik nenaudojamas, nes jose gausu labai agresyvios medžiagos, ardančios nuodegas ir dervas, susikaupusias ant variklio dalių, ir išlaisvinančios daugybę mikrodalelių, kurios labai padidina mechaninį variklio dilimą, o kai kada užkemša alyvos priėmimo vamzdį arba nedidelio skersmens tepimo kanalus.

Nuodegų ir dervų susikaupimas ant cilindrų sienelių ir ypač žiedų grioveliuose priklauso ne tik nuo alyvos kokybės, bet ir nuo variklio darbo režimo. Važinėjant mažais atstumais, dažnai paleidžiant ir išjungiant variklį, alyva nesusėja įkaisti iki darbinės temperatūros. Žalingų medžiagų kaupimasis tuo metu intensyviausias. Gamintojai leidžia didinti alyvos keitimo intervalus intensyviai dirbantiems varikliams. Aukščiausios kokybės alyvą naudojan- tiems ir nuolat dirbantiems varikliams leidžiama jas keisti kas 30 000–60 000 kilometrų (leng- viesiems automobiliams) ir kas 100 000–150 000 km (krovininiams), tačiau tokiam pačiam automobiliui su tokiu pačiu varikliu miesto sąlygomis (pristatymo automobilis, taksi) alyvos keitimo intervalas sumažėja dvigubai, o naudojant ne geriausios kokybės alyvą – ir dar dau- giau. Minėti veiksniai gal ne tiek reikšmingi lengviesiems automobiliams, kurių tepimo siste- ma užpildoma 4–6 litrais alyvos, tačiau krovininių automobilių sistemos „apetitas“ – 30–50 litrų. Susidaro nemažos sumos.

Laiku nekeistos alyvos, jeigu variklis eksploatuojamas normaliai, pirmiausia didina sly- dimo guolių dilimą. Būtina atsižvelgti ir į tai, kad nekokybiškos ir panaudotos alyvos stipriai didina guminių detalių dilimą. Į tai būtina atsižvelgti remontuojant variklį.

Stūmoklių tepalo žiedų grioveliuose užsikoksavus alyvai, variklis, normaliai naudojęs alyvą, staiga labai smarkiai pradeda imti daugiau. Laiku to nepastebėjus, galima sulaukti labai nemalonių pasekmių. Dažniausiai išsilydo alkūninio veleno slydimo guoliai, sugenda turbo- kompresorius ir t. t. O nemaloniausia, jog alyvos slėgio kontrolės įranga tokiais atvejais nesig- nalizuoja apie atskirų variklio dalių tepimo sutrikimus ir būna sunku kaltinti vairuotoją dėl brangiai kainuojančių dalių remonto.

Laiku nustatyti alyvos lygio sumažėjimą leidžia davikliai, įrengti visuose varikliuose. Su- trikus tepimui, tai pats paprasčiausias ir patikimiausias būdas. Dar apie tai galima spręsti iš variklio garso pasikeitimo. Nutrūkus tepimui, alyvos trūkumą pirmiausia pradeda jausti du- jų skirstymo mechanizmo detalės ir ypač kompensatoriai. Garsus sausas kalenimas – negin- čijamas signalas, kad tepimas sutriko. Tai rodo ir užsidegusi signalinė alyvos slėgio lemputė. Hidrokompensatoriai nustoja veikti, kai slėgis tepimo sistemoje sumažėja iki 0,1 MPa. Varik- lio darbo garsas pasikeičia, tačiau alyvos slėgis dar pakankamas, kad nesugestų pagrindiniai mazgai. Nesigirdint kalenimo, galima teigti, kad alyvos tiekimas nenutrūko ir variklis norma- liai tepamas toliau, tačiau sugedo alyvos slėgio daviklis. Tepimo sutrikimų atsiranda ir dėl gry- nai mechaninių priežasčių.

Variklio karterio deformacijos arba pažeidimai

Pramušus karterio dugninę labai greitai prarandama alyva ir padėtį ištaisyti gali tik stai- gus variklio stabdymas, tikintis, kad per laiką, kurį sukosi, netepamos dalys nesusėję įkaisti ir sugesti. Kai karterio dugninė deformuojama, sutrikimus nustatyti sunkiau. Alyvos priėmi- mo anga gali būti tik iš dalies uždengiama, o tai blogina cirkuliaciją. Tokie varikliai dažniau- siai staiga nesugenda.

Variklio ilgaamžiškumui didelės įtakos turi pašalinės medžiagos, patenkančios į ne- hermetišką tepimo sistemą. Dulkės, drėgmė, aušinamieji skysčiai ir degalai, įvairiais būdais

patenkantys į tepimo sistemą, mažina alyvų ilgaamžiškumą ir gerąsias savybes. Į tepimo sistemą patekusios dulkės nesukelia staigaus variklio darbo sutrikimo, tačiau didesnis vandens arba aušinamojo skysčio kiekis gali turėti labai negatyvių pasekmių ir sugadinti variklį nepataisomai.

Degalai, patenkantys į alyvas, smarkiai mažina jų lipnumą, o tai apsunkina tepimo plėvelės susidarymą. Dar reikia atkreipti dėmesį, kad degalų garai per alsuoklį patenka į įsiurbimo kolektorių, dėl pariebėjusio mišinio variklis pradeda dirbti nestabiliai.

Variklio perkaitinimas

Variklio temperatūros režimo sutrikimus dažniausiai nulemia nesandarumai aušinimo sistemoje, dėl to prarandama aušinamojo skysčio ir jo nepakanka normaliai darbinei temperatūrai užtikrinti. Kartais per nehermetišką cilindro galvutės tarpinę į aušinimo sistemą patenka deginių ir dėl to staigiai pakyla aušinamojo skysčio temperatūra, sutrinka variklio šiluminis balansas.

Variklį galima perkaitinti ir nekvalifikuotai atliekant remonto bei techninės priežiūros darbus. Nešvarūs, uždengti aušinimo radiatorių paviršiai, neveikiantys ventiliatoriai, neteisingai sureguliuotas uždegimo paskubos kampas gali turėti labai žymių ir brangiai kainuojančių pasekmių.

Kalbant apie mechaninius aušinimo sistemos pažeidimus, didžiausios įtakos tam turi guminių jungčių ir metalo senėjimas. Lentelėje (222 p.) nurodyti būdingiausi aušinimo sistemos sutrikimai.

Aušinimo sistemos sutrikimai

Dažnai aušinimo sistema turi gana aukštą darbinę temperatūrą. Išsihermetizavus (dažniausiai per netvarkingą įpylimo kamštį arba per nesandarumus jungtyse) aušinimo skystis pradeda virti. Verdant susidarantys garai dar pablogina šiluminį balansą.

Aušinimo efektyvumo sumažėjimas blogina šilumos atidavimą iš stūmoklio cilindro sienelėms. Stūmoklio temperatūra kyla, ir mažėja šiluminis tarpelis tarp stūmoklio ir cilindro sienelių. Atskirose stūmoklio sijonėlio vietose tarpelis visai išnyksta. Stūmoklis pradeda spausti cilindro sieneles. Papildoma trintis dar labiau didina temperatūrą kontakto vietoje. Įkaitusi alyva pradeda prarasti savo savybes. Tepimo plėvelė pradeda trūkinėti. Prasideda pusiau sausoji trintis. Stūmoklis kontakto vietoje pradeda lydėtis. Dalis susilydžiusio metalo prikepa prie cilindro sienelių ir sudaro nelygumus, dar didindamas trintį. Procesas vyksta labai greitai, ir variklis galutinai sugadinamas.

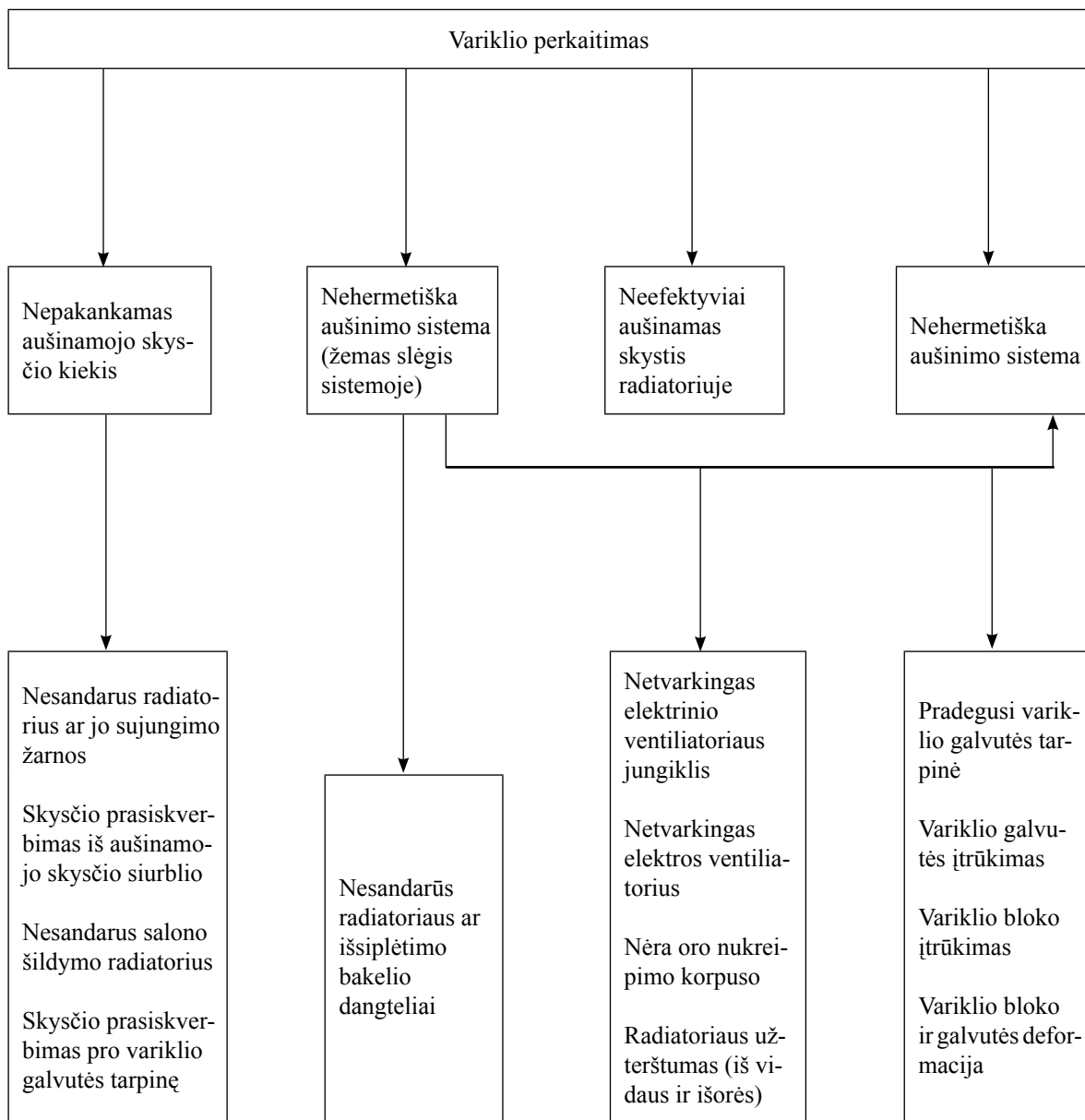
Ataušinus variklį stūmokliai būna nepataisomai deformuoti, o ant cilindro sienelių lieka prikepusių jų liekanų. Tada dažnai reikia keisti daug pagrindinių dalių, o tai brangiai kainuoja.

Didelis variklio perkaitinimas neretai deformuoja cilindro galvutę. Dėl aukštų temperatūrų kartais pažeidžiami vožtuvų lizdai. Ataušus lizdams, jie netenka tvirto kontakto su galvu-

te ir iškritę pažeidžia kitus variklio mazgus. Perkaitinto variklio galvutės panaudojimas (nors vizualiai ji atrodo gerai) labai rizikingas.

Ilgai dirbančių dyzelinių variklių purkštuvų įsukimo vietose atsiranda nesandarumų, pro kuriuos iš pradžių veržiasi degalai, o vėliau – ir deginiai. Tai visiškai sugadina galvutę.

Variklio perkaitinimas taip pat turi nelengvų pasekmių. Pažymėtina, kad perkaitinimas vyksta šiek tiek lėčiau, ir patyręs vairuotojas gali lengviau jį pastebėti. Apie variklio šiluminį balansą vairuotojui signalizuoja aušinamojo skysčio temperatūros daviklis. Šiuolaikiniuose varikliuose matuojama aušinamojo skysčio, ištekancio iš galvutės, temperatūra. Ji dažniausiai neviršija 90–100 °C.



Variklio veikimas naudojant netinkamus degalus

Benzininiai varikliai, kurie dirba naudodami žemesnio negu numatytas oktaninio skaičiaus benzina, stipriai detonuoja. Tokį variklio darbą kartais lemia netinkama automobilio techninė priežiūra ir aptarnaujančiojo personalo kvalifikacijos stoka. Senesniuose varikliuose yra mechaninio uždegimo paskubos kampo reguliavimo galimybė. Panaudojus žemesnio oktaninio skaičiaus benzina, rankiniu būdu įmanoma sureguliuoti, kad detonacijų nebūtų, bet tada uždegimo paskubos kampas nustatomas daug ankstesnis, o tai padidina temperatūrą ir nuostolius dėl padidėjusio pasipriešinimo sukimuisi.

Šiuolaikiniuose varikliuose dažniausiai nėra galimybės rankiniu būdu reguliuoti uždegimo paskubos kampą, o antidetonacinio daviklio galimybės gana ribotos.

Ypač pažeidžiami alkūninio švaistiklio mechanizmo elementai. Dažniausiai nukenčia stūmokliai. Išlūžusios pertvaros tarp žiedų – tai požymis, kad variklį eksploatuojant buvo naudojamas netinkamas benzinas.

