



GENEROLO JONO ŽEMAIČIO LIETUVOS KARO AKADEMIJA

STANISLOVAS BUTELIAUSKAS

# **AUTOMOBILIŲ SANDARA IR PRIEŽIŪRA**

Mokomoji knyga

Vilnius  
2008

UDK 629.113(075.8)

Bu 387

Mokomojoje knygoje glaustai aptariama automobilių, tarp jų karinių, sandara, svarstomos jų patikimumo problemos. Pirmą kartą literatūroje nagrinėjamos naujausių technologijų techninių priežiūrų sistemos, pateikiama jų planavimo ir organizavimo tvarka, apžvelgiamos šiuolaikinių automobilių darbo ir valdymo sistemų diagnostikos priemonės ir įranga. Aptiriamos svarbiausios eksploatacinės medžiagos, jų pagrindinės savybės, ženklavimas, jų vartojimo rekomendacijos. Pateikiama autoriaus sukurta ir KAM sistemoje taikoma transporto ekonominio naudingumo vertinimo metodika.

Knyga skirta LKA transporto vadybos specialybės kariūnams, krašto apsaugos sistemos transporto vadybos ir logistikos specialistams.

Atsakingasis redaktorius doc. dr. Juozas Baublys

Recenzavo dr. mjr. Eimantas Juodzevičius, mjr. Alfredas Rumbutis

© Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademija, 2008

© Stanislovas Buteliauskas, 2008

ISBN 978-9955-423-71-3

# Turinys

Įvadas.....	7
1. Automobilių sandara.....	8
2. Automobilių jėgainės.....	11
2.1. Keturtakčiai vidaus degimo varikliai.....	12
2.1.1. Keturtakčių KU ir SU variklių veikimo principas ir darbo ciklas.....	13
2.2. Dvitakčiai vidaus degimo varikliai.....	14
2.2.1. Dvitakčio variklio veikimas.....	15
2.3. Rotoriniai vidaus degimo varikliai.....	16
2.4. Hibridinės jėgainės.....	20
2.5. Cheminės-elektrocheminės jėgainės.....	21
2.6. Vidaus degimo variklių pagrindiniai geometriniai ir techniniai parametrai.....	25
2.6.1. Klasikinių stūmoklinių vidaus degimo variklių sandara.....	29
CILINDRŲ BLOKAS.....	29
CILINDRŲ BLOKO GALVUTĖ.....	31
ALKŪNINIS SKRIEJIKO MECHANIZMAS.....	32
DUJŲ SKIRSTYMO MECHANIZMAS.....	38
DUJŲ SKIRSTYMO MECHANIZMO PAVARA.....	48
2.6.2. Benzininių variklių maitinimo sistema.....	51
KARBIURATORINIŲ VARIKLIŲ MAITINIMO SISTEMOS SANDARA.....	51
2.6.3. Karbiuracijos principas.....	56
PAPRASČIAUSIAS KARBIURATORIUS IR JO VEIKIMAS.....	58
2.6.4. Benzino įpurškimo sistemos.....	66
K-JETRONIC VIETINĖ NENUTRŪKSTAMO BENZINO ĮPURŠKIMO SISTEMA.....	67
VIETINIO PERIODINIO ĮPURŠKIMO SISTEMA.....	69

LH-MOTRONIC VALDYMO SISTEMA.....	71
CENTRINIO ĮPURŠKIMO SISTEMOS .....	73
MONOMOTRONIC ĮPURŠKIMO SISTEMA .....	75
MULTEC ĮPURŠKIMO SISTEMA .....	77
2.6.5. Dujų variklių maitinimo sistema.....	79
2.6.6. Degiojo mišinio uždegimo sistemos.....	81
KONTAKTINĖ BATERINĖ UŽDEGIMO SISTEMA.....	82
TRANZISTORINĖS UŽDEGIMO SISTEMOS.....	84
MIKROPROCESORINĖS UŽDEGIMO SISTEMOS.....	87
2.6.7. Variklių tepimo sistemos.....	88
2.6.8. Variklių aušinimo sistemos.....	91
2.6.9. Slėginio uždegimo varikliai .....	93
SLĖGINIO UŽDEGIMO VARIKLIŲ DARBO PRINCIPAS .....	94
DUJŲ SKIRSTYMO FAZĖS .....	95
SLĖGINIO UŽDEGIMO VARIKLIŲ MAITINIMO SISTEMOS SANDARA .....	97
COMMON RAIL DEGALŲ ĮPURŠKIMO SISTEMA .....	99
3. Transmisija.....	101
3.1. Transmisijų klasifikacija ir jų schemos .....	101
3.1.1. Sankabos.....	106
VIENADISKĖS SANKABOS.....	107
HIDRAULINĖ SANKABA .....	110
HIDRODINAMINIS TRANSFORMATORIUS .....	112
4. Valdymo sistemos.....	113
4.1. Automobilių vairo sistemos .....	113
4.1.1. Vairuojamųjų ratų padėtis.....	115
4.1.2. Vairo trapecija.....	117
4.2. Automobilių stabdymo sistemos.....	118
4.2.1. Stabdžių sistemos .....	118

STABDŽIŲ SISTEMOS SU HIDRAULINIŲ VALDYMU .....	120
STABDŽIŲ SISTEMOS SU PNEUMATINIŲ VALDYMU.....	122
STABDŽIŲ ANTIBLOKAVIMO SISTEMA .....	125
<b>5. Automobilių priežiūra .....</b>	<b>128</b>
MAŠINŲ DARBINGUMO KITIMAS.....	128
PAGRINDINĖS SĄVOKOS.....	129
EKSPLOATAVIMO SĄLYGŲ ĮTAKA TRANSPORTO TECHNINĖS BŪKLĖS KITIMUI .....	131
<b>6. Transporto priemonių techninių priežiūrų ir remontų sistema .....</b>	<b>135</b>
KASDIENINĖ (PAMAININĖ) TECHNINĖ PRIEŽIŪRA (KTP).....	139
<b>6.1. I grupės techninių priežiūrų sistema .....</b>	<b>140</b>
PIRMOJI PERIODINĖ TECHNINĖ PRIEŽIŪRA – PTP-1 .....	140
ANTROJI PERIODINĖ TECHNINĖ PRIEŽIŪRA – PTP-2 .....	141
SEZONINĖ TECHNINĖ PRIEŽIŪRA – STP .....	142
<b>7. Techninių priežiūrų planavimas ir organizavimas.....</b>	<b>145</b>
<b>8. Automobilių priežiūros ir remonto įranga.....</b>	<b>149</b>
<b>8.1. Diagnostikos aparatūra .....</b>	<b>149</b>
„BOSCH“ FIRMOS PROGRAMINĖS ĮRANGOS STRUKTŪRA IR GALIMYBĖS .....	151
AUTOMOBILINIŲ SISTEMŲ ANALIZATORIAI FSA 560 IR FSA 564.....	152
TECHNOLOGINĖ ĮRANGA .....	153
<b>9. Eksploatacinės medžiagos .....</b>	<b>155</b>
<b>9.1. Benzinas .....</b>	<b>155</b>
BENZINO KOKYBĖ .....	156
BENZINO ASORTIMENTAS .....	160
<b>9.2. Dyzeliniai degalai.....</b>	<b>163</b>
PAGRINDINĖS DYZELINIŲ DEGALŲ CHARAKTERISTIKOS .....	164
DYZELINIŲ DEGALŲ RŪŠYS IR PARINKIMAS .....	165

9.3. Dujiniai ir alternatyvieji degalai.....	166
9.4. Tepimo medžiagos .....	167
9.4.1. Alyvos .....	167
9.4.2. Tepalai .....	174
TEPALŲ SUDĖTIS IR SAVYBĖS.....	174
TEPALŲ ŽENKLINIMAS.....	176
10. Transporto priemonių ekonominis naudingumas .....	179
Literatūra .....	186

## Ivadas

Šiuolaikiniai automobiliai yra aukšto techninio lygio ir puikios kokybės, tenkinančios net gana įnoringus vairuotojus. Kita vertus, tobulumui ribų nėra. Eksploatacijos metu kinta automobilių sistemų, prietaisų, įrenginių, mazgų techninė būklė, taigi neišvengiamai reikalinga jų techninė priežiūra, remontas.

Lietuvai tapus nepriklausoma valstybe, sparčiais tempais keitėsi automobilių parkas – struktūriniu, kiekybiniu ir kokybiniu požiūriu. Kuklių techninių galimybių, mažai patikimi ir greitai senstantys rusų gamybos lengvieji automobiliai sėkmingai ir greitai sugrįžo į Rusiją ir kitas NVS šalis, o į jų vietą pradėjo plūsti geresnės kokybės kiek naujesni, o dalis – ir visai naujų automobilių iš Vakarų Europos ir Azijos šalių. Neekonomiškus ir nepatikimus sovietmečio krovinius automobilius ir autobusus baigia pakeisti Vakarų Europos ir Skandinavijos šalių transporto priemonės. Šių dienų vakarietiški automobiliai patikimesni, ekonomiškesni, ekologiškesni, o naujos kartos – labai sudėtingi. Daug kainuoja ir komplikuota jų priežiūra, nes reikalinga sudėtinga ir brangi elektroninė programinė diagnostikos aparatūra, įranga, įrankiai. Pasikeitė priežiūros, remonto samprata ir esmė. Ankstesnės technologijos nebetinkamos šių laikų automobilių priežiūrai ir remontui, net ankstesnė literatūra šiuo klausimu jau nebe naudotina.

Šioje knygelėje nagrinėjami labai aktualūs klausimai: automobilių sandara, jų veikimas, dažniausiai pasitaikantys gedimai, automobilių diagnostikos priemonės, techninės priežiūros ir remonto sistema, planavimas ir organizavimas.

Knygutė skirta Karo akademijos kariūnams, studijuojantiems transporto inžinerinę vadybą, Krašto apsaugos ir Vidaus reikalų ministerijų autotransporto srities darbuotojams.

Inžinerinės vadybos katedros  
lektorius

inžinierius Stanislovas Buteliauskas

# 1. Automobilių sandara

Automobiliams priskiriamos bet kokios motorinės nebėginės transporto priemonės, kurios skirtos važiuoti keliu, vežti krovinius, keleivius arba vilkti kitas transporto priemones. Jiems nepriklauso motociklai, traktoriai ir savaeigės mašinos.

## Automobiliai ir jų klasifikacija

Automobiliai pagal paskirtį klasifikuojami į keleivinius, krovininius, vilkikus ir specialiuosius. Keleiviniai automobiliai, kuriuose telpa ne daugiau kaip 8 keleiviai, vadinami lengvaisiais, o tie, kuriuose telpa daugiau – autobusais. Autobusai pagal paskirtį būna: miesto, tarp miestiniai ir turistiniai. Pagal ilgį skirstomi į labai mažus (mikroautobusus), kurių ilgis iki 5 m, mažus, kurių ilgis 6–7,5 m, vidutinius – 8–9,5 m, didelius – 10,5–12 m, ir labai didelius, kurių ilgis ne mažesnis kaip 16,5 m. Keleivių sėdimų vietų skaičius mikroautobuse iki 10, mažame autobuse – apie 25, vidutiniame – apie 35, dideliame – apie 45, labai dideliame – apie 80.

Krovininiai automobiliai skirstomi pagal paskirtį, talpą, krovinio talpos tipą ir tiltų skaičių. Pagal talpą būna: labai mažos talpos – iki 1,0 t; mažos – 1,0–3,0 t; vidutinės – 3,0–5,0 t; didelės – 5,0–15 t ir labai didelės talpos – daugiau kaip 15 t.

Pagal talpos tipą krovininiai automobiliai būna bortiniai, savivarčiai, cisternos ir furgonai.

Specialieji automobiliai būna gaisriniai, sanitariniai, kelių, skverų priežiūros, grunto gręžimo, autokeltuvai ir kiti su specialiąja įranga.

Tarptautiniais susitarimais ir įstatymais įvesti šie automobilių techninių parametrų apribojimai: gabaritui, leidžiamai didžiausiai masei ir didžiausiai ašies apkrova.

Leistinas automobilio plotis – iki 2,6 m, aukštis – 3,6–4,15 m; dviašio automobilio ilgis – 10–12,2 m; dviejų dalių prikabinamo autotraukinio ilgis – 18–24 m; dviašio automobilio leidžiama didžiausia masė – 16–20 t; triašio automobilio leidžiama didžiausia masė 18–30 t; autotraukinio masė – 21–62 t; vienos ašies apkrova – 100–300 kN.



## **Automobilių bendra sandara ir terminija**

Automobiliai sudaryti iš jėgainės (variklio), transmisijos, važiuoklės, valdymo, saugos sistemų ir darbo įrenginių:

**Jėgainė** – tai toks įrenginys arba įrenginių grupė, kuriuose vyksta termodinaminiai cheminiai arba elektrocheminiai procesai, o jiems vykstant gaunama energija arba viena jos rūšis keičiama į kitą – mechaninę arba elektros. Jėgainė gali būti sudaryta iš: vidaus degimo variklio; vidaus degimo variklio, elektros generatoriaus ir varančiųjų elektros variklių; vidaus degimo variklio, generatoriaus, akumuliatorių baterijų ir elektros variklių. Jėgainė gali būti ir netradiciniu – vandeniliniu kuru varomas reaktoriaus tipo įrenginys, kuriame (reaktoriuje) vandenilis, reaguodamas su deguonimi, gamina elektros energiją.

**Vidaus degimo variklis** – tai įrenginys, kuris uždaroje erdmėje degančių degalų šiluminę ir besiplečiančių dujų slėgio energiją paverčia mechaniniu darbu.

**Transmisija** – tai tokia kinematinių mechanizmų grandinė, kuri transformuoja variklio sukamojo momento dydį, jo kryptį ir perduoda sukamąjį momentą varantiesiems ratams. Transmisija sudaryta iš sankabos, pavarų dėžės, pagrindinės pavaros, diferencialo ir pusašių.

**Važiuoklė** – tai automobilio bazinė įranga: rėmas, tiltų sijos, lingės, spyruoklės, amortizatoriai, ratai. Prie rėmo su pakaba ir amortizacine sistema montuojami transmisijos, vairo, stabdžių ir kiti funkciniai mechanizmai.

**Valdymo sistemos** – tai sistemos, kurios skirtos automobilio judesio kryptiai, greičiui, pagreičiui koreguoti arba laikyti automobilį stovintį. Jas sudaro vairo ir stabdžių sistemos.

Automobiliuose yra elektros energijos gamybos, rezervavimo, variklio paleidimo, automobilio apšvietimo, kontrolės ir signalizacijos sistemos.

## **Automobilių techninės sąvokos**

**Masė be krovinio** – transporto priemonės masė be vairuotojo, keleivių ir krovinio, tačiau su visa degalų atsarga, atsarginiu ratu (atsarginiais ratais) ir įrankių komplektu.

**Masė su krovinium** – faktinė transporto priemonės masė – su vairuotoju, faktiniu keleivių ir krovinio kiekiu.

**Leidžiama didžiausia masė** – visiškai sukomplektuotos, su vairuotoju, leidžiamu keleivių skaičiumi ir krovinio kiekiu transporto priemonės (ar transporto priemonių junginio) masė, kurią gamykla arba valstybės kompetentingos institucijos nustatė kaip didžiausią leistiną.

**Leidžiama ašies apkrova** – didžiausia automobilio apkrova keliui, kurią gali perduoti labiausiai apkrautos ašies ratai.

**Automobilio bazė** – atstumas tarp priekinės ir galinės ratų ašies.

**Automobilio vėžė** – atstumas tarp vienos ašies ratų vidurio linijos (sudvejintiems ratams ratų vidurio linija laikomas tarpo tarp sudvejintų ratų vidurys).

**Prošvaisa** – automobilio mazgo mažiausias atstumas nuo žemės.

**Degalų sąnaudos** – degalų kiekis, reikalingas nuvažiuoti 100-ai kilometrų važiuojant užmiesčio keliais 90 km/h greičiu (arba 100 km/h greičiu) – užmiesčio režimas, arba degalų kiekis, reikalingas nuvažiuoti 100-ai kilometrų mieste – miesto režimas, arba degalų kiekis, reikalingas nuvažiuoti 100-ai kilometrų miesto ir užmiesčio keliais – mišrus režimas.

## 2. Automobilių jėgainės

Automobilių varančioji jėga yra jų jėgainės, kurios dabar pelnytai vadinamos varikliais. Įprasti varikliai, degindami jiems pritaikytas degalų rūšis, šių degalų šiluminę energiją verčia mechanine energija ir, suteikdami automobiliams judesį, atlieka tam tikrą darbą. Tačiau jau dabar vis daugiau gaminama bandomųjų automobilių, kuriuose naudojamos hibridinės jėgainės su kelių rūšių varikliais arba naujais principais veikiančios jėgainės. Jose naudojami retų rūšių degalai, o vykstantys procesai visiškai nepanašūs į degimo procesus, kurie vyksta įprastuose vidaus degimo varikliuose.

Šiuolaikinės automobilių jėgainės gali būti skirstomos pagal energijos kaitos principą:

**šiluminės-mechaninės;**

**šiluminės-elektromechaninės (hibridinės);**

**cheminės-elektromechaninės (reaktorinės).**

Pirmajai grupei priskiriamos jėgainės su vidaus arba išorės degimo varikliais.

Antrajai grupei priklauso hibridinės jėgainės, kuriose degalų šiluminė energija paverčiama į mechaninę vidaus degimo varikliuose, o pastarieji suka elektros generatorius.

Trečiąją grupę sudaro cheminės-elektromechaninės jėgainės, kurių specialiaame reaktoriuje vandenilis, reaguodamas su deguonimi, sukuria elektros srovę, reikalingą elektros varikliams sukuti.

Jėgainėse naudojami vidaus degimo varikliai gali būti skirstomi pagal konstrukciją į: stūmoklinius, rotorinius ir turbininius. Labiausiai paplitę yra stūmokliniai varikliai, o rotoriniai dėl konstrukcijos trūkumų gaminami labai ribotais kiekiais. Turbininiai varikliai dėl labai mažo jų naudingumo koeficiento įprastiniuose automobiliuose beveik nenaudojami.

Pagal naudojamas degalų rūšis stūmokliniai varikliai būna: benziniiniai, spiritiniai, dujiniai, dyzeliniai, vandeniliniai, kombinuoti arba universalūs.

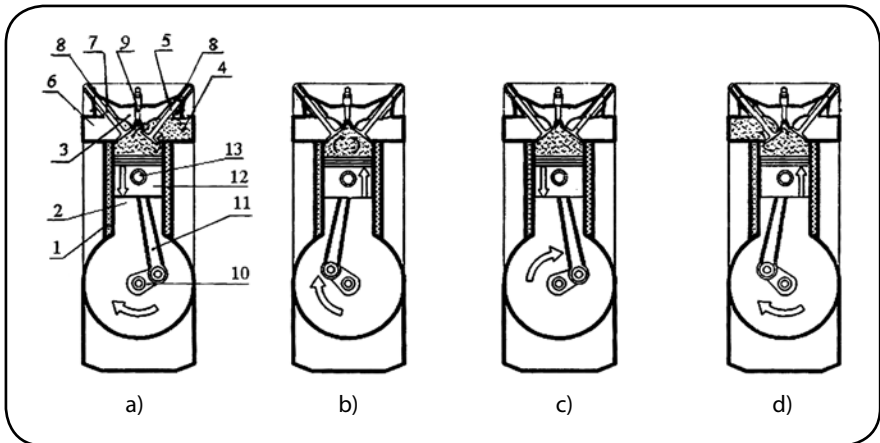
Pagal uždegimo būdą yra kibirkštinio (KU) ir slėginio terminio uždegimo (SU) varikliai.

Pagal darbo taktų skaičių cikle varikliai būna dvitaktiniai ir keturtaktiniai.

Pagal degimo mišinio rengimo vietą ir būdą varikliai yra išorinio (karbiuratoriniai arba su degalų įpurškimu į kolektorių) ir vidinio degimo mišinio rengimo (su degalų įpurškimu tiesiog į degimo kamerą).

## 2.1. Keturtaktiniai vidaus degimo varikliai

Elementaraus keturtakčio stūmoklinio vidaus degimo variklio struktūra ir darbo ciklas pavaizduoti 1 pav.



1 pav. Keturtakčio KU variklio struktūra ir darbo ciklas

Keturtaktį kibirkštinio uždegimo vidaus degimo variklį sudaro: cilindro blokas 1, cilindras 2, cilindro bloko galvutė 3, įsiurbimo kanalas 4, įsiurbiamasis vožtuvas 5, išmetamųjų dujų kanalas 6, išleidžiamasis vožtuvas 7, vožtuvų spyruoklės 8, kibirkštinė uždegimo žvakė 9, alkūninis velenas 10, švaistiklis 11, stūmoklis 12 ir stūmoklio pirštas 13. Slėginio-terminio uždegimo varikliuose vietoje kibirkštinės uždegimo žvakės yra purkštukas, o šaltam varikliui paleisti – kaitinimo žvakė. Alkūninis velenas

remiasi į cilindrų bloką slydimo guoliais ir juose gali sukintis. Stūmoklis 12 pirštu 13 ir švaistikliu 11 sujungtas su alkūniniu velenu 10. Priklausomai nuo veleno sukimosi stūmoklis gali slankioti cilindre į viršų arba žemyn. Alkūninis velenas kinematinė grandinė sujungtas su įsiurbiamuoju ir išleidžiamuoju vožtuvais ir juos sinchroniškai atidarinėja, o spyruoklės, veikiančios vožtuvus, juos stengiasi uždaryti ir laikyti uždarytus.

### 2.1.1. Keturtakčių KU ir SU variklių veikimo principas ir darbo ciklas

Sukant alkūninį veleną, švaistiklis verčia stūmoklį judėti cilindre ašine kryptimi į viršų arba žemyn. Slenkant stūmokliui žemyn, kai įsiurbiamasis vožtuvas 5 atidarytas, cilindro tūris, esantis virš stūmoklio, didėja, ir ten didėja oro išretėjimas. Kibirkštinio uždegimo varikliuose pro atvirą įsiurbiamąjį vožtuvą įsiurbimo kanalu 4 siurbiamas degusis mišinys, kuris užpildo cilindrą. **Šis procesas, kai stūmoklis, slinkdamas iš viršaus žemyn, pro atvirą įsiurbiamąjį vožtuvą užpildo cilindrą šviežiu degiuoju mišiniu, vadinamas įsiurbimo taktu** (1 pav., a). Slėginio uždegimo varikliuose į cilindrą įsiurbiamas tik oras.

Alkūninis velenas, sukdamasis toliau, stumia švaistiklį, o per jį ir stūmoklį į viršų. Per kitą kinematinę grandinę veleno kumštėlis atleidžia įsiurbiamąjį vožtuvą 5, kurį spyruoklė 8 prispaudžia prie lizdo ir uždaro įsiurbimo kanalą. **Kai stūmoklis kyla į viršų, o abu vožtuvai uždaryti, cilindre virš stūmoklio esantis degusis mišinys yra suspaudžiamas. Šis procesas vadinamas suslėgimo taktu** (1 pav., b).

Tuo momentu, kai stūmoklis pasiekia beveik kraštinę viršutinę padėtį, variklio uždegimo sistemos elektros grandinėje suformuojamas aukštosios įtampos srovės impulsas, kuris, patekęs į uždegimo žvakės centrinį elektrodą, sudaro potencialų skirtumą ir tarp žvakės elektrodų atsiranda iškrovos kibirkštis. Nuo kibirkšties degusis mišinys staigiai įsiliepsnoja. Slėginio uždegimo varikliuose suspaudžiamas oras, o į suslėgtą ir įkaitusį degimo kameroje orą įpurškiami dyzeliniai degalai, kurie nuo temperatūros savaimė įsiliepsnoja. Degant degalų ir oro degiajam mišiniui, cilindre virš stūmoklio staiga pakyla temperatūra, degančių dujų slėgis, kuris didele jėga slegia stūmoklį žemyn, per švaistiklį verčia sukintis

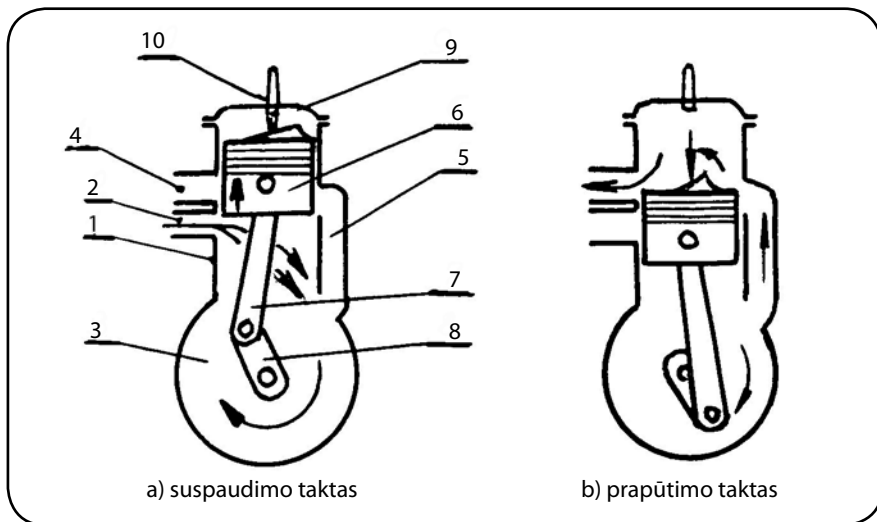
alkūninį veleną. Šis procesas, kai degančių dujų slėgiamas stūmoklis spaudžiamas žemyn ir per švaistiklį suka alkūninį veleną, vadinamas **darbo taktu** (1 pav., c).

Alkūninis velenas, veikiamas inercijos jėgų, sukasi toliau, per švaistiklį stumia stūmoklį į viršų, o per kinematinę grandinę atidaro išleidžiamąjį vožtuvą. **Stūmoklis, slinkdamas į viršų, išstumia dujų deginius pro atvirą išleidžiamąjį vožtuvą. Šis procesas vadinamas išmetimo taktu** (1 pav., d).

**Įsiurbimo, suslėgimo, darbo ir išmetimo taktai sudaro visą keturtakčių variklių darbo ciklą.** Visas keturtakčio variklio darbo ciklas viename cilindre įvyksta per du alkūninio ir vieną skirstomojo veleno apsisukimus.

## 2.2. Dvitakčiai vidaus degimo varikliai

Dvitakčio vidaus degimo variklio struktūra ir veikimas pavaizduoti 2 paveikslėlyje.



2 pav. Dvitakčio variklio struktūra ir darbas

Jis sudarytas iš korpuso su cilindru 1, kuriame yra įsiurbimo kanalas 2, sujungtas su karteriu 3, aukščiau įsiurbimo kanalo yra išmetamųjų dujų kanalas 4, sujungtas su viršutine cilindro ertme. Priešingoje cilindro pusėje kiek žemiau yra prapūtimo kanalas 5, kuris vienu galu jungiasi su cilindru, o kitu – su karteriu. Cilindre patalpintas stūmoklis 6, kuris švaistikliu 7 sujungtas su alkūniniu velenu 8. Pastarasis riedėjimo guoliais remiasi į cilindro 1 korpusą. Cilindras iš viršaus uždengtas cilindro galvute 9, kurioje yra degimo kamera. Galvutėje įmontuota kibirkštinė žvakė 10. Dvitakčiame kibirkštinio uždegimo variklyje vožtuvų nėra, o jų funkcijas atlieka pats stūmoklis.

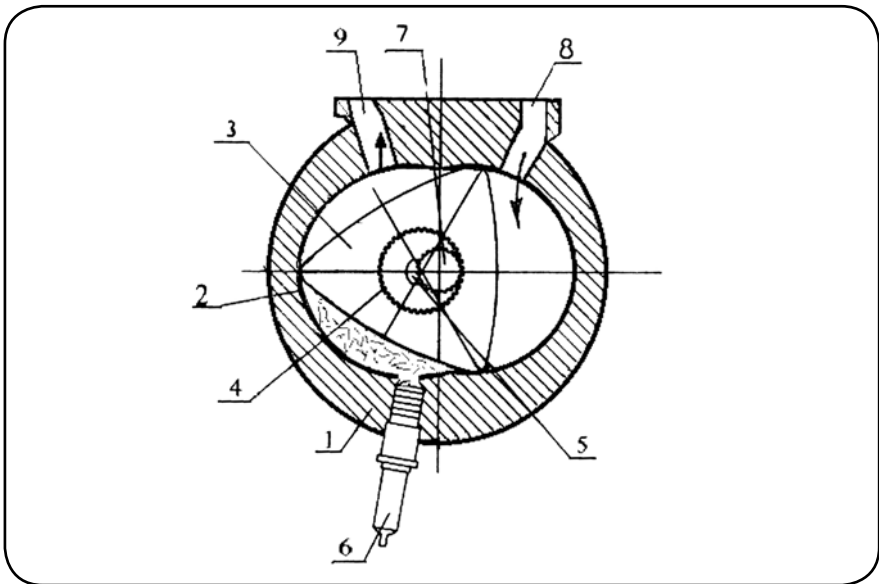
### 2.2.1. Dvitakčio variklio veikimas

Sukant variklio alkūninį veleną, švaistiklis verčia slankioti stūmoklį cilindre į viršų arba žemyn. Stūmokliui judant į viršų, cilindre ir karteryje vyksta tam tikri procesai. Kai stūmoklis juda į viršų, dešiniąja viršutine briauna uždaro prapūtimo kanalą, karteryje tūris didėja, todėl jame oras išretėja. Vėliau stūmoklis savo kairiąja apatine briauna sujungia karterį su įsiurbimo kanalu, tada į karterį siurbiamas degusis mišinys (2 pav., a). Stūmoklis, vos uždaręs prapūtimo kanalą, tuojau uždaro ir išmetamųjų dujų kanalą, todėl cilindre ir degimo kameroje suspaudžiamas virš stūmoklio anksčiau patekęs degusis mišinys. Vadinasi, karteryje vyksta įsiurbimas, o degimo kameroje – suslėgimas. Stūmokliui pasiekus viršutinę padėtį suslėgtas degusis mišinys uždegamas žvakės kibirkštimi ir įsiliepsnoja. Staiga kyla temperatūra ir dujų slėgis degimo kameroje. Didele jėga slėgis spaudžia stūmoklį žemyn ir per švaistiklį verčia sukėti alkūninį veleną. Stūmoklis, dujų slėgio veikiamas ir judėdamas žemyn, atlieka darbą, o šis procesas vadinamas **darbo taktu**. Stūmoklis, nuėjęs tam tikrą kelią, apatine kairiąja briauna uždaro įsiurbimo kanalą ir į karterį degusis mišinys nebetenka (2 pav., b). Toliau, mažėjant tūriui karteryje, įsiurbtas degusis mišinys slegiamas. Stūmoklis, slinkdamas žemyn, viršutine kairiąja briauna atidaro išmetamųjų dujų kanalą, per kurį dujos iš degimo kameros veržiasi į išorę. Slėgis degimo kameroje staigiai krinta ir tuo momentu stūmoklis dešiniąja viršutine briauna atidaro prapūtimo kanalą, per kurį karteryje slegiamas degusis mišinys veržiasi į degimo kamerą, padėdamas deginiams greičiau pasišalinti iš cilindro. **Procesas, kai iš cilindro**

deginiai šalinami į išorę, o iš karterio degusis mišinys užpildo cilindrą, vadinamas prapūtimu.

## 2.3. Rotoriniai vidaus degimo varikliai

Rotorinių vidaus degimo variklių idėja kilo dar šešioliktame amžiuje, tačiau realiai veikiančią variklį, kuris būtų patikimas, pavyko sukurti tik 1958 metais vokiečių konstruktoriui ir išradėjui F. Vankeliui. Jo sukurto rotorinio variklio struktūrinė schema pavaizduota 3 pav.



3 pav. Rotorinio Vankelio variklio struktūrinė schema

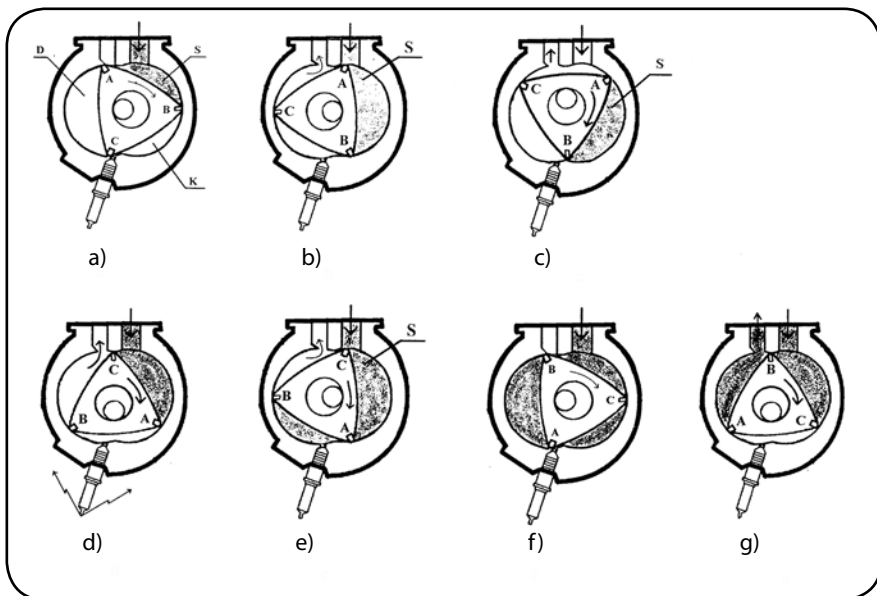
Vankelio rotorinis variklis sudarytas iš korpuso 1, kuriame yra epitrochoidinės formos darbo paviršius 2, korpuse įmontuoto trikampio formos rotoriaus 3, kurio centre yra cilindrinė kiaurymė su joje įpresuotu vidinio kabinimo krumpliaračiu 4, **ekscentrinio veleno** 5, kibirkštinės uždegimo žvakės 6. Korpusas iš abiejų rotoriaus galų uždengtas plokšč-



tėmis, kuriose sumontuotas **ekscentrinis** velenas 5, galintis sukintis guoliuose apie savo ašį. Vienoje plokštėje nejudamai sumontuotas išorinio kabinimo krumpliaratis 7. Ant ekscentrinio veleno per guolius sumontuotas rotorius, kuris su krumpliaratine pora sudaro uždara kinematine grandinę su velenu ir korpusu. Variklio korpusė yra įsiurbimo 8 ir išmetamųjų dujų kanalas 9. Rotorius 3 gali sukėti ekscentrinį veleną 5, skriedamas apie ekscentrinio veleno sukimosi ašį, ir krumpliaratinė pavara per kiekvieną veleno apsisukimą jį gali pasukti 120° kampu laikrodžio rodyklės kryptimi apie savo ašį. Rotoriaus (kartu ir veleno) ekscentricitetas e nustatomas pagal formulę:

$$e = R - r; \quad (1)$$

čia R – rotoriaus vidinio kabinimo krumpliaratė dalijamasis spindulys,  
 r – centrinio, išorinio kabinimo krumpliaratė dalijamasis spindulys.  
 Rotorinio variklio darbas pavaizduotas 4 pav.



4 pav. Rotorinio variklio darbo schema

Rotorius briaunomis A, B ir C dalija korpuso vidinę ertmę į tris kameras S, K ir D. Sukantis rotoriumi visose kamerose vienu metu vyksta skirtingi procesai. Sukant ekscentrinį veleną pagal laikrodžio rodyklę, rotoriaus centras skrieja ir pats rotorius sukasi pagal laikrodžio rodyklę. Rotoriaus briauna B, toldama nuo įsiurbimo kanalo, didina kameros S tūrį (4 pav., a, b), todėl joje oras išretėja. Dėl išretėjimo į kamerą S siurbiamas degusis mišinys iki to momento, kai briauna A uždaro įsiurbimo kanalą. Šis procesas **sudaro įsiurbimo taktą**.

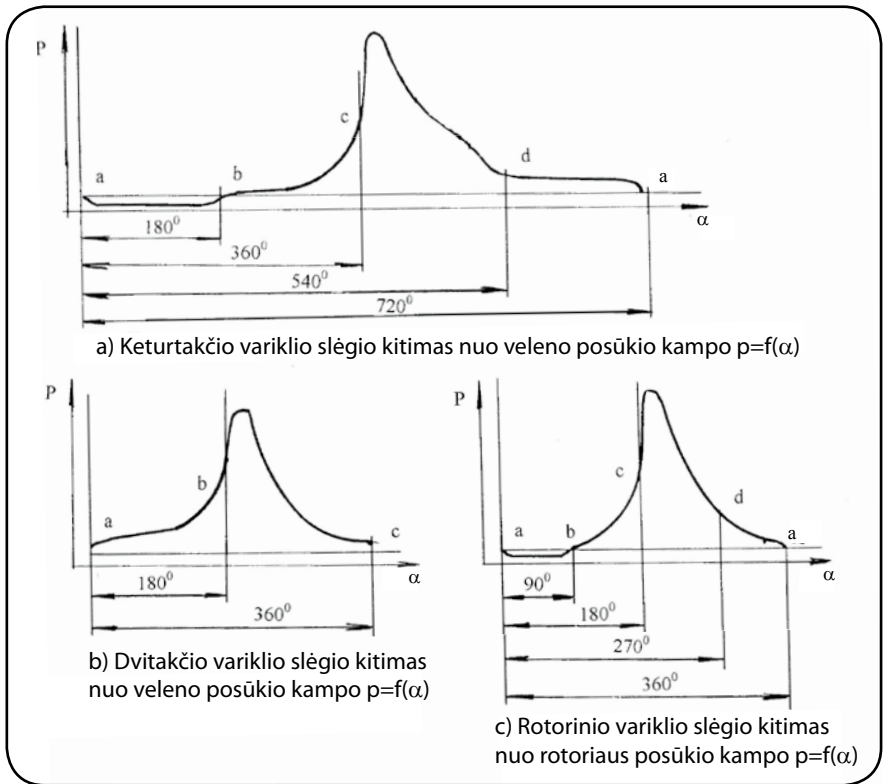
Toliau sukantis rotoriumi, kai briauna A uždaro įsiurbimo kanalą ir šios ertmės tūris pradeda mažėti, degusis mišinys kameroje S pradedamas spausti (4 pav., c). Procesas vadinamas **suslėgimo taktu**.

Kai degiojo mišinio tūris tampa mažiausias, o rotoriaus ir veleno ašių linijos tęsinys dalija suslėgto mišinio ertmę pusiau, tarp žvakės elektrodų atsiranda iškrovos kibirkštis, kuri uždega suslėgtą mišinį (4 pav., d). Degančių dujų temperatūra ir slėgis staiga kyla, ir jos didele jėga slėgia rotorių, kuris suka ekscentrinį veleną (4 pav., e, f). Šis procesas **vadinamas darbo taktu**. Jis tęsiasi iki to momento, kai rotoriaus briauna B atidaro išmetamųjų dujų kanalą (4 pav., g).

Atsidarius šiam kanalui, dujos iš pradžių dėl slėgių skirtumo veržiasi iš darbo ertmės, o vėliau, mažėjant šios ertmės tūriui, priverstinai pašalinami jų likučiai. Šis procesas **yra išmetimo taktas**. Per vieną ekscentrinio veleno apsisukimą vienoje darbinėje ertmėje įvyksta visas darbo ciklas. Kadangi tokių darbinių ertmių rotoriniame variklyje su trikampio formos rotoriumi yra trys, tai per vieną rotoriaus apsisukimą variklyje įvyksta trys darbo taktai arba vienas darbo taktas įvyksta pasisukus ekscentriniam velenui  $120^\circ$  kampui.

Vankelio rotoriniame vidaus degimo variklyje rotorius tik sukasi ir neturi grįžtamojo judesio, todėl, palyginti su stūmokliniu varikliu, jame yra mažiau mechaninių nuostolių, susijusių su inercijos jėgomis. Šie varikliai išvysto daug didesnę santykinę galią vienam svorio vienetui. Svarbiausias rotorinių variklių trūkumas yra blogas darbo ertmių tarp rotoriaus ir korpuso sandarumas ir pernelyg intensyvus besitrinančių sandarinamųjų detalių paviršių dilimas.

Vidaus degimo varikliuose vykstančių procesų panaudojimą efektyviam darbui galima matyti iš atskirų variklių tipų indikatorinių diagramų, kurios pavaizduotos 5 paveiksle.



**5 pav.** Vidaus degimo variklių indikatorinių diagramų išsklotinės

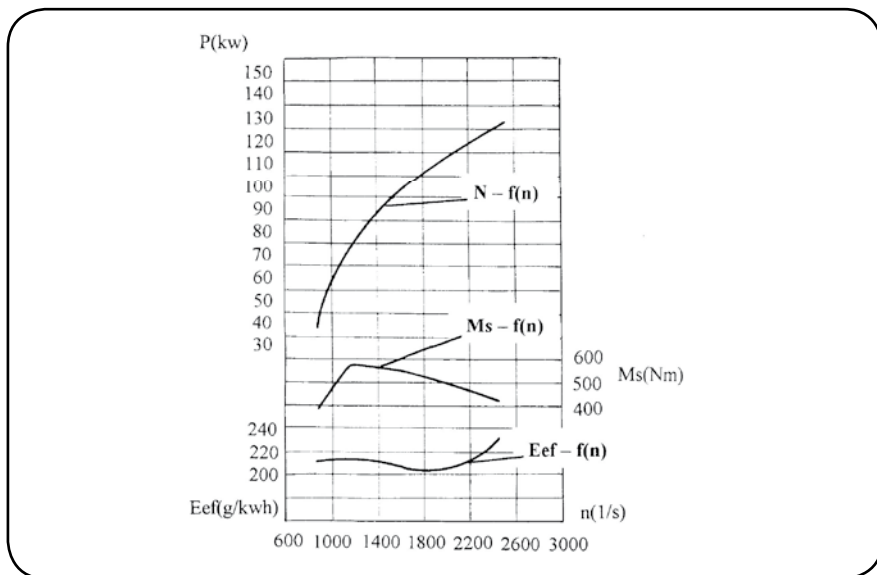
Iš dujų slėgio kitimo diagramos 5 pav., a matyti, kad visas darbo ciklas keturtakčiame variklyje įvyksta apsisukus alkūniniam velenui  $720^\circ$ . Dvitakčio ir rotorinio variklio vienoje degimo kameroje visas darbo ciklas įvyksta alkūniniam (ekscentriniam) velenui apsisukus tik  $360^\circ$  (5 pav., b, c). Rotoriniame variklyje yra net trys degimo kameros viename rotoriuje, todėl per vieną veleno apsisukimą įvyksta net trys darbo taktai. Vieno cilindro keturtakčiame variklyje alkūninis velenas labai trumpą laiką sukamas dujų slėgio jėgų, todėl labai netolygus veleno sukamasis momentas. Norint sumažinti alkūninio veleno sukamojo momento svyravimus, pa-

didinti variklio galią, optimaliai didinamas cilindrų skaičius, o prie veleno montuojamas didelio inercijos momento smagratis.

## 2.4. Hibridinės jėgainės

Pastaruoju metu vis daugiau žymiausių pasaulio automobilių gamybos firmų atlieka tyrimus ir pradeda hibridinių automobilių serijinę gamybą su šiluminėmis-elektrinėmis-mechaninėmis jėgainėmis. Šios jėgainės sudarytos iš tipinio vidaus degimo variklio, elektros generatoriaus ir didelės talpos akumuliatorių baterijos.

Kad lengviau būtų galima išsiaiškinti šio iš pirmo žvilgsnio nelogiško sprendimo logiką, pažvelkime į 6 pav. vaizduojamas variklio darbo pagrindinių parametų kitimo funkcijas.



**6 pav.** Variklių darbo parametų kitimo priklausomybė nuo sūkių:

$M_s$  – variklio sukimo momento kitimo priklausomai nuo sūkių funkcija:  $M_s = f(n)$ ;

$N$  – variklio galios kitimo priklausomai nuo veleno sūkių funkcija:  $N = f(n)$ ;

$E_{ef}$  – variklio santykinų degalų sąnaudų priklausomai nuo veleno sūkių funkcija:  $E_{ef} = f(n)$ .

Lygindami šių parametrų kitimo priklausomybę nuo variklio veleno sukčių, akivaizdžiai matome, kad mažiausios santykinės degalų sąnaudos vienam variklio galios vienetui yra tada, kai variklio sukamojo momento reikšmė yra greta jos didžiausios reikšmės. Vadinasi, ekonomiškiausia ir ekologiškiausia variklį eksploatuoti šiuo režimu. Kyla klausimai: kaip pradėti važiuoti? Kaip keisti važiavimo greitį? Ar ekonomišką variklio darbo režimą automobiliui trumpam sustojus? Šios jėgainės struktūra leidžia tenkinti visus automobilio eismo režimus. Prieš pradėdant važiuoti paleidžiamas vidaus degimo variklis ir jis suka generatorių, o pastarasis tiekia elektros energiją elektros varikliams, sumontuotiems ratuose arba transmisijoje. Kai automobilis stabdomas arba trumpam prieš sankryžą sustoja, generatoriaus gaminama elektros energija krauna akumuliatorių baterijas. Staiga padidinus automobilio greitį, elektros energijos poreikis gali pranokti generatoriaus galią; tada įsijungia akumuliatorių baterija ir energijos stygius papildomas. Labai svarbus šių hibridinių jėgainių privatumas yra tai, kad jose naudojamas dvigubai mažesnės galios standartinis vidaus degimo variklis. Todėl šių automobilių degalų sąnaudos yra gerokai mažesnės, palyginti su įprastais automobiliais. Automobilis su hibridine jėgaine gali važiuoti tik varomas akumuliatorių teikiamos energijos. Ši savybė labai naudinga važinėjant gyvenvietėse, kur būna nemažai transporto spūsčių. Šio tipo jėgainės, įskaitant ir akumuliatorių baterijas, dar gerokai brangesnės už įprastinius stūmoklinius variklius, tačiau kai kurios automobilių firmos jau pradeda jų serijinę gamybą.

## **2.5. Cheminės-elektrocheminės jėgainės**

Pastaraisiais metais vis daugiau suvartojama vandenilinių degalų automobilių jėgainėse. Šių jėgainių kūrimas ir moksliniai tyrimai vykdomi keliomis kryptimis:

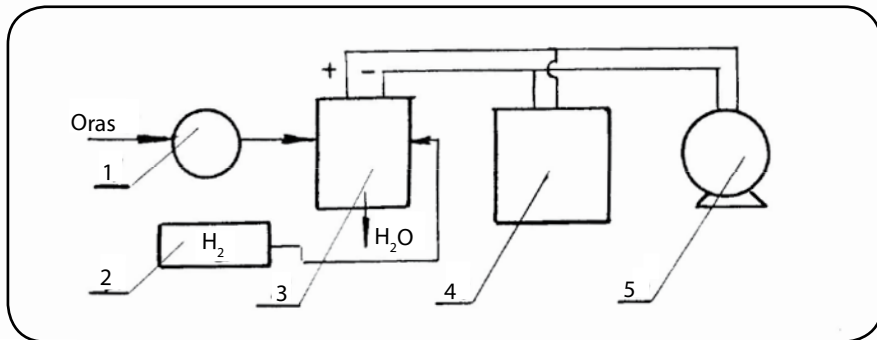
naudojant vandenilį kaip degalus, kurie laikomi specialiose talpose;

išgaunant vandenilį jėgainėje katalizatoriais iš sūraus vandens specialiam įrenginyje (degalų procesoriuje) ir vandenilį naudojant kaip degalus;

išgaunant vandenilį katalizatoriais iš benzino jėgainės degalų procesoriuje ir vandenilį naudojant kaip degalus.

Elektrocheminių jėgainių schemas pavaizduotos 7, 8, 9 paveiksluose.

7 pav. pavaizduotą jėgainę sudaro: oro siurblys 1, vandenilio balionas 2, elektrocheminis generatorius 3, akumuliatorių baterija 4, elektros variklis 5.

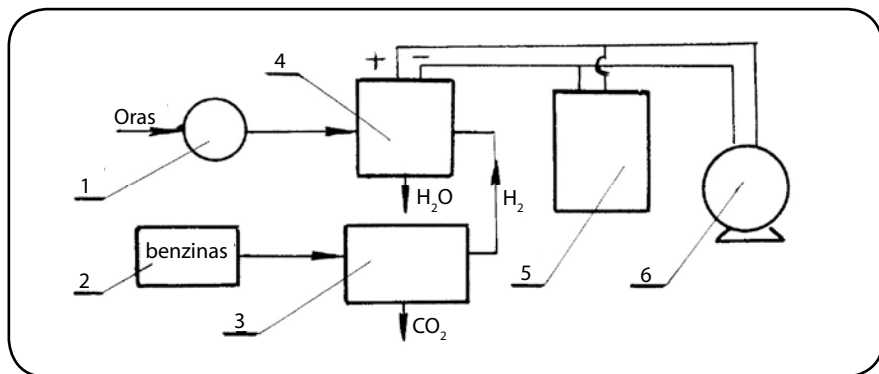


7 pav. Elektrocheminės jėgainės struktūrinė schema

Šio tipo jėgainėje naudojamas vandenilis, kuris išgaunamas specialiose energetikos įmonėse, dideliu slėgiu suspaudžiamas ir integruojamas į specialią chemiškai korėtą medžiagą – degalų balioną. Toks balionas yra atsparus smūgiams, kitiems išoriniams poveikiams, tačiau jis ir elektrocheminis generatorius yra nepaprastai brangūs. Apie jų kainą neprasitaria net tyrėjai.

Veikiant jėgainei deguonis arba suslėgtas oras paduodami į vadinamąjį elektrocheminį generatorių – vienu kanalu, o kitu iš degalų baliono tiekiamas vandenilis. Elektrocheminiame generatoriuje vandenilis, chemiškai reaguodamas su oro deguonimi, sukuria elektros krūvius, kurių energija laidais nukreipiama į akumuliatorių bateriją arba elektros variklį. Iš pirmo žvilgsnio konstruktyviai labai nesudėtingas ir ekologiškai švarus įrenginys. Informacinių šaltinių teigimu, degalų balionas lengvai

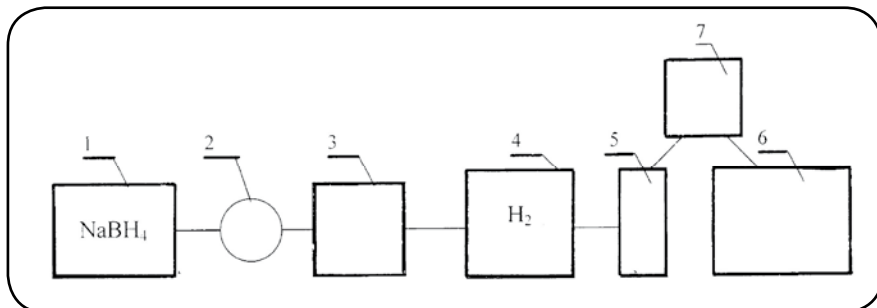
keičiamas, o su vienu balionu lengvuju automobiliu galima nuvažiuoti iki 400 km.



**8 pav.** Elektrocheminės jėgainės, vartojančios benzina, struktūrinė schema

Elektrocheminė jėgainė, vartojanti benzina, sudaryta iš oro siurblio 1, benzino bako ir siurblio 2, degalų procesoriaus 3, elektrocheminio generatoriaus 4, akumuliatorių baterijos 5 ir elektros variklio 6. Ši schema yra analogiška ankstesniajai, tik šioje schemoje vietoje vandenilio baliono yra benzino bakas ir papildomai degalų procesorius, kuriame išgaunamas vandenilis.

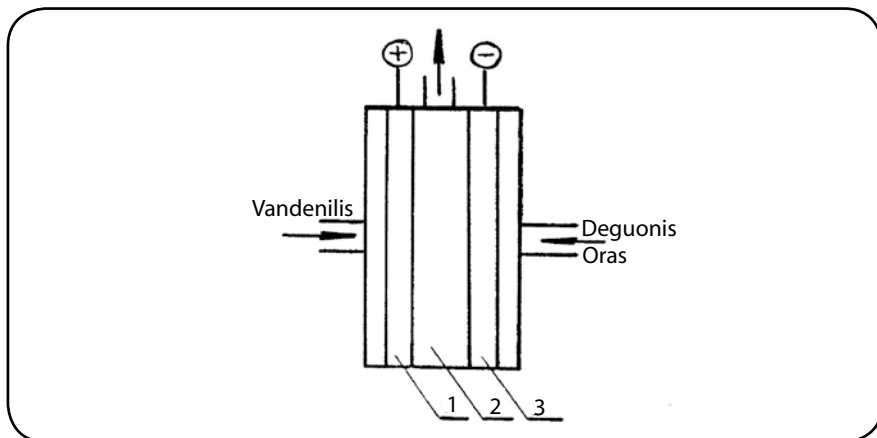
Benzinas siurbliu tiekiamas į degalų procesorių, kuriame katalizatoriais iš benzino išskiriamas vandenilis ir tiekiamas elektrocheminiam generatoriui. Čia vandenilis, reaguodamas su oro deguonimi, sukuria elektros krūvius, kurie tiekiami įrenginiams analogiškai kaip ir anksčiau aprašytoje jėgainėje. Kyla klausimas, kodėl pagal šią schemą vandenilio gavybai vartojamas benzinas, kurio šaltinių atsargos senka. Atsakant reikėtų prisiminti, kad šiuolaikiniuose vidaus degimo varikliuose benzino ir kitų degalų energijos naudingam darbui suvartojama vos 25–35%. Informaciniuose šaltiniuose duomenų apie degalų procesoriaus ir elektrocheminio generatoriaus naudingumo koeficientą nėra. Tačiau, reikia manyti, šių abiejų gana sudėtingų technologiniu požiūriu įrenginių naudingumas yra gerokai didesnis nei bet kurio vidaus degimo variklio.



9 pav. Elektrocheminės jėgainės, naudojančios sūrų vandenį, struktūrinė schema

Atliekami elektrocheminių jėgainių, vartojančių sūrų vandenį, tyrimai. Šios jėgainės sudarytos iš degalų (vandens) bako 1, degalų siurblio 2, katalizinio konverterio 3, separatoriaus 4, elektrocheminio generatoriaus 5, elektros variklio 6 ir akumuliatorių baterijos 7.

Jėgainėje degalams naudojamas natrio bario hidrido vandens tirpalas, siurbliu tiekiamas į katalizinį konverterį, kuriame katalizatoriais išlaisvinamas vandenilis. Separatoriuje jis atskiriamas nuo skysčio ir dujų pavidalo tiekiamas į elektrocheminį generatorių.

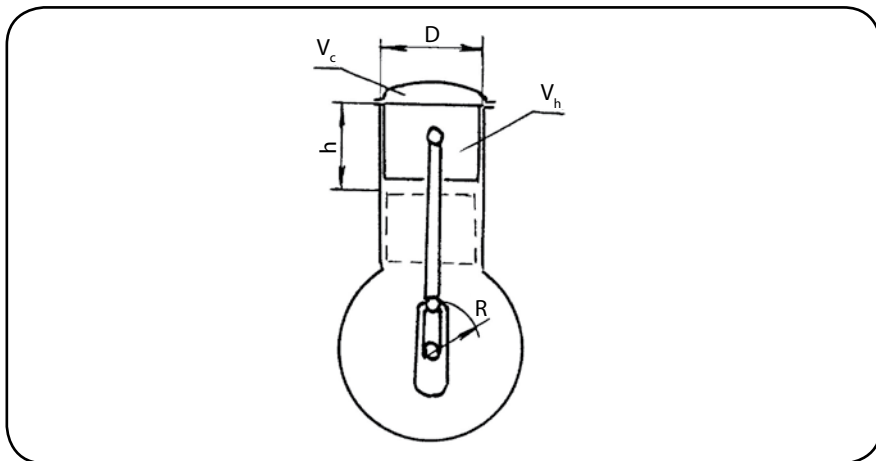


10 pav. Elektrocheminio generatoriaus struktūrinė schema



Elektrocheminis generatorius sudarytas iš dviejų elektrodų – vandeniliui 1 ir deguoniui 3, kurie viduryje atskirti kieto elektrolito sluoksniu 2. Elektroduose yra mikroporos, kurios absorbuoja tiekiamą vandenilį ir deguonį. Pastarieji elementai, patekę į elektrolito plokštelę 2, tarpusavyje reaguodami pakilus temperatūrai iki 120°C sukuria elektros krūvius. Elektros krūvių srautas sukuria pastoviąją srovę, kuri nukreipiama į elektros variklius automobilio transmisijoje arba į akumuliatorių baterijas. Elektrodų ir elektrolito medžiagos yra didžiulė tyrimo firmų paslaptis, todėl informacijos apie šiuos konstrukcinius elementus nėra. Galima daryti prielaidas, kad naujo tipo vandenilio pagrindu veikiančios jėgainės turės ateitį, jei bus išspręstos technologinės problemos, kurios lemia vandenilinio kuro gamybos bet kuriais technologiniais procesais kainas.

## 2.6. Vidaus degimo variklių pagrindiniai geometriniai ir techniniai parametrai



11 pav. Pagrindiniai variklio geometriniai parametrai

Viršutinė galinė stūmoklio padėtis yra vadinama viršutiniu rimties tašku (VRT).

Apatinė galinė stūmoklio padėtis yra vadinama apatiniu rimties tašku (ART).

Galinėse padėtyse stūmoklis trumpam stabteli ir keičia judėjimo kryptį, todėl šiose padėtyse stūmoklį veikia didžiausios inercijos jėgos, kurioms nugalėti sunaudojama nemaža dalis energijos.

$$P_i = m \cdot a(N); \quad (2)$$

čia  $P_i$  – stūmoklį, jo pirštą, žiedus ir dalį švaistiklio veikianti inercijos jėga,

$m$  – stūmoklio, jo piršto, žiedų ir viršutinės švaistiklio dalies masė,  
 $a$  – judančių dalių masių pagreitis ( $m/s^2$ ).

Iš 2 formulės matyti, kad, didėjant variklio veleno sukiamas, didėja ir inercijos jėgos  $P_i$  reikšmė.

Atstumas nuo VRT iki ART yra vadinamas **stūmoklio eiga**, kuri žymi- ma raide  $h$ .

$$h = 2R; \quad (3)$$

čia  $R$  – alkūninio veleno alkūnės spindulys (mm).

Cilindro tūris, kuris yra tarp VRT ir ART, vadinamas **cilindro darbinio tūriu** ir žymimas  $V_h$ .

$$V_h = F \cdot S \text{ (cm}^3\text{)}; \quad (4)$$

čia  $S$  – stūmoklio skerspjūvio plotas ( $cm^2$ ).

$$S = \pi D^2/4 \text{ (cm}^2\text{)}.$$

Kai variklis turi kelis cilindrus, tada variklio visų cilindrų darbinį tūrių suma vadinama **variklio litražu**. Jis žymimas raide  $V_l$ .

$$V_l = V_h \cdot n \text{ (cm}^3\text{)}; \quad (5)$$

čia  $n$  – variklio cilindrų skaičius.

Kameros tūris, kuris yra virš stūmoklio, esančio VRT, vadinamas degimo kameros tūriu ir žymimas  $V_c$ .

Visas cilindro tūris  $V$  yra darbinio ir degimo kameros tūrių suma.

$$V = V_h + V_c \text{ (cm}^3\text{)}. \quad (6)$$

Viso cilindro tūrio santykis su degimo kameros tūriu vadinamas suslėgimo laipsniu ir žymimas raide  $\epsilon$ .

$$\epsilon = V/V_c. \quad (7)$$

Suslėgimo laipsnis lemia naudojamų degalų kokybę. Didesnio suslėgimo laipsnio varikliui naudojamas didesnio oktaninio skaičiaus benzinas, pasižymintis geresnėmis antidetonacinėmis savybėmis. Esant vieno diems geometriniais ir kinematiniais variklio parametrams, didesnio suslėgimo laipsnio varikliai išvysto didesnę galią.

### **Pripildymo koeficientas**

Pripildymo koeficientas – faktiškai į cilindrą įsiurbto šviežio degiojo mišinio masės santykis su teorine jo mase, galinčia tilpti cilindre. Jis žymimas raide  $\lambda$ .

$$\lambda = \frac{m_z}{m_t}; \quad (8)$$

čia  $m_z$  – faktiškai įsiurbto šviežio degiojo mišinio masė, kg,

$m_t$  – mišinio, teoriškai galinčio tilpti cilindre, masė, kg.

Varikliuose be pripūtimo pripildymo koeficientas  $\lambda = 0,7 - 0,9$ . Jis priklauso nuo vožtuvų fazių, įsiurbimo kanalų dydžio, formos, detalių paviršių glotnumo, hidraulinio oro pasipriešinimo karbiuratoriuje ir oro filtrė.

Pastaruojų metu plačiau taikomas cilindrų pripūtimas panaudojant besiveržiančių iš cilindrų deginių kinetinę energiją. Šiam tikslui išmetamųjų dujų kanale įmontuojamos dujų turbinos mentelės, sujungtos su velenu, ant kurio kito galo uždėtos kitos turbinos mentelės siurbti šviežiam mišiniui ir nukreipti jį į siurbimo kanalą.

## **Efektyvusis naudingumo koeficientas**

Efektyvusis naudingumo koeficientas – tai efektyviosios galios santykis su šilumos kiekiu, suteiktu per valandą. Jis žymimas raide  $\eta$ .

$$\eta = \frac{P_e}{Q} ; \quad (9)$$

čia  $P_e$  – efektyvioji galia,

$Q$  – suteiktas šilumos kiekis per val.

Degant degiajam mišiniui variklio cilindruose išsiskiria šiluma, dėl kurios didėja dujų slėgis. Kadangi variklis nėra termiškai izoliuotas nuo aplinkos, dalis šilumos natūraliai išspinduliuojama į išorę. Kita vertus, detales, kurios tiesiogiai susietos su degimo procesu, būtina aušinti. Didelis šilumos kiekis prarandamas kartu su pašalinamais deginiais. Apskritai didelė šilumos dalis paimama ir ji negali būti paverčiama efektyviaja galia.

Oto variklių efektyvusis naudingumo koeficientas  $\eta$  būna nuo 15 iki 32%.

## **Detonacija kibirkštinio uždegimo varikliuose**

Detonacija – tai degimo procesas, kada susiduria cilindre du degimo židiniai: vienas savaiminio įsiliepsnojimo židiny, atsiradęs nuo perkaitusio stūmoklio arba išmetamojo vožtuvo, o kitas – nuo kibirkštinės žvakės. Degimo procesas dvigubai sutrumpėja dėl dviejų degimo židinių atsiradimo, todėl temperatūra ir slėgis staiga pasiekia didesnes reikšmes ir anksčiau, kai alkūninis velenas dar būna beveik vienoje tiesėje su švaistikliu. Pernelyg greitai padidėjęs cilindre slėgis smūgiuoja stūmokliui ir alkūninio veleno detalėms, o sukamasis momentas sukuriamas labai mažas. Todėl detonacijos procesas varikliui labai žalingas.

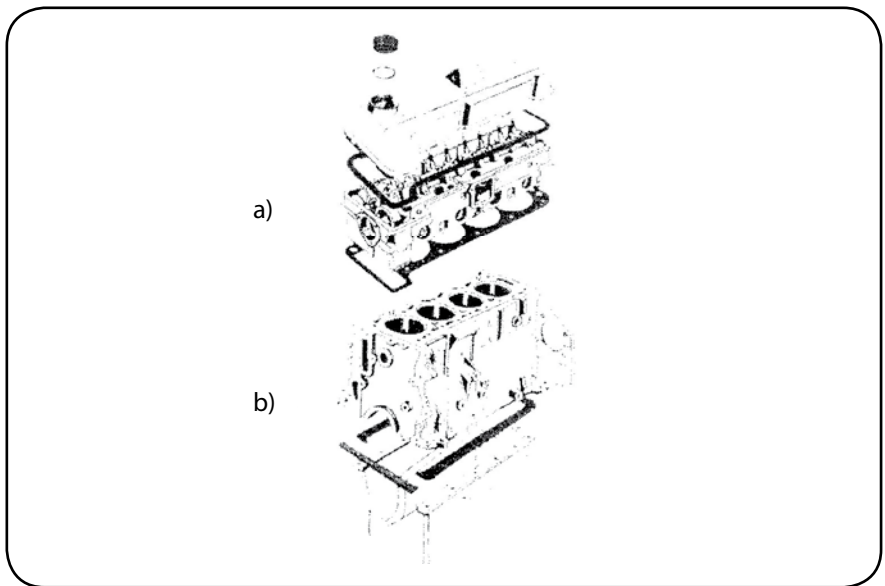
Detonacijos reiškiniai gali atsirasti naudojant blogos kokybės degalus, eksploatuojant perkaitusį variklį, dėl blogos degiojo mišinio kokybės, degimo kameroje susidariusių deginių, neteisingai įsibėgint automobiliui. Degalų kokybė aptarta skyrelyje 9 skyriuje „Eksploatacinės medžiagos“.

## 2.6.1. Klasikinių stūmoklinių vidaus degimo variklių sandara

Klasikiniai kibirkštinio uždegimo stūmokliniai VDV sudaryti iš keturių sistemų ir dviejų mechanizmų, kurie sumontuoti cilindų bloke ir cilindų bloko galvutėje. Sistemų elementai gali būti pritvirtinti cilindų bloko išorėje. Cilindų bloke yra sumontuoti cilindrai, alkūninis skriejiko mechanizmas, o cilindų bloko galvutėje – dujų skirstymo mechanizmas. Pastarasis sinchroninį ir tiksliai orientuotą pradinį momentu judesį specialia mechanine pavara gauna nuo alkūninio veleno. Normalų variklio darbą užtikrina maitinimo, tepimo, aušinimo ir uždegimo sistemos.

### CILINDRŲ BLOKAS

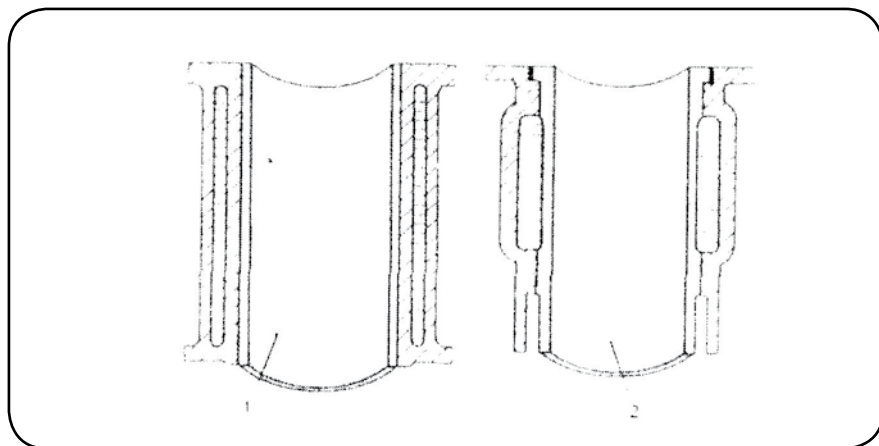
Cilindrų blokas – tai pagrindinė variklio detalė, prie kurios montuojamos kitos detalės, mazgai ir net mechanizmai (12 pav., b).



12 pav. Cilindrų blokas

Jame išdėstytos ertmės, į kurias montuojamos cilindro įvorės, yra lygiai alkūninio veleno pagrindiniams guoliams, ertmės aušinimo skysčio cirkuliacijai, tepimo sistemos kanalai. Iš viršaus prie cilindro bloko tvirtinama bloko galvutė (12 pav., a), o iš apačios – karteris. Cilindrai bloke išdėstomi viena arba dviem eilėmis. Antruoju atveju cilindrai gali būti lygiagretūs arba pasvirę 90° kampu (V formos). Vienoje eilėje cilindrai gali būti priešingose alkūninio veleno pusėse (priešpriešinis išdėstymas). Cilindro blokai gaminami iš ketaus su plokštelių pavidalo grafitu arba iš aliuminio lydinių. Ketaus cilindro blokai dažnai liejami kartu su cilindrais, o į aliuminio lydinio blokus turi būti įstatomos cilindro įvorės.

Cilindro įvorės būna sausosios (1) ir šlapios (2) (13 pav.). Pirmo tipo įvorės nesiliečia su aušinimo skysčiu, o šlapiąsias tiesiogiai skalauja aušinimo skystis. Sausosios įvorės paprastai naudojamos tik tada, kai remontų metu cilindras išstkinamas iki ribinio matmens.



13 pav. Cilindro įvorės

Šlapiosios įvorės remonto metu keičiamos, todėl, įstatant į cilindrus, turi būti gerai sandarinamos iš cilindro galvutės ir karterio pusės. Viršuje dedami metaliniai tarpikliai, o karterio pusėje – guminiai žiedai.

## CILINDRŲ BLOKO GALVUTĖ

Cilindrų bloko galvutė dengia cilindrus iš viršaus ir joje dažniausiai formuojama degimo kamera (12 pav., a). Tarp galvutės ir cilindrų bloko yra dedamas specialus tarpiklis, kuris užtikrina gerą sandarumą esant aukštomis temperatūroms ir dideliems slėgiams.

Bloko galvutėje tvirtinamos kibirkštinio uždegimo arba kaitinimo žvakės, degalų purkštuvai. Keturtakčių variklių galvutėse įtaisomi įsiurbiamasis ir išleidžiamasis vožtuvai ir gali būti skirstymo velenas. Didelės galios dyzeliniuose varikliuose gali būti atskiros galvutės kiekvienam cilindrui. Jos patogios tuo, kad mažų matmenų galvutės mažiau jautrios deformacijoms jas uždedant ir nuimant, paprastas smeigių veržimas.

Cilindrų bloko galvutės tvirtinamos prie bloko smeigėmis, įsuktomis į cilindrų bloką, karterį arba cilindrų galvutės varžtais. **Smeigės arba varžtai turi būti veržiami tik gamyklos nustatyta tvarka ir nurodytu veržimo jėgos momentu.** Smeiges ar varžtus veržti galima tik su dinamometriniu raktu. **Lengvųjų lydinių cilindrų bloko galvutės varžtai veržiami tik esant šaltai galvutei.** Ketinės galvutės varžtai papildomai veržiami, kai galvutė įsilusi (esant optimaliai variklio darbo temperatūrai). Nesilaikant šių reikalavimų, galvutės arba jose esantys vožtuvų lizdai gali deformuotis ir tokia galvutė brokuojama. Geram galvutės aušinimui joje yra išlietos ertmės skysčio cirkuliacijai. Jų angos sutampa su cilindrų bloke esančiomis angomis.

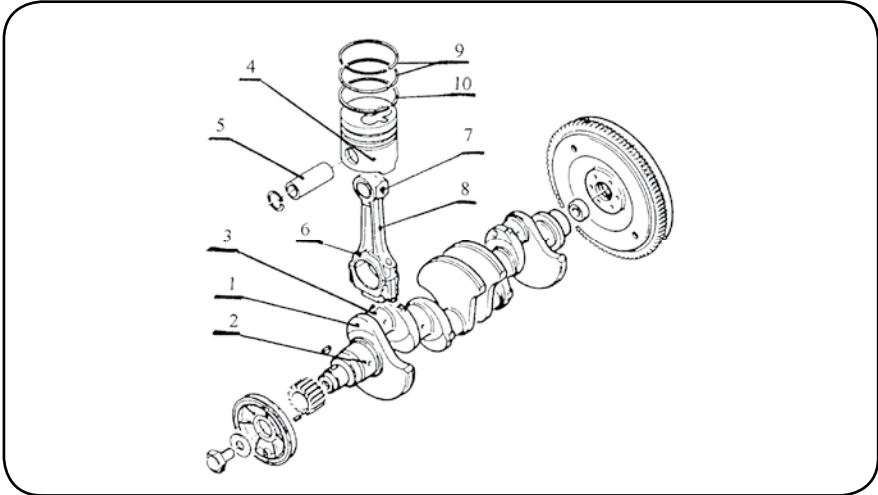
Oru aušinamos galvutės liejamos su specialiomis aušinimo briaunomis iš aliuminio lydinių.