Dyzelinuose varikliuose netinkami degalai sukelia nemažai gedimų. Kuo žemesnis cetanis skaičius, tuo degalų įpurškimo laiką reikia vėlinti, o degimas vyksta greičiau ir stūmoklius veikia didesnės smūginės apkrovos. Netinkamų degalų naudojimas sąlygoja variklio kalenimus ir garsesnę negu įprasta darbą. Stūmoklių pertvarų pažeidimai – dažniausiai pasitaikantys gedimai. Pažymėtina, kad analogiški pažeidimai būna ir dėl degalų tiekimo sistemų gedimų arba neteisingo reguliavimo.

Dažnai būna atveju, kai stūmokliai pažeidžiami naudojant lengvai užsiliepsnojančius skysčius, skirtus varikliui paleisti esant neigiamosioms temperatūroms palengvinti. 1 cm³ tokio skysčio, įpurkštas į dyzelinio variklio įsiurbimo kolektorių, gali išlaužti visas vožtuvų pertvaras.

Nekokybiški degalai dažnai būna maitinimo sistemos gedimų priežastis. Todėl būtina, kad degalai, prieš patekdami į siurblių, būtų gerai išvalyti. Jiems išvalyti įrengiama keletas filtrų.

Hidraulinis smūgis cilindre

Hidraulinis smūgis cilindre įvyksta, kai į jį patenka skysčių. Dažniausiai tai atsitinka, kai per oro tiekimo sistemą į cilindrus įsiurbiamas vandens.

Jeigu vandens, patekusio į cilindrus, tūris artimas arba viršija degimo kameros tūrį, tai artėdamas prie VGT stūmoklis įsirems į vandenį. Alkūninio veleno sukimo jėgos veikia stūmoklis spaus vandenį. Vanduo beveik nesusispaudžia, todėl slėgis labai padidėja. Variklis sustoja staiga. Jėgos būna tokios didelės, kad sugniuždomas, o kartais ir sulaužomas stūmoklis. Alkūninis velenas dažniausiai atlaiko apkrovas. Sulūžus švaistikliui, velenas gali prasisukti toliau, o tai dar padidina gedimų mastą. Nulūžęs švaistiklio galas nepataisomai sugadina variklio bloką.

Hidraulinis smūgis gali susidaryti ne tik dėl vandens patekimo į cilindrus per įsiurbimo kolektorių. Atsiradus nesandarumams tarp cilindro bloko ir galvutės, aušinamojo

skysčio gali patekti į cilindrus. Žinomi atvejai, kai staiga sugedus turbinai į cilindrą būdavo išmetama daug alyvos.

Variklio mechaninės dalies diagnostika

Gedimai gali būti nustatomi įvairiais būdais, atsižvelgiant į variklio būklę, darbuotojų kvalifikaciją ir turimą diagnostinę įrangą. Labai svarbu nustatyti gedimą dar prieš pradėdant remontą. Tiksliai jį nustačius pavyksta tiksliausiai ir pigiausiai pašalinti gedimą.

Variklio gedimai būna 2 rūšių – mechaniniai ir variklio darbą aprūpinančių sistemų gedimai.

Mechaninius gedimus galima nustatyti tik vizualiai arba variklį išardžius. Kitų sistemų gedimams nustatyti gamintojai rekomenduoja naudoti įvairiausių įrangą. Sunkiau gedimus rasti, kai variklio neįmanoma paleisti. Tokiu atveju svarbiausia personalo kvalifikacija ir patirtis.

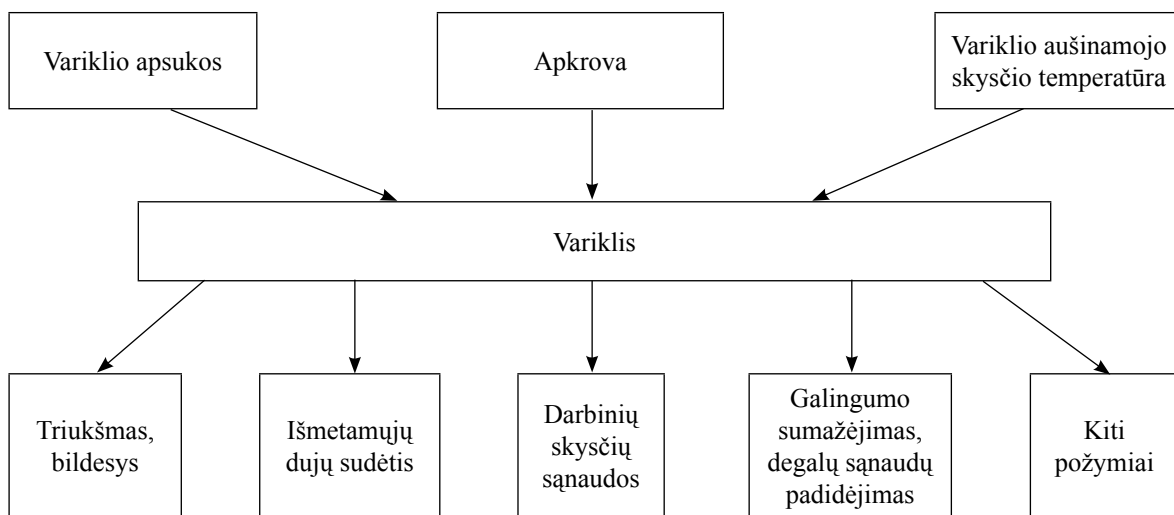
Rasti mechaninius gedimus kartais būna pakankamai komplikuoti. Geriausia diagnostinė aparatūra neparodys, iš kur variklyje atsirado pašalinis garsas arba kodėl padidėjo alyvos sąnaudos. Taip pat tiksliai nustatyti kai kuriuos variklio darbą užtikrinančių sistemų gedimus galima tik pagal išorinius požymius, t. y. analizuojant jo darbą.

Teisingas diagnozavimo būdų parinkimas lemia būsimų darbų kokybę.

Variklio gedimų nustatymas pagal išorinius požymius

Dirbantis variklis skleidžia daug įvairių garsų. Teisingas ir kvalifikuotas jų įvertinimas gali suteikti daug vertingos informacijos apie variklio būklę ir galimus gedimus. Dar daugiau, kai kuriuos įmanoma nustatyti tik tokiu būdu. Tokiems išoriniams požymiams priskiriami įvairūs pašaliniai garsai, išmetamųjų dujų spalva ir sudėtis, alyvos ir aušinamojo skysčio sąnaudos eksploatuojant variklį.

Bendra variklio būklės įvertinimo schema



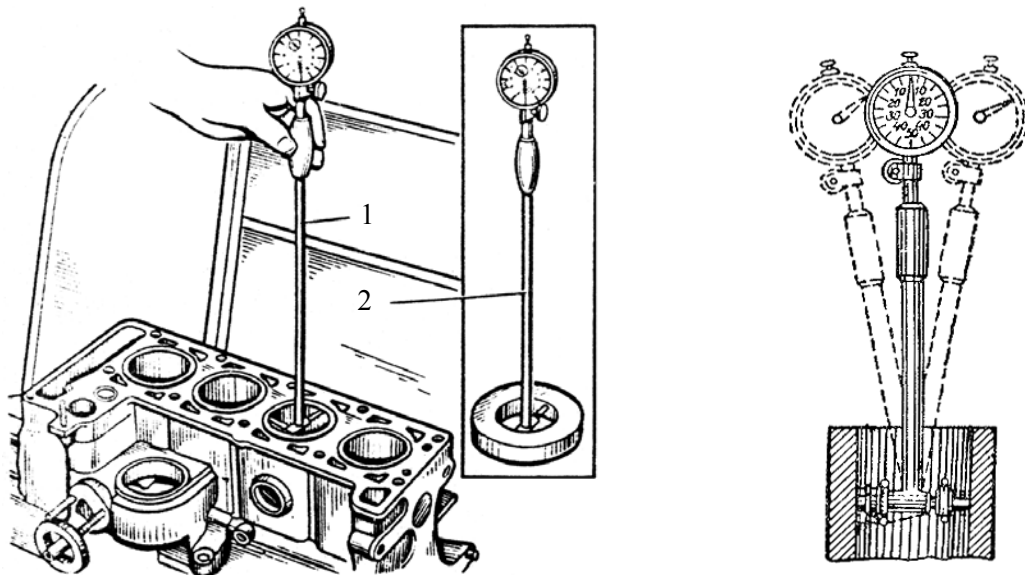
Jeigu į variklį žiūrima kaip į „juodą dėžę“, nesuprantant jame vykstančių procesų, kvalifikuotos diagnostikos atlikti neįmanoma. Tikrinimas ir gedimų paieška turi būti organizuota pagal tam tikrą seką. Reikia palaiptamsiui atmetimo būdu šalinti gedimų galimybes, kol paieška susiaurėja iki vieno arba kelių galimų variantų.

Deja, mechaninei variklio daliai labai sunku pritaikyti vieną algoritimą. Gedimų įvairovė ir atsiradimo priežasčių tiek daug, kad sunku panaudoti kurią nors teoriją. Šiuo atveju svarbiausia būna personalo kvalifikacija.

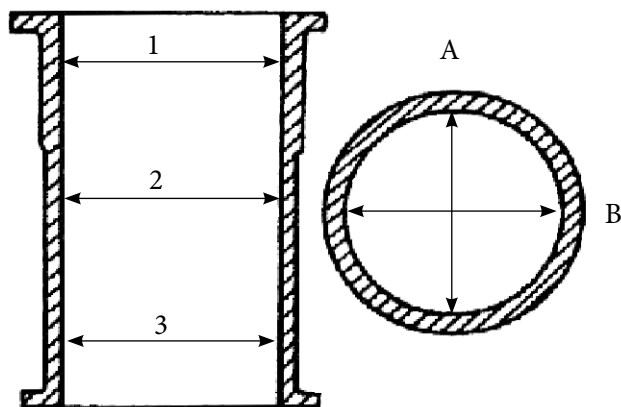
Galimų remontuoti variklio dalių remonto būdai

Variklio alkūniniam švaistiklio mechanizmui priklauso šios detalės: cilindrai, stūmokliai, stūmoklio žiedai, stūmoklio pirštai, švaistiklis, alkūninis velenas, švaistiklio bei pagrindiniai slydimo guoliai ir smagratis. Išoriniai šios grupės detalių sudilimo požymiai: padidėjęs kenksmingųjų medžiagų išmetamosiose dujose kiekis, pagrindinėje tepalo magistralėje krinta tepalo slėgis, variklyje girdėti bildesiai. Jie atsiranda dėl alkūninio švaistiklio mechanizmo detalių besitrinančių paviršių natūralaus sudilimo ir tarpelio tarp jų padidėjimo. Padidėjus tarpeliui tarp cilindrinės-stūmoklinės grupės detalių, krinta slėgis (kompresija) cilindruose, daugiau sunaudojama tepalo. Padidėjus alkūninio veleno slydimo guolių tarpeliui, krinta tepalo slėgis pagrindinėje tepalo magistralėje.

Cilindrai. Cilindrų ir cilindrų įvorių paviršiai išdyla netolygiai (11.1 ir 11.2 pav.) tiek išilgai ašies, tiek pagal apskritimą. Pagal apskritimą įvorės labiau išdyla švaistiklio švytavimo plokštumoje, o išilgai ašies – kompresinių žiedų zonoje.



11.1 pav. Vidmačių matavimas:
1 – vidmatis; 2 – vidmačio kalibravimas



11.2 pav. Cilindro matavimo schema:
1, 2, 3 – matavimo vietos; A, B – matavimo kryptys

Atsižvelgiant į cilindro išdilimą, remontuojama ištekinant arba šlifuojant, o paskui honinguojant arba tik honinguojant iki remontinių matmenų. Honinguojant gaunamas labai tikslus ir nešiurkštus cilindro apdirbto paviršiaus mikroprofilinis tinklelis, kuris dirbant varikliui gerai laiko alyvą ant skylės sienelių.

Ruošinių paviršiai apdirbami smulkiagrūdžiais abrazyviniais stulpeliais, įtvirtintais honingavimo galvutėje. Galvutė sukasi ir kartu atlieka išilgai apdirbamos ruošinio ašies slinkimo-grįžimo judesį per tam tikrą aukštį.

Stūmokliai gaminami normalaus ir remontinių matmenų. Jų skersmuo būna atitinkamai didesnis. Skirtingi gamintojai naudoja įvairius remontinius matmenis, tačiau kiekvienas kitas didėja 0,2–0,4 mm. Sudyla stūmoklių kreipiamoji dalis, grioveliai žiedams uždėti ir skylės prielajose stūmoklio pirštui tvirtinti. Stūmokliai ir stūmokliniai žiedai ne remontuojami, o pakeičiami.

Stūmokliniai pirštai ir švaistikliai ne remontuojami, o keičiami.

Alkūninis velenas sudyla ties pagrindinių ir švaistiklio kakliukų zona. Kakliukų formai atstatyti jie šlifuojami iki remontinių matmenų, o paskui poliruojami.

Alkūninis velenas brokuojamas, jeigu įskilę arba įlūžę žastai ir kakliukai, jeigu kakliukuose yra brėžių, atšaižų, įkirtimų, kurių negalima pašalinti šlifuojant, taip pat kai sumažėja kakliukų paskutinio remontinio matmens skersmuo.

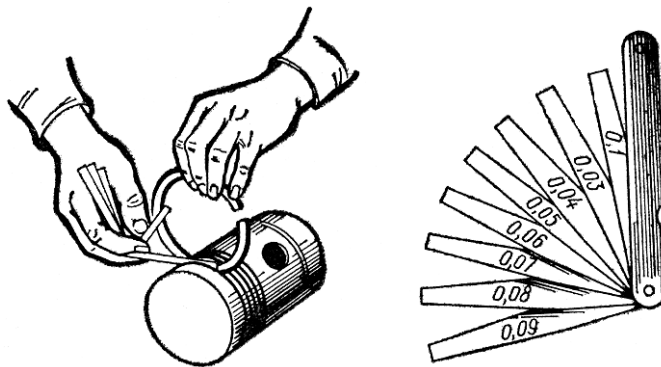
Remontuojamų variklių slydimo guoliai dažniausiai keičiami naujais; jie parenkami pagal alkūninio veleno kakliukų remontinį dydį.