Degimo kameros gali būti formuojamos galvutėse arba stūmokliuose. Nuo degimo kameros formos ir suslėgimo laipsnio priklauso varikliui naudojamų degalų oktaniškieji skaičiai. Degimo kameroje, kurioje liepsnos fronto kelias yra trumpas, detonacijos požymiai pasireiškia rečiau. Todėl geriausia degimo kameros forma yra artima sferai.

Cilindrų galvutės tarpiklis skirtas cilindrų bloko ir galvutės sujungimo plokštumoms sandarinti, kad iš cilindrų ir degimo kamerų nesiveržtų degančios dujos. Tarpiklis turi leisti cirkuliuoti aušinimo skysčiui ir alyvai iš cilindrų bloko į galvutės specialius kanalus. Jis turi būti atsparus temperatūrai, slėgiui, korozijai, alyvai, pasižymėti tampriomis deformacijomis, nepraleisti iš specialių ertmių alyvos ir aušinimo skysčių.

## ALKŪNINIS SKRIEJIKO MECHANIZMAS

Alkūninis skriejiko mechanizmas skirtas variklio darbo ciklui formuoti, degančių dujų slėgiui priimti ir jam paversti mechaniniu sukamuoju judesiu (14 pav.).



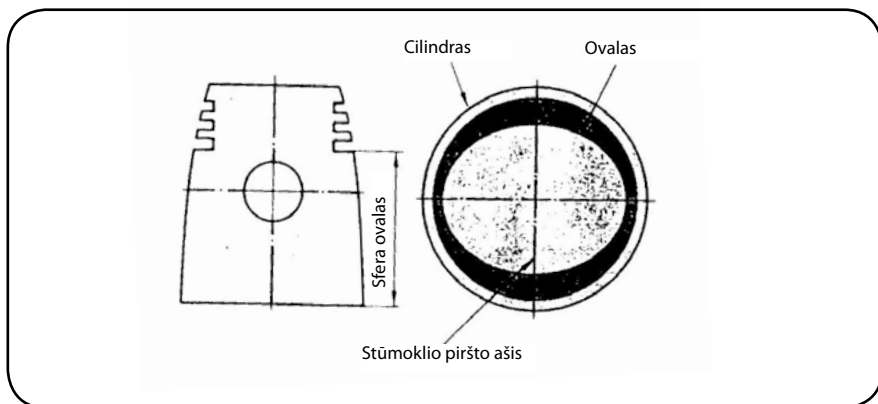
14 pav. Alkūninis skriejiko mechanizmas

Alkūninis skriejiko mechanizmas sudarytas iš alkūninio veleno 1, sumontuoto slydimo guoliais 2 cilindru bloke ir juose gali sukis. Alkūninis velenas turi ekscentriškai ir tam tikru kampu išdėstytus skriejiklinius kakliukus 3.

Cilindru bloke yra cilindrai, turintys stūmoklius 4. Kiekvienas stūmoklis pirštu 5 sujungtas su švais tiklio 8 viršutine galvute 7. Kiekvienas švais tiklis apatine išardoma galvute 6 slydimo guoliu sujungtas su alkūninio veleno skriejikliniu kakliuku 3.

Stūmokliu priimamas degančių dujų slėgis ir perduodamas per švais tiklį alkūniniam velenui. Sandarumui tarp stūmoklio ir cilindro užtikrinti stūmoklyje yra grioveliai, į kuriuos sudėti kompresiniai ir tepaliniai žiedai. Stūmoklio viršutinė dalis, vadinama galvute, yra apskritimo formos, o apatinė dalis – sijenėlis ašiniame pjūvyje – trapecijos formos (15 pav.).

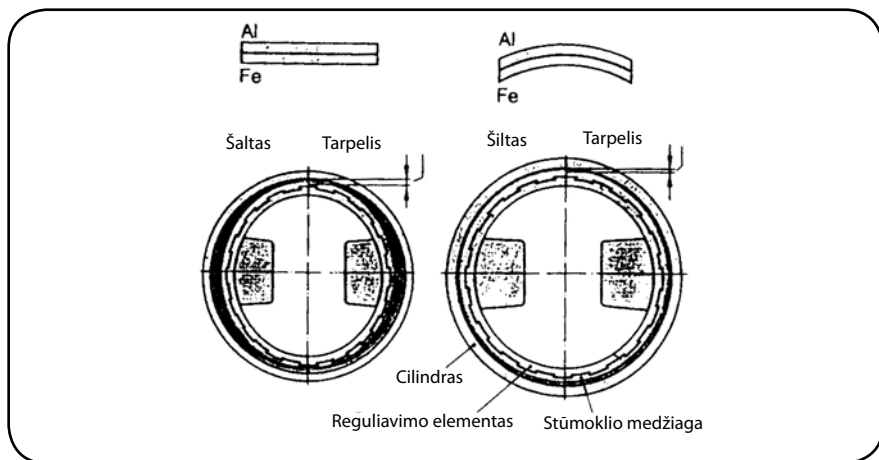




**15 pav.** Stūmoklio geometrija

Trapecijos kraštinė yra ne tiesi, o ovalinė kreivė. Sijonėlis, žiūrint iš galo, skersiniame pjūvyje turi elipsės formą, kurios didžioji ašis yra beveik lygi cilindro skersmeniui. Stūmoklis orientuotas variklyje taip, kad jo elipsės mažoji ašis būtų lygiagreti su alkūninio veleno ašimi, o didžioji – statmena jai. Dėl savo formos ir orientacijos stūmoklis, būdamas šaltas, slankioja cilindre nuolat liedsdamasis sijonėliu ir išvengdamas didesnio beldimo į cilindro sienelės. Kai stūmoklis įkaista ir tarpelis tarp stūmoklio galvutės ir cilindro sumažėja arba beveik išnyksta, cilindro sijonėlis deformuojasi ir jo elipsė artėja prie apskritimo. Ši stūmoklio deformacija leidžia stūmokliui judėti cilindre pasiekus variklio detalėms leidžiamas įšilimo ribas. Kad sijonėlis lengvai deformuotųsi nuo temperatūros ir per didelę jėgą nesispaustų prie cilindro sienelių, jame įliejamas plieninis profiliuotas žiedas (16 pav.). Plienai su aliuminiu sudaro bimetalinę porą, kuri verčia sijonėlio elipsę deformuoti į apskritimą.

Stūmokliai dažniausiai gaminami iš aliuminio ir vario lydinių, todėl yra lengvi, gerai perduoda šilumos perteklių. Stūmoklių atsparumą dilimui padidina tai, kad į lydinis įmaišoma iki 25% silicio. Stūmoklio darbiniai paviršiai padengiami plonu alavo, švino, grafito arba plastiko sluoksniu. Tokia danga gerina stūmoklio slydimo savybes, saugo nuo šilumos perkrovų, sutrumpina variklio technologinio įdirbio trukmę.

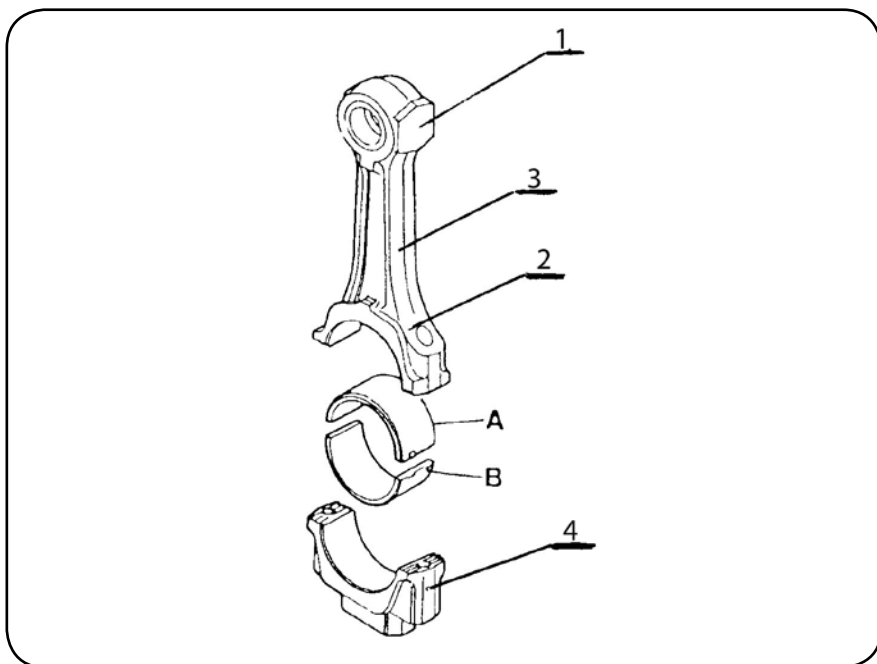


16 pav. Stūmoklio deformacijos reguliavimo elementas

Stūmoklio žiedai skirti tarp stūmoklio ir cilindro esantiems tarpeliams sandarinti atskiriant degimo kamerą nuo karterio, daliai šilumos nuo stūmoklio į cilindrų sieneles perduoti ir perteklinei alyvai nuo cilindro sienelių į karterį nubraukti. Stūmoklio žiedai yra kompresiniai ir tepaliniai. Jie gaminami iš specialaus smulkiagrūdžio ketaus, legiruoto fosforu. Žiedų slydimo ir technologinio įdirbio savybėms pagerinti jų paviršiai fosfatuojami, alavuojami, varijuojami, chromuojami arba dengiami molibdeno.

Stūmoklio pirštas perduoda stūmoklio jėgą švaistikliui. Siekiant užtikrinti gerą atsparumą lenkimui ir mažą jo svorį, pirštas gaminamas tuščiaaviduris. Kad būtų atsparus smūgiams ir paviršiaus dilimui, jis gaminamas iš mažai legiruotų plienų, o paviršius azotinamas ir cementuojamas. Stūmoklio pirštas stūmoklyje kartais gali pasisukti, todėl iš galų ribojamas spyruokliniais fiksavimo žiedais.

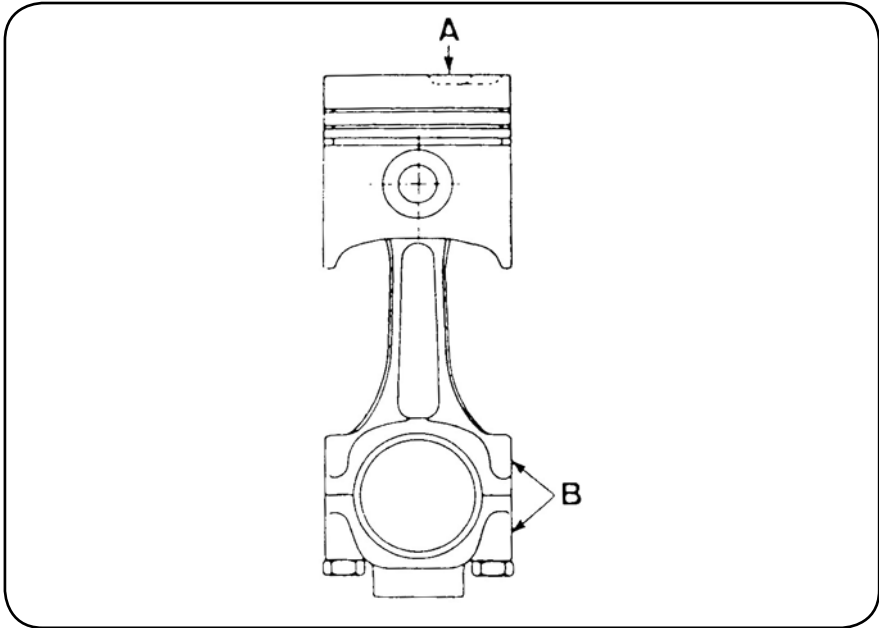
Švaistiklis jungia stūmoklį su alkūniniu velenu ir perduoda stūmoklio jėgą alkūniniam velenui. Švaistiklis darbo metu atlieka sudėtingą judesį ir jį nuolat veikia didelėse ribose kintančios jėgos, kurios švaistiklio kotą gniuždo, lenkia, tempia. Švaistiklis sudarytas iš viršutinės ir apatinės galvučių, kurios sujungtos kotu, o šis dažniausiai būna dvigubos T formos (17 pav.).



**17 pav.** Švaistiklio sandara:  
 1-viršutinė galvutė, 2-apatinė galvutė, 3-kotas, 4-apatinis dangtelis,  
 A, B-guolio įdėklai

Švaistikliai dažniausiai šampuojami arba liejami iš manganu arba chromu ir molibdenu legiruojamo plieno arba ketaus. Viršutinė švaistiklio galvutė neišardoma, į ją įpresuojama vario ir alavo lydinio ketinė arba lengvojo metalo įvorė. Įvorėi sutepti galvutėje arba kote būna kiaurymės. Apatinė galvutė būna išardoma ir į ją montuojamas slydimo guolis, sudarytas iš dviejų plonasienių įdėklo dalių A ir B. Viršutinė įdėklo dalis A daroma storesnė už apatinę B, nes jai tenka priimti didesnes apkrovas. Iš apačios guoliai prispaudžiami išardoma galvutės dalimi – dangteliu. Kad įdėklai neprasisuktų, jie fiksuojami kaiščiais arba užkarpėlėmis. Dvitačiuose varikliuose apatinė galvutė gali būti neišardoma, o joje naudojamas adatinis guolis.

Kad stūmoklis būtų tinkamai sujungtas su švaistikliu ir su alkūniniu velenu, stūmoklyje ir švaistiklyje yra žymės, kurios turi sutapti (18 pav.), o juos montuojant į variklį pastarosios turi būti dešinėje žiūrint nuo variklio priekio į smagračio pusę.



**18 pav.** Stūmoklio ir švaistiklio orientavimas surenkant su velenu

Alkūninis velenas priima švaistiklių perduodamą stūmoklių jėgą, pavėčia ją sukamuoju judesiu ir perduoda per smagračių transmisijai. Velenų konstrukciją lemia cilindro skaičius, jų išdėstymas, cilindro darbo tvarka. Jie sudaryti iš pagrindinių, skriejiklių kakliukų, atsvarų, žastų, kuriuose yra alyvos tiekimo kanalai. Alkūninį veleną veikia dinaminės žaibiškai greitai kintančios pagal kryptį ir dydį jėgos. Todėl velenas yra veikiamas sukimo, lenkimo, išcentrinųjų ir smūginių jėgų.

Alkūninio veleno skriejikliniai kakliukai, žiūrint iš galo, pasukti  $72^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$  kampais. Pagaminti velenai dinamiškai subalansuojami.

Alkūniniai velenai gali būti liejami, štampuojami, surenkami. Štampuoti velenai gaminami iš aukštos kokybės chromnikelinio plieno, todėl yra labai tvirti. Lietų velenų geometrinė forma geriau atitinka konstrukciškai reikalaujamą.

Surenkamieji alkūniniai velenai gaminami dvitakčių motociklų varikliams. Jiems naudojami riedėjimo guoliai.

Neišardomų alkūninių velenų slydimo guoliai yra labai atsparūs didžiulėms smūginėms apkrovoms, esant geroms tepimo sąlygoms – ilgamžiški. Slydimo guoliai būna vieno, dviejų ir trijų sluoksnių.

Vieno sluoksniu guoliuose plieninė pagrindo plokštelė galvaniniu būdu dengiama dilimą mažinančiu aliuminio, cinko, vario lydiniu su alavu ir švinu, vario ir alavo, vario ir cinko lydinių arba vario, alavo ir cinko lydinių sluoksniu. Šie guoliai naudojami varikliuose, kuriuose guolių apkrovos mažos.

Dviejų sluoksnių guoliai gaminami iš marteninio plieno atraminio pasluoksniu, kuriame yra nedideli kiekiai mangano, švino ir silicio. Darbinį sluoksnį sudaro aliuminio, cinko ir vario lydiniai. Šie guoliai naudojami didesnių krūvių varikliuose.

Trijų sluoksnių guoliai naudojami didelių apkrovų KU ir SU variklių pagrindiniams ir skriejkliniams guoliams. Atraminis sluoksnis gaminamas iš marteninio plieno, antras laikantysis – iš vario ir silicio su švino priedu, o darbinis sluoksnis dengiamas alavo lydiniu, turinčiu švino ir vario priedų.

Smagratis skirtas sukaupti kinetinės energijos pertekliui darbo takto pradžioje ir sukti alkūniniam velenui kitų variklio cilindre vykstančių taktų metu. Šiuo tikslu gaminamas didelio inercijos momento smagratis, slopinantis sukamuosius virpesius varikliui dirbant mažais veleno sukiais. Kartais gaminami dviejų masių smagračiai, kurie slopina žemųjų ir aukštųjų dažnių sukamuosius virpesius.

Smagračio inercijos momentas nustatomas pagal formulę

$$J = m R^2 = R^2 G/g; \quad (10)$$

čia  $J$  – smagračio inercijos momentas,

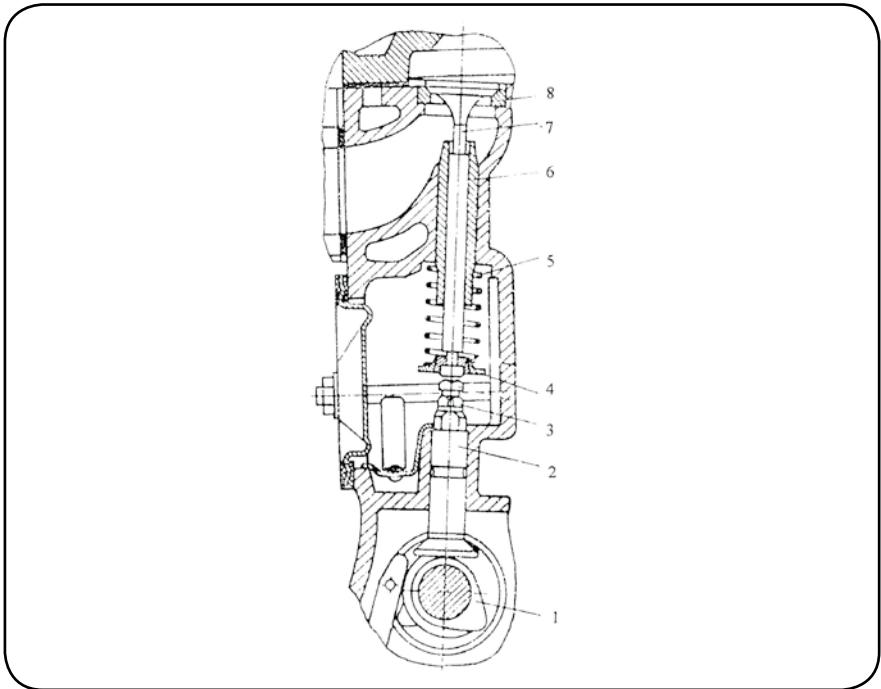
$R$  – smagračio masės centro atstumas nuo sukimosi centro,

$G$  – svoris, nutolęs  $R$  atstumu nuo sukimosi centro,

$g$  – žemės traukos pagreitis.

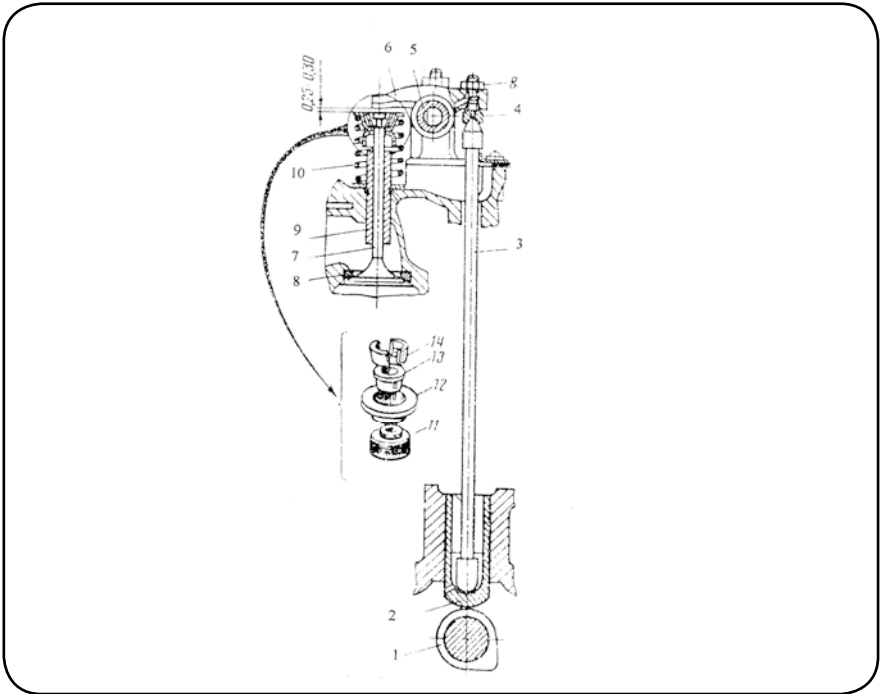
## DUJŲ SKIRSTYMO MECHANIZMAS

Dujų skirstymo mechanizmas skirtas sujungti cilindrą su įsiurbimo kanalais užpildant cilindrą degiuoju mišiniu, sandarinti cilindrą suslėgimo ir darbo taktų metu ir sujungti cilindrą su išmetamųjų dujų kanalais, kai reikia šalinti iš cilindro deginius. Visas variklio darbo ciklas įvyksta per du alkūninio veleno sūkius, o vienavardis vožtuvas atidaromas per tą laiką tik vieną kartą. Todėl alkūninio veleno ir vožtuvus valdančio veleno sūkių dažnio santykis 2:1 (alkūninis velenas apsisuka du kartus, o kumštelinis velenas – vieną kartą). Dujų skirstymo mechanizmų tipų yra labai įvairių. Pagal vožtuvų tvirtinimo padėtį jie būna stovintys (19 pav.) ir kabantys (20 pav.).



**19 pav.** Dujų skirstymo mechanizmas su stovinčiais vožtuvais:

1-kumštelinis velenėlis; 2-kėliklis; 3-šiluminio tarpelio reguliavimo įtaisas; 4-atrama spyruoklei; 5-spyruoklė; 6-kreipiamoji; 7-vožtuvas; 8-vožtuvo lizdas



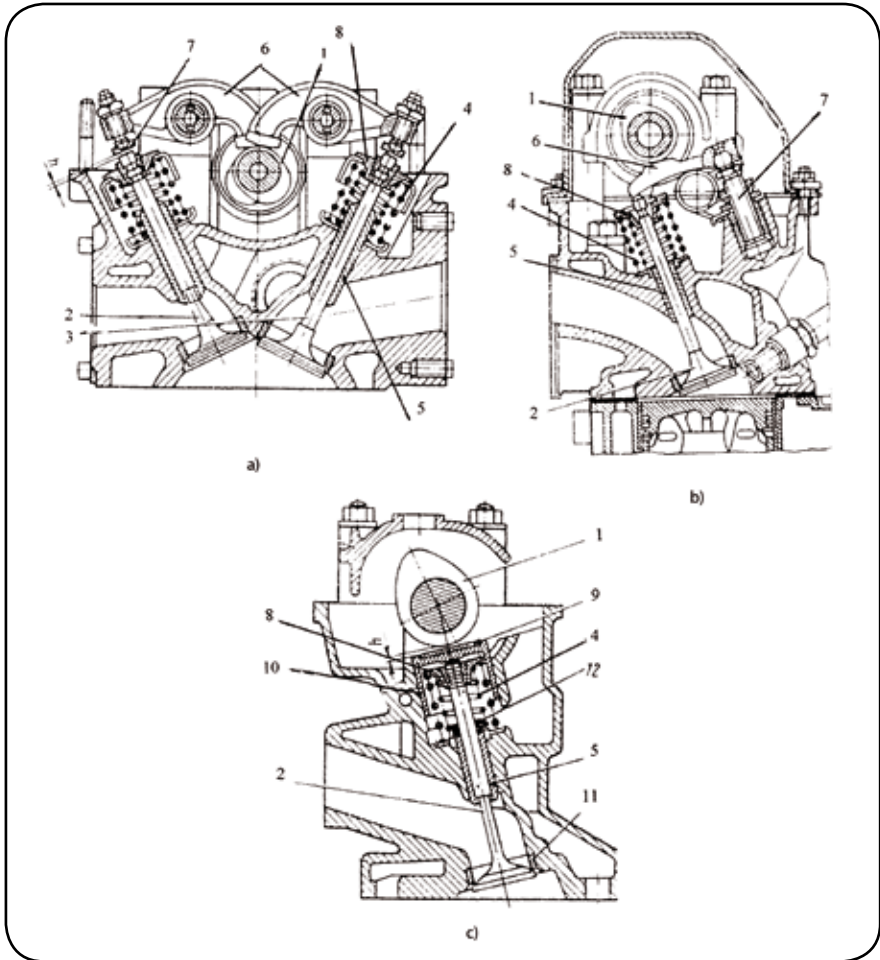
**20 pav.** Dujų skirstymo mechanizmas su kabančiais vožtuvais:

1-kumštelinis velenėlis; 2-kėliklis; 3-strypelis; 4-šiluminio tarpelio reguliavimo įtaisas; 5-svirtelių velenėlis; 6-svirtelės; 7-vožtuvas; 8-vožtuvo lizdas; 9-vožtuvo kreipiamoji; 10-vožtuvo spyruoklė; 11-riebokšlis; 12-atraminė taurelė; 13-įvorė; 14-fiksatorius

Dujų skirstymo mechanizmų konstrukcijos su kabančiais vožtuvais dar skiriasi dujų skirstymo velenėlio montavimo vieta. Mažos galios ir greitaeigiuose varikliuose velenėliai montuojami galvutėje (21 pav.), o lėtaeigiuose varikliuose – daugiausia cilindro bloke (20 pav.).

Kumštelinis velenėlis tiksliai ir sinchroniškai sukamas nuo alkūninio veleno. Kai besisukančio velenėlio kumštelis spaudžia svirtelę 6 (21 pav., a ir b), pastaroji galu stumia vožtuvą 2 ir jį atidaro, suspausdama vožtuvo spyruoklę 4. Priklausomai nuo vožtuvo, kuris atidarytas, cilindre vyksta įsiurbimas arba išmetimas. Kumšteliumi nususukant, jis palengva atleidžia

svirtelę, o svirtelė vožtuvą, todėl spyruoklė vožtuvą uždaro ir cilindre vykęs procesas nutrūksta. Cilindre prasideda kitas procesas.



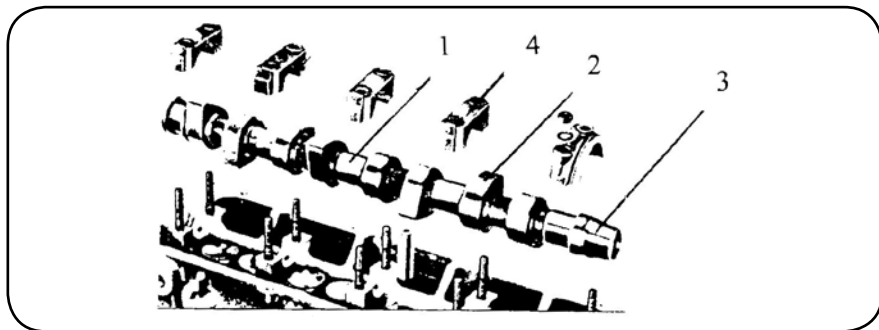
**21 pav.** Dujų skirstymo mechanizmai su kabančiais vožtuvais ir velenėliu galvutėje:

1-kumštelinis velenėlis; 2, 3-vožtuvai; 4-spyruoklė; 5-vožtuvo kreipiamoji; 6-svirtelės; 7-šiluminio tarpelio reguliavimo įtaisas; 8-atraminė taurelė; 9-tarpelio reguliavimo plokštelė; 10-stūmiklis; 11-vožtuvo lizdas; 12-vožtuvo riebokšlis



Veikiant varikliui, kinta jo detalių temperatūra, o dėl jos kinta ir įvairių detalių matmenys. Kadangi dujų skirstymo mechanizmo detalės kaita nevienodai, tai netolygiai kinta ir jų matmenys. Dėl matmenų kitimo gali atsitikti taip, kad esant tam tikrai temperatūrai vožtuvai gali nebeužsidaryti, tuomet tarp vožtuvo ir lizdo atsiradę nesandarumai pažeistų normalų variklio darbą. Kad būtų užtikrintas normalus variklio darbas, kai variklis šaltas arba dirba bet kuriuo leistinu temperatūros režimu, kinematinėje grandinėje kumštelis-svirtelė-vožtuvas turi būti užtikrintas minimalus tarpelis, kuris vadinamas šiluminiu tarpeliu  $h$  (21 pav., a ir c). Reguluoti šiluminį tarpelį yra sudėtinga ir reikalauja aukštos darbininko kvalifikacijos, reguliuoti reikia gana dažnai, todėl pastaruoju metu dauguma variklių turi hidraulinius kompensatorius.

**Skirstymo (kumštelinis) velenas** skirtas reikiamu momentu atidaryti įsiurbiamajam ir išmetamajam vožtuvams ir leisti jiems laiku užsidaryti (22 pav.).



22 pav. Skirstymo (kumštelinis) velenas

Jis sudarytas iš veleno cilindrinų atraminių paviršių slydimo guoliams 1, kumštelių 2 ir veleno priekiniame gale esančio kūginio paviršiaus 3, skirto pavarai tvirtinti. Velenas prie galvutės tvirtinamas dangteliais 4. Kiekvienam vožtuvui skirtas vienas kumštelis, todėl kumštelių kiekis priklauso nuo vožtuvų ir skirstymo velenėlių skaičiaus. Kumštelių profilis gali būti išgaubtas arba įgaubtas ir priklauso nuo naudojamų kėliklių konstrukcijos. Išgaubto profilio kumštelio dalis, kuri kelia vožtuvą, suteikia

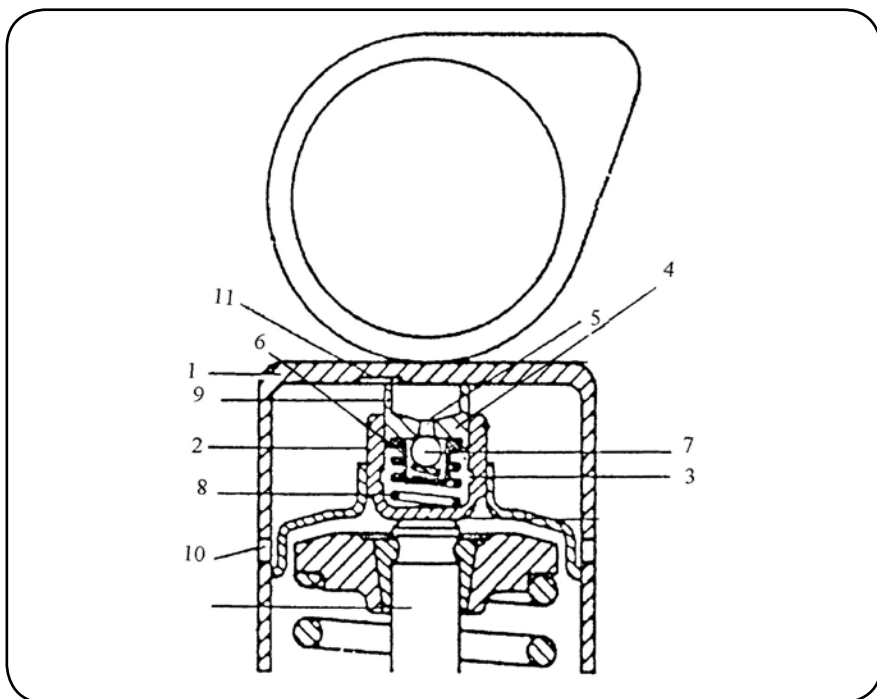
jam didesnį pradinį pagreitį, todėl darbas triukšmingesnis. Kita vertus, šis profilis užtikrina geresnį cilindrų pripildymą Kai kurie skirstymo velenėliai suteikia judesį alyvos, degalų siurbliui, uždegimo sistemos aukštosios įtampos srovės skirstytuvui. Šiam reikalui jie turi krumpļiaratukus arba ekscentriką. Yra variklių, kurių priekiniame velenėlio gale tvirtinamas išcentrinis vakuuminis sūkių ribotuvas.

Skirstymo velenai štampuojami iš legiruoto plieno arba liejami iš kaliojo baltojo ketaus. Guolių kakliukų, kumštelių ir ekscentrikų paviršiai grūdinami arba cementuojami. Velenėlio ašinis judesys ribojamas priekinėje dalyje esamo atraminio žiedo ir neviršija 0,1–0,2 mm.

**Kėlikliai** skirstymo velenėlio kumštelių sukamąjį judesį paverčia slenkamuju ir tiesiogiai arba svirtimi atidaro vožtuvus ir leidžia jiems užsidaryti. Jie būna dujų skirstymo mechanizmuose, kurių velenėliai yra cilindrų bloke. Kėlikliai yra lėkštiniai (19 pav.), grybo formos (20 pav.) ir ritininiai. Lėkštinės ir grybo formos kėlikliams kontaktuojant su kumšteliais atsiranda slydimo trintis. Kad darbo paviršiai diltų vienodžiau, šie kėlikliai kumštelių atžvilgiu perstumiami ašine kryptimi asimetriškai. Dėl to kumštelis besisukdamas kelia kėliklį ir suteikia jam sukamąjį judesį.

Naujesniuose varikliuose naudojami hidrauliniai kompensatoriai arba hidrauliniai kėlikliai. Vieni ir kiti atlieka kėliklio funkcijas, automatiškai panaikina vožtuvo valdymo kinematinėje grandinėje galimas mechanines varžas ir tarpus, susidarancius kintant detalių temperatūrai.

Hidraulinis kompensatorius (23 pav.) sudarytas iš apverstos stiklinės formos korpuso 1 su vidiniu ir išoriniu cilindriniais paviršiais, kreipiklio 2, kuris gali pasislinkti vertikaliai korpuso atžvilgiu, kreipiklyje esančio cilindro 3, į kurį dugnu žemyn įstatytas tuščiaaviduris stūmoklis 4. Stūmoklio 4 dugne yra kiaurymė 5, prie kurios spyruokle 6 spaudžiamas rutulinis vožtuvas 7. Stūmoklį 4 nuo kreipiklio 2 dugno į viršų prie korpuso 1 spaudžia spyruoklė 8. Korpuso 1 ir stūmoklio 4 cilindrinėje dalyje yra kiaurymės 9 ir 10. Korpuso dugne yra griovelis 11. Kompensatorius kreipiklio 2 dugnu remiasi į vožtuvo kotą, o korpusas 1 dugnu remiasi į skirstymo velenėlio kumštelį. Hidrokompensatorius įstatytas į variklio galvutėje esančią cilindrinę kreipiančiąją kiaurymę. Galvutėje prie kiaurymės yra įduba, kurioje, veikiant varikliui, nuolatos susidaro alyvos vonelė, iš kurios per kiaurymes 10 kompensatoriaus cilindras 3 B, o per kiaurymes 9 ir griovelį 11 – stūmoklio 4 vidinė ertmė užsipildo alyva.



23 pav. Hidraulinis kompensatorius

**Hidraulinio kėliklio** darbas paremtas savaiminiu alyvos įsiurbimu ir šiluminio tarpelio tarp vožtuvo ir kėliklio likvidavimu. Kai velenėlio kumštelis spaudžia kompensatoriaus korpusą 1 žemyn, korpusas per stūmoklį 4 ir kreipiklio cilindre 3 esančią alyvą (ji nesuslegiama) spaudžia kreipiklio 2 dugną, kuris spaudžia vožtuvo kotą ir suteikia vožtuvui judesį. Spaudžiant vožtuvo kotą gana didele jėga tam tikra alyvos dalis iš kompensatoriaus cilindro 3 išstrykšta nors ir per labai mažą tarpelį, esantį tarp cilindro ir stūmoklio. Kai velenėlio kumštelis nususuka, kompensatorius nespaudžiamas, tada spyruoklė 8 spaudžia stūmoklį į viršų nuo kreipiklio dugno. Cilindre 3 atsiranda išretėjimas, kuris atidaro rutulinį vožtuvą, pro kurį per kiaurymę 5 į cilindrą 3 patenka reikiamas alyvos kiekis. Todėl, veikiant varikliui, tarpelis tarp vožtuvo koto ir kumštelio kompensuojamas alyvos stulpeliu.

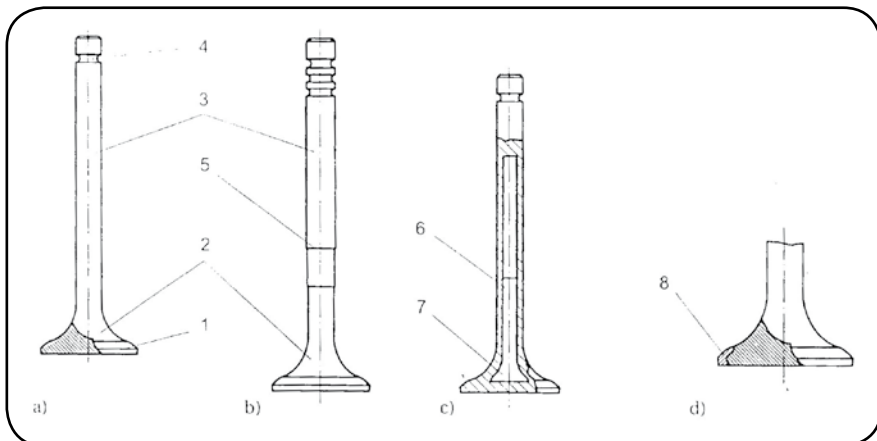
Kai variklis ilgesnį laiką nedirba, o kumštelis laiko kėliklio korpusą nuspaustoje padėtyje, tada cilindre 3 padidėjęs slėgis per ilgesnį laiką pro tarpelį išspaudžia dalį alyvos ir kreipikliais 2 atsiremia į kėliklio korpuso dugną. Tada tarp vožtuvo koto ir kumštelio, pradėjus dirbti varikliui, atsiranda tarpelis. Šis tarpelis varikliui dirbant palengva išnyksta, nes į cilindrą 3 įsiurbiamas pakankamas alyvos kiekis, o kompensatoriaus korpusas prispaudžiamas prie kumštelio. Kai variklio detalių temperatūra didėja, atstumas tarp kumštelio ir vožtuvo koto mažėja. Sumažėjus atstumui, sumažėja alyvos kiekis cilindre ir todėl vožtuvus gali visiškai užsidaryti.

Hidraulinių kėliklių arba kompensatorių konstrukcijų yra įvairių, tačiau principinė struktūrinė schema visų ta pati ir veikimo principas vienodas. Kai kuriuose varikliuose alyva į hidrokompensatorius paduodama priverstinai, iš tepimo sistemos slėgio kanalų. Tokie kompensatoriai greičiau panaikina atsiradusį tarpelį tarp vožtuvo ir kumštelio po ilgesnio stovėjimo.

**Vožtuvų svirtelės** strypo arba kumštelio judesį perduoda vožtuvams. Varikliuose, kuriuose nėra hidraulinių šiluminio tarpelio kompensatorių, vožtuvų svirtelių viename gale yra šiluminio tarpelio reguliavimo varžtas. Svirtelė kitu galu remiasi į vožtuvą, o viduryje turi tvirtinimo kiaurymę, apie kurią gali svyruoti. Skirstymo velenėlio kumštelis gali tiesiai remtis į svirtelę, hidraulinį kompensatorių arba vožtuvo stūmikli (19 pav.).

**Vožtuvai** skirti sandarinti cilindrą suslėgimo ir darbo taktų metu. Jie sudaryti iš koto ir galvutės (24 pav.). Galvutė, prisiglaudama prie lizdo, sandarina cilindrą, o kotas suteikia vožtuvui kryptingą judesį vožtuvui atsidarant ir užsidarant. Galvutė yra nupjauto kūgio formos, o perėjimas į kotą yra suapvalintas tam, kad sumažintų paviršiaus aerodinaminį pasipriešinimą. Vožtuvo koto gale yra vienas arba du grioveliai, į kuriuos įspraudžiami fiksatoriai 14 su išoriniu kūginiu paviršiumi. Fiksatorių išorinį kūgį savo vidiniu kūgiu apgaubia įvorė 13 ir spyruoklės atramos lėkštelė 12 (20 pav.).

Vožtuvai būna gaminami vientisi (iš vienos medžiagos – 24 pav., a) arba bimetaliniai, pilnaviduriai (24 pav., b) arba tuščiaaviduriai (24 pav., c). Vientisi įsiurbiamieji vožtuvai gaminami iš chromu legiruotų plienų su cirkonio, molibdeno ir vanadžio priedais, o išleidžiamiesiems vožtuvams dedami cirkonio, mangano ir nikelio priedai. Sandarinimo paviršiai ir kotų galai kietinami arba apvirinami labai kietu chromo-nikelio lydiniu (24 pav., d).



24 pav.

Darbo metu vožtuvai įkaista iki 550°C temperatūros – įsiurbiamieji, ir iki 800°C – išleidžiamieji. Kad išleidžiamųjų vožtuvų galvutės neperkaistų, galvutė ir kotas gaminami tuščiaviduriai, o ertmė užpildoma natriu. Įkaitęs natrius išsilydo ir skystas geriau perduoda galvutės šilumą kotui (galvutės temperatūrą sumažina net iki 120°C). Dėl didelio detalių temperatūrų skirtumo tarp šalto ir karšto variklio nevienodai skiriasi cilindro bloko, kėliklių, strypelių ir vožtuvų ilgis. Vožtuvų pailgėjimą galima nustatyti pagal formulę:

$$\Delta l = l_0 \alpha \Delta T; \quad (11)$$

čia  $\Delta l$  – vožtuvo pailgėjimas,

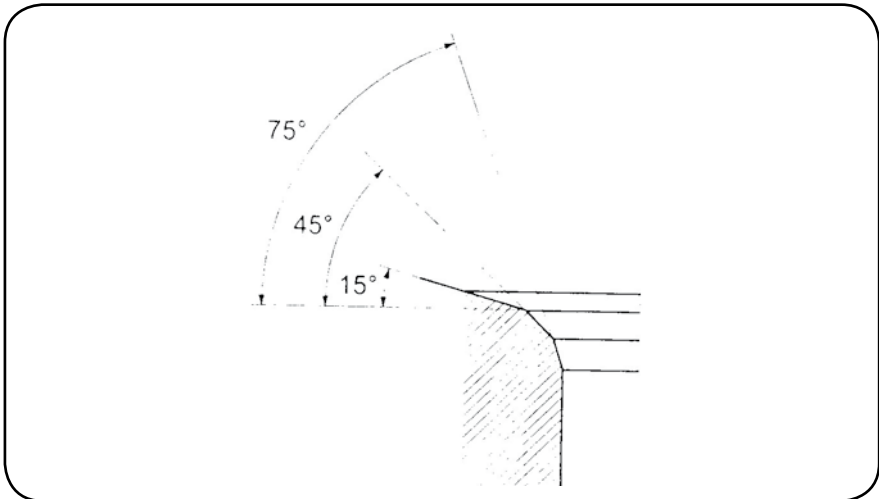
$l_0$  – pradinis vožtuvo ilgis,

$\alpha$  – ilgėjimo koeficientas,

$\Delta T$  – temperatūrų skirtumas.

Kad įkaitęs vožtuvas gerai užsidarytų, reikia tarp jo koto ir svirtelės palikti atitinkamo dydžio šiluminį tarpelį. Vožtuvo tarpelis gali būti reguliuojamas reguliavimo sraigtu, kuris yra svirtelėje (21 pav., a ir b), plokštėlėmis (21 pav., c) arba svirtelės posūkio ašies įvore-ekscentriku .

**Vožtuvo lizdas** yra specialus žiedas, turintis kūginį sandarinimo paviršių, atitinkantį vožtuvo kūginį paviršių. Pagal specialią technologiją žiedas įpresuotas į bloko galvutę (25 pav.).

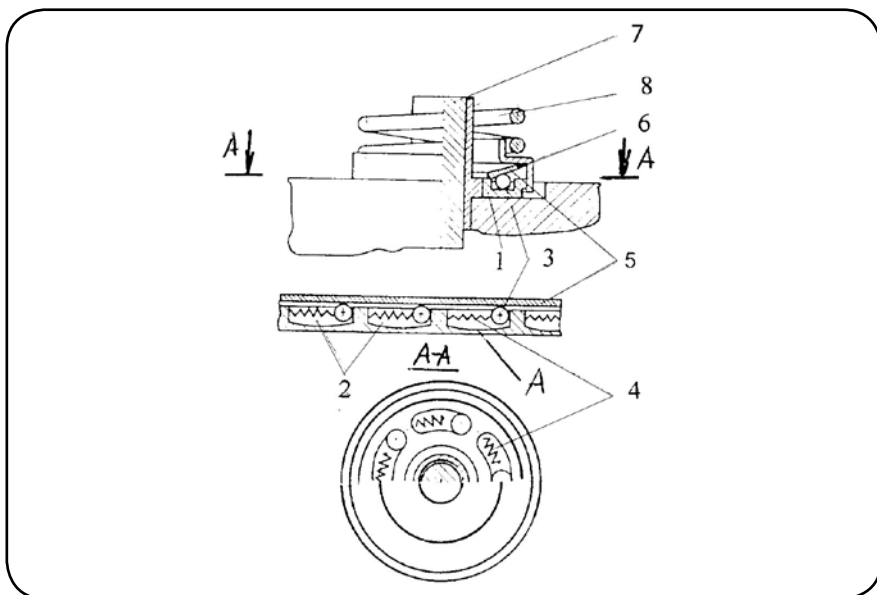


25 pav. Vožtuvo lizdas

Nuo kūginio sandarinimo paviršiaus juostelės pločio labai priklauso sandarumas. Platesnė sandarinimo juostelė geriau perduoda šilumą, bet silpniau spaudžiama ir blogiau sandarina. Siauras sandarinimo juosteles veikia didesnė spaudimo jėga ir jos geriau sandarina, bet blogiau perduoda šilumą. Optimaliu sandarinimo juostelės pločiu laikomas 1,5–2,5 mm. Oro ir dujų sukuriavimui sumažinti gretimų paviršių kampai daromi  $15^\circ$  ir  $75^\circ$ .

Lizdų smūginiam ir terminiam atsparumui užtikrinti jie liejami išcentrinu būdu iš ketaus arba gaminami iš gausiai legiruoto plieno.

Varikliui dirbant vožtuvų lizdų ir išleidžiamųjų vožtuvų sandarinimo paviršiai kaista ir dyla nevienodai. Dėl pakankamai didelių temperatūrų skirtumų vožtuvų galvutės ir lizdai gali pradegti. Norint užtikrinti mažesnį ir vienodą vožtuvų ir jų lizdų sandarinimo paviršių dilimą, išleidžiamiesiems vožtuvams naudojamas pasukimo įtaisai.



26 pav. Vožtuvų pasukimo įtaisas

**Vožtuvų pasukimo įtaisas** pavaizduotas 26 pav. Jį sudaro pagrindas 1, kuriame vienodu atstumu nuo centro yra kreipiamieji grioveliai 2, į juos įdėti rutuliukai 3, spaudžiami spyruoklių 4. Ant rutuliukų 3 iš viršaus uždėtas spyruoklinis žiedas 5 ir dangtelis 6, į kurį remiasi vožtuvo 7 spyruoklė 8. Grioveliai 2 tangentine kryptimi gilėja, jų dugnas turi nuožulnią plokštumą A.

Kai vožtuvas uždarytas, rutuliukai 3, spyruoklių 4 prispausti griovelio 2 gale, yra aukščiausioje padėtyje. Atidarant vožtuvą, spyruoklės 8 jėga tiek padidėja, kad priverčia rutuliukus riedėti nuožulniomis griovelių plokštumomis A ir sukti spyruoklinį žiedą 5, dangtelį 6, spyruoklę 8 ir kartu išleidžiamąjį vožtuvą 7 apie savo ašį. Vožtuvui užsidarant, rutuliukus 3 veikianti vertikali jėga sumažėja ir juos nesisukančius spyruoklės 4 prispaudžia prie lizdo, todėl jie vožtuvo atgal neatsuka.

**Vožtuvo kreipiamoji įvorė** atremia vožtuvo kotą veikiančias šonines jėgas ir apriboja jo šoninius judesio nuokrypius, priima koto šilumos

perteklių ir perduoda jį cilindro bloko galvutei. Tarpelis tarp įvorės ir koto 0,03 – 0,08 mm ribose. Kad alyva nuo vožtuvo koto nepatektų į degimo kamerą, ant įvorės viršutinio galo uždėtas sandarinimo riebokšlis.

**Vožtuvų spyruoklės** skirtos uždaryti vožtuvams ir laikyti juos uždarytiems, kai jų priverstinai neatidarinėja skirstymo veleno kumščeliai. Kiekvienam vožtuvui gali būti naudojama po vieną arba po dvi spyruokles. Naudojant po dvi spyruokles, vožtuvas geriau prispaudžiamas prie lizdo, o vienai spyruoklei sutrūkus vožtuvas neatsiremia į stūmoklį. Dviejų skirtingo skersmens spyruoklių rezonansiniai svyravimų dažniai nesutampa, todėl visame variklio greičio diapazone nepasireiškia rezonansinių svyravimo dažnių įtaka vožtuvo darbui. Kai naudojama po vieną spyruoklę, tada ji gaminama kintamo žingsnio ir skersmens. Spyruoklės gaminamos iš specialių spyruoklinių plienų, legiruotų chromu, manganu, siliciu, vanadžiu ir molibdenu.

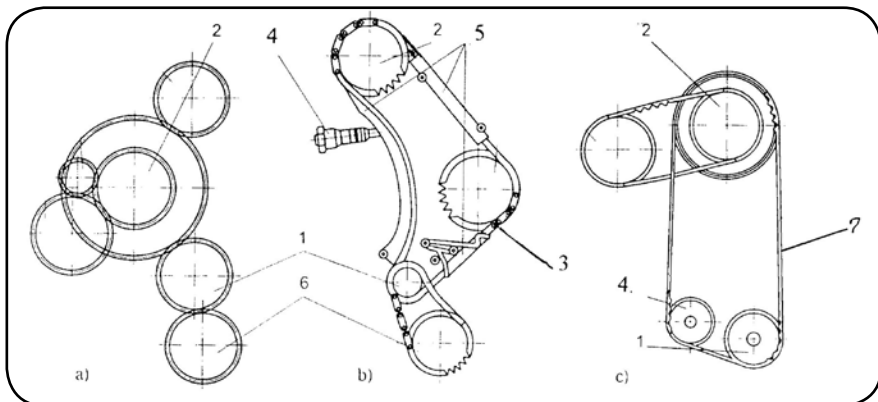
#### **DUJŲ SKIRSTYMO MECHANIZMO PAVARA**

Vožtuvai turi būti atidaromi ir uždaromi tiksliai pagal alkūninio veleno posūkio kampą, todėl dujų skirstymo velenėlį sinchroniškai suka alkūninis velenas mechaninėmis pavaromis. Šiam tikslui tinka tik krumpliartinės, grandininės arba diržinės krumplinės pavaros (27, 28 pav.). Nuo skirstymo veleno montavimo vietos priklauso mechaninės pavaros tipas ir konstrukcija. Kai skirstymo velenas yra cilindro bloke greta arba virš alkūninio veleno, tada judesys perduodamas cilindriniais krumpliaračiais. Kai skirstymo velenas montuojamas bloko galvutėje, tada jis sukamas grandinine, diržine krumpline arba kūginių krumpliaračių pavana.

**Krumpliartinės pavaros** būna cilindrinų (27 pav., a) ir kūginių krumpliaračių (28 pav.).

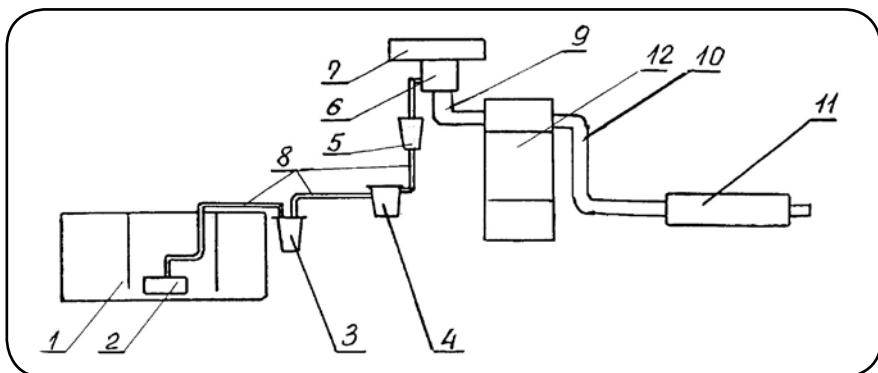
Viena iš cilindrinų krumpliaračių pavarų sudaryta iš varančiojo krumpliaračio 1, sumontuoto ant alkūninio veleno, ir varomojo krumpliaračio 2, kuris pritvirtintas prie skirstymo veleno. Pavaros perdavimo santykis  $i = 2$ . Triukšmui sumažinti krumpliaračiai gaminami įstrižais krumpliais, o didysis daromas iš tekstolito, kaprolono arba kitų nemetalinių medžiagų.





**27 pav.** Skirstymo veleno pavara:

a-krumpliaratinė pavara (cilindrinų krumpliaraičių); b-grandininė, c-diržinė krumplinė



**28 pav.** Krumpliaratinė pavara (kūginių krumpliaraičių)

Kai skirstymo velenas yra bloko galvutėje, o variklio velenas sukasi dideliu greičiu, reikia tiksliai atidaryti ir uždaryti vožtuvus; tada naudojama tarpinio veleno ir kūginių krumpliaraičių pavara (28 pav.). Ji sudaryta iš varančiojo kūginio krumpliaraičio 1, sumontuoto ant alkūninio veleno,

tarpinių dviejų vienodų kūginių krumpliaračių 2 ir 3, sumontuotų ant vertikalaus veleno, vadinamo tarpiniu 4, ir varomojo kūginio krumpliaračio 5, pritvirtinto prie skirstymo velenėlio. Vienas tarpinis krumpliaratis 2 sukibęs su varančiuoju krumpliaračiu 1, o viršutinis – su varomuoju 5. Krumpliaratinės pavaros perdavimo santykis  $i = 2$ .

Šios krumpliaratinės pavaros perduoda pakankamai didelius sukimo momentus, tačiau jos dirba gana triukšmingai. Dėl šios priežasties jos naudojamos traktorių ir didesnės galios krovininių automobilių, autobusų varikliuose. Tarpinio veleno pavara dažnai naudojama aviaciniuose arba lenktyninių automobilių varikliuose. Ji yra labai brangi.

**Grandininė pavara** sudaryta iš varančiosios žvaigždutės 1 (27 pav., b), sumontuotos ant alkūninio veleno, varomosios žvaigždutės 2, pritvirtintos prie skirstymo velenėlio, grandinės 3, kuri apjuosia abi žvaigždutes, grandinės įtempimo įtaiso 4, grandinės svyravimų slopintuvų 5. Žvaigždutės ir grandinė gali būti daromos vienaeilės arba dviejų eilių. Dviejų eilių grandinės patikimesnės. Grandininės pavaros plačiau naudojamos lengvųjų automobilių varikliuose. Didžiulis šių pavarų trūkumas yra jų triukšmingas darbas, greitas grandinės dilimas, per dažna pavaros priežiūra. Šio tipo pavaras sėkmingai keičia krumpliuitojo diržo pavaros.

**Diržinė krumplinė** pavara yra grandininės pavaros analogas (27 pav., c) ir sudaryta iš varančiojo skriemulio 1 su krumpliuitoju išoriniu cilindrinio paviršiumi, pritvirtinto prie alkūninio veleno, varomojo krumpliuitoju paviršiumi skriemulio 2, pritvirtinto prie skirstymo velenėlio. Abu skriemulius juosia krumpliuitotasis diržas 5, kurį laiko nuolatos įtemptas diržo įtempimo ritinėlis 4. Krumpliuitotasis diržas 7 gaminamas iš sintetinių medžiagų, armuojamas plonais plieno lyneliais su stiklo pluošto tarpais. Dirželio masė pakankamai maža, todėl jo išcentrinių jėgų poveikis yra nedidelis. Dirželis, liesdamasis gumuotu darbinio paviršiumi su tokio pat profilio metaliniu arba plastmasiniu skriemuliu, nesukelia stipresnio garso, todėl šios pavaros dirba labai tyliai, patikimai ir nereikalauja dažnos priežiūros. Neigiamos pavaros savybės yra diržo jautrumas labai mažo spindulio lenkimams ir mažas atsparumas alyvos ir tepalų poveikiui.

## 2.6.2. Benzininių variklių maitinimo sistema

Benzininių ir dyzelinių variklių maitinimo sistemos iš esmės skiriasi degalų tiekimo priemonėmis, mišinio ruošimo principais, todėl jas verta nagrinėti atskirai.

Benzininių variklių maitinimo sistemos yra skirtos reikiamos kokybės degiamam mišiniui ruošti atsižvelgiant į aplinkos ir variklio temperatūrą, variklio darbo režimą ir variklio pereinamuosius darbo procesus, sudaryti sąlygas degiuoju mišiniu užpildyti cilindrus, leisti saugiai pašalinti naudingą darbą atlikusių dujų deginius slopinant jų garsą ir mažinant temperatūrą.

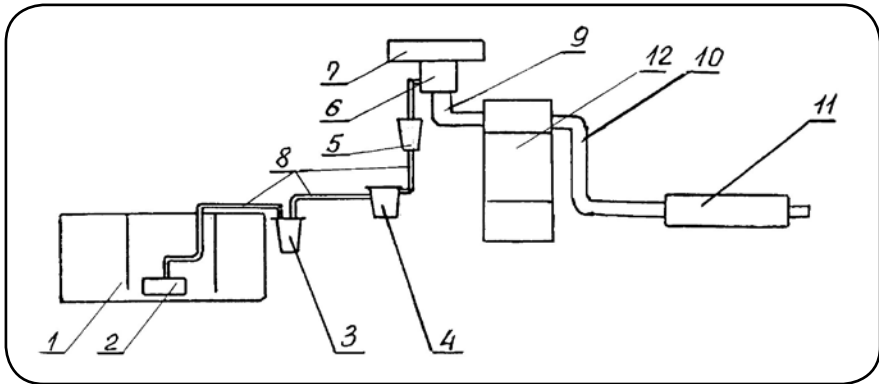
Pagal naudojamą įrangą ruošiant degujį mišinį benzininių vidaus degimo variklių maitinimo sistemos yra karbiuratorinės ir priverstinio benzino įpurškimo. Todėl ilgą laiką benzininiai varikliai buvo vadinami karbiuratoriniais. Benzino įpurškimo sistemos yra išorinio (kai benzinai įpurškiamas į maišytuvą arba kolektorių) ir tiesioginio įpurškimo (kai benzinai įpurškiamas į degimo kamerą – prieš vožtuvą). Pagal įpurškimo vietą – vietinės (daugiataškės) ir centrinės, pagal purškimo laiką – nepertraukiamo ir periodinio įpurškimo.

### **KARBIURATORINIŲ VARIKLIŲ MAITINIMO SISTEMOS SANDARA**

Klasikinė karbiuratorinė maitinimo sistema (29 pav.) sudaryta iš degalų bako 1, benzino ėmiklio 2, pirminio valymo degalų filtro 3, degalų siurblio 4, smulkaus valymo degalų filtro 5, karbiuratoriaus 6, oro valymo filtro 7, degalų tiekimo vamzdelių 8, įleidimo kolektoriaus 9, deginių išmetamųjų dujų kolektoriaus 10, garso slopintuvo 11, variklio 12. Maitinimo sistema pradeda veikti pradėjus sukuti alkūninį veleną, o nepertraukiamai veikia sukantis velenui ir esant pakankamam degalų kiekiui bake.

**Degalų bakas** skirtas tam tikroms degalų atsargoms laikyti, kad būtų galima nuvažiuoti nepapildant atsargų ne mažiau kaip 400 km. Bakai gaminami iš plieninės skardos arba smūgiams atsparios plastmasės. Plastmasiniai bakai yra lengvesni, iš plastmasės lengviau išgauti reikiamos sudėtingesnės formos talpas. Plieniniai bakai iš vidaus ir išorės dengiami antikoroziniu sluoksniu. Bako viduje yra apvalus indas, kuriame įrengiamas degalų tiekimo siurblys arba degalų siurbimo vamzdelis. Šis

indas sumažina degalų teliūskavimąsi važiuojant ir užtikrina nuolatinio degalų tiekimo sąlygas.



29 pav. Klasikinė karbiuratorinė maitinimo sistema

**Degalų lygio matuoklis** nuolat informuoja apie esamas degalų atsargas dirbant varikliui arba įjungus variklio paleidimo sistemą. Jį sudaro plūdės įtaisas, pritvirtintas prie degalų tiekimo siurblio arba degalų siurbimo vamzdelio galo. Įtaisas sujungtas su kintamo dydžio elektros varžos valdymo slankikliu. Varžos elektrinė grandinė prijungta prie degalų kiekio rodiklio, įmontuoto prietaisų skydelyje.

### Sistemos veikimas

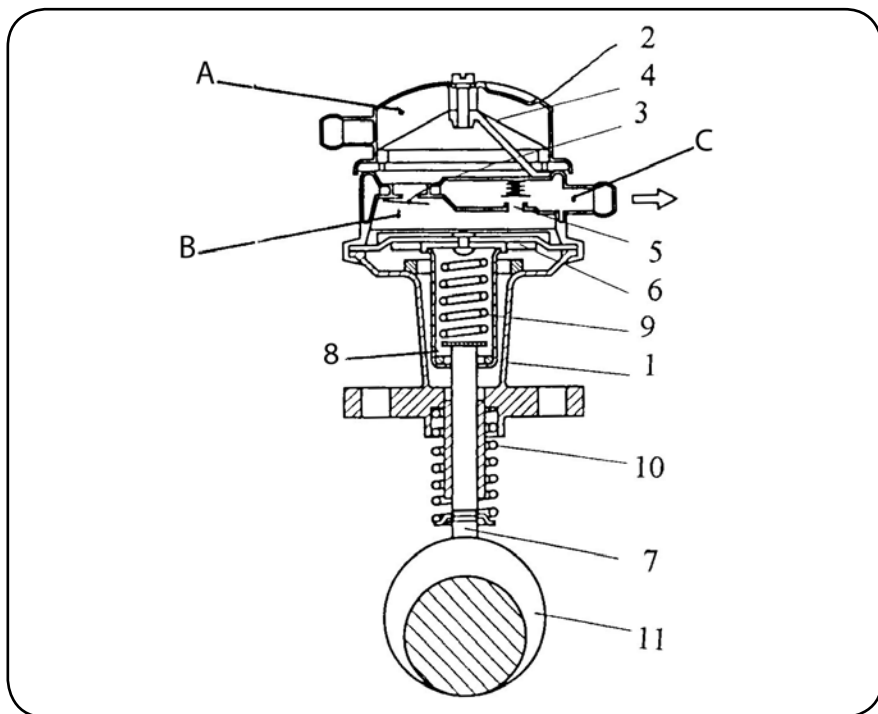
Sukantis variklio alkūniniam velenui, suteikiamas judesys visiems funkciniais mechanizmais. Maitinimo sistemos degalų siurblys siurbia degalus iš bako, filtruose jie apsivalo nuo mechaninių priemaišų ir paduodami į karbiuratorių. Alkūninio mechanizmo stūmokliai, judėdami žemyn, kai įsiurbimo kanalai atviri, cilindruose sukelia išretėjimą ir tas išretėjimas persiduoda per įleidimo kolektorių į karbiuratorių. Karbiuratoriuje dėl slėgių skirtumo siurbiamas oras ir degalai, pastarieji išgarinami, susimaišo su oru ir gautas degusis mišinys siurbiamas į atitinkamus cilindrus. Toliesni cilindruose vykstantys procesai (mišinio suspaudimas, uždegimas ir darbas) nepriklauso nuo maitinimo sistemos. Maitinimo sistemos funkcijos tęsiasi, kai atsidaro išleidžiamieji vožtuvai, o iš cilindrų su dideliu triukšmu

ir liepsnos liežuviais pradedami šalinti deginiai. Šiuos pavojingus reiškinius neutralizuoja slopintuvai, o deginiai išleidžiami į atmosferą be didesnio triukšmo.

Degalai nustatytu slėgiu tiekiami degalų siurbliais – iš žemiau esančio degalų bako į karbiuratorių arba įpurškimo sistemos skirstymo mazgą. Jie būna su mechanine arba elektrine pavara. Siurbliai su mechanine pavara naudojami tik karbiuratoriniuose varikliuose

### Degalų siurblys su mechanine pavara

Jis sudarytas iš tuščiavidurio korpuso 1, kuris tvirtinamas prie cilindrinio bloko (30 pav.).



30 pav. Degalų siurblys su mechanine pavara

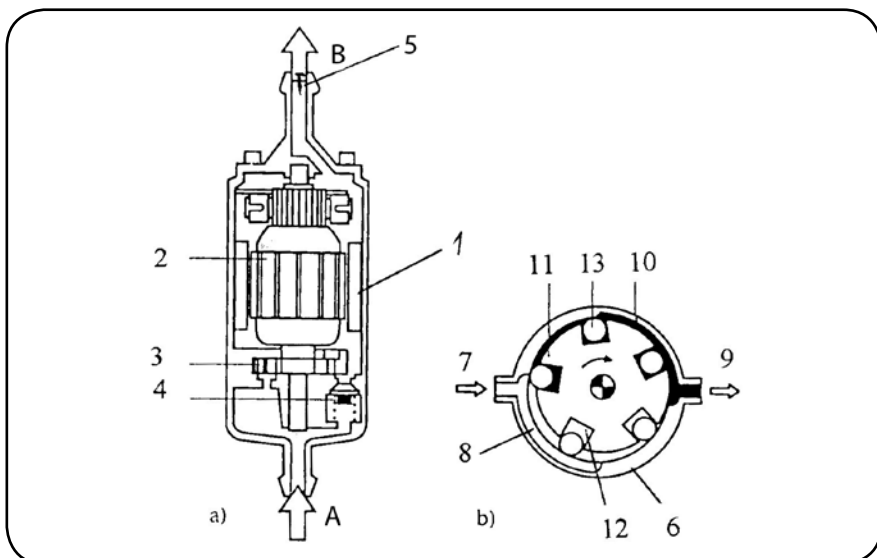
Prie korpuso iš viršaus pritvirtintas gaubtas 2 su jame esančiu įsiurbiamuoju vožtuvu 3, siurbimo ertmė A, degalų valymo tinkleliu 4, išleidžiamuoju vožtuvu 5, slėgio ertmė B, slėgio kanalu C. Korpuso 1 ir gaubto 2 sujungimo plokštumoje yra diafragma 6, kuri atskiria korpuso ertmę nuo gaubto ertmės B. Korpuso 1 jungimosi pertvarėlėje su bloku yra cilindrinė kiaurymė, į kurią įstatytas stūmiklis 7, kuris viršuje įeina į kreipiamąją 8. Stūmiklis viršutiniu galu per spyruoklę 9 remiasi į diafragmą 6, o apatiniu galu spyruoklės 10 spaudžiamas prie cilindro bloke esančio ekscentriko 11. Kai ekscentriko kumštelis nusisukęs nuo stūmiklio 7, spyruoklė 9 laiko nuspaustą žemyn stūmiklį, kreipiamąją 8 ir diafragmą 6.

Sukantis ekscentrikui 11, stūmiklis 7 keliamas į viršų, suspaudžia spyruoklę 10 ir kreipiamąją 8 kelia diafragmą 6 į viršų. Ertmėje B slėgis didėja, kol uždaro įsiurbiamąjį vožtuvą 3, o atidaro išleidžiamąjį vožtuvą 5, per kurį degalai spaudžiami į slėgio kanalą. Kai ekscentriko kumštelis nusisuka nuo stūmiklio 7, spyruoklė 10 spaudžia stūmiklį, kuris tempia kreipiamąją 8 ir diafragmą 6 žemyn. Tada ertmėje B didėja išretėjimas, kuris uždaro išleidžiamąjį vožtuvą 5, o atidaro įsiurbiamąjį vožtuvą 3, per kurį siurbiami degalai iš ertmės A ir degalų bako. Toliau procesas kartojasi. Tiekiamų degalų slėgis neišeina už **1,2 – 1,4 baro ribų**.

Varikliui dirbant mažais sūkliais ir be apkrovos, karbiuratoriuje degalų sąnaudos sumažėja, o slėgis padidėja. Tada degalų slėgis pereina į ertmę B, užsidaro įsiurbiamasis vožtuvas 3, o diafragma 6 išlinksta žemyn suspausdama spyruoklę 9. Dirbdamas šiuo režimu siurblys gali tiekti labai mažą degalų kiekį. Jei degalų pareikalavimo nebūna (išjungus karštą variklį), tada degalai įkaista, padidėja jų slėgis ertmėje B. Padidėjęs slėgis gali pažeisti diafragmą. Diafragmos apsaugai kai kuriuose siurbliuose būna apsauginis vožtuvas, per kurį degalų perteklius grįžta į ertmę A. Šitaip apsaugomas karbiuratorius nuo degalų perpylimo, o diafragma – nuo plyšimo.

### **Elektriniai siurbliai**

Elektriniai degalų siurbliai naudojami maitinimo sistemose su degalų įpurškimu. Jie būna ritininiai (31 pav.), krumpliaratiniai ir mentiniai. Vieni nuo kitų jie skiriasi darbo priemonių tipu, konstrukcija ir tiekiamų degalų slėgiu.



31 pav. Elektriniai siurbliai

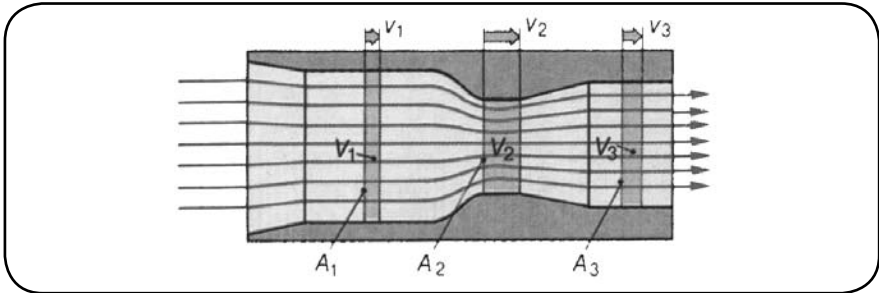
*Ritininis siurblys.* Elektriniai ritininiai siurbliai sudaryti iš elektros variklio korpuso 1, variklio rotoriaus 2, siurblio 3, įsiurbimo kanalo A, slėgio kanalo B, atbulinio vožtuvo 4, slėginio vožtuvo 5, siurblio korpuso 6, kuriame yra įsiurbimo kanalas 7, siurbimo ertmė 8, slėgio kanalas 9, slėgio ertmė 10. Siurblio korpuso 6 viduje yra rotorius 11, su jo išoriniame cilindriniam paviršiuje padarytais grioveliais 12, į kuriuos sudėti ritinėliai 13. Rotorius 11 pritvirtintas prie variklio rotoriaus 2 veleno ir sukasi kartu su juo. Siurblio rotorius 11 yra ekscentriškai perstumtas korpuso 6 vidinio (darbinio) paviršiaus atžvilgiu.

Siurblio veikimas. Sukantis variklio rotorius 2, sukamas ir siurblio rotorius 11, kurio ertmės 8 tūris kinta, o dėl ertmėje susidarancio išretėjimo į ją siurbiami degalai. Toliau degalai slenka link slėgio ertmės. Kai vienas ritinėlis atidaro slėgio ertmę 10, į ją spaudžiami degalai, o jos tūriui mažėjant degalai slegiami siurblio slėgio kanalu 9 į elektros variklio ertmės ir jas aušina. Iš variklio ertmių jie slegiami pagrindiniu slėgio kanalu B į degalų įpurškimo sistemą.