Prieš dedant stūmoklinius žiedus ant stūmoklių tikrinamas jų tamprumas, išmatuojamas tarpelis tarp žiedo ir griovelio (11.3 pav.).

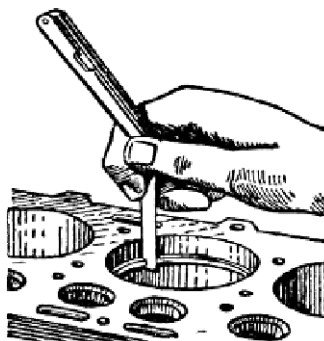
Standartinių ir remontinių žiedų šiluminis tarpelis turi atitikti gamintojų nustatytus reikalavimus (11.4 pav.).

Žiedų spygnos normalus tarpelis, jei cilindro skersmuo:

- iki 100 mm – 0,25–0,30 mm;
- nuo 100–150 mm – 0,4–0,6 mm.



11.3 pav. Tarpelio tarp stūmoklio griovelio ir žiedo matavimas



11.4 pav. Žiedų šiluminio tarpelio matavimas



11.5 pav. Stūmoklių orientavimo žymės

Tarpeliai tarp kompresinio žiedo ir stūmoklio griovelio – 0,08–0,12 mm, o tarp tepalo žiedo ir stūmoklio griovelio – 0,04–0,08 mm.

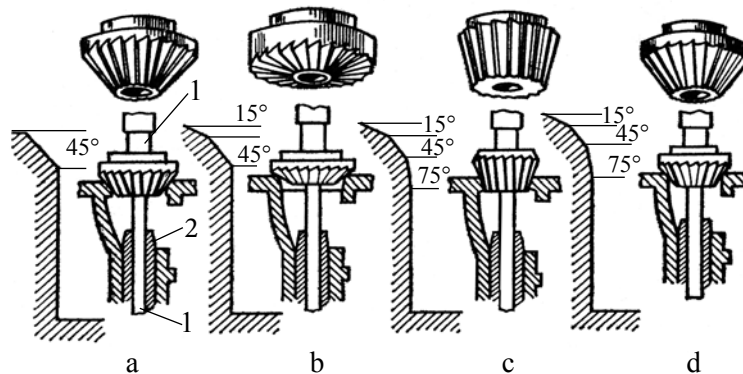
Švaistikliai, kaip ir stūmokliai, parenkami atsižvelgiant į masę. Vieno variklio švaistiklių masės skirtumas neturi viršyti 5 g, o stūmoklių – 2–3 g.

Montuojant stūmoklius ir švaistiklius reikia laikytis nustatyto šių detalių orientavimo (11.5 pav.).

Pagrindiniai cilindų galvutėlių defektai: įskilę ir sudilę vožtuvų lizdai; koroziskai susidėvėjusios galvutės, pagamintos iš aliuminio lydinių; sudilę sriegiai; neplokščias paviršius, gulantis ant cilindų bloko.

Galvutės paviršius, gulantis ant cilindų bloko, šlifuojamas. Prieš surenkant galvutės tikrinamos specialiuose hidrauliniuose stenduose.

Vožtuvų lizdai. Dažniausiai visų remontuojamų variklio galvutėlių vožtuvų lizdai būna daugiau arba mažiau išdilę. Smūginės apkrovos, patenkančios anglies ir abrazyvinės dalelės, aukšta temperatūra – visa tai, dėl ko dyla lizdai ir patys vožtuvai. Atsižvelgiant į sudilimą, vožtuvų lizdai atstatomi frezuojant arba šlifuojant nuožulas, arba įdedant naujus lizdus. Nuožulų forma atstatoma frezuojant. Tam tikslui naudojamos specialios frezos, gilintuvai, kurių pjovimo briaunos kampas 15, 45 ir 75°. Lizdai apdirbti frezos užmaunamos ant įtvaro, kurio galas įstatomas į vožtuvo kreipiamosios įvorės, presuotos į galvutę, skylę. Be to, freza centruojama įvorės skylės centro atžvilgiu. Lizdo apdirbimo kokybė bus gera, jeigu naudojamos kreipiamosios įvorės nebus nudilusios daugiau negu leistina be remonto.



11.6 pav. Vožtuvų lizdų remontas

Lizdų apdirbimo trukmei sutrumpinti rekomenduojama tokia frezavimo tvarka (11.6 pav.):

- paruošiamąja 45° kampo freza nuimti nuožulą tiek, kad neliktų dilimo pėdsakų; nuimama nuožula turi būti šiek tiek platesnė už normalią nuožulą;
- 15° kampo freza nuimti nuo lizdo paviršiaus tokį metalo sluoksnį, kad susidarytų aiški 45° nuožulos viršutinė briaunelė;

- c) 75° kampo freza nuimti tokį metalo sluoksnį, kad susidarytų 45° nuožulos apatinė briaunelė;
- d) baigiamąja 45° kampo freza pavalyti nuožulą, kol bus gauta 2–3 mm pločio darbinė nuožula.

Vožtuvai. Vožtuvuose pagal skersmenį ir iš galo nudyta nuožulos, galvutės ir stiebeliai. Šie defektai pašalinami šlifuojant.

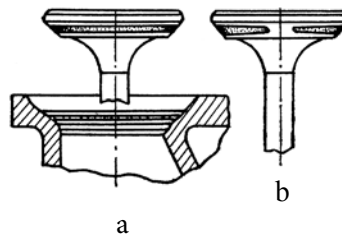
Kad vožtuvo galvutė glaudžiai prigultų lizde, ji pritrinama (11.7 pav.). Dažniausiai tai daroma, jeigu lizdai nelabai sudilę ir po jų frezavimo. Pritrinama rankomis arba pritrynimo staklėmis. Pritrynimui naudojamos specialios pastos. Vožtuvas įstatomas į kreipiamąją įvorę, užmovus po galvute silpną spyruoklę, kuri laiko vožtuvą 10–15 mm virš galvutės plokštumos. Vožtuvo nuožula aptepama pasta ir slenkamuuju-grįžtamuuju judesiu per apsisukimo į vieną pusę ir per apsisukimo į kitą pusę vožtuvas pritrinamas prie lizdo. Keičiant sukimo kryptį ir kartu keliant alkūninį gręžtuvą, užmauta spyruoklė pakelia vožtuvą, be to, kartu su slenkamuuju-grįžtamuuju judesiu vožtuvą reikia laipsniškai sukuti kuria nors viena kryptimi. Trinama tol, kol kūginiuose galvutės ir lizdo paviršiuose susidaro lygi matinė žiedinė juostelė. Negali būti jokių įtrūkių, taip pat pastebimų įdubimų galvutės paviršiuje. Įvairių markių variklių matinės juostelės plotis 1–2 mm. Atstumas nuo jos viršutinio kraštelio iki cilindrinės juostelės krašto turi būti ne mažesnis kaip 1,5 mm.

Pritrynus vožtuvus, cilindrų galvutė plaunama ir tikrinamas jos hermetiškumas.

Variklio ir kai kurių jo dalių remontas – labai sudėtingas procesas. Ypač svarbu nustatyti viso variklio arba atskirų jo mazgų gedimus.

Lentelėse pateikti susisteminti pagrindiniai variklio mazgų ir sistemų defektai ir jų nustatymo būdai. Kvalifikuotas automechanikas, remdamasis išoriniais požymiais arba iš dalies išardydamas variklį, nustato gedimus ir sprendžia, kokius remonto metodus naudoti.

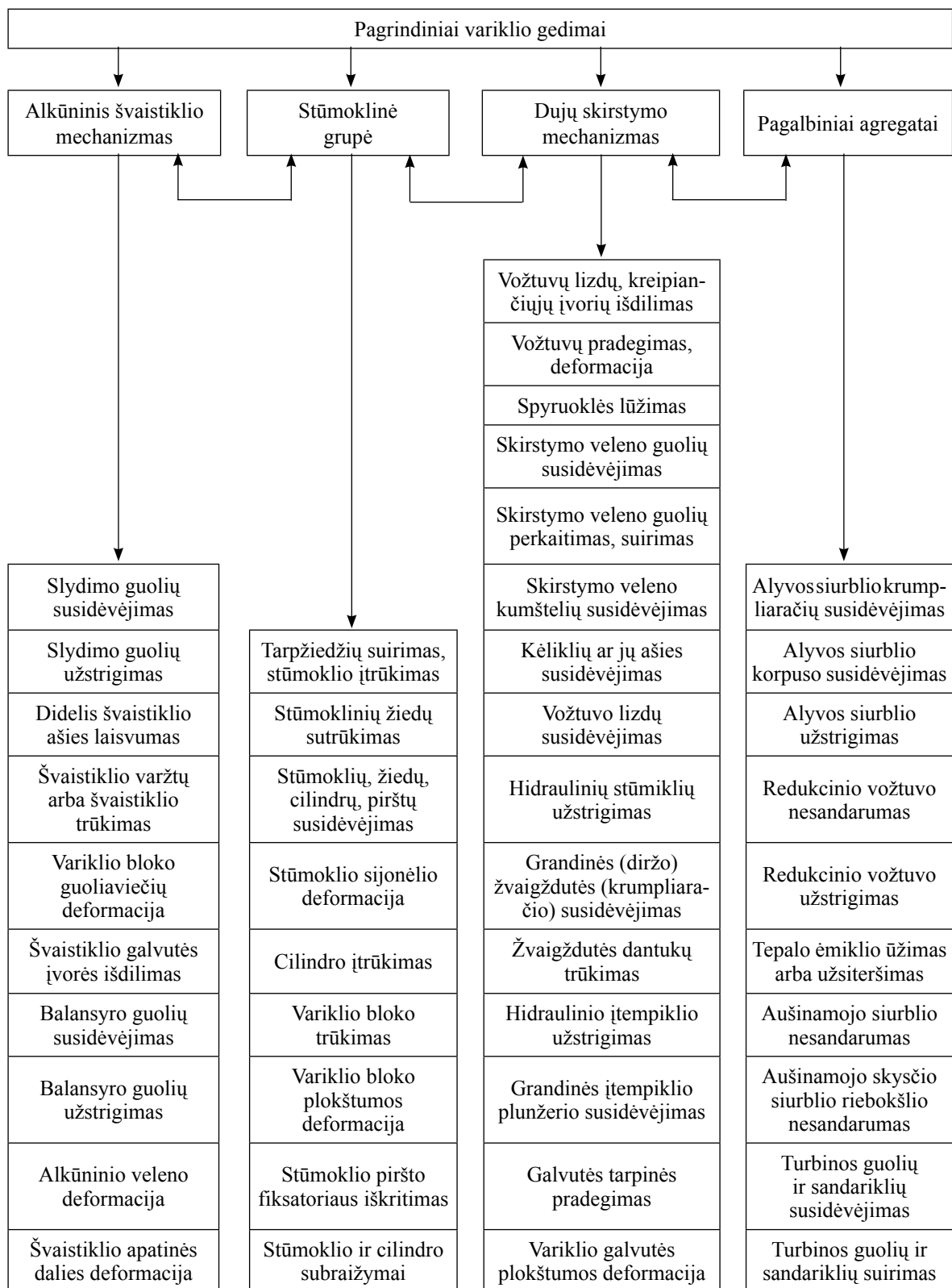
Sprendžiama, ar keisti, ar remontuoti atskiras detales bei mazgus, atsižvelgiant į remonto ekonominį pagrįstumą ir įtaką tolesnei eksploatacijai.



11.7 pav. Vožtuvų pritrinimas:

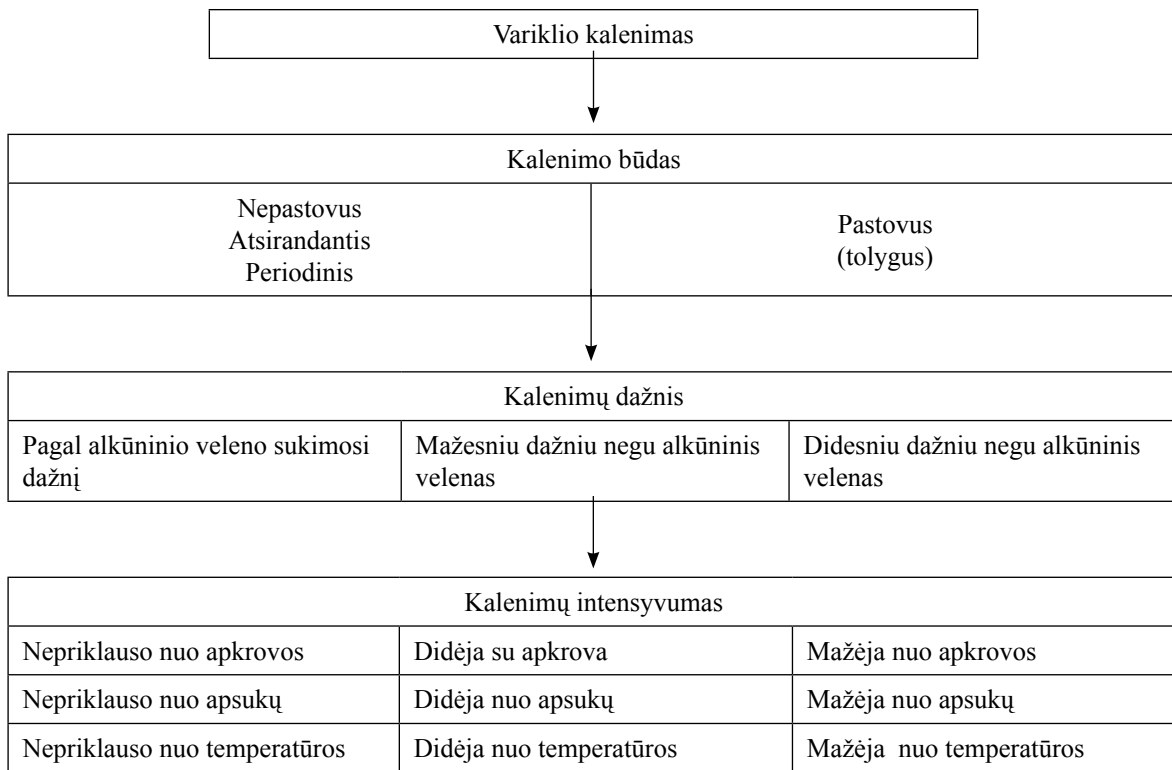
a – teisingai pritrintas vožtuvas; b – neteisingai pritrintas vožtuvas

11.1 lentelė. Pagrindiniai variklio gedimai



Kai variklis dirbdamas skleidžia pašalinius garsus, tikslinga pasinaudoti lentele.