### 2.6.3. Karbiuracijos principas

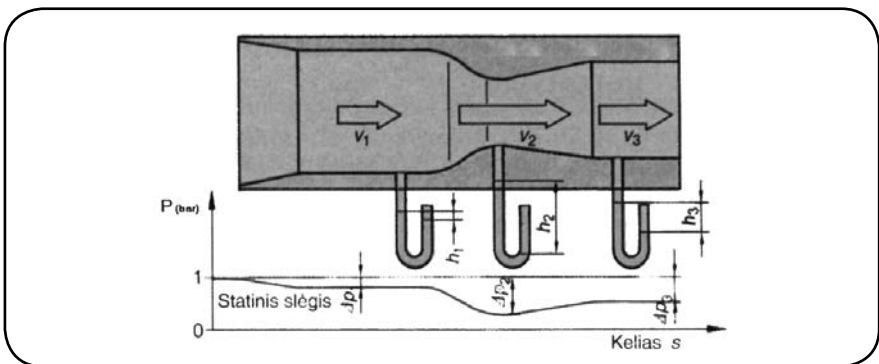
Oto varikliuose degusis mišinys ruošiamas specialiame įrenginyje, vadinamame karbiuratoriumi. Karbiuratoriaus veikimo principas paremtas oro judėjimo greičio kitimo priklausomumu nuo skerspjūvio ploto ir degalų sumaišymo oro sraute.

Stebint oro judėjimo greitį kintančio skerspjūvio vamzdyje nustatyta, kad, mažėjant vamzdžio skerspjūvio plotui, judančio oro srauto greitis didėja (32 pav.), nes per skirtingo skerspjūvio zonas turi pratekėti vienos oro kiekis.



32 pav. Srauto greičiai skirtingo dydžio skerspjūviuose ( $v_2 > v_3 > v_1$ )

Mažėjant skerspjūvio plotui, statinis oro slėgis mažėja (33 pav.).



33 pav. Statinio slėgio priklausomybė nuo srauto greičio



$$\frac{V}{t} = \frac{A \cdot s}{t}; \quad (12)$$

čia  $A$  – skerspjūvio plotas,  $m^2$ ,

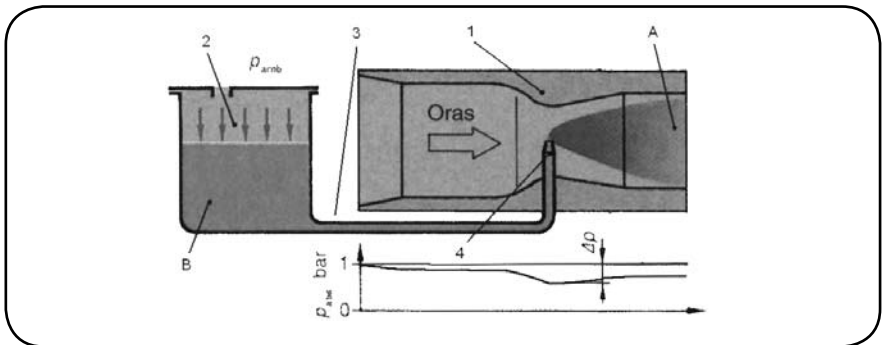
$V$  – oro tūris  $m^3$ ,

$t$  – laikas,  $s$ ,

$v$  – oro judėjimo greitis,  $m/s$ ,

$s$  – kelias,  $m$ .

Naudojantis šiuo fizikiniu reiškiniu, į skirtingo skerspjūvio ploto oro vamzdelio - difuzoriaus 1 mažiausio skerspjūvio ploto vietą įvestas degalų vamzdelio 3 galas su jame įstatytu purkštuku 4, kuris sujungtas su hidrauliniu požūriu atvira degalų talpa 2 (34 pav.).

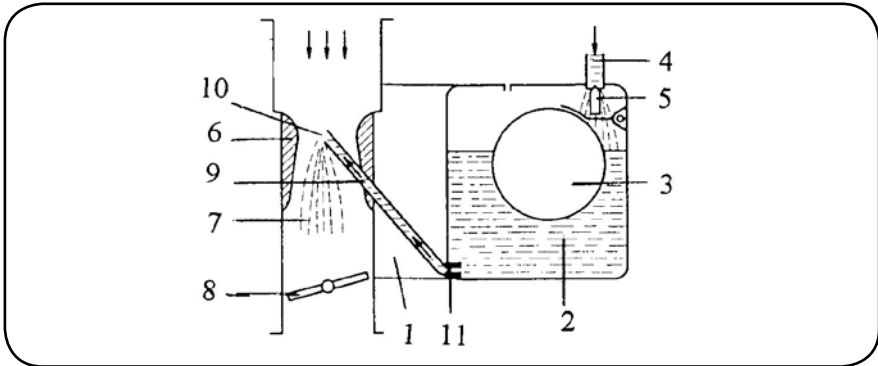


**34 pav.** Karbiuracijos principas

Siurbiant orą iš ertmės A, difuzoriuje 1 atsiranda didesnis oro išretėjimas, kuris persiduoda vamzdeliu 3 į degalų talpą 2. Degalų paviršiu šioje talpoje slečia atmosferos slėgis, o vamzdelyje išretėjimas sukelia slėgių skirtumą. Skirtingo slėgio veikiami degalai vamzdelyje pakyla į purkštuką 4, ištrykšta į difuzoriuje dideliu greičiu judantį oro srautą, garuoja ir susimaišo su juo.

Geresniam degalų išpurškimui į degalų vamzdelį leidžiama įtekėti mažam oro kiekiui. Degalai, vamzdelyje susimaišę su oru, tampa emulsija, kuri ištrykšta iš purkštuko labai smulkiais lašeliais, greičiau išgaruoja ir geriau susimaišo su difuzoriuje judančiu oro srautu.

## PAPRASČIAUSIAS KARBIURATORIUS IR JO VEIKIMAS



35 pav. Paprasčiausias karbiuratorius

Paprasčiausias karbiuratorius sudarytas iš korpuso 1 su plūdės kamera 2, kurioje yra plūde 3, degalų tiekimo kanalas 4 ir adatinis vožtuvas 5. Korpuse yra oro tekėjimo apvalus kanalas su susiaurėjusiu skerspločiu – difuzoriumi 6, maišymo kamera 7 ir joje sumontuota droseline sklendė 8. Iš plūdės kameros į difuzorių yra išvestas degalų kanalas 9, kuris difuzoriuje baigiasi purkštuku 10, o plūdės kameroje – specialiu praleidžiamuoju kaištuku su kalibruota kiauryme (11).

Kai droselinė sklendė 8 beveik uždaryta, o į cilindrus siurbiamas oras, difuzoriuje 6 ir degalų kanale 9 susidaro išretėjimas, kuris siurbia atmosferos slėgiu slegiamus degalus iš plūdės kameros 2 per pagrindinį praleidžiamąjį kaištuką 11. Degalai, ištryškę iš purkštuko 10, susimaišo difuzoriuje 6 ir maišymo kameroje 7 su oro srautu, išgaruoja ir degiojo mišinio pavidalu patenka į cilindrus. Karbiuratorius, dirbdamas šiuo režimu, ruošia pariebintą degųjų mišinį, kurio pakanka variklio darbui be apkrovų. Palengva atidarant droselinę sklendę, didėja per difuzorių pratekantis oro kiekis, didėja ir degalų kiekis, kuris ištryšksta per purkštuką. Šio kiekio pakanka, kad variklis galėtų dirbti apkrautas.

Paprasčiausias karbiuratorius turi esminių trūkumų. Jis negali užtikrinti stabilaus variklio darbo tuščiąja eiga, nesugeba paruošti reikiamos

kokybės mišinio staiga didėjant variklio apkrovai, neekonomiškas varikliui dirbant vidutinėmis apkrovomis. Dėl minėtų priežasčių jis praktikoje nenaudojamas. Karbiuratorius turi užtikrinti patikimą variklio paleidimą, stabilų jo darbą tuščiąja eiga, ekonomišką iš dalies apkrauto variklio darbą, sklandų variklio sūkių kitimą keičiantis apkrovoms, didžiausią variklio galią, mažą deginių toksiškumą. Vadinasi, karbiuratorius privalo ruošti degujį mišinį įvairios sudėties ir greitai reaguoti į pakitusias variklio darbo sąlygas.

Karbiuratorius privalo ruošti tokios sudėties degujį mišinį, kuris užtikrintų:

- patikimą variklio paleidimą;
- sklandų perėjimą iš tuščiosios eigos į įvairių apkrovų režimus;
- stabilų tuščiosios eigos variklio darbą;
- didžiausią variklio galią;
- ekonomišką nevysiškai apkrauto variklio darbą;
- mažą deginių toksiškumą.

### **Degiojo mišinio sudėtis**

Degiojo mišinio kokybė nusakoma faktiškai mišinyje esančio oro kiekio  $L$  santykiu su teoriškai reikalingu degalams sudeginti oro kiekiu  $L_t$ . Šis rodiklis vadinamas oro pertekliaus koeficientu ir žymimas raide  $\lambda$ .

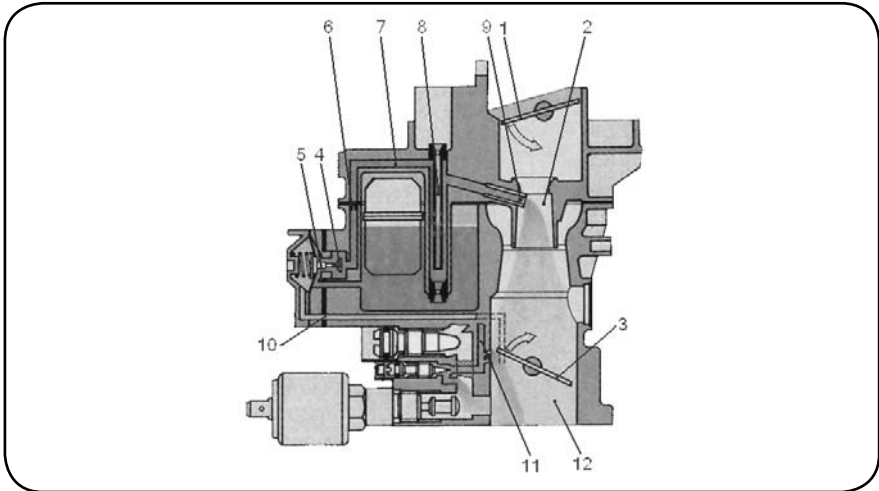
$$\lambda = \frac{L}{L_t}. \quad (13)$$

Išgarinant vieną kilogramą „Normal“ benzino ir sumaišant jo garus su 14,8 kg oro gaunamas normalus degusis mišinys, kurio  $\lambda = 1,0$ . Degusis mišinys liesas, kai  $\lambda = 1,1$ . Liesą degujį mišinį variklis naudoja, kai automobilis važiuoja lygiu keliu vienodu greičiu. Variklis naudoja riebesnį degujį mišinį jį paleidžiant, dirbant tuščiąja eiga, kai automobilis įsibėgi ir dirbant varikliui visa galia. Šiais darbo režimais oro pertekliaus koeficientas  $\lambda$  svyruoja tarp 0,9 – 0,8.

### **Variklio paleidimo sistema**

Paleidžiant šaltą variklį, didelė degalų garų dalis kondensuojasi ant šaltų kolektoriaus ir cilindro sienelių, todėl reikia ruošti daug riebesnį degujį mišinį. Šiam tikslui tarnauja paleidimo sistema, kuri sudaryta iš oro

sklendės 1, difuzoriaus 2, droselinės sklendės 3, ekonomizaierio vožtuvo 4, valdomo diafragmos 5, praleidžiamojo kaištuko 6, kanalo 7, emulsijos tekėjimo šulinėlio 8, purkštuko 9, vakuuminio kanalo 10, tuščiosios eigos emulsijos tekėjimo šulinėlio 11 ir purškiamojo kanalo 12 (36 pav.). Oro sklendė gali būti valdoma ranka arba automatiškai.



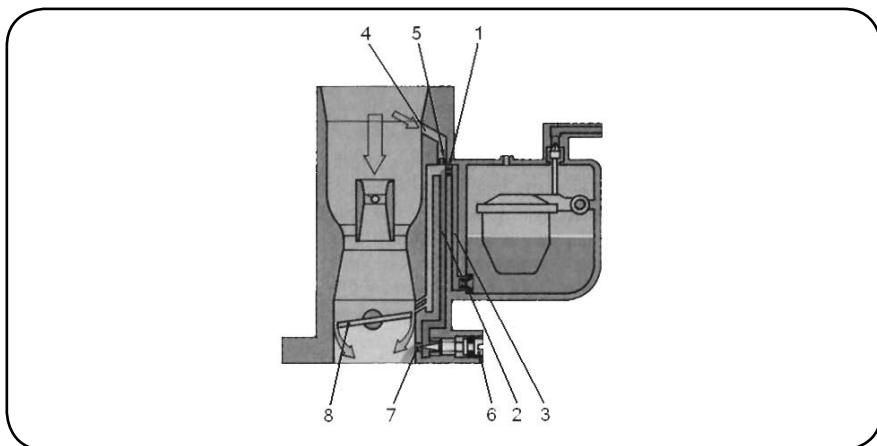
36 pav. Paleidimo įtaisas (oro sklendė)

Prieš paleidžiant šaltą variklį, oro sklendę reikia uždaryti, o droselinė sklendė, noliečiant akceleratoriaus pedalo, svertais truputi praveriama nuo oro sklendės. Sukant variklį, padidėja oro išretėjimas visame karbiuratoriuje, jis plinta į kanalus 7 ir 10. Per pagrindinį praleidžiamąjį kaištuką siurbiamas degalų kiekis yra nepakankamas šaltam varikliui paleisti, todėl į darbą įsijungia ir kiti įtaisai. Padidėjus vakuumui kanale 10, diafragma 5, veikiamą slėgių skirtumo, nugali spyruoklę ir, pasislinkdama į kairę, atidaro ekonomizaierio vožtuvą 4, kuris praleidžia papildomą degalų kiekį iš plūdės kameros. Difuzoriuje 2 oro išretėjimas plinta į kanalą 7. Degalai, slėgių skirtumo veikiami, iš plūdės kameros kyla kanalu ir, pratekėję per praleidžiamąjį kaištuką 6, kanalą 7, patenka į emulsijos tekėjimo šulinėlį 8. Patekę oro burbuliukai paverčia degalus emulsija,

kuri iš purkštuko 9 ištrykšta į difuzorių ir išgaruoja kaip susimaišę su oro srautu lašeliai. Šis degusis mišinys dar yra nepakankamos sudėties, todėl išretėjimas kiaurymėje 12 ir kanale 11 išsiurbia iš kanalo 11 papildomą emulsijos kiekį, kuris, ištryškęs per purkštuką 12, susimaišo su degiuoju mišiniu ir jį pariebina. Varikliui pradėjus veikti, oro sklendė pamažu atidaroma priklausomai nuo variklio darbo. Kai sklendė valdoma automatiškai, ją uždaro bimetalinė spyruoklė, o varikliui kaistant spyruoklė palaipsniui ją atveria.

### **Variklio tuščiosios eigos sistema**

Varikliui dirbant tuščiąja eiga, oro sklendė visiškai atverta, o droselinė sklendė beveik visiškai uždaryta. Per difuzorių prateka labai mažas oro kiekis, todėl ten oro išretėjimas nedidelis ir degalų emulsija per difuzoriuje esantį purkštuką neteka. Šiam variklio darbo režimui yra atskira tuščiosios eigos sistema (37 pav.).



**37 pav.** Tuščiosios eigos sistema

Ši sistema sudaryta iš tuščiosios eigos degalų praleidžiamojo kaištuko 1, tuščiosios eigos emulsijos tekėjimo kanalo 2, sujungto su pagrindiniu kanalu 3, tuščiosios eigos oro kanalo 4, jo praleidžiamojo kaištuko 5, tuščiosios eigos degiojo mišinio kokybės reguliavimo varžto 6, emulsijos tekėjimo kanalo 7, droselinės sklendės 8.

Kai variklio temperatūra yra normali, atleidus akceleratoriaus pedalą, droselinė sklendė užsidaro iki sureguliuotos ribos. Tada oro kiekis, pratekantis per karbiuratorių, įgauna didesnę greitį tik plyšeliuose tarp droselinės sklendės 8 ir korpuso (purškiamojo kanalo 7 zonoje). Išretėjimas išplinta į emulsijos tekėjimo kanalą 2 ir pagrindinį kanalą 3. Degalai siurbiami iš plūdės kameros pagrindiniu kanalu 3, jų kiekį reguliuoja praleidžiamasis kaištukas 1. Toliau tekant degalams į juos iš praleidžiamojo kaištuko 5 patenka oro burbuliukai, sudarydami degalų emulsiją. Ji leidžiasi kanalu 2 žemyn ir išstrykšta iš kanalo 7 į droselinės sklendės zoną. Čia degalų lašeliai maišosi su oro srautu, garuoja ir virsta degiuoju mišiniu. Tuščiosios eigos sūkliai reguliuojami droselinės sklendės atidarymo varžtu, o mišinio kokybė (CO kiekis) – varžtu 6.

Kai kurie varikliai, išjungus uždegimą, dar kurį laiką dirba. Toks darbas yra varikliams pavojingas, nes vyksta savaiminis nekontroliuojamas degimas. Norint išvengti neigiamų padarinių, tuščiosios eigos sistemose įrengiami tuščiosios eigos išjungimo vožtuvai, kurie nutraukia degalų tiekimą išjungus uždegimo sistemą.

### **Pereinamoji sistema**

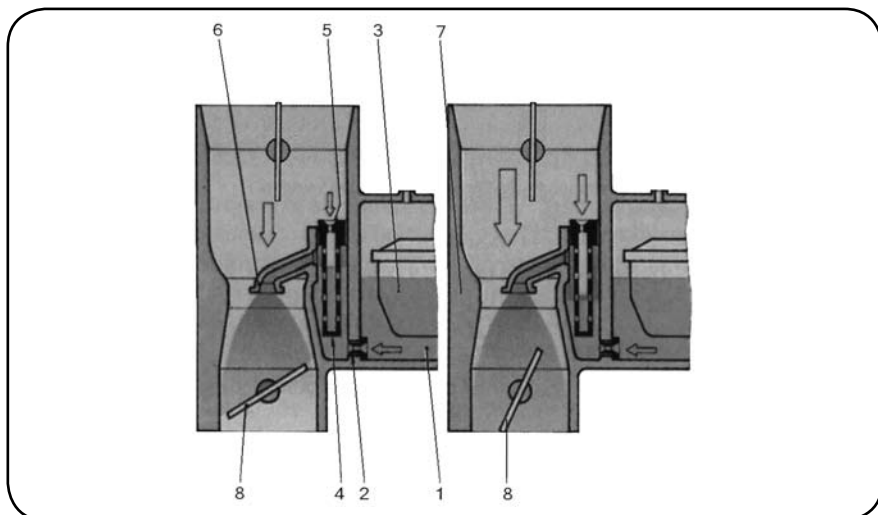
Apkraunant variklį, droselinė sklendė atidaroma ir tuščiosios eigos sistema nustoja veikusi, o pagrindinė sistema dar neįsijungia. Degalų tiekimas nutrūksta arba jų kiekis nepakankamas. Degalų tiekimui pereinamoju laikotarpiu garantuoti emulsijos tekėjimo kanalas 2 papildomu kanalu 8 sujungtas su droselinės sklendės zona. Atidarant droselinę sklendę, virš kanalo 7 yra kitas kanalas 9, kurio zonoje padidėja išretėjimas. Šiuo kanalu užtikrinamas emulsijos tiekimas pereinamoju laikotarpiu.

### **Pagrindinė dozavimo sistema**

Pagrindinei dozavimo sistemai priklauso plūdės kamera 1, pagrindinis praleidžiamasis kaištukas 2, plūdė 3, emulsijos tekėjimo šulinėlis 4, oro praleidžiamasis kaištukas 5, purkštukas 6, difuzorius 7, droselinė sklendė 8. Didėjant variklio apkrovai, droselinė sklendė 8 atidaroma daugiau ir didėja oro išretėjimas difuzoriaus 7 zonoje (38 pav.).

Šis padidėjęs oro išretėjimas persiduoda į purkštuką 6 ir emulsijos tekėjimo šulinėlį 4. Slėgių plūdės kameroje ir šulinėlyje skirtumas degalus verčia judėti iš plūdės kameros per praleidžiamąjį kaištuką 2 į emulsijos tekėjimo šulinėlį 4. Jame degalai pakyla aukščiau, pakeliui sutinka per oro

praleidžiamąjį kaištuką 5 perėjusį silpną oro srautą, susimaišo su oro burbuliukais ir ištrykšta iš purkštuko 6 į difuzorių 7. Oro dozavimas per oro praleidžiamąjį kaištuką 5 atlieka dvi funkcijas. Oro burbuliukai degalus paverčia emulsija, kuri, ištekėdama iš purkštuko, ištrykšta smulkesniais lašeliais, geriau išgaruoja ir susimaišo su oru. Kita vertus, oro srovelė pristabdo degalų tekėjimą kanalu 4 ir liesina degujį mišinį.

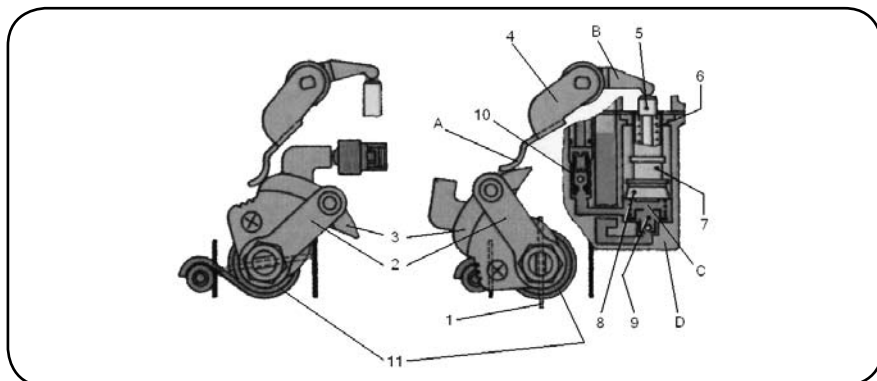


38 pav. Pagrindinė dozavimo sistema

### Siurblys greitintuvas

Norėdamas staiga padidinti greitį vairuotojas spaudžia akceleratoriaus pedalą ir staigiai atidaro drošelinę sklendę. Oro išretėjimas ir jo judėjimo greitis difuzoriuje staiga didėja. Dėl didesnės degalų inercijos jų greitis emulsijos tekėjimo kanale didėja kur kas lėčiau nei oro, todėl degusis mišinys staiga liesėja. Toks mišinys cilindruose gali nedegti, o variklis – užgesti. Kad taip neatsitiktų, būtina trumpam staiga patiekti į purkštuką papildomą degalų kiekį siurbliu greitintuvu.

Siurbliai gali būti diafragminiai arba stūmokliniai. Jų veikimo principas analogiškas.



**39 pav.** Stūmoklinis siurblys greitintuvas ir jo pavara

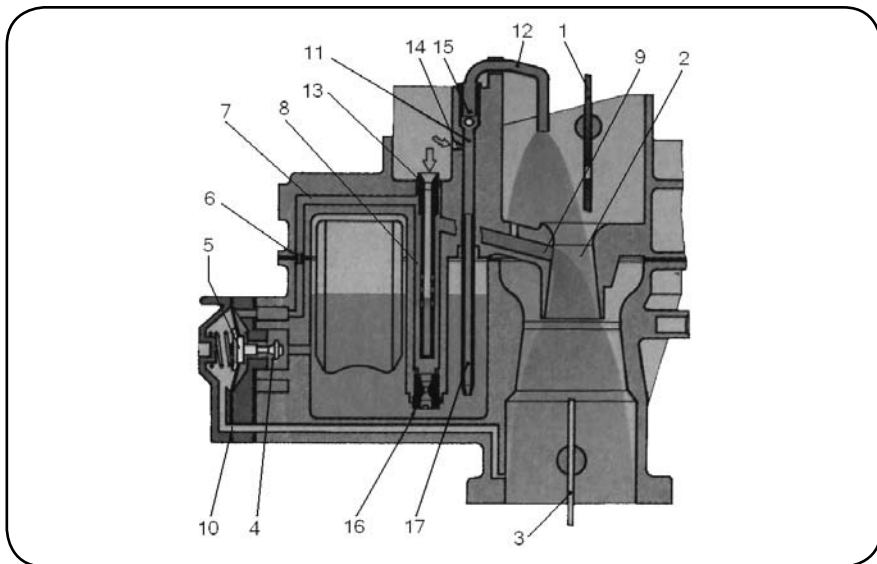
Stūmoklinis siurblys greitintuvas (39 pav.) sudarytas iš pavaros, kuri valdo droselinę sklendę 1, kartu su siurblio stūmokliu 7. Pavaros svirtas 2 sujungtas su kumšteliu 3, kuris remiasi į tarpinio sverto 4 plokštelę A. Svirtas galu B remiasi į siurblio stūmiklį 5, kuris per spyruoklę 6 sąveikauja su stūmokliu 7. Stūmokliui ir cilindriui sandarinti yra riebokšlis 8. Cilindrą su plūdės kamera jungia kiaurymė, kurioje yra įsiurbiamojo vožtuvo 9 lizdas C, virš kurio cilindre yra kanalas, sujungtas su difuzoriumi. Vertikaliajame kanalo dalyje yra slėginis vožtuvas 10. Stūmoklį 7 į viršų spaudžia spyruoklė. Spyruoklė 11 stengiasi išlaikyti uždarytą droselinę sklendę 1 ir spaudžia jos ašelę prie reguliavimo varžto.

Pamažu judinant droselinę sklendę 1 akceleratoriaus pedalą, diskinis kumštelis 3 palengva sukioja svirtą 4, kuris galu B spaudžia stūmiklį 5, o šis per spyruoklę 6 – stūmoklį 7. Įsiurbiamasis vožtuvas 9 dėl nežymaus degalų judesio iš kameros C į kamerą D prie lizdo neprišpaudžia, todėl slėginis vožtuvas 10 lieka uždarytas. Staiga spaudžiant akceleratoriaus pedalą ir per svirtus spaudžiant stūmiklį 5, per spyruoklę 6 staiga spaudžiamas stūmoklis 7 – susidarius degalų slėgiui kameroje C suspaudžiama spyruoklė 6. Degalų slėgis uždaro vožtuvą 9 ir atidaro slėginį vožtuvą 10, per kurį papildoma degalų porcija paduodama į purkštuką difuzoriuje. Papildomas degalų tiekimas siurbliu tęsiasi iki išsitiesia spyruoklė 6. To kiekio ir laiko pakanka, kad padidėtų reikalingas degalų kiekis, tekantis per pagrindinės dozavimo sistemos elementus.



## Ekonomaizeris ir ekonostatas

Ekonomaizeris skirtas degiajam mišiniui pariebinti ir paleidžiant šaltą variklį, ir varikliui dirbant visa galia dideliais sūkais ir apkrovomis. Jo sandara ir veikimas paleidžiant šaltą variklį aprašytas paleidimo sistemos veikimo temoje. Išnaudodamas variklio visą galią, vairuotojas iki galo nuspaudžia akceleratoriaus pedalą ir visiškai atidaro droselinę sklendę.



40 pav. Ekonomaizeris ir ekonostatas

Tada pratekantis per karbiuratorių oro srautas yra labai didelis. Esant abiemis sklendėms iki galo atidarytomis, karbiuratoriuje susidaręs oro išretėjimas išplinta į kanalą 9, šulinėlį 8, į kurį siurbiami per praleidžiamąjį kaištuką 16 degalai, o per praleidžiamąjį kaištuką 13 – oras. Susimaišius degalams su oru, emulsija kanalu 9 išpurškiama į difuzorių. Pagrindinė dozavimo sistema šiomis sąlygomis geba ruošti tik paliesintą degųjų mišinį. Tačiau variklio darbui degusis mišinys turi būti pariebintas. Degiajam mišiniui pariebinti įsijungia ekonomaizeris ir ekonostatas, nes pratekantis didelis oro kiekis visame karbiuratoriuje sukuria didelį oro išretėjimą kanale 10 ir purkštuke 12.

Oro išretėjimas kanale 10 patraukia diafragmą 5 į kairę ir atidaro ekonomaizerio vožtuvą 4, kuris leidžia siurbti degalus per praleidžiamąjį kaištuką 6, kanalą 7, šulinėlį 8 (kuriame degalai tampa emulsija) ir per purkštuką 9 išpurškiami papildoma porcija į difuzorių. Gaunamas normalus degusis mišinys.

Oro išretėjimas purkštuke 12 atidaro vožtuvą 15 ir ekonostato kanalu 17 siurbiami iš plūdės kameros papildoma degalų dozė, kurios pakanka, kad degusis mišinys būtų pariebintas.

Karbiuratorių yra įvairių konstrukcijų, tačiau jie visi turi bendrus trūkumus – tai menkas ekonomiškumas, kuris labiausiai reiškiasi kintant variklio darbo režimui, paleidžiant šaltą variklį ir kai varikliai turi išvystyti numatytas dinamines charakteristikas. Pastaruoju metu naudojamos perspektyvesnės benzino įpurškimo sistemos.

## **2.6.4. Benzino įpurškimo sistemos**

Benzino įpurškimo sistemos, palyginti su karbiuratoriais, turi šiuos privalumus:

- pagerina cilindrų pripildymą ir padidina variklio sukamąjį momentą;

  - tolygiau paskirsto degalus cilindrams;

- mažina degalų sąnaudas, leidžia padidinti variklio suslėgimo laipsnį ir galią;

  - pagerina variklio dinamines savybes;

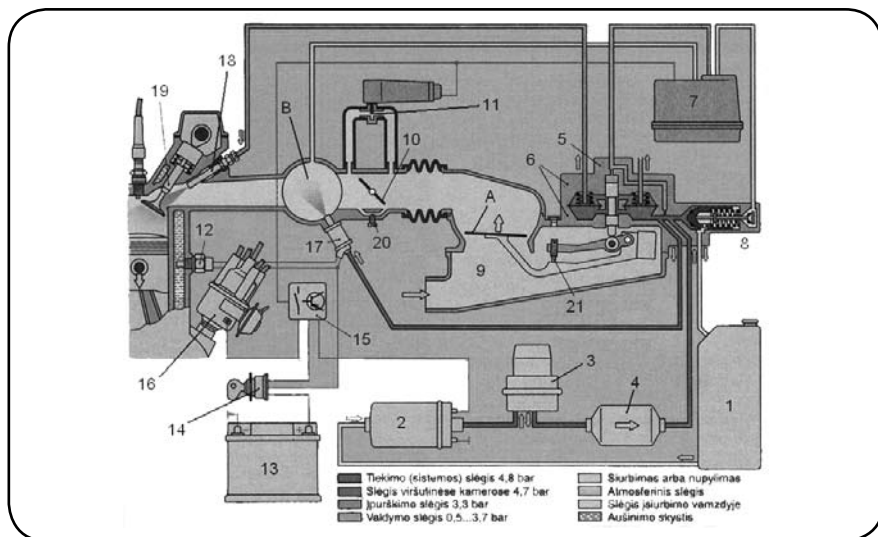
- palengvina variklio paleidimą nepriklausomai nuo jo paties ir aplinkos temperatūros;

  - mažina deginių toksiškumą.

Pagal veikimo trukmę sistemos būna nenutrūkstamo ir periodinio įpurškimo. Pagal įpurškimo vietą sistemos būna tiesioginio įpurškimo į cilindrų ir centrinio – į įleidimo kolektorių. Pagal purkštukų kiekį jos būna centrinio įpurškimo (vienataškės) ir vietinio įpurškimo (daugiataškės kiekvienam cilindrui). Paprastesnės yra centrinio įpurškimo į kolektorių sistemos, nes jose mažesnis įpurškiamo benzino slėgis ( $p = 0,15-0,50$  baro) ir lengviau pasiekama geresnė benzino išpurškimo kokybė, purkštuvai dirba žemesnių temperatūrų ir žemesnio slėgio sąlygomis.

## K-JETRONIC VIETINĖ NENUTRŪKSTAMO BENZINO ĮPURŠKIMO SISTEMA

Viena iš vietinio įpurškimo į kolektorių sistema *K-Jetronic* pavaizduota 41 pav.



41 pav. *K-Jetronic* benzino įpurškimo sistema:

1-degalų bakas, 2-elektrinis degalų siurblys, 3-degalų akumulatorius, 4-filtrai, 5-dozatorius-skirstytuvas, 6-mišinio sudėties reguliatorius, 7-valdymo slėgio reguliatorius, 8-sistemos slėgio reguliatorius, 9-oro kiekio matuoklis, 10-droselinė sklendė, 11-papildomo oro sklendė, 12-šiluminis jungiklis, 13-akumuliatorių baterija, 14-uždegimo jungiklis, 15-valdymo relė, 16. pertraukiklis-skirstytuvas, 17-šalto paleidimo purkštuvai, 18-pagrindinis purkštuvai, 19. įsiurbiamasis vožtuvas, 20-tuščiosios eigos sūkių reguliavimo varžtas, 21-degiojo mišinio sudėties reguliavimo varžtas

### Šalto variklio paleidimas

Paleidžiant šaltą variklį uždegimo jungikliu 14 maitinimo srovė iš akumuliatorių baterijos 13 teka į degalų tiekimo, jų slėgio reguliavimo ir uždegimo sistemos įtaisus. Relė 15 įjungia degalų siurblių 2, kuris pradeda siurbti benziną iš bako 1 ir slėgia jį į degalų akumuliatorių 3. Akumuliatoriuje iš esmės panaikinama benzino slėgio pulsacija, palaikomas tam tikras kiekis ir slėgis. Toliau, apsivalęs filtre 4 nuo priemaišų, benziną slėgiamas į

dozatorių-skirstytuvą 5, iš kurio jis kreipiamas į valdymo slėgio reguliatorių 7 ir sistemos slėgio reguliatorių 8. Kai variklis nesukamas, tada oro kiekio matuoklio 9 sklendė A yra žemiausioje padėtyje, o regulatoriaus 6 plunžeris P, spaudžiamas iš viršaus benzino slėgiu, uždaro skirstytuve 5 kanalą ir benzinas į purkštuvus 18 netiekiamas. Benzino nepurškia ir purkštuvus 17, nors benzinas į jį slegiamas. Sukant starteriu variklio veleną, įjungiamas temperatūros jutiklis (šiluminiu jungikliu) 12, kuris įjungia šalto variklio paleidimo purkštuvą 17, per kurį pradedamas purkšti benzinas. Papildomo oro sklendė 11 uždaryta bimetaline spyruokle. Judant stūmokliams cilindruose žemyn, per atvirus įsiurbimo kanalus siurbiamas oras, kuris truputį pakelia oro kiekio matuoklio 9 sklendę A. Oro matuoklio svertas kelia dozatoriaus-skirstytuvo plunžerį į viršų ir reguliatorius pradeda tiekti benzina į purkštuvus 18. Į cilindrus tiekiamas riebus degusis mišinys. Šylant varikliui, kai jo veleno sūkliai didėja, pamažu atidaroma papildomo oro sklendė, kuri liesina degujį mišinį ir tuščiosios eigos sūkliai sumažėja. Kai aušinimo skysčio temperatūra pakyla, temperatūros jutiklis 12 išjungia purkštuvą 17, tada varikliui ruošiamas paliesintas degusis mišinys tik purkštuvais 18.

### **Kiti sistemos darbo režimai**

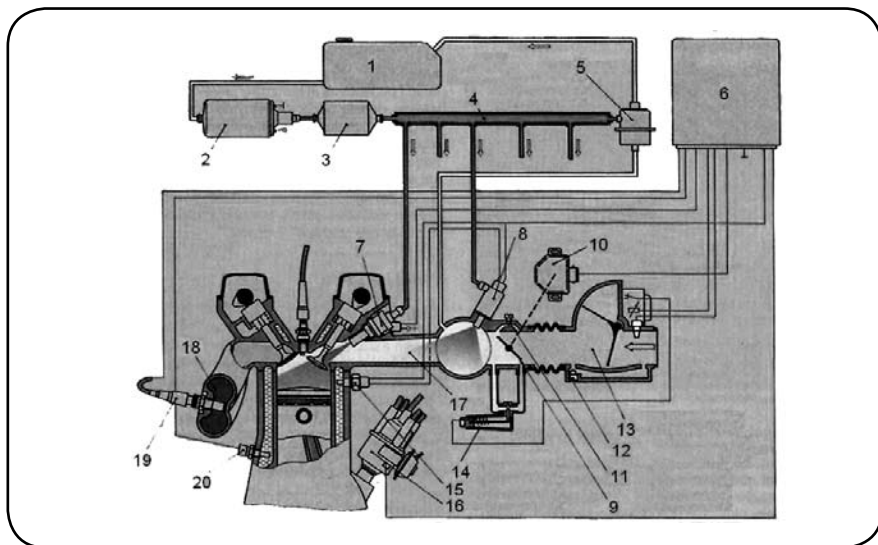
Atidarinėjant droselinę sklendę 10, į viršų kyla oro kiekio matuoklio sklendė A, kuri per svertą pakelia regulatoriaus plunžerį ir padidina į purkštuvus 18 tiekiamo benzino kiekį. Benzino slėgį sistemoje reguliuoja sistemos slėgio reguliatorius 8, kuris benzino perteklių gražina į degalų baką. Kai variklis išjungiamas, degalų slėgio reguliatorius sumažina benzino slėgį sistemoje iki 1,8–2,4 baro. Šis slėgis pakankamas norint patikimai ir greitai užvesti variklį, bet nepakankamas, kad benzinas galėtų ištekėti per purkštuvus neįjungus variklio.

*K-Jetronic* sistemos pagrindu sukurta elektroninė benzino įpurškimo sistema *KE-Jetronic*, kuri įpurškiamų degalų kiekį dozuoja tuo pačiu principu – priklausomai nuo įsiurbto oro kiekio. Kad būtų galima tiksliau reguliuoti benzino kiekį varikliui dirbant įvairiais režimais, sistemoje įrengtas elektroninis valdymo blokas, kuris gauna papildomą informaciją iš variklio temperatūros, įsiurbiamo oro kiekio jutiklių (droselinės sklendės jungiklio ir oro kiekio matuoklio potenciometro) ir lambda zondo. Sistemoje mechaninis slėgio reguliatorius pakeistas tikslesniu –elektrohidrauliniu degalų slėgio reguliatoriumi, pakeistas sklendės valdymas elektriniu, padidintas degalų slėgis sistemoje iki 6,6 baro.

Elektroninės sistemos valdymo privalumai – mažesnės degalų sąnaudos, pagerėja variklio dinaminės savybės, išplečiamos papildomos funkcijos.

### **VIETINIO PERIODINIO ĮPURŠKIMO SISTEMA**

*L-Jetronic* elektroninė vietinio periodinio degalų įpurškimo sistema benzinaį įpurškia į kiekvieno cilindro įsiurbimo kanalą prieš uždarytą įsiurbiamąjį vožtuvą. Sistema pavaizduota 42 pav.



**42 pav.** Benzino periodinio įpurškimo sistema *L-Jetronic*:

1-degalų bakas; 2-elektrinis degalų siurblys; 3-degalų filtras; 4-degalų skirstymo vamzdelis, skirtas atlikti resiverio funkcijoms; 5-slėgio reguliatorius, palaikantis vienodą darbinį degalų slėgį visiems purkštuvams; 6-elektroninis valdymo blokas; 7-periodinio veikimo purkštuvai; 8-šalto variklio paleidimo purkštuvai; 9-droselinė sklendė; 10-droselinės sklendės jungiklis; 11-variklio tuščiosios eigos veleno sūkių reguliavimo sraigtas; 12-CO kiekio reguliavimo sraigtas; 13-oro kiekio matuoklis; 14-papildomo oro sklendė; 15-šiluminis jungiklis; 16-srovės skirstytuvai; 19-lambda zondas; 20-variklio temperatūros jutiklis; 21-įsiurbiamo oro temperatūros jutiklis; 22-potenciometras

## **Šalto variklio paleidimas**

Elektroninis valdymo blokas 6 kiekvienu momentu gauna jutiklių signalus, juos apdoroja ir siunčia valdymo signalus vykdymo įtaisams. Šios sistemos valdymo specifika yra tai, kad visi purkštuvai valdomi vienu metu ir visiems cilindrams reikalingas benzino kiekis įpurškiamas per du kartus. Pusė reikalingos dozės įpurškiama įsiurbimo takto pradžioje, o kita pusė – įsiurbimo takto pabaigoje. Bendra kiekvieno degalų įpurškimo trukmė sudaryta iš pagrindinės impulso trukmės, korekcijos, kuri įvertina darbo režimą, ir trukmės, kuri įvertina akumuliatorių baterijos įtampos dydį.

Šaltas variklis paleidžiamas vairuotojui įjungiant degalų siurbį 2 ir valdymo bloką 6. Elektrinis degalų siurblys 2 tiekia benzina iš bako 1 ir slečia per filtrą 3 į degalų skirstymo vamzdį 4. Slėgio reguliatorius 5 palaiko benzino slėgį tarp 2,5–3 barų. Papildomo oro sklendė 14 paleidžiant šaltą variklį būna uždaryta. Šiluminis jungiklis 15, variklio temperatūros jutiklis 20, įsiurbiamo oro temperatūros jutiklis 21 siunčia valdymo blokui 6 įsiurbiamo oro ir variklio temperatūros duomenis. Potenciometras 22 siunčia įsiurbiamo oro kiekio signalą. Valdymo blokas 6, parinkęs darbo režimą, siunčia valdymo signalą ir įjungia šalto variklio paleidimo purkštuvą 8 ir purkštuvus 7. Sistema ruošia riebų degųjų mišinį. Jeigu variklis bandomas užvesti keletą kartų norint apsaugoti nuo benzino pertekliaus paleidimo purkštuvus išjungiamas. Variklio temperatūrai ir veleno sūkiams didėjant, palengva atidaroma papildomo oro sklendė 18, mažinamas degalų kiekis sutrumpinant purkštuvų darbo trukmę ir veleno sūkius sumažėja. Kai variklio temperatūra pasiekia nustatytą ribą, šiluminis jungiklis 16 išjungia purkštuvą 8.

## **Kiti darbo režimai**

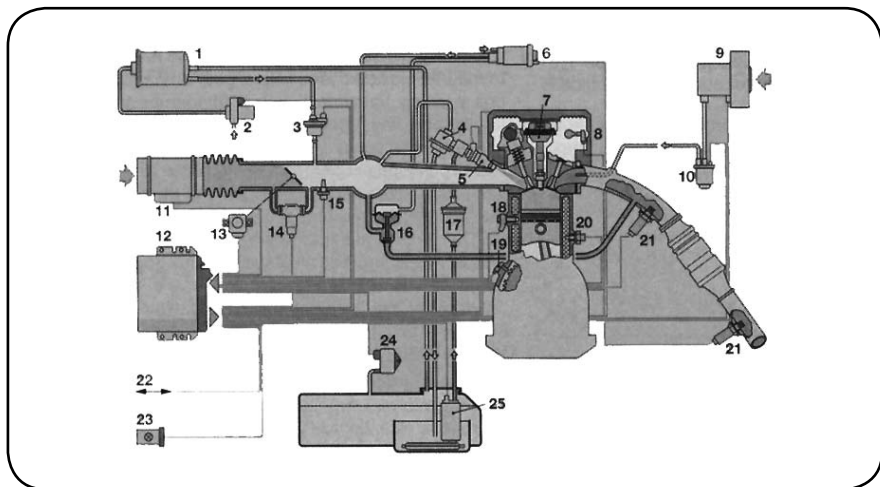
Valdymo blokas pagal pagrindinius darbo režimo veiksnius – apkrovos dydį, variklio veleno sūkių dažnį – parenka ir koreguoja purkštuvų darbo trukmę. Kiekvienam variklio darbo režimui reikalingas degalų kiekis nustatomas pagal įsiurbto oro kiekį, variklio darbo ir įsiurbiamo oro temperatūrą. Apkrovos dydis nustatomas pagal droselinės sklendės padėtį, įsiurbto oro kiekį, įsiurbto oro masę arba išrėtėjimą variklio įleidimo kolektoriuje. Benzino slėgį reguliuoja degalų slėgio reguliatorius 5, kuris nuolat palaiko degalų ir oro slėgių santykį pastovų varikliui dirbant įvairiais režimais. Stabdant varikliu arba kai variklis pasiekia maksimalią sūkių

rią, valdymo blokas purkštuvus išjungia.

Šioje sistemoje lambda zondas padeda koreguoti degiojo mišinio sudėtį, tačiau nėra numatytos deginių recirkuliacijos. Važinėjant kalnų keliais ir ilgiau eksploatuojant sistemą dėl atmosferos slėgio pokyčių, mechaninis oro kiekio matuoklis nepakankamai tiksliai matuoja įsiurbiamo oro kiekį. Šiems trūkumams pašalinti sukurta *L-Motronic*, o jos pagrindu – *LH-Motronic* variklio uždegimo ir degalų įpurškimo skaitmeninė valdymo sistema.

## **LH-MOTRONIC VALDYMO SISTEMA**

Ši skaitmeninė variklio valdymo sistema iš esmės skiriasi variklio darbo valdymo lygiu ir apimtimi – kompleksiška valdo maitinimo ir uždegimo sistemas. Į jos atminties bloką įvestos funkcinės priklausomybės: uždegimo momento– nuo variklio veleno sūkių ir apkrovų programos, degiojo mišinio kokybės kitimo – nuo variklio apkrovų, variklio ir įsiurbiamo oro temperatūros. Numatytos variklio sistemų darbo antidetonacinės ir deginių sudėties korekcinės programos. Valdymo sistema – skaitmeninė greitai adaptacinė, dėl to sugeba operatyviai pasirinkti reikiamą darbo režimą, prisitaikyti optimalaus variklio darbo programas, jas įsiminti ir taikyti kaip pirmą kartą. Gali įrašyti į atmintį darbo sutrikimus kartu su darbo sąlygomis ir per diagnostikos jungtį šie sutrikimai gali būti nuskaitomi specialiu diagnostikos prietaisu. Degalai kiekvienam cilindriui įvairiais variklio darbo režimais tiekiami purkštuvais 5, kurie purškia benzina prieš įsiurbiamuosius vožtuvus, kai jie uždaryti. Automobilio įsibėgėjimui arba variklio didžiausiai galiai išvystyti benzinas purškiamas papildomai, kai įsiurbiamasis vožtuvas atidarytas. Išpurškiamo benzino kiekis priklauso nuo jo slėgio sistemoje ir purškimo trukmės, kurią nustato elektroninis valdymo blokas 12. Šalto variklio paleidimo purkštuvų sistemoje nėra. Joje nėra įprasto pertraukiklio-skirstytuvo, o kiekvienai žvakei yra indukcijos ritė 7, kurios darbą valdo elektroninis blokas 12 pagal tachogeneratoriaus 19 siunčiamus signalus. Variklio sūkiams matuoti ir viršutinei galinei stūmoklio padėčiai nustatyti panaudotas Holo jutiklis, kuris yra labai tikslus, nejautrus temperatūros svyravimams ir mechaniniams virpesiams. Šioje sistemoje yra panaudotas įsiurbiamųjų vožtuvų darbo fazių reguliavimas, kuris priklauso nuo variklio veleno sūkių, o valdomas tachogeneratoriaus ir bloko 12 signalais.



**43 pav. LH-Motronic skaitmeninė benzino periodinio įpurškimo sistema:**

1-aktyviosios anglies bakelis, 2-uždarymo vožtuvas, 3-regeneravimo vožtuvas, 4-degalų slėgio reguliatorius, 5-purkštuvai, 6-slėgio reguliatorius, 7-uždegimo ritė, 8-fazių jutiklis, 9-antrinio oro siurblys, 10-antrinio oro vožtuvas, 11-oro masės matuoklis, 12-valdymo blokas, 13-droselinės sklendės jungiklis, 14-t. e. reguliavimo įtaisas, 15-oro temperatūros jutiklis, 16-deginių recirkuliacijos vožtuvas, 17-degalų filtras, 18-detonacijos jutiklis, 19-tachogeneratorius, 20-variklio temperatūros jutiklis, 21-lambda zondas, 22-diagnostikos jungtis, 23-diagnostikos lemputė, 24-diferencinis slėgio jutiklis, 25-elektrinis degalų siurblys

Matuojant oro kiekį mechaniniais jutikliais neišvengiama klaidų dėl oro slėgio kitimo įleidimo kolektoriuje, sklendės svyravimų, o važiuojant kalnų keliais susidaro papildomos paklaidos dėl aplinkos oro išretėjimo. Oro kiekis šioje sistemoje tiksliau matuojamas siurbiamo oro temperatūros jutikliu, kuriame oro masė eina per metalinį tinklėlį. Taip panaikinama oro pulsacija ir išvengiama turbulencijos. Siurbiamo oro kanale įtaisytas šiluminis platininės vielos elementas, kuris tiksliai matuoja oro srautą ir jo temperatūrą. Šį elementą blokas įkaitina iki 180°C temperatūros, o pratekantis oras aušina. Vielos temperatūrą blokas palaiko vienodą ir matuoja srovės stiprumo pokyčius, reikalingus pastoviai temperatūrai palaikyti.

Ekologiniais sumetimais sistemoje panaudotas aktyviosios anglies bakelis, kuriame aktyvioji anglis absorbuoja degalų garus, o varikliui dir-



bant siurbiamas per bakelį oras juos nuneša į variklį ir taip apsaugo nuo benzino garų patekimo į atmosferą. Nevisiškai sudegusių dujų pakartotiniam nukreipimui į cilindrus yra deginių recirkuliacijos sistema. Kokybiškam variklio darbui panaudota antidetonacinė sistema, kuri, gaudama signalus iš detonacijos jutiklio, koreguoja degiojo mišinio kokybę ir uždegimo momentą.

Kitos daugiataškės periodinio įpurškimo sistemos *HF-Motronic* ir *P-Motronic* iš esmės nesiskiria nuo *LH-Motronic*. *HF-Motronic* sistemoje panaudotas tikslesnis šiluminis plėvelinis oro masės matuoklis, o *P-Motronic* sistemoje oro kiekis nustatomas slėgio jutikliu.

Daugiataškės periodinio įpurškimo sistemos yra labai sudėtingos ir brangios, užtikrina labai kokybišką degųjų mišinį įvairiems variklio darbo režimams, santyksiškai mažas degalų sąnaudas. Dėl to jos naudojamos didesnės galios aukštesnės klasės automobilių varikliams.

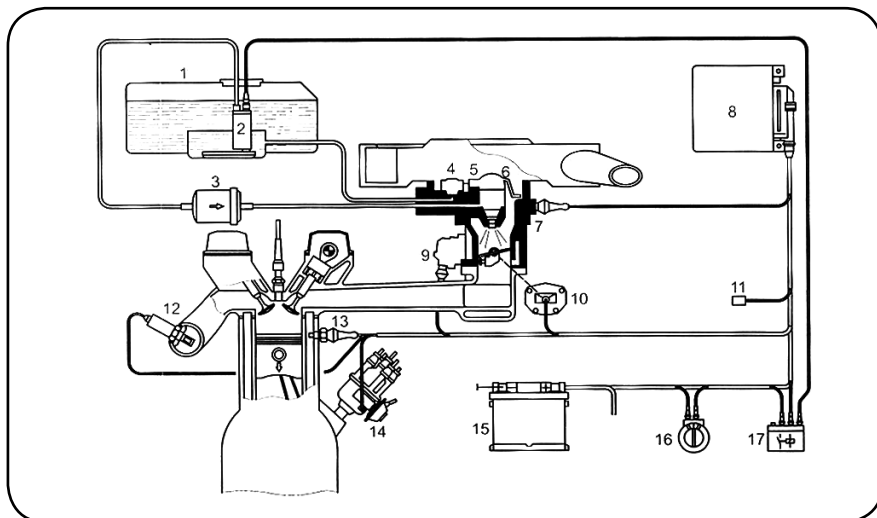
## **CENTRINIO ĮPURŠKIMO SISTEMOS**

Centrinio arba dar vadinamos vienataškio įpurškimo sistemos (angl. santrumpa SPI) yra pakankamai paprastos ir kompaktiškos, jose yra tik vienas purkštuvus, įtaisytas virš droselinės sklendės, kuris struktūriškai pakeičia karbiuratorių, o darbo metu jo neveikia aukštos temperatūros. Šios sistemos naudojamos žemesnės klasės mažesnės ir vidutinės galios varikliams. Centrinio įpurškimo sistemų grupei priklauso *Multec*, *Monojetronic* ir *Monomotronic* sistemos. *Multec* sistemos pagrindą sudarė JAV „General Motors“ TBI sistema, kuri buvo pritaikyta ir naudojama „Opel“ firmos gaminamiems automobiliams.

Vokiečių firma „Bosch“ sukūrė *Monojetronic* ir *Monomotronic* benzino įpurškimo sistemas, kurios plačiai naudojamos automobilių varikliuose.

Šios sistemos pagrindą sudaro benzino įpurškimo įrenginys 7, kuriame yra benzino slėgio reguliatoriaus 4 purkštuvus 5, oro tiekimo kanale įtaisytas oro temperatūros jutiklis 6, droselinės sklendės pavaros mechanizmas 9 ir sklendės padėtį registruojantis potenciometras 10. Benzino siurblys 2 numatytas tokio našumo, kad nuolat būtų degalų perteklius, kurio pakaktų purkštuvu nuolatiniam aušinimui. Reguliatorius 4 palaiko sistemoje pastovų vieno baro benzino slėgį ir taip išvengiama benzino garų kamščių purkštuve. Įpurškiamų degalų kiekį arba

purškimo trukmę nustato elektroninis valdymo blokas 8 pagal droselinės sklendės padėtį ir veleno sukčių skaičių, o koreguoja pagal lambda zondo ir temperatūrų jutiklių signalus. Benzino įpurškimo dažnis atitinka uždegimo cilindruose dažnį, o signalai gaunami iš srovės skirstytuvo. Kiekvienam varikliui standinių bandymų metu įrašoma darbo režimų programa ir įvedama į bloko atmintį. Sistema yra adaptacinė, todėl šias programas gali koreguoti pati sistema variklio darbo metu. Sistema geba nustatyti variklio darbo režimų pokyčius važiuojant skirtingomis atmosferos slėgio sąlygomis ir leidžia pasirinkti optimalius režimus, kuriuos pasiekia atmintyje.

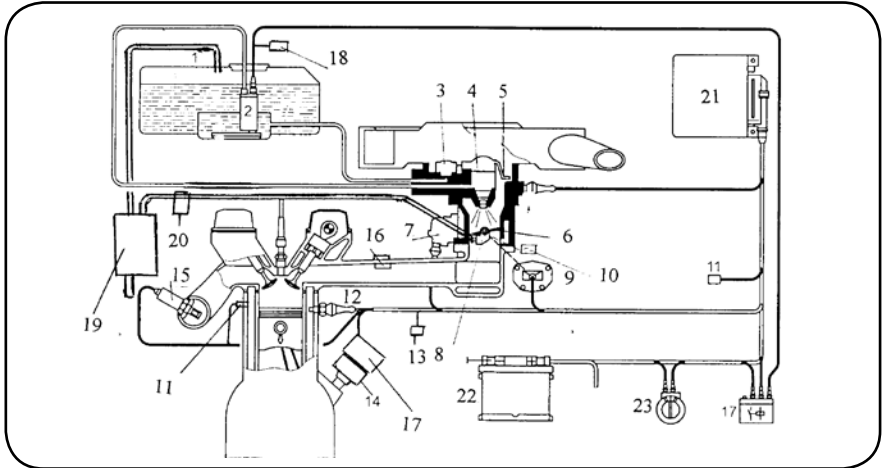


**44 pav.** Monojetronic benzino įpurškimo sistema:

1-degalų bakas, 2-siurblys, 3-filtrai, 4-slėgio reguliatorius, 5-purkštuvai, 6-oro temperatūros jutiklis, 7-įpurškimo agregatas, 8-valdymo blokas, 9-droselinės sklendės pavaros mechanizmas, 10-droselinės sklendės potenciometras, 11-diaagnostikos lizdas, 12-lambda zondas, 13-temperatūros jutiklis, 14-srovės skirstytuvai, 15-akumuliatorių baterija, 16-uždegimo jungiklis, 17-relė

## MONOMOTRONIC ĮPURŠKIMO SISTEMA

*Monomotronic* centrinio įpurškimo sistema – tai jungtinė *Monojetronic* ir uždegimo sistemos valdymo sistema, pavaizduota 45 paveiksle. Valdymo blokas, nustatydamas momentinį degalų kiekį įvairiems darbo režimams ir reguliuodamas uždegimo momentą, naudojami tais pačiais abiemis sistemoms skirtais jutikliais. Šioje sistemoje panaudotas aktyviosios anglies bakelis benzino bako ventiliacijos sistemoje.



**45 pav. Monomotronic įpurškimo sistema:**

1-degalų bakas, 2-dvipakopis benzino siurblys, 3-slėgio reguliatorius, 4-purkštuvai, 5-įsiurbiamo oro temperatūros jutiklis, 6-droselinė sklendė, 7-droselinės sklendės pasukimo įtaisas, 8-droselinės sklendės pasukimo jutiklis, 9-droselinės sklendės potenciometras, 10-tuščiosios eigos jungiklis, 11-detonacijos jutiklis, 12-aušinimo skysčio temperatūros jutiklis, 13-greičio matuoklio jutiklis, 14-Holo jutiklis, 15-lambda zondas, 16-įsiurbimo vamzdžio šildymo relė, 17-indukcijos ritė, 18-degalų siurblio relė, 19-aktyviosios anglies bakelis, 20-taktinis vožtuvas, 21-valdymo blokas, 22-akumuliatorių baterija, 23-uždegimo jungiklis

### Sistemos veikimas

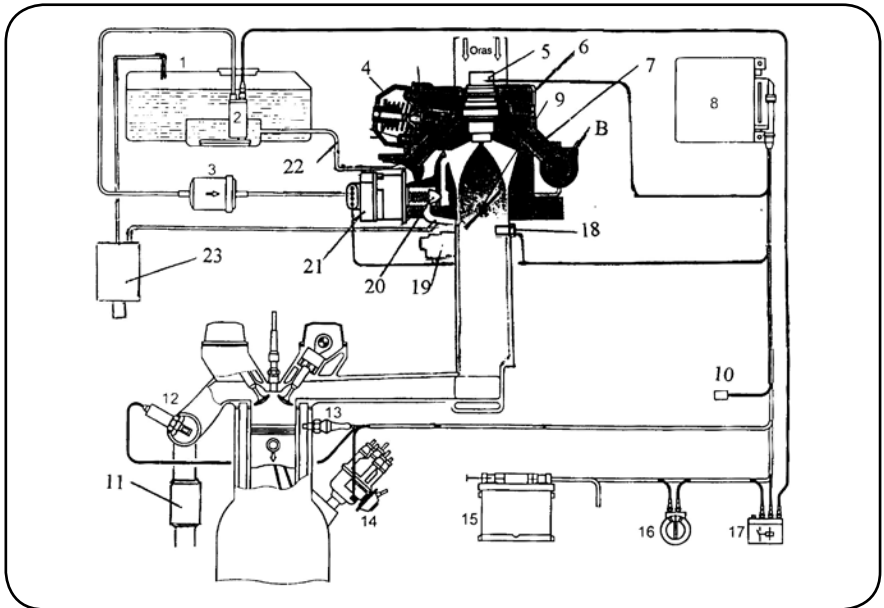
Dvipakopis benzino siurblys 2 siurbia iš bako benziną mentiniu pirmos pakopos siurbliu ir tiekia jį į siurblio rezervuarą 1,25 baro slėgiu, o antros pakopos krumpliaratinis siurblys slegia jį į siurblyje įmontuotą

filtrą 2,2 baro slėgiu. Siurblio našumas yra kelis kartus didesnis už benzino kiekį, reikalingą degiamam mišiniui paruošti įvairiems variklio darbo režimams. Iš filtro benzinas patenka į purkštuvą, kuriame yra jo aušinimo ertmė. Patekęs į šią ertmę benzinas aušina purkštuvą, o padidėjus slėgiui nuspaudžiama regulatoriaus 3 diafragma ir per atsidariusį vožtuvą perteklius grįžta į baką. Purkštuvą 4 yra valdomas elektromagnetiniu vožtuvu, kuris gauna signalus iš valdymo bloko 21. Droselinės sklendės pasukimo įtaisas 7 automatiškai reguliuoja droselinės sklendės padėtį užvedant variklį, jo įšilimo fazėje ir įvairiais variklio darbo režimais, o padėties signalus siunčia potenciometras, kurio reikšmės nurodo variklio darbui reikalingo oro kiekio poreikį. Variklio sūkių signalus tiekia Holo jutiklis, kuris sumontuotas srovės skirstytuvo mazge. Kai droselinė sklendė yra atleidžiama, sklendės pasukimo įtaiso jutiklis nebegauna signalų iš Holo jutiklio, sumontuoto sklendės valdymo įtaise, o tada valdymo blokui tiekia signalus tuščiosios eigos jungiklis. Nuspaudus akceleratoriaus pedalą, tuščiosios eigos jungiklis išjungiamas. Droselinės sklendės pasukimo įtaisas palaiko pastovų įšilusio variklio veleno tuščiosios eigos sūkių dažnį. Pasikeitus automatinės pavarų dėžės valdymo sverto padėčiai, įjungus kondicionierių arba sukiojant vairą, sklendės pasukimo įtaisas reguliuoja jos atidarymo-uždarymo greitį ir variklio sūkių dažnį kitais darbo režimais.

Įpurškiamų degalų kiekį reguliuoja valdymo blokas, įvertindamas visų jutiklių signalus ir reguliuodamas purkštuko atidarymo trukmę. Priklausomai nuo variklio darbo režimo (veleno sukimosi greičio, apkrovimo, sukimosi pagreičio), valdymo blokas reguliuoja indukcijos ritės antrinės grandinės aukštosios įtampos srovės impulso skirstymo momentą (uždegimo momentą). Priklausomai nuo lambda zondo signalų valdymo blokas siunčia signalus deginių pakartotiniam deginimui.

Kad benzino garai nepatektų iš bako į aplinką bake kylant temperatūrai, bako ventiliavimo sistemoje įrengtas aktyviosios anglies bakelis, kuris tik sugeria benzino garus, kai variklis nedirba, ir juos atiduoda pratekančiam oro srautui, kai variklis dirba.

## MULTEC ĮPURŠKIMO SISTEMA



**46 pav.** Multec tipo benzino centrinio įpurškimo sistema:

1-degalų bakas, 2-turbininis benzino siurblys, 3-filtrai, 4-slėgio reguliatorius, 5-purkštuvai, 6-oro temperatūros jutiklis, 7-įpurškimo įtaisas, 8-valdymo blokas, 9-droselinė sklendė, 10-automobilio greičio jutiklis. 11-katalizinis neutralizatorius, 12-lambda zondas, 13-variklio temperatūros jutiklis, 14-srovės skirstytuvas, 15-akumulatorių baterija, 16-uždegimo jungiklis, 17-relė, 18-įsiurbiamo oro slėgio jutiklis, 19-droselinės sklendės pavara, 20-vožtuvas, 21-papildomo oro kiekio tiekimo pavara, 22-grįžtamųjų degalų vamzdelis, 23-aktyviojo anglies bakelis

Sistemos paduodamų degalų kiekis nustatomas benzino purškimo trukme, kuri priklauso ne nuo droselinės sklendės pasukimo kampo, o nuo slėgio įleidimo kolektoriuje. Oro kiekis, patenkantis į cilindrą, nustatomas jo slėgiu įleidimo kolektoriuje, o slėgis nustatomas jautriais pjezoelementais ir variklio veleno sūkių dažnio jutikliu. Degalų kiekis koreguojamas droselinės sklendės potenciometro, variklio temperatūros, oro temperatūros, automobilio judėjimo greičio jutiklių ir lambda zondo signalais.

### **Sistemos veikimas**

Turbininis degalų siurblys 2 slegia degalus (2,5 baro slėgiu) per filtrą 3 į degalų slėgio reguliatorių 4 nuo 80 iki 100 l/h našumu, kuriame slėgis sumažinamas iki 1,75 baro. Degalai su dideliu pertekliumi patenka į ertmę B ir į purkštuvą 5, ataušina purkštuvą ir perteklius per slėgio reguliatorių 4 vamzdeliu 22 grįžta atgal į baką 1. Slėgio reguliatorius nuolat palaiko degalų slėgį pastovų. Purkštuvą 5 valdomas elektromagnetu, kurio ritės vienas kontaktas prijungiamas prie akumuliatorių baterijos pliuso įjungus uždegimą, o kitas – prie masės. Ritė nuolat maitinama vieno ampero srove, bet jos nepakanka purkštuvui atidaryti. Atveriant purkštuvą srovės stiprumas staiga padidinamas iki 4 amperų. Kadangi degalų slėgis purkštuve ir degalų purškimo angos plotas yra pastovūs, tai išpurškiamų degalų kiekis (degiojo mišinio kokybė) reguliuojamas purkštuvo darbo trukme.

### **Šalto variklio paleidimas**

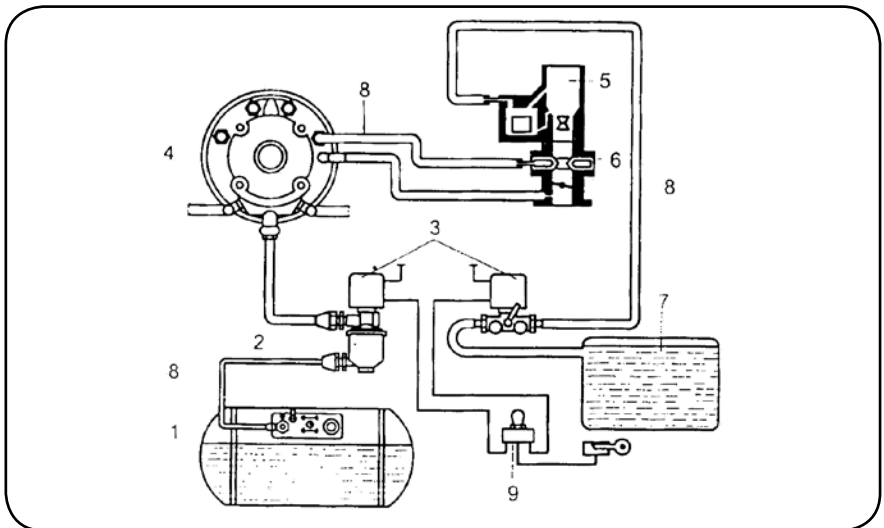
Paleidžiant šaltą variklį droselinė sklendė yra uždaryta, o žingsnis tuščiosios eigos variklis 21 kūginiu vožtuvu 20 atidaro papildomo oro kanalą. Valdymo blokas 8 gauna signalus iš temperatūros jutiklio 6, slėgio jutiklio 18, droselinės sklendės potenciometro ir tuščiosios eigos pavaros jutiklio, juos apdoroja, padidina purkštuvo rite tekančią srovę iki 4A ir nustato purkštuvo darbo periodiškumo trukmę. Kai variklio temperatūra ir veleno sukimosi dažnis didėja, blokas 8 gauna kitų reikšmių signalus iš greičio ir temperatūros jutiklių, todėl sumažina purkštuvo darbo trukmės laiką ir varikliui 21 duoda signalą sumažinti papildomo oro kiekį.

### **Darbas važiuojant**

Kai automobilis važiuoja, blokas gauna papildomus signalus iš automobilio judėjimo greičio jutiklio, kuriuos panaudoja papildomam purkštuvo ir tuščiosios eigos variklio darbui reguliuoti. Stabdant variklį, valdymo blokas purkštuvą uždaro, o tuščiosios eigos variklis atidaro papildomo oro kanalą, kad pereinamuju režimu būtų sumažintas deginių toksiškumas.

## 2.6.5. Dujų variklių maitinimo sistema

Pastaruoju metu nemaža vairuotojų dalis ekonominiais sumetimais pradeda plačiau vartoti dujas. Dujos pigesnės, mažiau teršia aplinką, jų geresnės antidetonacinės savybės, tačiau pavojingesnės sprogimui tada, kai maitinimo sistemos įranga nesandari arba nekokybiškas jos uždegimo sistemos darbas. Galima vartoti suskystintas propano-butano arba suslėgtas gamtines dujas. Daugiausia paplitę suskystintos propano-butano dujos, nes jos suslėgtos suskystėja ir užima nedidelį tūrį, o gamtinėms dujomis reikalinga didelė talpa.



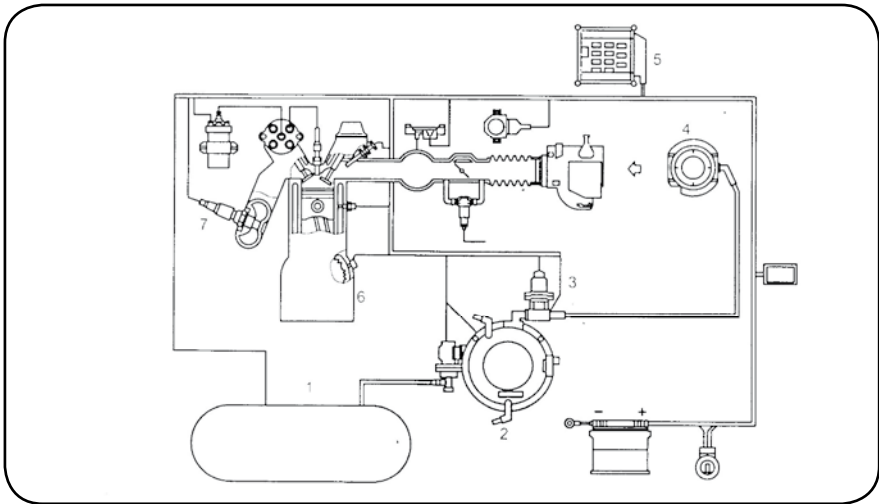
47 pav. Dujinė maitinimo sistema:

- 1-dujų balionas; 2-dujų filtras; 3-elektromagnetiniai vožtuvai; 4-reduktorius garintuvas;  
5-karbiuratorius; 6-maišytuvas; 7-benzino bakas; 8-vamzdeliai; 9-jungikliai

Šia sistema aprūpintas variklis gali dirbti benzinu arba dujomis priklausomai nuo jungiklio padėties. Šaltu metų laiku šaltą variklį geriau užvesti benzinu, o jam pašilus, perjungti darbui dujomis. Jungiklį įjungus darbui dujomis, elektromagnetinis vožtuvas pradeda leisti dujas į garintuvą reduktorių, kuriame skystos dujos pašildomos ir, sumažėjus reduktori-

riuje jų slėgiui, greitai pereina į dujinę fazę. Reduktoriaus paskirtis – ne tik sumažinti dujų slėgį, bet ir jas visiškai išjungti, kai išjungiamas variklis. Ši dujinė maitinimo sistema yra pati paprasčiausia, pigiausia, bet pati pavojingiausia, nes neužtikrina geros kokybės darbo mišinio ir varikliui dirbant dažnai juntamas dujų kvapas.

Dujinė sistema su elektroniniu valdymu (48 pav.) yra sudėtingesnė, tačiau ji geriau reguliuoja tiekiamų į maišytuvą dujų kiekį ir ekonomiškiau naudoja dujas priklausomai nuo oro ir variklio temperatūros, variklio sūkių. Sistemoje esantis lambda zondas kontroliuoja deginių kokybę ir, esant reikalui, nukreipia deginių dalį pakartotiniam degimui. Abiejų šių sistemų darbo saugumą lemia uždegimo sistemos prietaisų ir laidų kokybė.