11.2 lentelė. Variklio kalenimas atsižvelgiant į jo darbo režimą



Gedimas	Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas	
Tolygus kalenimas, neatsižvelgiant į tai, kokiais režimais ar apsukomis dirba variklis, tik dukart mažiau nei alkūninis velenas, šylant varikliui kalenimas didėja	Skirstymo velenėlio kumštelių susidėvėjimas	Vizualiai	Pakeisti arba suremontuoti detalę	
	Susidėvėjo stūmikliai, kėlikliai			
	Didelis vožtuvų šiluminis tarpelis		Sureguliuoti	
	Susidėvėjo kėliklių ašys		Pakeisti arba suremontuoti detalę	
	Susidėvėjo vožtuvai ir jų kreipiančiosios	Vizualiai nuėmus skirstymo velenėlį ir vožtuvų spyruokles		
	Susidėvėjo skirstymo veleno guoliai	Matuojamas tik jų nuėmus		
Susidėvėjo benzino siurblio pavaros stūmiklis	Vizualiai nuėmus benzino siurblių			
Užstrigo hidraulinis stūmiklis	Šiluminis vožtuvo tarpelis didelis arba mažas		Pakeisti tepalą, filtrą, pakeisti ar suremontuoti hidraulinį stūmiklį	

11.2 lentelės tęsinys

Gedimas	Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas
Tolygus kalenimas mažėja didinant variklio apsukas, tačiau didėja didinant apkrovą	Hidraulinio stūmiklio gedimas		
	Skirstymo velenėlio kumštelio susidėvėjimas	Vizualiai	
Tolygus kalenimas didėja didinant variklio apsukas	Balansyro guolių suirimas	Nuimti karterio dugninę, tikrinti vizualiai	Suremontuoti, pakeisti susidėvėjusias detales
	Vožtuvai liečiasi su stūmokliu, nes blogai nustatytos dujų skirstymo fazės	Patikrinti dujų skirstymo mechanizmo pavaros fazių nustatymą	Teisingai nustatyti dujų skirstymo fazes
	Smulkių pašalinių dalelių patekimas į cilindrą	Kalenimas sumažėja padirbus varikliui didelėmis apsucomis	Nuimti variklio galvutę, pašalinti pašalines daleles, patikrinti oro filtrą
Tolygus kalenimas didėja didinant variklio apsukas, tačiau labai progresuoja	Vožtuvo lizdo irimo pradžia, dyzeliniame variklyje – sukūrinės kameros irimas	Vizualiai, tik nuėmus cilindrų galvutę	Nuimti variklio galvutę, pakeisti suirusias detales
Tolygus kalenimas, tik du kartus lėčiau nei sukasi alkūninis velenas, stiprėja nuo apkrovos	Hidraulinių stūmiklių gedimas	Nuimti vožtuvų dangtelį, jei netvarkingi hidrauliniai stūmikliai, šiluminis tarpelis per didelis	Pakeisti ar suremontuoti susidėvėjusias detales
	Švaistiklio guolio irimo pradžia	Nuimti karterio dugninę, švaistiklių apatinius dangtelius, surasti netvarkingą slydimo guolį	Visiškai išrinkti variklį, pakeisti ar suremontuoti susidėvėjusias detales
	Stūmoklio ar švaistiklio deformacija	Vizualiai, išardžius variklį	Pakeisti ar suremontuoti detales
Aštrus kalenimas dirbant šaltam varikliui, vidutinėmis ir didelėmis apsucomis. Šylant didėja	Švaistiklio slydimo guolio prasukimas arba jo darbinio paviršiaus susidėvėjimas	Nuimti karterio dugninę, švaistiklių apatinius dangtelius, patikrinti slydimo guolių būklę	Visiškai išrinkti ir suremontuoti variklį
Tolygus kalenimas proporcingai alkūninio veleno apsucoms, mažėja joms didėjant	Smagračio ar priekinio alkūninio veleno skriemulio laisvumas	Pagalbiniu įrankiu pajudinti smagratį ir skriemulį	Patikrinti ir užveržti laisvus varžtus
Tolygus kalenimas proporcingai alkūninio veleno apsucoms, didėja varikliui šylant ar didinant apkrovą	Švaistiklio slydimo guolio suirimas	Nuimti karterio dugninę, patikrinti, ar jame nėra metalo drožlių, vizualiai nustatyti, kuris guolis suiręs	Visiškai išrinkti variklį, pakeisti ar suremontuoti susidėvėjusias detales
	Didelis pagrindinių slydimo guolių susidėvėjimas	Nuimti karterio dugninę, pagrindinius kakliukus ir vizualiai nustatyti susidėvėjimą	

11.2 lentelės tęsinys

Gedimas	Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas
	Alkūninio veleno deformacija dėl susidėvėjusių slydimo guolių ar kakliukų perkaitimo	Nustatomas specialiu prietaisu nuėmus karterio dugninę	
	Cilindrų bloko atramų deformacija	Nustatoma matuojant visiškai išardytą variklį	
	Didelis stūmoklio piršto ar švaistiklio viršutinės galvutės išsidėvėjimas	Nustatomas vizualiai, tik atjungus stūmoklį nuo švaistiklio	
Netolygus kalenimas, didėja didinant apkrovą, šylant varikliui, mažėja didinant apsukas	Detonacija dėl žemo oktaninio skaičiaus benzino	Pagal klausą	Sureguliuoti uždegimo kampą ir naudoti reikiamo oktaninio skaičiaus benzina
Netolygus kalenimas, mažėja didinant apsukas, didėja šylant varikliui	V formos varikliuose, kuriuose skirstymo velenas yra bloke, didelis ašinis skirstymo veleno laisvumas	Nuimti priekinį dangtelį ir išmatuoti ašies laisvumą	Suremontuoti ar pakeisti susidėvėjusias detales
Tolygus kalenimas tuščiaja eiga, didėjantis didinant apkrovą ir apsukas, mažėjantis šylant varikliui	Didelis stūmoklių susidėvėjimas	Tikrinama išėmus stūmoklį, matuojant jo sijenėlį	Išrinkti variklį, suremontuoti arba pakeisti susidėvėjusias detales
	Stūmoklio sijenėlio deformacija nuo perkaitimo	Nustatomas vizualiai ir matuojamas išardžius variklį	
	Stūmoklio sijenėlio įtrūkimas nuo didelės detonacijos		
Tolygus kalenimas, didėjantis didinant apsukas, truputį mažėjantis didinant apkrovą	Pašalinių dalelių patekimas į cilindrą	Kalenimas sumažėja varikliui padirbus aukštomis apsukomis	Nuimti variklio galvutę, pašalinti pašalines detales
Tolygus duslus kalenimas, keliskart mažesnis negu alkūninio veleno apsukos, gali šiek tiek mažėti šylant varikliui	Didelis dujų skirstymo mechanizmo žvaigždučių išsidėvėjimas	Grandinė (dirželis) įvairiose alkūninio veleno srityse turi skirtingą įtempimą	Suremontuoti arba pakeisti susidėvėjusias detales
	Dujų skirstymo mechanizmo pavaros (dirželio, grandinės) išsidėvėjimas	Nustatomas vizualiai	Pakeisti dirželį arba grandinę
	Trapecinio diržo defektas		
Netolygus kalenimas paleidžiant variklį, dirbant jam tuščiaja eiga, ir didėjantis įjungus pavarą ar didinant apsukas	Didelis alkūninio veleno slydimo guolių susidėvėjimas	Pagalbiniu įrankiu pajudinti alkūninį veleną	Suremontuoti arba pakeisti susidėvėjusias detales, suremontuoti alkūninį veleną
	Smagračio įtrūkimas (variklis su automatine pavarų dėže)	Per starterio tvirtinimo vietą patikrinti smagračio įtrūkimus	Pakeisti smagratį, išsiaiškinti variklio tvirtinimo gedimus

11.2 lentelės tęsinys

Gedimas	Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas
Netolygus kalenimas varikliui dirbant tuščiaja eiga	Papildomo veleno didelis ašinis laisvumas (vairo stiprintuvo)	Nuimti diržą, įsitikinti, kad nėra kalenimo	Suremontuoti arba pakeisti mazgą
Tolygus kalenimas paleidžiant variklį, dingstantis po kelių sekundžių	Žemas alyvos lygis	Nustatomas vizualiai	Įpilti tepalo
	Žemas alyvos lygis (netvarkingas alyvos siurblys, redukcinis vožtuvas)	Manometru	Suremontuoti arba pakeisti susidėvėjusias detales
	Netvarkingas alyvos filtro praleidžiamasis vožtuvas	Kontrolinei tepalo slėgio lemputei užgesus dingsta ir kalenimas	Pakeisti filtrą
	Susidėvėję alkūninio veleno ir skirstymo velenėlio slydimo guoliai	Matuojamas visiškai išrinkus variklį	Išrinkti variklį, suremontuoti arba pakeisti susidėvėjusias detales
Tolygus kalenimas, periodiškai atsirandantis ir dingstantis įvairiais variklio darbo režimais	Žemas alyvos lygis	Nustatomas vizualiai	Įpilti tepalo
	Žemas alyvos slėgis dėl tepimo sistemos gedimų	Manometru	Patikrinti tepalo slėgį, suremontuoti arba pakeisti sugedusius mazgus
	Dyzeliniame variklyje galimas degalų filtro užsiteršimas	Nuėmus išvalyti filtrą (patikrinti)	Pakeisti filtrą
Duslus, netolygus kalenimas tuščiaja eiga, dingstantis padidinus apsukas	Per didelis tepalo lygis	Vizualiai patikrinti tepalo spalvą ir kvapą	Pašalinti priežastį, dėl kurios į tepalą pateko benzino ar aušinamojo skysčio, pakeisti tepalą
Netolygus kalenimas dyzeliniame variklyje sumažėja padidinus apsukas	Per ankstyvas degalų įpurškimas	Patikrinti žymes ant krumpliaračių ir žvaigždučių	Sureguliuoti įpurškimo kampą
	Degalų purkštuvų gedimas	Nustatomas standu	Patikrinti, sureguliuoti, jei reikia, pakeisti purkštuvą
	Aukšto slėgio siurblio gedimas	Turi būti girdimas kalenimas aukšto slėgio siurblio korpuse	Suremontuoti siurblių
	Nekokybiški degalai		Pakeisti degalus, esančius bake

11.2 lentelės tęsinys

Gedimas	Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas
Netolygus kalenimas, mažėjantis didėjant apsakoms ir didėjantis joms mažėjant. Labai stiprus kalenimas variklį paleidžiant	Neįtempta grandinė	Nuimti vožtuvų dangtelį ir patikrinti vizualiai	Suremontuoti arba pakeisti įtempiklį
	Pertempta grandinė	Įtempiklis neturi eigos	Pakeisti grandinę
	Grandinės įtempiklio ar malšintuvo susidėvėjimas	Nuimti vožtuvų dangtelį, tačiau retkarčiais reikia nuimti ir priekinį dangtelį	Pakeisti susidėvėjusias detales
Tolygus „šnarantis“ kalenimas visais režimais	Guolių susidėvėjimas. Dujų skirstymo mechanizmo įtempiklio, generatoriaus, aušinamojo skysčio siurblio ir kitų mazgų, kurie yra sukami trapecinio diržo	Nuimti dirželį, įsitikinti, ar nėra „šnarėjimo“. Sukant ranka išsiaiškinti sugedusį mazgą	Suremontuoti ar pakeisti susidėvėjusius mazgus
Tolygus triukšmas visais režimais	Pertemptas dantytasis diržas	Nuimti apsaugą, patikrinti įtempimą	Atlaisvinti diržą
	Dirželio lietimasis su apsauga	Vizualiai surasti diržo lietimosi vietas	Suremontuoti deformuotas detales
Cypiantis garsas, mažėjantis padidėjus variklio apsakoms	Pertemptas trapecinis diržas	Vizualiai	Atlaisvinti diržą
Cypimas, atsirandantis įjungus elektros prietaisus, kuriems reikia daug energijos, susukus vairą iki kraštinės galinės padėties, staiga padidinus apsakus	Neįtempti diržai	Vizualiai	Įtempti diržą
	Diržų ar skriemulių susidėvėjimas		Pakeisti diržą ir skriemulius
Netolygūs „spragtelėjimai“ staiga padidinus ar sumažinus apsakus, taip pat galimi ir tuščiaja eiga	Dantytojo diržo laisvumas, neteisingas jo įtempimas	Nuimti apsaugą, patikrinti įtempimą	Patikrinti ir įtempti diržą
	Dantytojo diržo pavaros krumpliaračio susidėvėjimas		Patikrinti diržo įtempimą įvairiose alkūninio veleno padėtyse. Suremontuoti arba pakeisti susidėvėjusias detales
Variklio vibracija tuščiaja eiga, persiduodanti į automobilio kėbulą	Uždegimo ir maitinimo sistemos gedimai, nulemiantys neteisingą kibirkšties ir degalų tiekimą į cilindrus	Tikrinti stendu	Sureguliuoti ar pakeisti variklio valdymo sistemos detales
Variklio vibracija, galimas rezonansas visais variklio darbo režimais	Variklio tvirtinimo detalių ar išmetimo sistemos suirimas	Vizualiai	Pakeisti ar suremontuoti detales