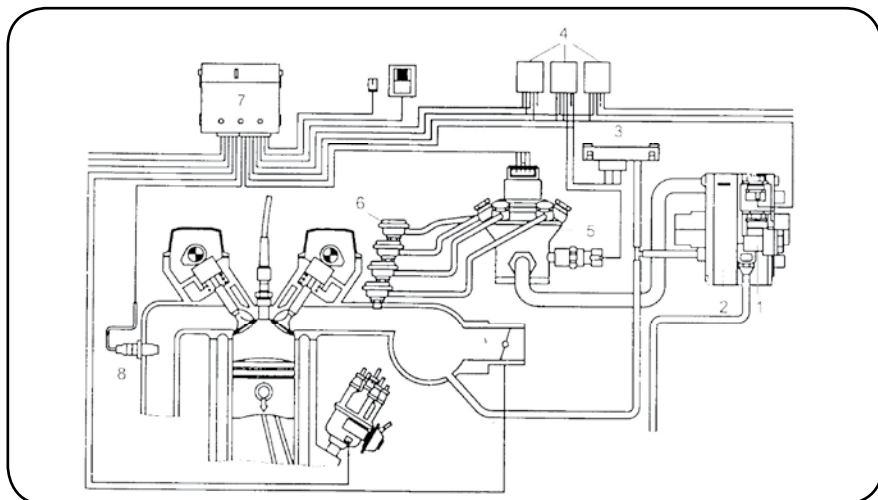
**48 pav.** Dujinė sistema su elektroniniu valdymu:

1-dujų balionas, 2-reduktorius, 3-dozatorius, 4-maišytuvas, 5-elektroninis valdymo blokas, 6-variklio veleno sūkių dažnio jutiklis, 7-λ zondas

Priverstinio dujų įpurškimo sistema (49 pav.) gerokai sudėtingesnė, nes visą darbo procesą valdo mikroprocesorius, kuris reguliuoja purkštukais tiekiamų dujų kiekį kiekvienu variklio darbo režimu. Ši sistema užtikrina geriausią dujų sudegimą, mažiausią deginių toksiškumą, sumažina



dujų sąnaudas. Ji yra brangiausia. Užvedant variklį arba varikliui dirbant, slėgio jutiklis nuolat teikia signalus valdymo relėms, kurios siunčia komandas dujų skirstytuvui, o pastarasis periodiškai įjungia dujų tiekiamą atitinkamam purkštukui, kurio cilindre tuo momentu vyksta įsiurbimo taktas. Tiekiamų dujų kiekį nustato purkštuko darbo trukmė.



**49 pav.** Priverstinio dujų įpurškimo sistema:

1-dujų vožtuvas, 2-reduktorius-garintuvas, 3-slėgio jutiklis, 4-relės, 5-dujų skirstytuvas, 6-purkštukai, 7-mikroprocesorius, 8-λ zondas

Užvedant šaltą variklį šalto oro sąlygomis, dujos, pereinamos iš skystos į dujinę fazę, naudoja aplinkos šilumą ir todėl šaltame garintuve-reduktoriuje gali užšalti. **Šildyti dujinius prietaisus, naudojant atvirą ugnį arba elektros prietaisus, kurie gali sukelti kibirkštį, griežtai draudžiama.**

### 2.6.6. Degiojo mišinio uždegimo sistemos

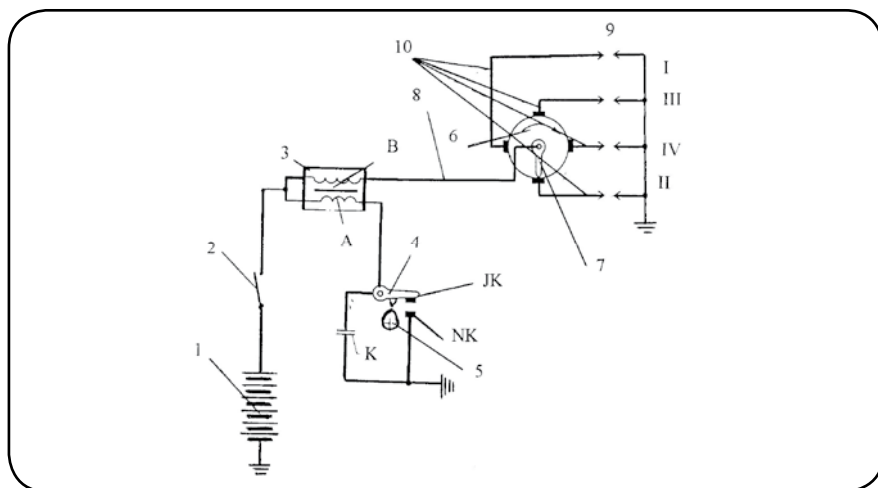
Visuose vidaus degimo varikliuose, kuriuose degusis mišinys normaliomis darbo sąlygomis savaime neužsiliepsnoja, yra naudojama

kibirkštinė uždegimo sistema. Nuo šios sistemos darbo kokybės labai priklauso variklio darbo kokybiniai parametrai – galia, temperatūrinis režimas, degalų sąnaudos, kenksmingų dujų kiekis variklio išmetamosiose dujose.

Uždegimo sistemos būna: kontaktinės baterinės, kontaktinės tranzistorinės, tranzistorinės-nekontaktinės, kondensatorinės ir nekontaktinės su elektroniniu aukštosios įtampos skirstymu.

### **KONTAKTINĖ BATERINĖ UŽDEGIMO SISTEMA**

Seniausia, paprasčiausia ir dar pasitaikanti senesnės gamybos automobiliuose yra kontaktinė baterinė uždegimo sistema (50 pav.).



**50 pav.** Kontaktinė baterinė uždegimo sistema

Visos uždegimo sistemos iš principo struktūriškai yra vienodos – jos turi žemosios ir aukštosios įtampos grandines. Kontaktinėje baterinėje sistemoje žemosios įtampos grandinę sudaro akumuliatorių baterija 1, uždegimo jungiklis 2, indukcijos ritės 3 pirminė apvija A ir pertraukiklis 4 su kondensatoriumi K. Kondensatorius K įjungtas į grandinę lygiagrečiai

pertraukiklio kontaktams (JK –judamam kontaktui ir NK – nejudamam kontaktui) ir skirtas sumažinti kibirkšties dydžiui tarp kontaktų žemosios įtampos (pirminės) grandinės nutraukimo momentu. Pirminės grandinės kontaktams nutraukti yra kumštelis 5. Aukštosios įtampos grandinei priklauso indukcijos ritės antrinė apvija B, aukštosios įtampos srovės skirstytuvus 6, jo rotorius 7, uždegimo žvakės 9 ir aukštosios įtampos laidai 8 ir 10.

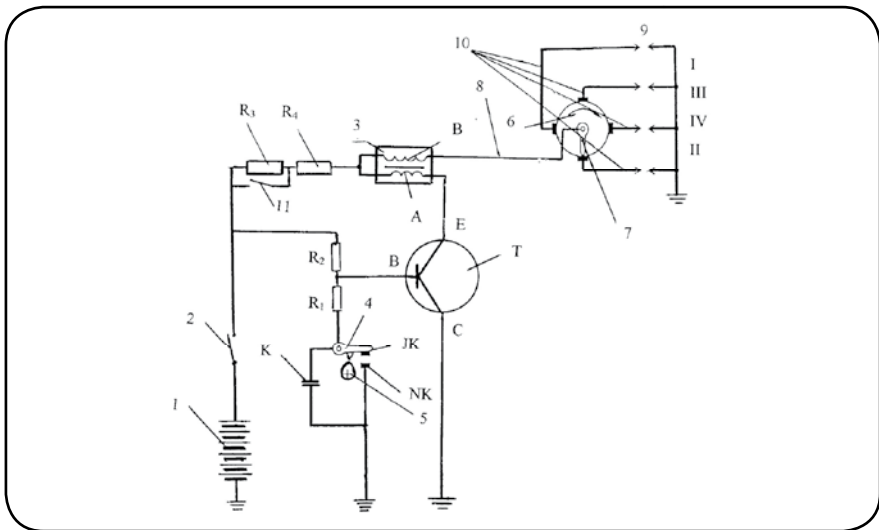
Uždegimo sistemos darbo principas paremtas periodiniu žemosios įtampos srovės transformavimu, aukštosios įtampos srovės impulsais sukeltant iškrovos kibirkštis tarp uždegimo žvakių elektrodų. Įjungus uždegimo jungiklį 2, kai pertraukiklio 4 kontaktai sujungti, iš akumuliatorių baterijos 1 per jungiklį, indukcijos ritės pirminę apviją A ir kontaktus JK ir NK pradeda tekėti srovė. Pastovioji srovė, tekėdama indukcijos ritės pirmine apvija, sukuria apie ją elektromagnetinį lauką (potencinę energiją), kuris kerta ir antrinę apviją B. Kai pirminė grandinė nenutraukiama, elektromagnetinis laukas (sukaupta energija) kaitina indukcijos ritės apvijas ir jos gali sugesti. Nors sistemoje yra apsaugos priemonių, ilgai laikyti įjungtą uždegimo sistemą, kai variklis neveikia, netikslinga. Sukantis variklio alkūniniam velenui, sinchroniškai sukamas pertraukiklio-skirstytuvo velenas, kurio kumštelis 5 periodiškai atstumia judamą pertraukiklio kontaktą JK nuo nejudamo NK. Taip periodiškai nutraukiama ir vėl sujungiama žemosios įtampos grandinė. **Nutraukiant žemosios įtampos grandinę, magnetinis laukas indukcijos ritėje nyksta, o nykstantis elektromagnetinis laukas antrinėje indukcijos ritės apvijoje sukuria aukštosios įtampos srovės impulsą.** Šis impulsas aukštosios įtampos laidu 8 teka į skirstytuvo pagrindinį kontaktą skirstytuvo rotoriumi 7 ir aukštosios įtampos laidu 10 perduodamas atitinkamos žvakės 9 centriniam elektrodai. Kadangi šoninis žvakės kontaktas sujungtas su mase, tai susidaręs potencialų skirtumas tarp šių elektrodų sukuria elektros iškrovą – kibirkštį. Kibirkšties kokybė priklauso nuo įtampos ir srovės stiprumo. Kibirkštis tarp žvakės elektrodų prašoka tiksliai tada, kai variklio cilindre yra suslėgimo takto pabaiga, todėl suslėgtas degusis mišinys uždegamas. Uždegimo momentas priklauso nuo variklio veleno sūkių, apkrovos, pagreičio, todėl darbo metu jis nuolatos koreguojamas.

Pirminės grandinės nutraukimo momentu dėl saviindukcijos pirminėje apvijoje padidėjusi įtampa sukelia kontaktų kibirkščiavimą. Kibirkšties dydį ir trukmę sumažina teisingai parinktas kondensatorius, kuris priima elektros krūvį (įsikrauna).

Ši uždegimo sistema yra paprasta, pigi, tačiau reikalauja periodinės ir kvalifikuotos priežiūros, todėl nėra pakankamai patikima dėl pertraukiklio kontaktų dilimo. Kita vertus, kibirkšties tarp žvakių elektrodų kokybė nėra labai gera, nes pirminėje grandinėje gali pratekėti santykiškai silpna srovė, o sistema neleidžia reguliuoti grandinės nutraukimo proceso. Kibirkšties kokybė priklauso nuo akumuliatorių baterijos įtampos, tarpelio tarp pertraukiklio kontaktų dydžio, kontaktinių paviršių kokybės, kondensatoriaus parametru, užterštumo.

### TRANZISTORINĖS UŽDEGIMO SISTEMOS

Kad uždegimo sistemos būtų patikimesnės, ilgiau tarnautų, kad būtų geresnė kibirkšties kokybė, buvo sukurta **kontaktinė tranzistorinė** uždegimo sistema (51 pav.).

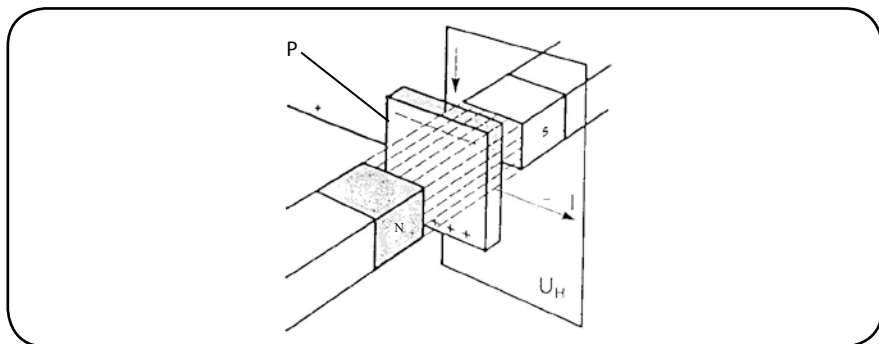


51 pav. Kontaktinė tranzistorinė uždegimo sistema

Ši sistema yra visiškai analogiška nagrinėtai. Joje yra įrengtas tranzistorius ir papildomos varžos, kurie sujungti taip, kad žemosios įtampos grandinėje per pertraukiklio kontaktus gali tekėti silpna tranzistoriaus valdymo srovė  $I_v$ , o per indukcijos ritės pirminę apviją prateka keleriopai didesnio stiprumo srovė  $I_r$ .

Įjungus uždegimo jungiklį 2, kai pertraukiklio kontaktai 4 sujungti, per juos iš baterijos teka (apie 5 kartus silpnesnė) srovė  $I_v$ , kurios stiprumą riboja varžos  $R_1$  ir  $R_2$ . Ši srovė, atsiradusi tranzistoriaus bazėje B, atidaro tranzistorių ir jis sujungia grandinę, kuria per indukcijos ritės pirminę apviją pradeda tekėti srovė  $I_r$  (dešimt kartų didesnė už srovę  $I_v$ ). Srovė  $I_v$  sumažina pertraukiklio kontaktų kibirkščiavimą, padidina jų ilgaamžiškumą, patikimumą, o srovė  $I_r$  indukcijos ritėje padeda indukuotis didesnės energijos aukštosios įtampos srovės impulsui. Šis pagerina kibirkšties tarp žvakės elektrodų kokybę. Paleidžiant variklį varža  $R_3$  išjungiamą jungikliu 11.

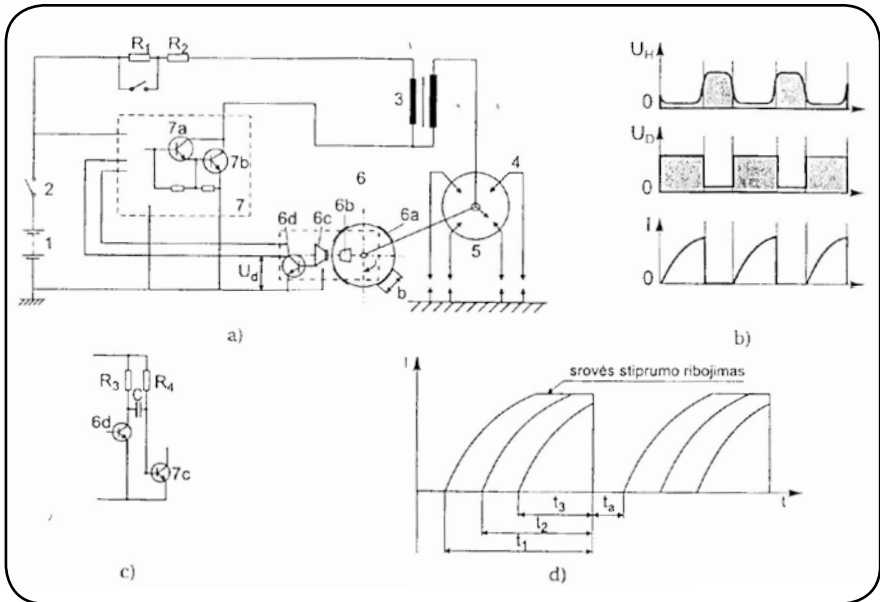
Kontaktinė tranzistorinė sistema tobulesnė, tačiau ir ji neleidžia valdyti pirminės grandinės nutraukimo proceso charakteristikos, todėl buvo sukurta **nekontaktinė tranzistorinė** uždegimo sistema (53 pav.). Šioje sistemoje kontaktinis pertraukiklis pakeistas nekontaktiniu, panaudojant Holo reiškinį. Proceso savybę, kai plonoje puslaidininkinėje plokštelėje, statmenoje kertančiam magnetinių linijų srautui, atsiranda įtampa  $U_H$ , kuri yra statmena magnetinių linijų ir leidžiamos srovės kryptims (52 pav.), atrado amerikiečių fizikas Holas.



52 pav. Holo reiškiny:

N ir S – magneto poliai, P – puslaidininkinė plokštelė

Holo reiškiny buvo panaudotas uždegimo sistemos nekontaktinėje tranzistoriaus valdymo grandinėje, konstruktyviai pakeitus pertraukiklio kumštelį besisukančiu metaliniu ekranu 6a (53 pav.) su atitinkamo dydžio plyšiais b (plyšių skaičius atitinka variklio cilindrų skaičių). Ekranas įrengtas tarp magneto polių, kurie orientuoti radialine kryptimi, o tarp ekrano ir polių statmenai magnetinių linijų srautui yra plona puslaidinikinė plokštelė P.



**53 pav.** Nekontaktinė tranzistorinė uždegimo sistema su Holo jutikliu:  
 1-akumuliatorių baterija, 2-uždegimo jungiklis, 3-indukcijos ritė, 4-aukštosios įtampos laidai, 5-srovės skirstytuvas, 6-nekontaktinis Holo pertraukiklis, 7-tranzistorinis perjungiklis

### Nekontaktinės tranzistorinės sistemos veikimas

Kai uždegimo jungiklis 1 įjungtas, sukamas ekranas 6 a, kurio išpjovos leidžia magnetinėms linijoms kirsti puslaidinikinę plokštelę P, kuria viena kryptimi teka srovė. Magnetinėms linijoms kertant plokšte-

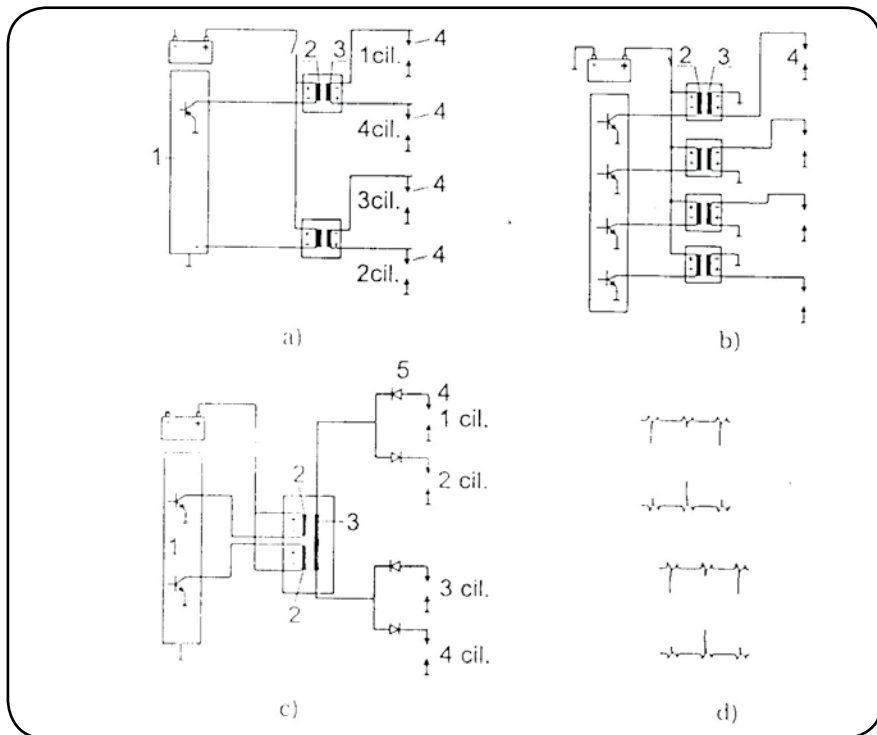
lę, šioje susidaro įtampa. Šis signalas atitinkamai apdorojamas jutklio elektroniniame bloke ir siunčiamas į jutklio tranzistorių 6d, kuriame atsiradęs potencialų skirtumas atidaro tranzistorių perjungiklį 7. Tuomet per indukcijos ritės 3 pirminę apviją prateka atitinkamo stiprumo srovė I. Toliau sukantis ekranui 6a, jis uždengia magnetinius poliūs ir magnetinio lauko poveikis plokštelei P nutrūksta. Plokštelėje Holo įtampa  $U_h$  dingsta, o kartu su ja dingsta ir jutklio įtampa. Tada pirminė grandinė nutrūksta ir indukcijos ritėje 3 indukuojasi aukštosios įtampos srovės impulsas.

Nekontaktinėse sistemose yra sėkmingai naudojami ir induktyvieji jutikliai. Šios sistemos labai patikimai dirba net ir tuo atveju, kai yra nusilpusi akumuliatorių baterija.

### **MIKROPROCESORINĖS UŽDEGIMO SISTEMOS**

Tranzistorinėse nekontaktinėse sistemose uždegimo momentą reguliuoja nepakankamai jautrūs mechaniniai išcentrinis ir vakuuminis reguliatoriai, kurie negali prisitaikyti prie greitai kintančių variklio darbo sąlygų. Kita vertus, mechaninis aukštosios įtampos srovės impulsų skirstytuvas nėra patikimas ir sumažina perduodamo į žvakes elektros impulso energiją. Šiems trūkumams pašalinti yra sukurtos mikroprocesorinės uždegimo schemas (54 pav.), kuriose žemosios įtampos grandinės nutraukimo momentas reguliuojamas mikrokompiuteriu, o aukštosios įtampos srovės impulso skirstymo funkcijas atlieka elektroninės sistemos. Vienose sistemose naudojamos indukcijos ritės kiekvienam cilindriui (54 pav., b), kitose – po vieną indukcijos ritę dviem cilindrams (54 pav., a).

Pastarosiose kiekvienam cilindriui per vieną cilindro darbo ciklą tenka po dvi kibirkštis. Viena – išmetimo takto, kita – suslėgimo takto pabaigoje. Pradiniam šių sistemų darbui yra sudaroma programa, o vėliau, dirbant varikliui, schemas savaime gali pasirinkti optimalų darbo režimą, kuris priklauso nuo variklio apkrovos, išorinės oro ir variklio temperatūros, degiojo mišinio kokybės ir kitų veiksnių.



**54 pav.** Mikroprocesorinės uždegimo schemas:

1-valdymo blokas, 2-indukcijos ritės pirminė apvija, 3-indukcijos ritės antrinė apvija, 4-uždegimo žvakės, 5-diodai

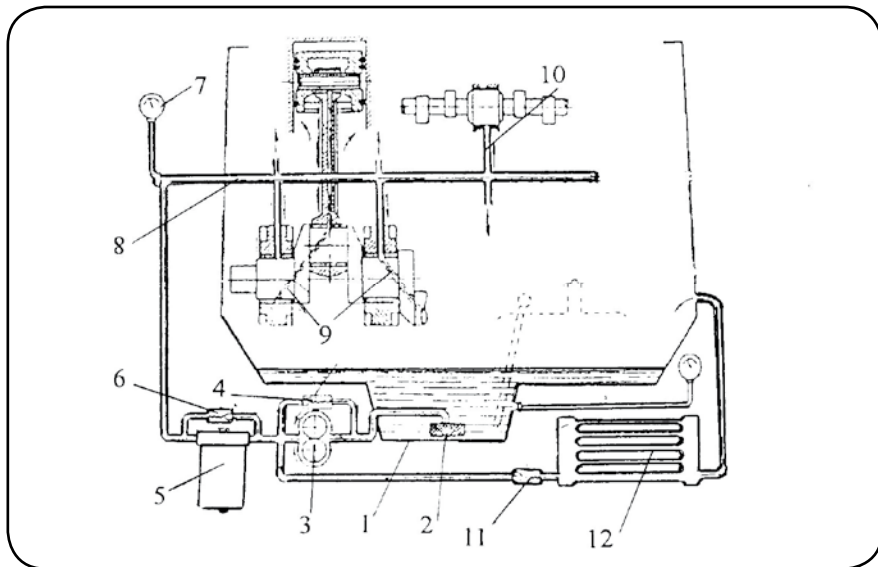
## 2.6.7. Variklių tepimo sistemos

Variklių tepimo sistemos skirtos besitrinantiems detalių paviršiams sutepti, jiems aušinti, pašalinti iš besitrinančių paviršių tarpų atsiradusioms smulkioms metalo dalelėms, variklių darbo resursui pratęsti. Variklius tepti galima benzino-alyvos mišiniu, suslėgta alyva, alyvos taškymu ir kombinuotuoju būdu. Tepimas benzino-alyvos mišiniu naudojamas mažos galios dviejų taktų varikliuose, tepimas alyvos taškymu



vartojamas mažos galios varikliuose. Šiuolaikiniuose varikliuose taikomos kombinuotojo tepimo sistemos, kai tam tikri (visada uždari) didelių apkrovų detalių paviršiai tepami priverstinai – slegiama alyva, o kiti – taškymu.

Kombinuotojo tepimo sistemos būna 2 rūšių: tepimo, kai alyva karteryje (tepimo šlapiuoju karteriu sistema – 55 pav.) ir kai alyva specialioje talpoje (tepimo sausuoju karteriu sistema – 56 pav.).



**55 pav.** Tepimo šlapiuoju karteriu sistemos struktūrinė schema:

1-alyvos karteris, 2-alyvos ėmiklis, 3-alyvos siurblys, 4-apsauginis vožtuvas, 5-alyvos filtras, 6-praleidžiamasis vožtuvas, 7-manometras, 8-slėgio kanalas, 9-kanalai velene, 10-vertikalus slėgio kanalas, 11-redukcinis vožtuvas, 12-radiatorius

Bendrosios paskirties automobilių varikliuose naudojamos tepimo šlapiuoju karteriu sistemos, kuriose visa alyvos talpa yra karteris. Jame sumontuotas alyvos siurblys veikiant varikliui slegia alyvą į sunkiai apkrautų detalių paviršių tarpus.

## **Sistemos veikimas**

Sukantis alkūniniam velenui, sukamas krumpliaratinis alyvos siurblys 3, kuris per ėmiklį 2 siurbia alyvą iš karterio ir ją slegia į filtrą 6. Jame alyva išvaloma nuo mechaninių priemaišų ir toliau slegiama per bloke esančius kanalus, kuriais dalis alyvos slegiama kanalu į bloko galvutę, o didžioji dalis - į alkūninio veleno pagrindinius guolius. Ten alyvos keliai dar kartą išsiskiria:

dalis alyvos sutepa pagrindinius guolius ir išstrykšta;

kita dalis alkūninio veleno kanalais slegiama į veleno skriejiklinius guolius, juos sutepa ir išstrykšta.

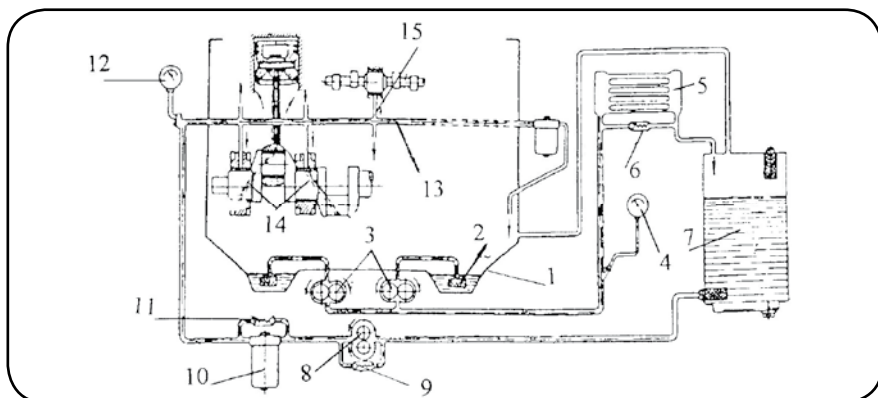
Išstrykšdama iš visų guolių alyva išsitaško smulkiais lašeliais nuo besisukančių alkūninio veleno, švaistiklių paviršių, o nuo aukštos temperatūros virsta rūku. Ši alyvos dalis tepa ir aušina stūmoklius, cilindrus, žiedus, pirštus.

Dalis alyvos, kuri patenka į galvutę, kanalais slegiama į skirstymo veleno guolius ir juos tepa, o išstryškusi iš guolių tarpų išsitaško, tepa ir aušina svirteles, vožtuvus, spyruokles. Atlikusi savo darbą alyva grįžta atgal į karterį.

Labai svarbu, kad tepimo sistemoje būtų normalus alyvos slėgis ir jos kiekis, o pati alyva atitiktų variklius gaminančios gamyklos alyvai keliamus kokybės reikalavimus.

Sportinių, didelio pravažumo automobilių ir horizontaliuose varikliuose yra naudojamos tepimo sausuoju karteriu sistemos. Šiose sistemoje pagrindinis alyvos kiekis yra specialioje talpoje, o karteryje susirenkanti alyva nuolat siurbiamą į aušintuvą. Tepimo sausuoju karterio sistemoje nereikalingas didelės talpos karteris, todėl variklis yra žemesnis. Važiuojant didelio nuolydžio šlaitais yra užtikrinamas nuolatinis alyvos tiekimas į sistemą, nesusidaro sistemoje alyvos putų, patogesnis papildomas alyvos aušinimas ir valymas. Nuo tepimo sistemos darbo kokybės didžia dalimi priklauso variklio ilgaamžiškumas.

Ji sudaryta iš karterio 1, kuriame patalpintas alyvos ėmiklis 2 ir krumpliaratinio siurblio 3, manometro 4, radiatoriaus 5, apsauginio vožtuvo 4, alyvos bako 7, siurblio 8 vožtuvų 9 ir 11, filtro 10, sistemos manometro 12, magistralinių slėgio kanalų 13 ir 15, kanalų velene 14.

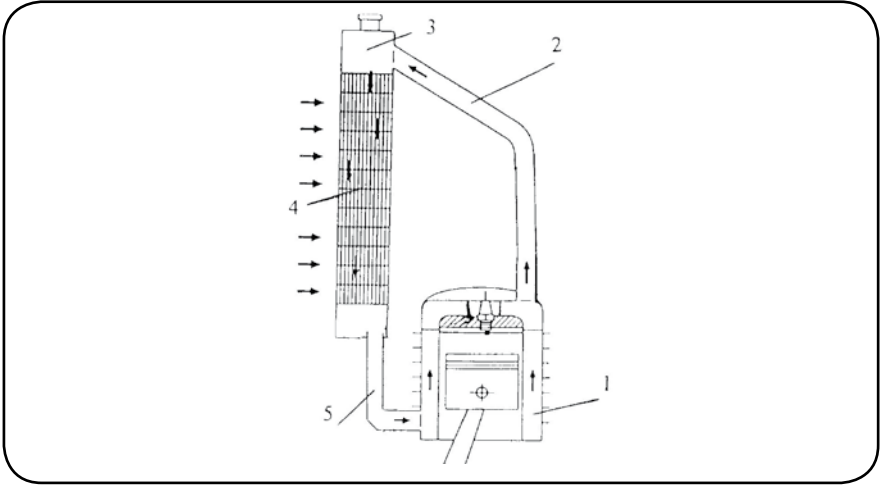


56 pav. Tepimo sausuoju karteriu sistemos struktūrinė schema

## 2.6.8. Variklių aušinimo sistemos

Aušinimo sistemos aušina intensyviai kaistančias variklio detales ir palaiko jų optimalią temperatūrą. Varikliai gali būti aušinami oru arba kombinuotu būdu. Aušinimas oru gali būti natūralus arba priverstinis. Natūralus aušinimas oru yra toks, kai variklio aušinamo oro srautas priklauso tik nuo transporto priemonės važiavimo greičio ir aplinkos oro temperatūros. Tokia sistema negali užtikrinti variklio detalių optimalios temperatūros. Priverstinis aušinimas oru yra toks, kai nepriklausomai nuo važiavimo greičio ventilatorius sukuria oro srautą, o sklendė gali reguliuoti oro srauto dydį. Šis aušinimo būdas yra geresnis, nes gali užtikrinti geresnį variklio detalių šiluminį režimą, o jo konstrukcija yra paprastesnė už kombinuoto aušinimo sistemų.

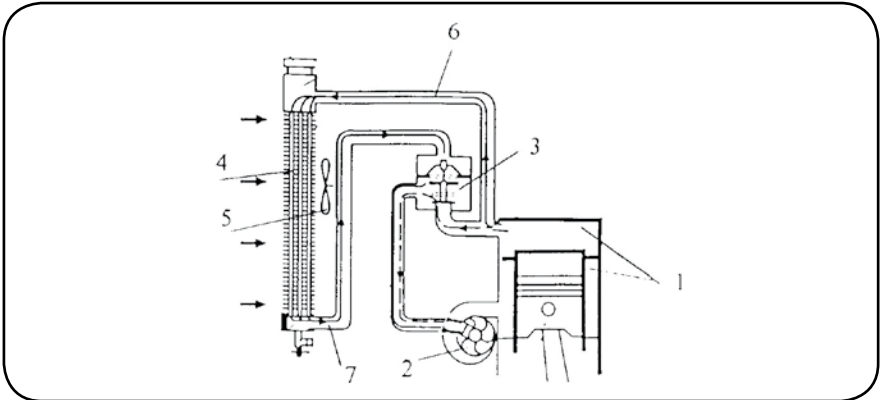
Kombinuotas aušinimas yra toks, kai pirminis perteklinės šilumos šalinimo agentas yra skystis, o pastarasis aušinamas oru. Kombinuotos aušinimo sistemos būna termosifoninės ir priverstinės cirkuliacijos. Termosifoninėse sistemose (57 pav.) įkaitęs nuo cilindrų aušinimo skystis pasidarą lengvesnis už šaltą ir kyla į viršų, o šaltas (sunkesnis) leidžiasi žemyn, todėl pradeda vykti natūrali skysčio cirkuliacija aušinimo sistemoje. Ši sistema nėra efektyvi, nes dėl blogos skysčio cirkuliacijos negali užtikrinti variklio optimalios temperatūros įvairiomis išorės temperatūros ir variklio darbo režimo sąlygomis.



**57 pav.** Termosifoninė sistema:

1-aušinio ertmės, 2-karšto skysčio kilimo kanalas, 3-radiatoriaus viršutinis bakelis, 4-radiatoriaus aktyvaus skysčio aušinimo vamzdeliai, 5-grįžtamasis kanalas

Šiuolaikiniuose automobilių varikliuose plačiau naudojama kombinuota priverstinė aušinimo sistema (58 pav.).



**58 pav.** Kombinuota priverstinė aušinimo sistema:

1-aušinio skysčio kanalai („marškiniai“), 2-aušinio skysčio siurblys, 3 termostatas, 4-radiatorius, 5-ventiliatorius, 6, 7-aušinio skysčio tekėjimo kanalai

Šioje sistemoje skysčio siurbliu 2 sukuriama priverstinė aušinimo skysčio cirkuliacija, o šio skysčio temperatūra variklio cilindrų zonoje palaikoma termostatu 3. Kai variklis yra šaltas, termostato vožtuvas būna uždarytas, todėl siurblio varomas aušinimo skystis negali tekėti į radiatorių, o priverstas grįžti atgal į variklio bloką. Šis skysčio cirkuliacijos ratas vadinamas mažuoju. Jis užtikrina greitesnę šalto variklio įšilimą. Kai aušinimo skysčio temperatūra pasiekia 70°C ir daugiau, termostato vožtuvas pradeda atsidaryti, o aušinimo skystis pradeda tekėti per radiatorių, kuriame jis aušinamas oro srautu. Atvėšęs skystis grįžta į cilindrų bloką. Šis skysčio kelias vadinamas didžiuoju ratu. Varikliui dirbant aukštos aplinkos oro temperatūros sąlygomis, kai radiatoriuje skystis atvėsta nepakankamai, įjungiamas ventiliatorius. Ventiliatoriaus pavara gali būti mechaninė (dirželis), elektrinė arba hidraulinė.

Ekspluatuojant automobilius žiemos sezono metu, kai temperatūros neigiamos, nepriklausomai nuo to, koks yra aušinimo skystis, rekomenduotina pridengti apatinę pusę arba trečdalį radiatoriaus, kad šalto oro srautas būtų mažesnis. Tai padės sumažinti variklio degalų sąnaudas.

Varikliams aušinti yra skirti specialūs neužšalantys skysčiai (antifrizai), kurie gaminami vandens pagrindu. Aušinimui gali būti naudojamas ir vanduo, tačiau jis žemos temperatūros sąlygomis gali užšalti, sugadinti radiatorių ir variklį. Kita vertus, vanduo, kuriame yra daug ištirpusių druskų, gali ant cilindrų išorinių paviršių sudaryti nuosėdas ir pažeisti terminį variklio darbo režimą, pažeisti aušinimo skysčio siurblio sandarinimo riebokšlį.