11.2 lentelės tęsinys

Gedimas	Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas
Padidėjusi vibracija ir sumažėjusi galia	Variklio cilindras neveikia dėl uždegimo ir maitinimo sistemų gedimo	Atjunginėjant žvakių laidus rasti neveikiantį cilindrą	Pakeisti arba sureguliuoti sugedusias detales
Padidėjusi vibracija žemo- mis ir vidutinėmis apsuko- mis, esant mažoms apkro- voms, galimi šūviai išmeti- mo sistemoje, padidėjusios alyvos sąnaudos	Vožtuvo pradegimas ar nesandarumas, stūmoklio pradegimas	Matuoti kompresiją	Pakeisti vožtuvus ir stūmoklius
	Netolygus skirstymo ve- lenėlio kumštelio susidė- vėjimas variklyje su hid- rauliniais stūmikliais	Išmatuoti skirstymo velenėlio kumštelio netolygumą	Suremontuoti ar pakeisti skirstymo veleną
Tas pat, bet alyvos sąnaudos nepakitusios	Per didelis tepimo sistemos slėgis variklyje su hidrauliniais stūmikliais	Išmatuoti slėgį manometru	Suremontuoti tepimo sistemos redukcinių vožtuvą
Vibracija be galios praradi- mo, didėjanti didinant apsu- kas	Didelis disbalansas (alkūninio veleno, švaistiklių, smagračio, sankabos)	Balansavimo stendas, svarstyklės	Išardyti variklį, subalansuoti detales, parinkti pagal masę stūmoklius ir švaistiklius
	Smagračio trūkimas	Per starterio tvirtinimo vietą patikrinti smagračių	Pakeisti smagračių
	Ventiliatoriaus movos ge- dimas	Movos laisvumas (vizualiai)	Pakeisti movą
	Dėl pažeistos ventiliato- riaus sparnuotės atsira- dęs disbalansas	Vizualiai	Pakeisti sparnuotę

11.3 lentelė. Variklio gedimų nustatymas atsižvelgiant į alyvos sąnaudas

Gedimas	Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas
Tepalo sąnaudos viršija 1 l/1000 km (nėra mėlynų dūmų)	Tepalo prasiskverbimas pro sandariklius	Vizualiai	Pakeisti sandariklius
	Padidėjęs slėgis kartery- je (karterio ventiliacijos gedimas, stūmoklinių žie- dų ir stūmoklio)	Patikrinti kompresiją ci- lindruose	Suremontuoti karterio ventiliaciją, pakeisti sulūžusias detales
Tepalo sąnaudos viršija 1 l/1000 m (yra mėlynų dū- mų)	Vožtuvų riebokšlių susi- dėvėjimas	Įleidimo vožtuvai pasidengę nuodegomis	Pakeisti vožtuvų riebokšlius
	Vožtuvo koto ar jo kreip- iančiųjų susidėvėjimas	Vizualiai arba išmatuoti	Suremontuoti variklio galvutę
	Stūmoklinės grupės deta- lių susidėvėjimas	Išmatuoti išardžius variklį	Suremontuoti arba pakeisti susidėvėjusias detales

11.3 lentelės tęsinys

Gedimas	Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas
	Stūmoklinės grupės, vožtuvų, kreipiančiųjų įvorių, vožtuvų riebošklių didelis susidėvėjimas	Išmatuoti išardžius variklį	Išrinkti ir suremontuoti variklį
	Dyzeliniame variklyje – vakuuminio stabdžių stiprintuvo gedimas	Nuimti žarną nuo siurblio, išitinkinti, kad alyvos iš karterio patenka į išsiurbimo kolektorių	Pakeisti ar suremontuoti siurblių
	Variklyje su turbokompresoriumi – jo guolių ir sandariklių susidėvėjimas	Didelis alyvos kiekis vamzdyje prieš turbokompresorių	Pakeisti ar suremontuoti turbokompresorių
Tas pat neveikiant periodiniam cilindriui, apsinešus žvakėms alyva, galimas tepalo prasiskverbimas pro riebošklius arba tarpines	Sumažėjusi kompresija cilindruose, nes sudilę kompresiniai žiedai ir padidėjęs slėgis karteryje	Kompresimetru, vizualiai, išrinkus variklį	Išrinkti ar suremontuoti variklį
Tas pat, tik, be tepalo praskverbimo, gali būti sunku paleisti variklį	Netvarkinga maitinimo sistema – per riebus mišinys kai kuriuose cilindruose	Valdymo sistemos diagnostika	Sureguliuoti arba sutaisyti maitinimo sistemą
Tas pat, mėlyni dūmai visais režimais	Tarpžiedžių trūkimas	Kompresija cilindre sumažėjusi	Pakeisti visus stūmoklius
	Užstrigę tepalo žiedai tarpeliuose dėl nekokybiškos alyvos	Vizualiai, išardžius variklį	Išrinkti variklį, nuvalyti nuodegas
	Cilindrų subraižymas dėl patekusių pašalinių dalelių ir dulkių	Vizualiai, nuėmus galvutę	Išrinkti, suremontuoti variklį ir išsiaiškinti į variklį patenkančio nešvaraus oro priežastį
Paleidus variklį nėra tepalo slėgio	Redukcinio vožtuvo susidėvėjimas	Vizualiai, nuėmus vožtuvą	Pakeisti ar suremontuoti vožtuvą
	Redukcinio vožtuvo užstrigimas		
Paleidus variklį nėra alyvos slėgio	Didelis siurblio krumpliaračių išsidėvėjimas	Nuimti alyvos filtrą, į tepimo sistemą slėgiu tiekti alyvos, užsukti filtrą ir paleisti variklį	Pakeisti arba suremontuoti siurblių
	Nesandari siurblio ir alyvos jungtis	Tepalo slėgio atsiradimas rodo šiuos gedimus.	Išrinkti siurblių ir ėmiklį, surasti gedimą ir jį pašalinti
Mažas alyvos slėgis šiltame variklyje, galimas kalenimas paleidžiant variklį	Didelis slydimo guolių susidėvėjimas (pagrindinių ir švaistiklio)	Patikrinti tepalo slėgį, gedimas atsiranda išrinkus variklį	Išrinkti variklį, pakeisti, suremontuoti susidėvėjusias detales
	Netvarkingas redukcinis vožtuvas	Išrinkti vožtuvą	Pakeisti arba suremontuoti vožtuvą

11.3 lentelės tęsinys

Gedimas	Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas
Tas pat, tik mažas slėgis šalta-me variklyje	Užsinešęs ėmiklio filtras arba deformuota karterio dugninė	Nuimti karterio dugninę, apžiūrėti ėmiklį	Nuvalyti, pakeisti arba suremontuoti ėmiklį

11.4 lentelė. Gedimų nustatymas atsižvelgiant į išmetamųjų dujų sudėtį

Gedimas	Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas
Mėlyni ir balti dūmai išmetimo sistemoje, šildant variklį. Galimi sunkumai paleidžiant šaltą variklį	Dyzeliniam variklyje netvarkinga įpurškimo sistema, vėlyvas įpurškimas	Valdymo sistemos diagnostika	Suremontuoti, sureguliuoti įpurškimo sistemą
	Benzininiam variklyje per riebus mišinys		
Veikiant dyzeliniam varikliui išmetimo sistemoje mėlynai balti dūmai	Alkūninio švaistiklio mechanizmo susidėvėjimas, didelis slėgis karteryje, per karterio ventiliaciją į išsiurbimo kolektorių patenka tepalo	Nuimti karterio ventiliacijos žarną ir pamatuoti kompresiją	Suremontuoti variklį
	Dyzelinuose varikliuose su turbokompresoriumi per sudilusius turbokompresoriaus sandarikius patenka daug alyvos	Didelis tepalo kiekis prie vamzdžių, įeinančių į variklį, turbinos rotorius laisvumas	
Dyzelinio variklio su turbokompresoriumi išmetimo sistemoje (esant didelėms apkrovoms) juodi dūmai	Nedirba turbokompresorius	Vizualiai, nuėmus turbinos vamzdį	Pakeisti turbokompresorių, sureguliuoti degalų tiekimą
Dyzelinio variklio išmetimo sistemoje juodi dūmai (visais režimais)	Mažas vožtuvų šiluminis tarpelis	Vizualiai	Sureguliuoti šiluminius vožtuvų tarpelius

11.5 lentelė. Gedimų nustatymas pagal variklio temperatūrą ir aušinamojo skysčio lygį

Gedimas	Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas
Variklio perkaitimas	Netvarkingas termostatas, dangtelio vožtuvas, ventiliatorius, ventiliatoriaus įjungimo daviklis	Vizualiai ir verdančiu vandeniu (termostatas, daviklis)	Pakeisti netvarkingus mazgus
Variklio perkaitimas jam dirbant tuščiąja eiga. Važiuojant temperatūra krenta žemiau normos	Netvarkingas termostatas	Nuimti termostatą ir patikrinti verdančiu vandeniu	Pakeisti termostatą

11.5 lentelės tęsinys

Gedimas	Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas
Išjungus variklį verda aušinamasis skystis	Netvarkingas radiatoriaus dangtelio vožtuvas, nehermetiškas radiatorius	Aušinimo sistemoje nesusidaro slėgis	Pakeisti dangtelį
Palaipsniui mažėja aušinamojo skysčio sistemoje	Nehermetiškas radiatoriaus dangtelis	Aušinimo sistemoje nėra slėgio	Pakeisti dangtelį
	Variklio galvutės tarpinės pradegimo pradžia	Slėgis aušinimo sistemoje atsiranda paleidus variklį. Išsiplėtimo bakelyje jaučiamas išmetamųjų dujų kvapas	Pakeisti galvutės tarpinę, patikrinti galvutės lygumą
Variklio perkaitimas esant tvarkingai aušinimo sistemai, salono šildymas neefektyvus	Žemas aušinamojo skysčio lygis	Vizualiai	Įpilti aušinamojo skysčio, pašalinti nesandarumo priežastį
Tas pat, tačiau aušinamasis skystis turi išmetamųjų dujų kvapą, tepalas šviesiai rudas, aušinamojo skysčio lygis mažėja, o tepalo – didėja	Nesandari galvutės tarpinė	Vizualiai pagal aušinamojo skysčio sąnaudas, alyvos spalvą ir kiekį	Patikrinti galvutės ir variklio bloko lygumą, pakeisti tarpinę
	Trūkusi variklio galvutė	Per išsuktą žvakę sudaryti cilindre 0,6–0,8 MPa slėgi, aušinamojo skysčio lygio padidėjimas rodo degimo kameros nesandarumą	Pakeisti galvutę
	Trūkusi variklio cilindru įvorė		Suremontuoti variklio bloką
Padidėjęs tepalo lygis karteryje, spalva normali. Gali būti sunku paleisti variklį	Nehermetiškas benzino siurblys	Tepalas turi benzino kvapą	Pakeisti benzino siurblių
	Varikliuose su degalų įpurškimo sistema netvarkinga valdymo sistema		Pakeisti valdymo sistemos netvarkingas detales
Į aušinimo sistemą patekę alyvos emulsijos, padidėjęs jos lygis išsiplėtimo bakelyje	Įtrūkimas galvutėje ar bloke, besiliečiančiame su tepalo kanalu	Labai sudėtinga, reikia iš dalies ar visiškai išardyti variklį	Pakeisti ar suremontuoti pažeistas detales
	Tepalo aušintuvo, besiliečiančio su aušinimo kanalu, vidinis nehermetiškumas	Nuimti aušintuvą, patikrinti jį slėgiu	Pakeisti aušintuvą
Tas pat, bet alyvos lygis variklyje nesikeičia	Radiatoriaus (tik varikliams su automatine pavarų dėže) vidinis nehermetiškumas	Emulsija pavarų dėžėje	Pakeisti radiatorių, nauja alyva išplauti pavarų dėžę, aušinimo sistemą – vandeniu

Variklio gedimų nustatymas matuojant kompresiją cilindruose

Kompresijos matavimas cilindruose yra vienas iš paprasčiausių ir pigiausių būdų variklio techninei būklei nustatyti, todėl gana dažnai naudojamas.

Paprasčiausias manometras su atgaliniu vožtuvu įstatomas arba įsukamas į benzininių variklių cilindrą ir įsukamas vietoj kaitinamosios žvakės – dyzeliniuose. Labai paprastas ir pigus šis prietaisas ilgą laiką buvo laikomas vos ne svarbiausiu diagnostikos prietaisu. Deja, nepaisant metodo paprastumo, gautus rezultatus reikia pagrįsti, antraip galima padaryti labai klaidingas išvadas.

Panagrinėkime skirtingų veiksnių įtaką kompresijai. Suprantama, didžiausioji jos vertė bus esant minimaliems deginių nuotėkiams į cilindrą, o tam būtinos sąlygos:

- cilindras mažai išdilęs;
- cilindro paviršius nesubraižytas;
- žiedai gerai prigludę prie cilindro veidrodžio;
- tarpeliai tarp žiedų užraktų beveik lygūs nuliui;
- stūmoklio išdrožose žiedai gerai prigludę;
- vožtuvai gerai priglunda prie lizdų;
- cilindre nėra jokių kitokių nesandarumų.

Nurodyti veiksniai vadinami eksploataciniais ir nustato cilindrų sandarumą.

Be to, cilindro pripildymas oru priklauso:

- nuo droselio sklendės padėties;
- oro filtro būklės;
- pripildymo ir prapūtimo fazių ilgio, priklausančių nuo tarpelių dujų skirstymo mechanizme;
- vožtuvų sanklotos fazės laiko.

Akivaizdu, kad kuo daugiau oro patenka į cilindrą, tuo mažesnę įtaką kompresijai turi nutekėjimai, ypač kai ji matuojama esant didesniems alkūninio veleno sukiamams.

Be išvardintų veiksnių, kompresijos dydžiui turi reikšmės:

- variklio temperatūra (kylant temperatūrai kompresija didėja);
- alyva, sudaranti ant cilindro sienelių plėvelę (kompresija didėja);
- degalai, patenkantys į cilindrą iš maitinimo sistemos (ardo tepimo plėvelę ir mažina kompresiją);

Tiek daug veiksnių, nuo kurių priklauso kompresijos dydis, kartais gali iškreipti tikrąją reikšmę. Automobiliui, nuvažiavusiam 300 000 km, reikšmė 1,1 MPa yra kaip kontrastas beveik naujas ir visiškai tvarkingas variklis, kuriam kompresimetras rodo tik 0,4 MPa. Paprasčiausiai dėl įpurškimo sistemos sutrikimo į cilindrą buvo tiekiamas labai riebus mišinys (todėl, ko gero, ir neužsivedė).

Nurodyti pavyzdžiai patvirtina būtinybę labai atsargiai elgtis su kompresijos matavimo rezultatais.

Matuojant kompresiją būtina atsižvelgti į keletą veiksnių:

- variklis turi būti darbinės temperatūros (matuodami variklio, kurio neįmanoma paleisti, kompresiją nekvalifikuoti darbuotojai dažnai padaro brangiai kainuojančių išvadų);
- rekomenduojama atjungti degalų tiekimą;
- iš visų cilindrų turi būti išsuktos žvakės;
- akumuliatorių baterija turi būti įkrauta.

Kompresiją galima matuoti ir esant visiškai atidarytai, ir uždarytai droselio sklendei. Kiekvienas iš šitų variantų turi trūkumų.

Jeigu sklendė visiškai uždaryta, į cilindrą patenka mažas oro kiekis. Maksimalus spaudimas cilindre dėl mažo slėgio kolektoriuje (0,05÷0,06 MPa vietoj 0,1 MPa esant visiškai atidarytam droseliui) nedidelis (apie 0,6÷0,8 MPa). Nutekėjimai esant uždarytai sklendei taip pat būna maži dėl nedidelio slėgio cilindruose. Bet ir esant palyginti nedideliu santykiu, kompresijos galia cilindre pasidaro labai jautri ir spaudimas iškart krenta keletą kartų.

Esant visiškai atidarytam droseliui šitas procesas nevyksta. Smarkiai padidėjęs oro kiekis perduodamas į cilindrą. Oras smarkiai didina kompresiją, bet nutekėjimai, nepaisant jų nedidelio augimo, santykinai maži palyginti su oro kiekiu, patenkančiu į cilindrą. Kompresija net esant rimtoms defektams gali nenukristi iki ribos, signalizuojančios apie rimtus alkūninio švaistiklio mechanizmo detalių nesandarumus (pavyzdžiui, iki 0,8÷0,9 MPa benzininio variklio).

Atsižvelgiant į kompresijos matavimo rezultatus, lentelėje pateikti galimi gedimai ir jų šalinimo būdai.

11.6 lentelė. Variklio gedimų nustatymas matuojant kompresiją cilindruose

Gedimai	Gedimų požymiai	Kompresijos dydis, MPa	
		Visiškai atidaryta droselio sklendė (1,0+1,2 MPa)	Uždaryta droselio sklendė (0,6+0,8 MPa)
Tarpžiedžių išdegimas	Mėlini dūmai išmetimo sistemoje ir didelis slėgis karteryje	0,6+0,8	0,3+0,0,4
Išdegęs stūmoklis	Varikliui dirbant tuščiąja eiga nedirba vienas cilindras	0+0,5	0+0.1
Išdegęs vožtuvas	Vienas cilindras nedirba varikliui dirbant tuščiąja eiga ir mažomis apkrovomis	0,1+0,4	0
Vožtuvo deformacija	Tie patys požymiai	0,3+0,7	0+0,2

11.6 lentelės tęsinys

Gedimai	Gedimų požymiai	Kompresijos dydis, MPa	
		Visiškai atidaryta droselio sklendė (1,0+1,2 MPa)	Uždaryta droselio sklendė (0,6+0,8 MPa)
Užstrigę žiedai stūmoklyje	Tie patys požymiai, mėlyni dūmai išmetimo sistemoje ir didelis slėgis karteryje	0,2+0,4	0+0,2
Subraižytas cilindras	Tie patys požymiai, galimas nestabilus cilindro darbas	0,2+0,8	0,1+0,4
Per riebus degusis mišinys	Sunkiai paleidžiamas variklis, juodi dūmai išmetimo sistemoje	0,5+0,8	0,3+0,4
Neužsidaro vožtuvas	Varikliui dirbant tuščiaja eiga nedirba vienas cilindras	0,5+0,8	0,1+0,3
Skirstymo velenėlio kumštelio defektas*	Tie patys požymiai	0,7+0,8	0,1+0,3
Natūralus stūmoklinių žiedų ir cilindro išdilimas**	Didelės alyvos sąnaudos, variklis neturi galios	0,6+0,9	0,4+0,6
Per didelis nuodegų kiekis degimo kameroje ir tepalo žiedų susidėvėjimas	Didelės alyvos sąnaudos, mėlynas dūmas išmetimo sistemoje	1,3+1,6	1,0+1,4

* Tik konstrukcijoms su hidrauliniiais stūmikliais.

** Tik kai tvarkingos vožtuvų kreipiančiosios įvorės ir geri vožtuvų riebokšliai.

Kompresijos matavimas esant visiškai atidarytai akceleratoriaus sklendei leidžia nustatyti:

- stūmoklių išdegimus ir nesandarumus;
- žiedų prikepimą stūmoklio grioveluose;
- vožtuvų deformacijas ir išdegimus;
- rimtus cilindro veidrodžio defektus.

Kompresijos matavimas, esant uždarytai akceleratoriaus sklendei, leidžia nustatyti:

- netikslią vožtuvo ir lizdo jungtį;
- vožtuvų strigimus įvorėje;
- skirstymo veleno defektus.

Atliekant matavimus reikia atsižvelgti į slėgio didėjimo dinamiką. Per pirmąjį taktą slėgiui padidėjus iki 0,3–0,4, o vykstant kitiems taktams – smarkiai kylant, galima tvirtinti, kad

yra sudilę kompresijos žiedai. Priešingai, jeigu pirmąjį taktą pasiekiamas beveik didžiausias slėgis (0,8–0,9 MPa), o per kitus taktus jis beveik nedidėja, galima teigti, kad per vožtuvus arba tarpinę teka skysčiai.

Matuojant kompresiją, gautus rezultatus reikia vertinti pagal skirtumus tarp atskirų cilindrų. Jeigu matavimo rezultatas visuose cilindruose beveik vienodas, reikia atsargiai daryti išvadas. Išvadų tikslumas padidėja, kai darbuotojas vadovaujasi šiais kriterijais:

- lygina to paties variklio matavimų duomenimis su atliktais anksčiau (pavyzdžiui, prieš 50 000 ir 100 000 tūkstančių);
- naudojami didele duomenų baze, sukaupta per ilgą tokių variklių eksploatavimo laiką.

Praktika rodo, kad norint nustatyti šiuolaikinių variklių gedimą, nepakanka vien išmatuoti kompresiją. Daug tikslesnės prognozės būna, kai kartu taikoma keletas metodų.

Dyzelinuose varikliuose didesni negu benzininiuose slėgiai sumažina pašalinių veiksnių įtaką matavimo rezultatams, taip pat žemesnis nei gamintojo nurodytas slėgis cilindre beveik tikrai rodo, kad jame yra gedimas.

Gedimų paieška, kai variklis neužsiveda

Kai neįmanoma paleisti variklio, jo defektavimas būna gana sudėtingas. Beveik negalima taikyti jokios diagnostinės aparatūros. Viską lemia kuo greitesnis priežasties, dėl kurios jo neįmanoma paleisti, nustatymas.

Dažnai mechaniniai gedimai turi labai panašių požymių, kaip ir variklį aptarnaujančių sistemų gedimai. Jeigu gedimas mechaninis, reikės iš dalies arba visiškai išardyti variklį. Tai brangiai kainuojantis darbas. Diagnozuojant tokius gedimus, labai svarbu nustatyti gedimo kilmę. Greitas ir tikslus įvertinimas, ar gedimas mechaninis, ar variklio valdymo sistemos, – labai sudėtingas procesas. Kuo aukštesnė personalo kvalifikacija, tuo greičiau tai nustatoma. Laikas, sutaupytas diagnozuojant gedimus, – tai irgi pinigai serviso įmonei ir klientui. Neretai išdraskoma pusė variklio dėl skylutės oro tiekimo sistemoje. Tik kai gedimas lokalizuojamas (apytikriai nustatoma jo vieta), galima ieškoti pačios priežasties. Būtinai atkreipti dėmesį, kad mechaniniai gedimai palieka žymių variklyje ir būna sunku nustatyti jų priežastį.

Pagal išorinius požymius tokius gedimus galima suskirstyti į dvi grupes:

- alkūninis velenas sukasi (starteriu arba specialiu raktu);
- alkūninio veleno prasukti negalima.

Pirmosios grupės gedimams turi įtakos variklio tipas, konstrukcija ir valdymo sistemos. Benzininių variklių dažniausios problemos būna maitinimo ir uždegimo sistemų gedimai. Dyzelinų variklių, be degalų tiekimo ir kaitinamųjų žvakių sutrikimų, dažnai tenka tikrinti alkūninio švaistiklio mechanizmo būklę (kompresiją).

11.7 lentelė. Pagrindiniai gedimai, dėl kurių nepaleidžiamas ar sunkiai paleidžiamas variklis

Benzininis variklis		
Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdas
Maža kompresija cilindre, labai riebus mišinys, jei variklį paleidžiant yra žema temperatūra	Išsukti žvakes, prapūsti cilindrus, įpilti į kiekvieną cilindrą po 0,5+1,0 cm ³ alyvos, išsukti žvakes, užvesti variklį	Sureguliuoti degalų tiekimo sistemą
Dyzelinis variklis		
Dujų skirstymo mechanizmo pavaros dirželio trūkimas	Starteris labai greitai suka alkūninį veleną; nuimti pavaros dirželio apsaugą ir įsitikinti, kad jis nesuka skirstymo velenėlio	Pakeisti dirželį, sureguliuoti vožtuvų šiluminius tarpelius, jei reikia, nuimti variklio galvutę ir pakeisti vožtuvus
Neįtempto dujų skirstymo mechanizmo pavaros dirželio „peršokimas“ per kelis krumplius (labai retas gedimas)	Šūviai per duslintuvą	Patikrinti ir nustatyti dujų skirstymo fazes, sureguliuoti šiluminius tarpelius; jei negalima jų sureguliuoti, nuimti variklio galvutę ir pakeisti pažeistus vožtuvus
Neveikia dvi ar daugiau kaitinamosios žvakės ar jų valdymo sistema (nepaleidžiamas tik šaltas variklis)	Patikrinti kiekvieną kaitinamąją žvakę ir jų maitinimą	Pakeisti netvarkingas kaitinamąsias žvakes ir suremontuoti jų valdymo sistemą
Netvarkinga maitinimo sistema (purkštuvai, aukšto slėgio siurblys)	Specialiais stendais patikrinti maitinimo sistemos prietaisus	Sureguliuoti, pakeisti maitinimo sistemos detales
Didelis stūmoklinės grupės, vožtuvų, kreipiančiųjų įvorių, vožtuvų lizdų susidėvėjimas	Variklis paleidžiamas tik jam sukėlus apsakas (buksyruojant); paleistas dirba patenkinamai.	Išrinkti ir suremontuoti variklį

Jeigu alkūninio veleno prasukti neįmanoma, gedimas būna variklio mechaninėje dalyje.

11.8 lentelė. Pagrindiniai variklio gedimai, susiję su dideliais sunkumais prasukti alkūninį veleną

Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdai
Alkūninio veleno guolių užspaudimas dėl nepakankamo tepimo	Nuimti karterio dugninę, švaistiklio kakliukus, patikrinti alkūninį veleną	Visiškai išrinkti ir suremontuoti variklį
Skirstymo veleno užspaudimas dėl nepakankamo tepimo	Nuimti vožtuvų dangtelį, atlaisvinti skirstymo veleną, prasukti variklį	Iš dalies išardyti variklį (nuimti skirstymo veleną), išsiaiškinti jo užspaudimo priežastis, suremontuoti ar pakeisti variklio galvutę ir skirstymo veleną

11.8 lentelės tęsinys

Priežastis	Tikrinimas	Šalinimo būdai
Stūmoklinio piršto užspaudimas švaistiklyje, kai žema temperatūra (labai retas atvejis)	Nuimti karterio dugninę, švaistiklių dangtelius, įsitikinti, kad neprasisuka švaistiklis piršte	Visiškai išardyti variklį, pakeisti (suremontuoti) pirštus ir stūmoklius
Švaistiklio trūkimas dėl nepakankamo tepimo	Nuimti karterio dugninę, patikrinti gedimą vizualiai	Visiškai išardyti ir suremontuoti variklį
Nulūžusio vožtuvo patekimas į degimo kamerą	Nuimti dangtelį, patikrinti vožtuvų šiluminį tarpelį; patikrinti aušinamojo skysčio ir alyvos lygį (gali būti įtrūkusi galvutė)	Išardyti ir suremontuoti variklį
Starterio krumpliaračio užstrigimas ir smagračio vainiko susidėvėjimas (labai retas atvejis)	Nuimti starterį, prasukti alkūninį veleną	Pakeisti smagraatį ar jo vainiką
Dujų skirstymo mechanizmo pavaros gedimai (grandinė, įtempiklis)	Nuimti dangtelį, apžiūrėti grandinę	Nuimti variklio galvutę, priekinį dangtelį, pakeisti sulūžusias detales; patikrinti, jei reikia, pakeisti deformuotus vožtuvus
Dujų skirstymo mechanizmo pavaros dirželio trūkimas, stūmoklio atsirėmimas į atidarytą vožtuvą	Nuimti diržo apsaugą, apžiūrėti detales	Nuimti variklio galvutę, pakeisti deformuotus vožtuvus ir diržą
Švaistiklio deformacija dėl hidraulinio smūgio cilindre	Nuimti karterio dugninę, palaisvinti švaistiklių kakliukus, apžiūrėti švaistiklius, prasukti alkūninį veleną	Nuimti galvutę, patikrinti alkūninio veleno deformaciją, pakeisti švaistiklius ir stūmoklius (jei reikia)
Didelis skysčio kiekis cilindre (aušinamasis skystis, degalai)	Išsukti žvakes, prasukti alkūninį veleną, patikrinti galimą švaistiklių deformaciją	Nustatyti, koks skystis cilindre, pašalinti jo patekimo priežastį (pakeisti tarpinę, purkštuvą, redukcinį vožtuvą)

Pažymėtina, kad daugelis variklio gedimų sukelia ir starterio gedimus, o šie tiesiogiai susiję su variklio paleidimo sutrikimais.

Daug defektų nurodo tik spėjamą jų priežastį, kurios pašalinimas negarantuoja sėkmingo remonto. Suradus defektinę variklio dalį, nebūtinai galima spręsti, kad tai buvo gedimo priežastis. Tarkim, švaistiklio slydimo guolis galėjo sugesti dėl smarkiai sudilusių kitų dalių. Nepašalintos priežastys sukels tokius pačius gedimus po remonto.

Dažniausiai pasitaikantys gedimai parodyti lentelėje

11.9 lentelė. Dažniausiai pasitaikantys variklių gedimai

Gedimai ir defektai	Priežastis	Šalinimo būdai
Švaistiklio slydimo guolio darbinio paviršiaus smulkūs subraukymai, paviršiaus spalva pilka, normali, gali būti pajuodavimų (16 pav.) (žr. 245 p.)	Bloga tepalo kokybė (27 pav.)	Patikrinti deformaciją, alkūninio veleno išsidėvėjimą, jei reikia, suremontuoti, pakeisti slydimo guolius, pašalinti nesandarumą
Tas pat, bet dalis paviršiaus ištrupėjusi (19 pav.), dažnai ištrupėjimas prasideda nuo tepimo angos	Per didelis slydimo guolių laisvumas; netolygus švaistiklio kakliuko susidėvėjimas, ilgalaikis variklio darbas didelėmis apkrovomis ir apsukomis; nekokybiškas tepalas	Suremontuoti alkūninį veleną, švaistiklio apatinius dangtelius, pakeisti slydimo guolius
Slydimo guolis tamsios spalvos, turi gilių įbrėžimų (22 pav.)	Greitas slydimo guolio antifrikcinio sluoksnio sudilimas (būdingas didelės ridos dyzeliniams varikliams, eksploatuotiems nekokybišku tepalu)	Patikrinti ir, jei reikia, suremontuoti alkūninį veleną, pakeisti slydimo guolius
Slydimo guolio vidurys blizga, apie jį gali būti juoda dėmė (25 pav.)	Trumpalaikis variklio darbas su mažu alyvos kiekiu arba slėgiu	Pašalinti priežastį, dėl kurios variklis mažai tepamas
Slydimo guolio paviršius matinis ir lygus, bet su blizgančiais taškiais (27 pav.)	Abrazyvinis slydimo guolio išsidėvėjimas dėl blogo alyvos filtravimo	Pakeisti slydimo guolius, suremontuoti alkūninį veleną; reguliariai keisti alyvą ir jos filtrus
Tas pat, bet paviršiuje gilūs įbrėžimai (17 pav.)	Tas pat, ir variklio detalių, pagamintų iš ketaus ar geležies, suirimas	Tas pat, išrinkti variklį ir surasti gedimą
Stipriai subraižytas slydimo guolis (20 pav.)	Trumpalaikis variklio darbas su mažu tepalo kiekiu, paleidžiant variklį esant žemai temperatūrai	Alkūninio veleno remontas, švaistiklio slydimo guolių keitimas
Suspaustas slydimo guolio darbinis paviršius su išsilydimo kraštuose žymėmis (23 pav.) arba visiškai suardytas darbinis paviršius (26 pav.) arba suiręs guolio pagrindas (28 pav.)	Ilgalaikis variklio darbas didelėmis apsukomis ir apkrovomis, kai detalės ne visai tepamos	Alkūninio veleno remontas, slydimo guolio keitimas
Gali būti sudilęs darbinis paviršius (blizgantis darbinis paviršius)	Trumpalaikis variklio darbas mažu alyvos slėgiu	Patikrinti alkūninio veleno deformaciją, pakeisti slydimo guolius, jei reikia, suremontuoti veleną
Vienpusis sudilimas (blizgantis paviršius) slydimo guolio krašte (28 pav.)	Švaistiklio deformacija dėl hidraulinio smūgio arba stūmoklio į vožtuvą	Patikrinti švaistiklį, jei reikia, pakeisti švaistiklio guolius
Užstrigęs švaistiklio slydimo guolis	Variklio darbas be alyvos	Alkūninio veleno remontas, slydimo guolio keitimas
Pagrindinio slydimo guolio užstrigimas	Tas pat	Tas pat, jei reikia, pratekinti cilindro bloko atramas

11.9 lentelės tęsinys

Gedimai ir defektai	Priežastis	Šalinimo būdai
Patamsėjusi švaistiklio apatinė dalis (21 pav.)	Slydimo guolio perkaitimas dėl nepakankamo tepimo	Patikrinti ir, jei reikia, suremontuoti švaistiklį ir kitas detales
Apvalūs įbrėžimai apatinėje švaistiklio dalyje (24 pav.)	Slydimo guolio užstrigimas	Suremontuoti švaistiklį, patikrinti ir suremontuoti alkūninį veleną, pakeisti slydimo guolius
Pasukta viršutinė švaistiklio dalis	Stiprus stūmoklio smūgis į vožtuvą, hidraulinis smūgis	Pakeisti švaistiklį, patikrinti ir, jei reikia, pakeisti kitas variklio detales
Stipri švaistiklio deformacija, gali būti įtrūkusi viršutinė dalis, apatinė dalis tvarkinga (29 pav.)	Stiprus hidraulinis smūgis dėl vandens ar degalų patekimo į cilindrą	Tas pat, patikrinti cilindrų bloką, jei reikia, suremontuoti
Nutraukti švaistiklio varžtai, perkaitinta apatinio švaistiklio dalis.	Švaistiklio guolio perkaitimas ir surisimas	Tas pat
Lūžęs švaistiklio apatinis dangtelis (1 pav.)	Tas pat	Tas pat
Subraukytas stūmoklio sijonėlis, žiedai sudilę (4 pav.)	Nepakankamas tepimas – žemas alyvos lygis ir slėgis, alyvos atskiedimas aušinamuoju skysčiu ar degalais	Pakeisti stūmoklių žiedus, stūmoklius ir suremontuoti variklio bloką
Subraukytos abi stūmoklio sijonėlio pusės, žiedai normalūs (7 pav.)	Variklio perkaitimas dėl nepakankamo aušinimo	Stūmoklių keitimas, variklio bloko remontas, stūmoklio žiedų keitimas, aušinimo sistemos gedimų šalinimas
Stūmoklis subraukytas simetriškai iš abiejų pusių (10 pav.)	Tas pat, žiedų užstrigimas stūmoklyje, žiedų perkaitimas	Tas pat, papildomai patikrinti ir suremontuoti uždegimo ir maitinimo sistemas
Platus matinis sijonėlio paviršius su smulkiais subraukymais, stipriai susidėvėję žiedai ir cilindrai (13 pav.)	Abrazyvinis sudilimas dėl blogos alyvos ir oro filtravimo	Pakeisti stūmoklius ir žiedus remontiniais, užtikrinti alyvos ir oro filtravimą
Stūmoklio sijonėlyje iš apkrautos stūmoklio pusės matyti ilgos siauros blizgančios juostos (2 pav.)	Labai riebus mišinys nuplauna alyvos plėvelę nuo cilindro	Sureguliuoti maitinimo sistemą, pakeisti stūmoklius, patikrinti cilindrus ir žiedus
Pajuodavusi stūmoklio viršutinė dalis, galimas sijonėlio išsinešiojimas (5 pav.)	Stūmoklio svyravimas cilindre dėl per didelio jo išsidėvėjimo	Pakeisti stūmoklius ir žiedus
Trūkimas ar pramušimas cilindrų bloko apatinėje dalyje	Sulūžusio švaistiklio smūgis, suirusių detalių patekimas tarp cilindro ir alkūninio veleno	Pakeisti ar suremontuoti bloką, pakeisti švaistiklį, suremontuoti alkūninį veleną

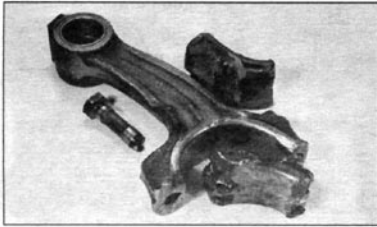
Variklio galvutė ir dujų skirstymo mechanizmas

Gedimai ir defektai	Priežastis	Šalinimo būdai
Galvutės plokštumos deformacija. Tarpinės pradegimas (40; 31 pav.)	Variklio perkaitimas	Suremontuoti variklio galvutę, pakeisti tarpinę
Metalo dalelės galvutėje	Pašalinių dalelių patekimas į variklį, vožtuvų lizdų ir stūmoklių pažeidimas dėl perkaitusio variklio	Suremontuoti variklio galvutę, patikrinti oro filtrą, patikrinti ir, jei reikia, pakeisti švaistiklį, vožtuvą
Įtrūkimas viršutinėje galvutės dalyje	Sušaldytas variklis	Pakeisti galvutę
Įtrūkimas vožtuvo lizdo (ketaus galvutėse)	Variklio perkaitimas, ilgas jo darbas su pažeista galvutės tarpine; vėlyvas degimas	Pakeisti ar suremontuoti galvutę
Vožtuvo deformacija (34 pav.)	Didžiausiųjų apsukų viršijimas, diržo ar grandinės trūkimas; švaistiklio trūkimas	Patikrinti ir pakeisti pažeistus vožtuvus, stūmiklius ir kitas detales; patikrinti švaistiklio deformaciją, jei reikia, pakeisti
Gilūs įbrėžimai vožtuvų lizde	Variklio darbas liesuoju mišiniu esant vėlyvajam degimui	Suremontuoti detales, sureguliuoti maitinimo ir uždegimo sistemas
Išdegęs vožtuvas (38 pav.)	Mažas šiluminis tarpelis, darbas vėlyvuojų degimu	Pakeisti vožtuvą
„Susisukęs“ skirstymo velenas, galimas vožtuvų ir jo detalių defektas (stūmikliai, kėlikliai)	Stūmoklio smūgis į vožtuvą; nutrūkęs diržas ar grandinė; viršytos didžiausiosios apsukos, nepakankamas tepimas	Pakeisti skirstymo veleną, vožtuvus, stūmiklius ir kitas detales; suremontuoti galvutę
Lūžęs skirstymo velenėlio dangtelis (41 pav.)	Variklio darbas esant nepakankamam tepimui, dangtelio perkaitimas ir išsilydymas	Suremontuoti variklio galvutę
Tas pat, tik nepažeistas darbinis paviršius	Trūkęs dujų skirstymo mechanizmo diržas (būdinga dyzeliniam varikliui)	Nuimti ir suremontuoti galvutę, pakeisti skirstymo veleną ir vožtuvus

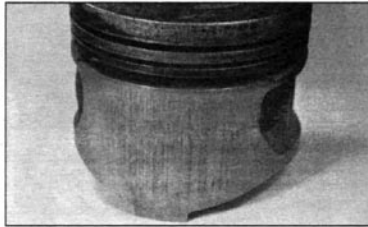
Dujų skirstymo mechanizmo pavara

Gedimai ir defektai	Priežastis	Šalinimo būdai
Trūkęs dujų skirstymo mechanizmo diržas (32 pav.)	Pertemptas diržas Keičiant perlaužtas diržas; tarp diržo ir krumpliaračio patekę pašalinių detalių	Diržo įtempimas neturi būti priverstinis; keičiant nepažeisti diržo; naudotis instrukcija keičiant diržą
Dujų skirstymo mechanizmo dirželio įtrūkimas vidinėje pusėje (33 pav.)	Išsidėvėjęs krumpliaračių darbinis paviršius	Pakeisti krumpliaračius
Susidėvėjęs darbinių dirželių paviršius	Pertemptas diržas Aštrus krumpliaračių paviršius	Diržo įtempimas neturi būti priverstinis, pakeisti krumpliaračius
Pažeistas vietinis paviršius	Per silpnai įtemptas diržas Susidėvėjęs krumpliaračių darbinis paviršius; krumpliaračių deformacija keičiant	Diržo įtempimas turi būti nuolat kontroliuojamas; pakeisti krumpliaračius; pakeisti krumpliaračius
Trūkimai išorinėje dirželio pusėje (36 pav.)	Dirželio perkaitimas: užstrigęs įtempimo guolis	Pakeisti įtempimo guolį
Pažeisti dirželio šonai (39 pav.)	Pažeisti ar deformuoti pavaros krumpliaračiai Krumpliaračiai išdėstyti ne vienoje ašyje Dirželis liečiasi į jo apsaugą ar kitas detales	Išlyginti arba pakeisti krumpliaračius
Nupjauti dirželio dantukai (dirželis tepaluotas) (42 pav.)	Prasiskverbę tepalo iš variklio priekinės dalies	Rasti tepalo prasiskverbimo vietą ir pašalinti gedimą
Nupjauti dirželio dantukai	Dėl nepakankamo tepimo užstrigęs skirstymo velenėlis; didelis pavaros krumpliaračių susidėvėjimas	Patikrinti ir suremontuoti variklio galvutę, skirstymo velenėlį, pakeisti krumpliaračius

Būdingiausiai svarbiausių variklio detalių pažeidimai



1. Švaistiklio defektas dėl apatinio dangtelio perkaitimo



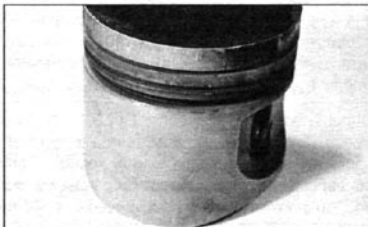
2. Nežymūs stūmoklio sijonėlio vidurinės dalies subraukymai dėl per riebaus degiojo mišinio



3. Stūmoklis su sulaužytais tarpžiedžiais



4. Stūmoklio sijonėlio subraukymai dėl nepakankamo tepimo



5. Pajuodavimas stūmoklio viršutinėje dalyje rodo stūmoklio per didelį laisvumą cilindre



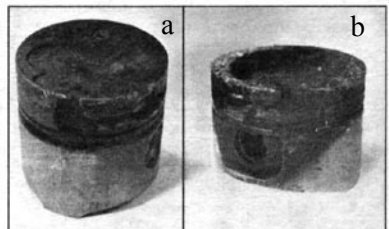
6. Stūmoklio dugno ir jo galvutės erozija



7. Sijonėlio subraukymai dėl variklio perkaitinimo



8. Gilūs subraukymai stūmoklio galvutėje



9. Tarpžiedžių pradegimas:
a) dyzelinis variklis;
b) benzininis variklis



10. Stiprūs stūmoklio sandarimo dalies subraukymai, užstrigę stūmoklio žiedai



11. Nesimetrinis stūmoklio dilimas rodo švaistiklio galvutės nesimetriškumą



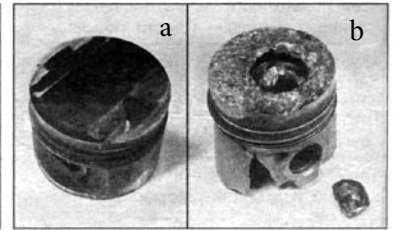
12. Stūmoklio sijonėlio lūžis



13. Smulkūs stūmoklio sijonėlio subraukymai dėl blogo tepalo ar oro filtravimo



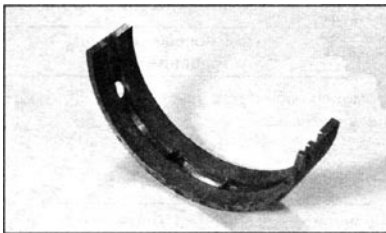
14. Stipriai išdilusi viršutinė stūmoklio dalis



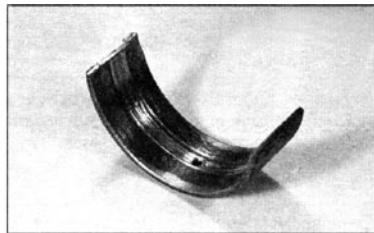
15. Stūmoklio dugno deformacija:

a) stūmoklio kontaktas su vožtuvu;

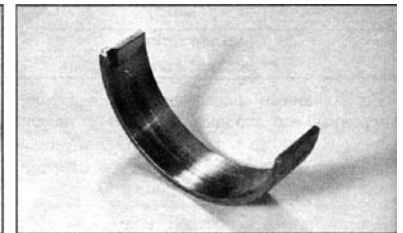
b) degimo kameroje yra pašalinių dalelių



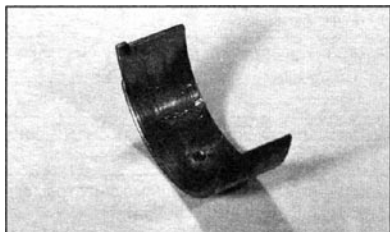
16. Matinis paviršius ir smulkūs pažeidimai ant jo nuo darbo su tepalo ir vandens emulsija



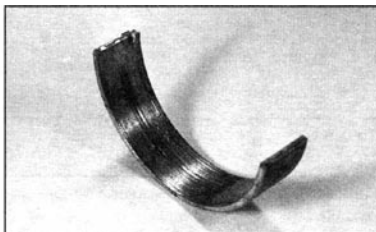
17. Gilūs įbrėžimai darbiname paviršiuje dėl tepalo su abrazyvu



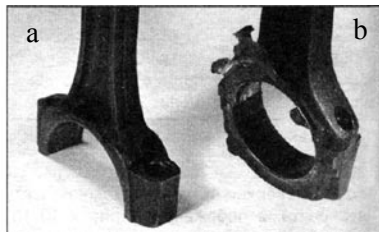
18. Vienpusis slydimo guolio susidėvėjimas dėl persikreipusio alkūninio veleno dangtelio



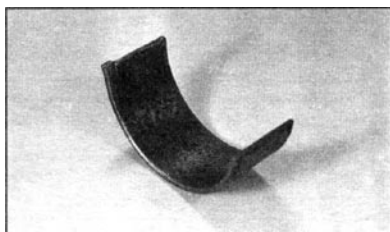
19. Ištrupėjęs slydimo guolis



20. Slydimo guolio subraukymai



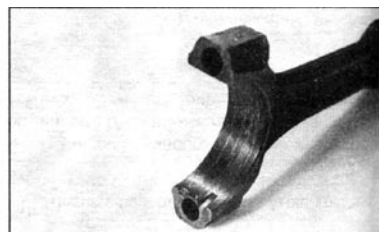
21. Švaistiklio apatinės dalies perkaitimas dėl nepakankamo tepimo:
a) be paviršiaus pažeidimų;
b) su išsilydžiusiu slydimo guoliu



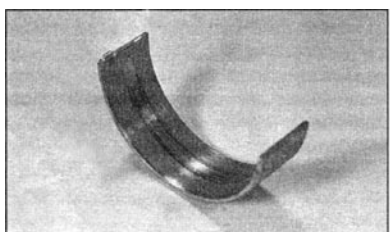
22. Slydimo guolio darbinio paviršiaus korozija



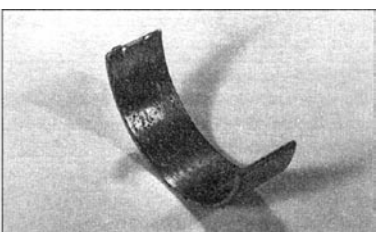
23. Suspaustas darbinis paviršius



24. Subraukymai apatinėje švaistiklio dalyje dėl slydimo guolio prasukimo



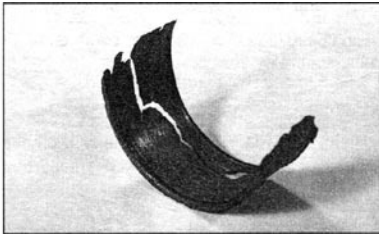
25. Blizgantis slydimo guolio darbinis paviršius dėl nepakankamo tepimo



26. Slydimo guolis su visiškai suardytu darbinio paviršiumi



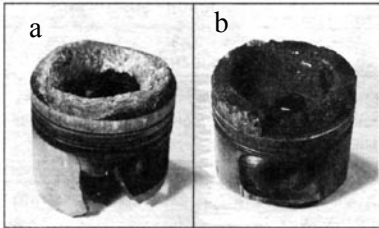
27. Pašalinės dalelės slydimo guolio darbiniam paviršiuje dėl sudilusių kitų variklio detalių



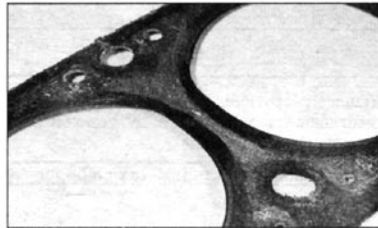
28. Slydimo guolio metalinės dalies suirimas dėl per didelio jo perkaitimo



29. Cilindro hidraulinio smūgio rezultatas:
a) švaistiklio deformacija;
b) švaistiklio lūžis



30. Stūmoklio dugno suirimas:
a) mechaninis pažeidimas;
b) šiluminis pažeidimas



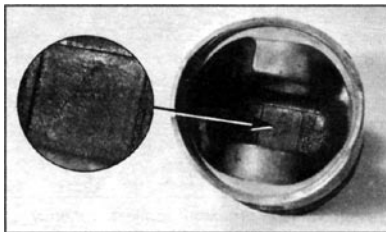
31. Variklio galvutės tarpinės pradegimas tarp cilindrų



32. Dirželio trūkimas



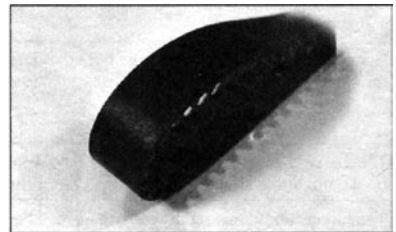
33. Dirželio įtrūkimas vidinėje pusėje



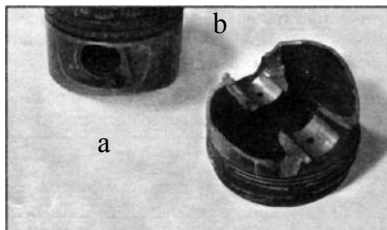
34. Stūmoklio dugno įtrūkimas



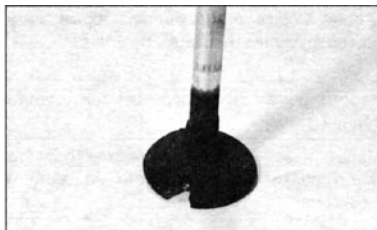
35. Vožtuvas po smūgio į stūmoklį



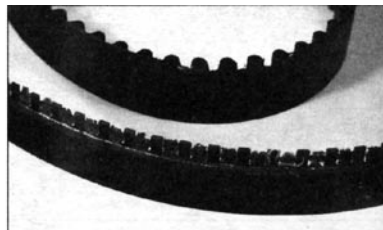
36. Trūkimai išorinėje dirželio pusėje



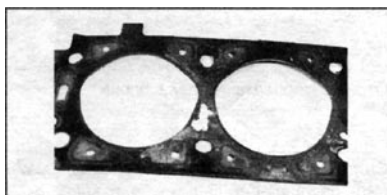
37. Įtrūkimas stūmoklio piršto angoje (a), trūkimas per stūmoklio piršto angą (b)



38. Vožtuvo pradegimas



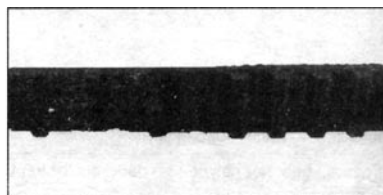
39. Dirželio šonų pažeidimas



40. Cilindrų galvutės pradegimas



41. Skirstymo velenėlio dangtelio suirimas dėl blogo tepimo



42. Dirželio dantukų nupjovimas

LITERATŪRA

1. *Automobiliai*. Vertė A. Kirka. Kaunas, 2001.
2. GIEDRA, K., KIRKA, A., SLAVINSKAS, S. *Automobiliai*. Kaunas, 2002.
3. HILER, V. A. W. *Fundamentals of Motor Vehicle Technology*. 1993.
4. LACZNOSCI, I. *Podstawy budowy silnikow slawomir luft Wydawnictwa Komunikacji*. Warszawa, 2003.
5. LIVŠICAS, A. *Lengvųjų automobilių konstrukcija ir techninė priežiūra*. Vilnius, 1988.
6. MOTEJL, V., HOREJŠ, K. a kolektiv. *Učebnyce pro řidiče a opravare automobilu*. Brno, 2004.
7. RINKEVIČIUS, J. *Automobilių istorija*. Vilnius, 2005.
8. WAJAND J. A., WAJAND, J. T. *Tłokowe silniki spalinowe*. Warszawa, 2005.
9. *Автомобильный справочник*. Под ред. В. М. Приходько. Москва, 2004.
10. ВАХЛЯМОВ, В. К., ШАТРОВ, М. Г., ЮРЧЕВСКИЙ, А. А. *Автомобили*. Москва. 2003.
11. ХРЛЕВ, А. Э. *Ремонт двигателей зарубежных автомобилей*. За рулем, 2000.

Jurevičius Valdas, Nanevičius Leonidas

Au76 Automobilio variklis / Valdas Jurevičius, Leonidas Nanevičius. – Kaunas: UAB „Judex“, 2008. – 256 p.

ISBN 978-9955-748-20-5

ISBN 978-9955-748-19-9

Vadovėlis „Automobilių remontininko rengimas“ parengtas įgyvendinant Europos socialinio fondo projektą „Mokymo-mokymosi priemonių profesiniam mokymui atnaujinimo modelio kūrimas“. Jis paremtas naujomis technologijomis ir atitinka profesinio rengimo standarte numatytas kompetencijas. Vadovėlį papildo užduočių rinkinys, mokytojo knyga ir plakatai.

Vadovėlis (ir jo komplekto dalys) skirtas profesinės mokyklos mokiniui, siekiančiam įgyti automobilių remontininko ar automobilių elektros įrenginių remontininko kvalifikaciją, tačiau gali būti naudingas ir kitiems automobilių transporto eksploatacijos, techninės priežiūros ir remonto specialistams.

UDK 629.113(474.5)

Valdas Jurevičius, Leonidas Nanevičius

AUTOMOBILIO VARIKLIS

Spausdino UAB „Judex“, Europos pr. 122, LT-46351 Kaunas
Tel./faks. (8 ~ 37) 34 12 46; www.judex.lt; el. paštas judex@judex.lt
Tiražas 3000 vnt. Užsakymo Nr. 6507