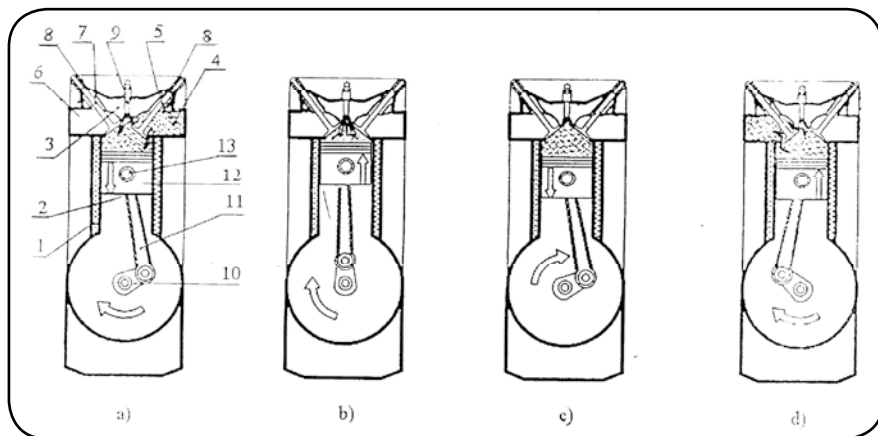
Ekspluatuojant automobilius privalu žinoti, kad draudžiama atidaryti radiatoriaus kamštį, kai aušinimo sistemoje skysčio temperatūra siekia 100°C arba didesnė. Dėl garų slėgio susidariusios karšto aušinimo skysčio srovės gali apdeginti veidą ir rankas.

### **2.6.9. Slėginio uždegimo varikliai**

Slėginio uždegimo (dyzeliniai), kaip ir Oto vidaus degimo varikliai, yra keturtakčiai ir dvitakčiai. Vokiečių išradėjo Rudolfo Dyzelio vardu pavadintus variklius pastaruoju metu imta vadinti slėginio uždegimo varikliais. Daug kas klaidingai mano, kad dyzeliniai degalai savaime užsiliepsnoja tik nuo slėgio. Deja, tai ne visai teisinga nuomonė, nes lėtai

suspaudus orą nors iki 100 barų ir įpurškus dyzelino, jis neužsiliepsnos. Lėtai suslėgtas arba didesniame šaltyje stovėjęsio variklio užvedimo pradžioje oras cilindruose neįkails iki 400–700°C temperatūros, kuri būtina savaiminiam dyzelino užsiliepsnojimui. Todėl slėginio uždegimo varikliuose reikalingos kaitinimo žvakės. Keturtakčių dyzelinių variklių dujų skirstymo ir alkūninio skriejiko mechanizmų sandara analogiška Oto varikliams, tačiau sistemos turi esminių skirtumų. Dyzeliniai varikliai neturi uždegimo sistemos, o degalai visada įpurškiami tiesiai į cilindrus didelio slėgio purkštukais.

### SLĖGINIO UŽDEGIMO VARIKLIŲ DARBO PRINCIPAS



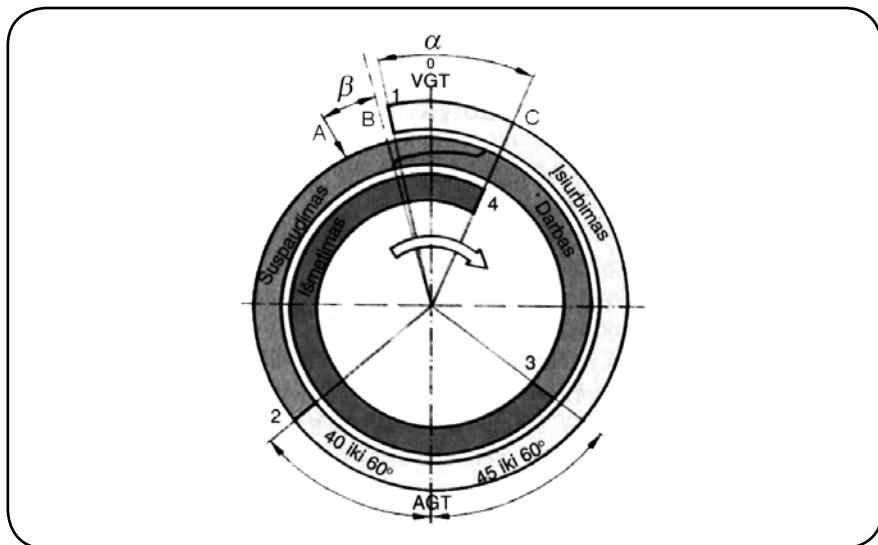
**59 pav.** Slėginio uždegimo vidaus degimo variklių struktūra ir darbo schema:

1-cilindrų blokas, 2-cilindras, 3-bloko galvutė, 4-įsiurbimo kanalas, 5-įsiurbiamasis vožtuvas, 6-išmetamųjų dujų kanalas, 7-išleidžiamasis vožtuvas, 8-vožtuvo spyruoklė, 9-purkštukas, 10-alkūninis velenas, 11-švaistiklis, 12-stūmoklis, 13-stūmoklio pirštas

Stūmokliui slenkant žemyn, kai įsiurbiamasis vožtuvas 5 atidarytas, virš stūmoklio esantis cilindro tūris didėja, todėl cilindre susidaro oro išretėjimas. Išorinio atmosferos slėgio ir išretėjimo cilindre veikiamas oras veržiasi į cilindrą ir jį užpildo. **Šis procesas vadinamas įsiurbimo taktu.** Toliau sukdamasis velenas stumia stūmoklį į viršų, o kumštelinis velenė-

lis leidžia užsidaryti įsiurbiamajam vožtuvui. Cilindro tūris mažėja, o jame esantis oras staigiai suslegiamas. Staiga slegiamas oras įkaista. **Šis procesas vadinamas suslėgimo taktu.** Kai stūmoklis būna netoli viršutinio galinio taško, į cilindrą dideliu slėgiu pradedami purkšti dyzeliniai degalai, kurie nuo įkaitusio oro įsiliepsnoja, staiga kyla degančių dujų temperatūra ir slėgis. Degančios dujos didele jėga spaudžia stūmoklį žemyn ir per švaistiklį pradeda sukti alkūninį veleną 10. **Šis procesas vadinamas darbo taktu.** Kai stūmoklis priartėja prie žemutinio galinio taško, kumštelinis velenėlis atidaro išleidžiamąjį vožtuvą ir deginiai pradeda veržtis į išmetamųjų dujų kolektorių. Stūmokliui stumiantis į viršų, deginiai visiškai pašalinami iš cilindro. **Deginių šalinimo procesas vadinamas išmetimu.** Visi keturi variklio darbo taktai sudaro variklio darbo ciklą. Dyzeliniuose varikliuose suslėgto oro temperatūra pakyla iki 750–900° C, o suslėgimo laipsnis  $\epsilon$  sudaro 14-24.

### DUJŲ SKIRSTYMO FAZĖS

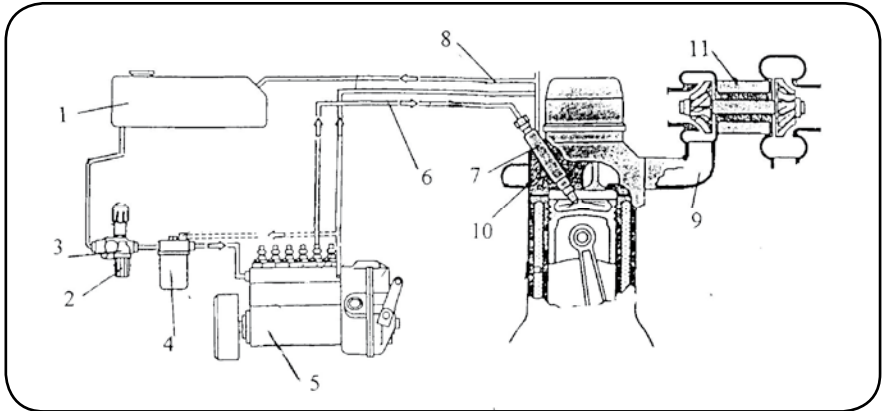


60 pav. Dujų skirstymo fazių diagrama

Kadangi oras ir deginiai turi tam tikrą inerciją, tai įsiurbiamasis ir išleidžiamasis vožtuvai turi atsідaryti dar stūmokliui nepriėjus viršutinio arba žemutinio rimties taško, o užsidaryti tada, kai stūmoklis jau yra juos perėjęs. 60 paveiksle pavaizduoti vožtuvų atsідarymo ir užsidarymo momentai, kurie priklauso nuo alkūninio veleno posūkių kampų. Alkūninio veleno posūkių kampas, kurio ribose yra atidarytas atitinkamas vožtuvas, yra vadinamas vožtuvo darbo faze. Kampas, kurio ribose yra atidaryti du vieno cilindro vožtuvai (įsiurbiamasis ir išleidžiamasis), vadinamas vožtuvų persidengimo kampu. Iš diagramos matyti, kad taške 1 pradeda atsідaryti įsiurbiamasis vožtuvas, kai stūmoklis dar nepasiekęs viršutinio rimties taško. Šis vožtuvas baigia užsidaryti taške 2, kai stūmoklis, stabtelėjęs žemutiniame rimties taške, jau kyla į viršų, o alkūninis velenas pasisuka 40–60° kampu. Nuo taško 2 iki taško 3 abu vožtuvai yra uždaryti, nes šiuo periodu vyksta oro slėgimo ir darbo taktai. Stūmoklis greitai kildamas į viršų suspaudžia orą jį įkaitindamas. Į karštą suspaustą cilindre orą pradedamas purkšti dyzelinas tuo momentu, kai stūmoklis dar nėra pasiekęs viršutinio rimties taško, o alkūninis velenas yra per 15–30° iki nulinės padėties (taškas A). Kai alkūninis velenas pasisuka tam tikru kampu  $\beta$  nuo degalų įpurškimo momento pradžios (taškas B), įpurkšti degalų lašeliai užsiliepsnoja, todėl šis kampas vadinamas užsiliepsnojimo gaisraties kampu, arba periodu. Degimo procesas ir slėgio didėjimas cilindre tęsiasi, kai alkūninis velenas pasisuka kampu  $\beta_1$ , o stūmoklis jau pradeda leistis žemyn. Dėl degimo proceso didelio dujų slėgio veikiamas stūmoklis verčiamas slinkti žemyn ir sukti alkūninį veleną. Kai alkūniniame velenui lieka sukstis 45–60° iki stūmoklio žemutinio rimties taško, taške 3 pradeda atsідaryti išleidžiamasis vožtuvas. Kai dujų slėgis cilindre nepakankamai efektyviai suka veleną, dujas iš cilindro būtina pradėti išleisti anksčiau tam, kad vėliau būtų sunaudojama mažiau energijos jų privirstiniam pašalinimui. Dujų išmetimas tęsiasi iki taško 4, kuriame išleidžiamasis vožtuvas baigiamas uždaryti. Alkūninio veleno posūkių kampas, apribotas taškų 1 ir 4, kai abu vieno cilindro vožtuvai atidaryti, yra vožtuvų persidengimo kampas  $\alpha$ .



## SLĖGINIO UŽDEGIMO VARIKLIŲ MAITINIMO SISTEMOS SANDARA



61 pav. Slėginio uždegimo variklių maitinimo sistemos funkcinė schema

Šis variklis sudarytas iš degalų bako 1, pirminio valymo degalų filtro 2, žemo slėgio degalų siurblio 3, smulkaus valymo filtro 4, didžiaslėgio degalų siurblio 5, didelio slėgio degalų vamzdelių 6, degalų purkštuvų 7, drenažinių degalų vamzdelių 8, įleidimo kolektoriaus 9, išmetamųjų dujų kolektoriaus 10, turbokompresoriaus 11.

### Sistemos veikimas

Dirbant varikliui, iš cilindrų išmetamos dujos patenka į turbokompresorių 11, kuriame savo kinetine energija suka turbinos rotorių, o kitame rotoriaus gale turbinos mentelės siurbia orą iš oro filtro ir nukreipia į įleidimo kolektorių 9. Turbokompresorius įleidimo kolektoriuje sudaro 0,014–0,02 baro oro slėgį, todėl įsiurbimo takto metu cilindrai geriau pripildomi šviežio oro.

Žemo slėgio degalų siurblys 3 siurbia degalus iš bako 1, kurie pirminio valymo filtru 2 apsisvalo nuo stambesnių priemaišų, vandens kondensato ir, perėję siurblių 3, slegiami per smulkaus valymo filtrą 4 į didžiaslėgį siurblių 5. Pastarasis tiksliai nustatytais momentais, kai stūmoklis suslėgimo takto pabaigoje artėja prie viršutinio rimties taško, sukuria 125–250 barų

degalų slėgi. Degalai šiuo slėgiu tiekiami į purkštuvą, kuriame jų slėgis atidaro purkštuvo vožtuvą ir degalai įpurškiami į cilindro degimo kamerą. Dyzeliniai degalai, smulkiu rūku įpurškiami į suspaustą ir įkaitusį degimo kamerą, įsiliepsnoja, staiga pakyla degančių dujų temperatūra ir slėgis, kuris didele jėga spaudžia stūmoklį žemyn. Pastarasis per švaistiklį suka alkūninį veleną. Toliau, kai dujų slėgio jėga tampa mažai efektyvi, atidaromas išleidžiamasis vožtuvas, dujų slėgis cilindre staiga krinta ir prasideda išmetimo taktas, kuris tęsiasi kol vožtuvas visiškai užsidaro. Besiverždamos iš cilindro dujos dar turi pakankamai kinetinės energijos, kurios didelę dalį atiduoda turbinai sukti. Perėjusių turbiną dujų likusi energijos dalis, kuri pasireiškia dideliu garsu, slopinama garso slopintuvu.

Degalų perteklius iš didžiaslėgio degalų siurblio ir iš purkštukų drėnažiniais vamzdeliais grįžta į degalų baką. Paduodamų į degimo kamerą degalų kiekį reguliuoja vairuotojas, spausdamas arba atleisdamas akceleratoriaus pedalą, kuriuo valdo reguliatorių, o pastarasis pasuka reikiama kryptimi didžiaslėgio siurblio plunžerius.

Jeigu degalai bake baigėsi arba jei keičiant degalų filtro elementus maitinimo sistemoje atsiranda oro, variklį paleisti gali būti sunku arba neįmanoma. Tuomet sistemą reikia pripildyti degalų rankiniu būdu. Pripildomas bakas, rankiniu siurbliu 3 siurbiami degalai ir sudaromas jų slėgis. Atsukamas oro sraigtas, išleidžiamas oras iki pasirodys degalai ir sraigtas užsukamas.

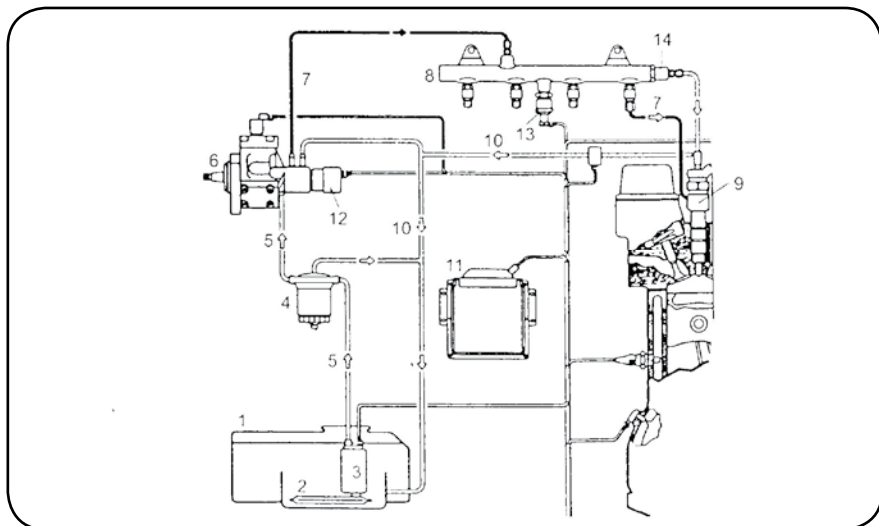
Šio tipo sistemos su daugiasekais plunžeriniais siurbliais naudojamos daugelio krovininių automobilių varikliuose, kurių veleno sukiai yra nedideli. Lengvųjų ir mažos galios krovininių automobilių (autobusų) varikliuose plačiai naudojami skirstomojo tipo mažo ir didelio slėgio degalų siurbliai. Šio siurblio viename korpuse sumontuoti šie siurbliai, variklio sukčių, įpurškimo momento reguliatoriai, išjungimo ir darbo koregavimo įtaisai. Aptariamoms sistemoms trūkumas yra tai, kad didelį degalų slėgį periodiškai sukuria plunžerinis siurblys, kuris pakankamai toli nuo purkštuvo. Tai pablogina įpurškiamų į cilindrą degalų išpurškimo kokybę. Šiam trūkumui pašalinti vartojami siurbliai purkštuvai ir modulinės įpurškimo sistemos – siurblys-vamzdelis-purkštuvai. Šiose sistemose degalų įpurškimo momento pradžia ir įpurškiamų degalų kiekis valdomi elektronika: įjungiant arba išjungiant elektromagnetinį vožtuvą. Sistemos su siurbliais

purkštuvais plačiau taikomos varikliams, naudojantiems įvairias degalų rūšis (dyzeliną, aviacinį žibalą).

Maitinimo sistemos su plunžeriniais siurbliais negali užtikrinti degalų įpurškimo į degimo kameras pastoviu slėgiu. Įpurškimo slėgis priklauso nuo variklio veleno sukimosi greičio ir kinta įpurškimo proceso metu. Kai sukimosi greitis mažesnis, įpurškimo slėgis taip pat mažesnis. Slėgis mažesnis įpurškimo proceso pradžioje ir pabaigoje, o didžiausias – proceso viduryje. Esant nevienodam degalų įpurškimo slėgiui, negalima užtikrinti ir kokybiško degalų įpurškimo, jų kokybiško sudegimo ir degalų sąnaudų ekonomijos.

### COMMON RAIL DEGALŲ ĮPURŠKIMO SISTEMA

Pastaruoju metu pradėta naudoti *Common rail* degalų įpurškimo sistema.



**62 pav.** *Common rail* degalų įpurškimo sistema:

1-degalų bakas; 2-degalų švirkštis; 3-mažaslėgis degalų siurblys; 4-smulkaus valymo degalų filtras; 5-mažo slėgio vamzdeliai; 6-didžiųjų slėgių degalų siurblys; 7-didelio slėgio degalų vamzdeliai; 8-degalų akumuliatorius; 9-purkštuvai; 10-drenažo vamzdeliai; 11-valdymo blokas; 12-slėgio reguliavimo vožtuvas; 13-slėgio jutiklis; 14-slėgio ribojimo vožtuvas

Sistemos pagrindą sudaro trijų sekcijų plunžerinis 120° kampu išdėstytomis sekcijomis degalų siurblys, sukuriantis daugiau kaip 1500 barų degalų slėgį. Degalai slegiami į vadinamąjį degalų akumuliatorių, kuriame slėgio ribojimo vožtuvu jų slėgis palaikomas ne didesnis kaip 1500 barų. Iš degalų akumulatoriaus degalai patenka į purkštuvus ir juose šis slėgis palaikomas. Purkštuvai valdomi elektroniniu valdymo bloku, kuris nustato įpurškimo momento pradžią ir degalų kiekį.

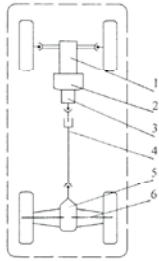
Šioje sistemoje panaudotas dvipakopis degalų įpurškimas, kuris įmanomas tik sistemoje, kurioje palaikomas pastovus degalų slėgis degalų akumuliatoriuje. Pirmą arba pagalbinę mažą (1–4 mm<sup>3</sup>) degalų porcija įpurškiama dar suslėgimo proceso metu, ji reaguoja su oru, truputi padidina suslėgimo pabaigos temperatūrą, slėgį, paruošia sąlygas geresniam ir greitesniam pagrindinės degalų porcijos degimui. Po to įpurškiama pagrindinė degalų porcija, kuri geriau susimaišo su pradiniu mišiniu ir įsiliepsnoja. Degimo procesas trumpesnis, variklio darbas minkštesnis, degalai geriau sudega, o jų sąnaudos mažesnės ir mažiau išsiskiria nuodingų medžiagų.

## 3. Transmisija

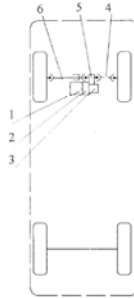
Automobilio transmisija (atskirų mechanizmų grupė, tarpusavyje sujungta į vieną kinematinę grandinę) perduoda variklio sukurtą sukamąjį momentą varantiesiems ratams. Ji gali keisti momento dydį ir kryptį, trumpam ar ilgam laikui leidžia atjungti variklį nuo varančiųjų ratų, švelniai sujungti variklį su varančiaisiais ratais pradedant automobiliui važiuoti arba keičiant pavaras.

### 3.1. Transmisijų klasifikacija ir jų schemos

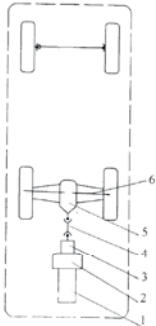
Transmisijos būna mechaninės, hidromechaninės (kombinuotos), hidrotūrės ir elektrinės. 63 paveiksle pavaizduotos dažniausiai pasitaikančių mechaninių transmisijų schemos. Mechaninės transmisijos šiuo metu gerai išstobulintos ir yra paprastos, pakankamai pigios, patikimos ir todėl plačiausiai naudojamos automobiliuose. Ateityje jas, ko gero, galėtų pakeisti hidraulinės arba elektrinės, nes jų naudingumo koeficientas yra didesnis. Automobiliai turi vieną, du, tris ir keturis varančiuosius tiltus. Varantysis tiltas būna priekinis, galinis arba priekinis ir galinis kartu. Varančiųjų tiltų (varančiųjų ratų) skaičių galima nustatyti iš ratų formulės. 4X2, 4X4, 6X4, 6X6, 8X8. Pirmas skaičius reiškia bendrą ratų , o antras – varančiųjų ratų skaičių. Pvz., 4X2 reiškia, kad bendras ratų skaičius yra 4 , iš jų varantieji – 2.



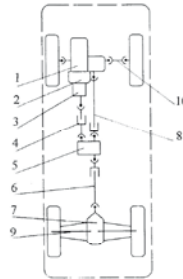
a. Klasikinė transmisijos schema su galiniu varančiuoju tiltu



b. Schema su priekiniu varančiuoju tiltu



c. Transmisija su galiniu varančiuoju tiltu ir gale sumontuotu varikliu



d. Dvirašio visureigio su abiem varančiaisiais tiltais

### 63 pav. Transmisijų schemos (a, b, c)

a – transmisija su galiniais varančiaisiais ratais:

1-variklis, 2-sankaba, 3-pavarų dėžė, 4-Kardano pavarą, 5-pagrindinė pavarą su diferencialu, 6-pusašiai. Ši transmisijos schema buvo laikoma klasikine iki to laikotarpio, kai buvo pradėti gaminti automobiliai su priekiniais varančiaisiais ratais.

b – transmisija su priekiniais varančiaisiais ratais:

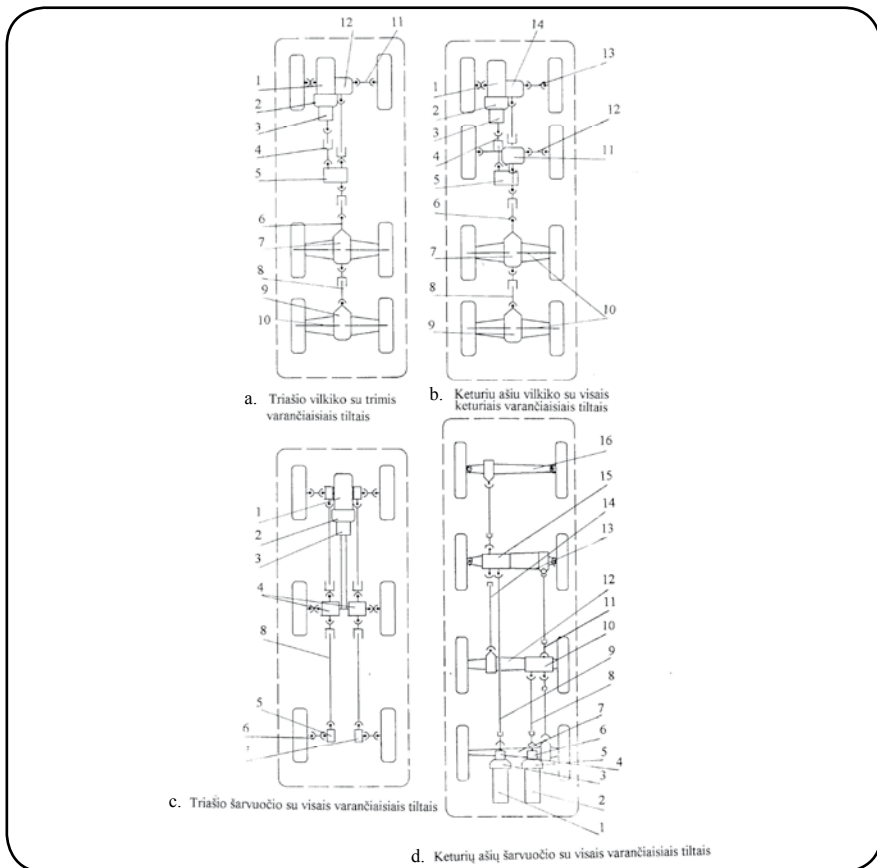
1-variklis, 2-sankaba, 3-pavarų dėžė, 5-pagrindinė pavarą ir diferencialas, 4, 6-dešiniojo ir kairiojo varančiųjų ratų Kardano pavaros. Šio tipo transmisija dažniausiai naudojama lengvuosiuose automobiliuose, mikroautobusuose ir kai kuriuose mažos galios krovininiuose automobiliuose. Automobiliai su šia transmisija turi geresnį pravažumą nepriklausomai nuo juose vežamo krovinio svorio.

c – transmisija su galiniais varančiaisiais ratais ir gale įrengtu varikliu:

1-variklis, 2-sankaba, 3-pavarų dėžė, 4-Kardano pavarą, 5-pagrindinė pavarą ir diferencialas, 6-pusašiai. Ši transmisija dažnai yra naudojama autobusuose. Apskritai ji mažai paplitusi.

d – transmisija su visais varančiaisiais ratais:

1-variklis, 2-sankaba, 3-pavarų dėžė, 4-Kardano pavarą, 5-skirstomoji dėžė, 6, 8-Kardano pavaros, 7-pagrindinė pavarą ir diferencialas, 9-galinio tilto pusašiai, 10-priekinių ratų Kardano pavarą. Ši transmisijos schema dažniausiai naudojama lengvuosiuose ir krovininiuose didelio pravažumo automobiliuose – visureigiuose. Lengvųjų automobilių ši schema dažnai supaprastinta – be skirstomosios dėžės ir Kardano pavaros iki jos. Variklis su pavarų dėžė jungiamas į priekinio tilto pagrindinę pavarą, nuo kurios „Visco“ mova sujungiamas su galinio tilto pagrindine pavarą



**64 pav. Visureigių transmisijų schemas (a, b, c, d)**

a – trijų tiltų transmisija su visais varančiaisiais ratais ir pagrindine Kardano pavarą:

1-variklis, 2-sankaba, 3-pavarų dėžė, 4-Kardano pavarą, 5-skirstomoji dėžė, 6, 8-tiltų Kardano pavaros, 7, 9, 12-tarpinio, galinio ir priekinio tiltų pagrindinės pavaros su diferencialais, 10-tarpinio ir galinio tiltų pusašiai, 11-priekinių ratų Kardano pavaros, 12-priekinio tilto pagrindinė pavarą ir diferencialas.

b – keturių tiltų transmisija su visais varančiaisiais ratais ir pagrindine Kardano pavarą:

1-variklis, 2-sankaba, 3-pavarų dėžė, 4-Kardano pavarą, 5-skirstomoji dėžė, 6, 8-galinių varančiųjų tiltų Kardano pavaros, 7, 9-tarpinio ir galinio tiltų pagrindinės pavaros su diferencialais, 10-tarpinio ir galinio tiltų pusašiai, 11, 14-priekinių tiltų pagrindinės pavaros ir diferencialai, 12, 13-priekinių varuojamųjų ratų Kardano pavaros.

c – trijų tiltų transmisija su visais varančiaisiais ratais ir bortinėmis Kardano pavaromis:

1-variklis, 2-sankaba, 3-pavarų dėžė, 4-skirstomosios dėžės, 5, 7-bortiniai reduktoriai, 6-šoninės Kardano pavaros, 8-varančiųjų tiltų Kardano pavaros.

d – keturių tiltų transmisija su visais varančiaisiais ratais ir dviem varikliais:

1, 2-varikliai, 3, 5-sankabos 4, 6-pavarų dėžės, 7, 12, 13, 16-varantieji tiltai, 10, 15-skirstomosios dėžės, 8, 9, 11, 14- varančiųjų tiltų Kardano pavaros

Automobiliai, kuriuose panaudotos skirtingų kinematinių schemų transmisijos, turi skirtingas dinamines, valdymo ir saugos savybes. Jas privalo gerai žinoti ir turėti praktinių vairavimo įgūdžių visi tuos automobilius vairuojantys vairuotojai. Automobiliais, kurių transmisijoje varantieji ratai yra galiniai, slidžiame kelyje sunkiau galima pasiekti didesnius greičius. Jie greičiau pradeda slysti į šoną nuo pašalinių veiksnių, tačiau nepatyrusiam vairuotojui juos slystančius valdyti gerokai lengviau (reikia švelniai atleisti akceleratoriaus pedalą ir sukti vairą į slydimo pusę).

Automobiliais, kurių varantieji ratai yra priekiniai, lengviau galima išvystyti didesnius greičius, tačiau juos, pradėjusius slysti, nepatyrusiam vairuotojui suvaldyti beveik neįmanoma.

Transmisijos su priekiniais varančiaisiais ratais pastaruoju metu labiausiai naudojamos lengvuosiuose automobiliuose. Jos kompaktiškos, leidžia racionaliau paskirstyti tiltams apkrovas, taigi tampa nereikalingos ilgos Kardano pavaros. Transmisijose su priekiniais varančiaisiais ratais sudėtingesnės ir brangesnės vairuojamųjų ratų Kardano pavarų konstrukcijos, nes jose naudojami pastovaus kampinio greičio lankstai, tačiau jų naudingumo koeficientas didesnis. Jose nereikalinga ilga Kardano pvara, o pagrindinėje pavaroje kūginiai krumpliaračiai pakeisti cilindriniais.

Transmisijos su galiniais varančiaisiais ratais daugiau naudojamos krovininiuose automobiliuose ir autobusuose. Juose galiniam tiltui tenka didesnė apkrova, todėl slidžiame kelyje, kai automobilis pakrautas, yra geresnis varančiųjų ratų sukibimas su kelio danga. Autobusuose neretai variklis montuojamas autobuso gale, taip geriau apkraunamas galinis tiltas ir pagerinamos automobilio traukos charakteristikos slidžiame kelyje. Autobusų ir kai kurių krovininių automobilių pravažumui padidinti naudojami planetiniai ratų reduktoriai, kurie padidina ratams perduodamą sukamąjį momentą ir sumažina ratų buksavimą.

Didesnio pravažumo automobiliams (visureigiams, vilkikams, specialios paskirties, kariniams) naudojamos transmisijos su dviem, trimis ir net keturiais varančiaisiais tiltais, kuriuose neretai yra diferencialo blokažimo mechanizmai. Lengviesiems visureigiams diferencialams būna naudojamos specialios sankabos – Visco movos. Šio tipo transmisijoje sukamasis momentas gali būti perduodamas abiem tiltams nuolatos

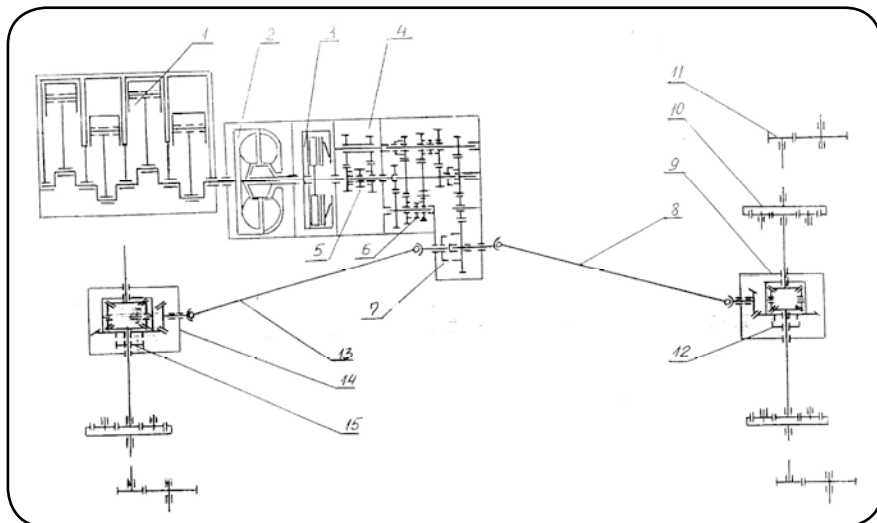


(neatjungiant priekinio tilto) ir sudaroma galimybė važiuoti su galiniu varančiuoju tiltu laikinai išjungus priekinį. Krovinių visureigių pravažumui pagerinti taikomi išorinio kabinimo ratų reduktoriai, kurie padidina prošvaisę ir sumažina ratų buksavimą. Važiuojant keliais su kieta kelio danga, priekinis tiltas turi būti išjungtas, nes gerokai didėja transmisijos mechanizmus veikiančios apkrovos ir degalų sąnaudos dėl nevienodo ratų skersmens (nevienodai nudilęs padangų protektorius, skirtingas slėgis padangose, nevienoda ratų apkrova ir kelio nelygumai). Važiuojant gruntkeliais, kai labai blogas ratų sukibimas su kelio danga, galimas diferencialo arba visų ratų blokavimas. **Ratų blokavimą rekomenduojama įjungti automobiliui judant normaliu režimu, tačiau draudžiama, kai ratai buksuoja.**

Transmisijos, pavaizduotos 64 pav. a ir b, naudojamos dideliuose visureigiuose arba galinguose vilkikuose ir galingoje specialioje technikoje. Šio tipo transmisijos turi mažą naudingumo koeficientą, todėl tų visureigių ir vilkikų varikliai yra gerokai galingesni, didesnės jų degalų sąnaudos.

Ekstremalių eksploataavimo sąlygų vilkikams arba šarvuotai technikai naudojama bortinio tipo transmisija (64 pav., c). Jos naudingumo koeficientas yra mažiausias, todėl eksploatacija yra labai brangi. Šarvuotos karinės technikos patikimumui padidinti kartais naudojama bortinio tipo transmisija su dviem varikliais (64 pav., d). Šioje transmisijoje kiekvieno variklio sukamasis momentas perduodamas atskira transmisija tik dviem varantiesiems tiltams. Yra numatyta galimybė abu variklius blokuoti, o bent vienam iš jų sugedus, – atjungti.

Specialiems ir labai didelės traukos jėgos vilkikams yra naudojama hidromechaninė transmisija (65 pav.). Šio tipo vilkikai turi labai gerą pravažumą, išskirtinai geras traukos savybes, gali švelniai pajudėti iš vietos, įveikti labai stačias (iki 45° statumo) įkalnes. Vilkikai, turintys šią transmisiją ir sukomplektuoti priekinių ir galinių ratų specialiais krepikliais, gali važiuoti geležinkelio bėgiais ir vilkti 60 vagonų geležinkelio sąstatą. Šiuo režimu dirbančio vilkiko vilkimo greitis yra labai mažas (iki kelių km/h), todėl toks vilkikas gali būti naudojamas ypač pavojingiems kroviniams perdislokuoti labai mažais atstumais.



**65 pav.** Specialios paskirties vilkiko transmisijos kinematinė schema:

1-variklis, 2-hidrotransformorius, 3-sankaba, 4-aštuonių pakopų pirmyn su reversu pavaryų dėžė, 5-lėtinančių pavaryų mechanizmas, 6-reversas, 7-skirstomoji dėžė, 8, 13-tiltų Kardanovo pavaros, 9, 14-tiltų pagrindinės pavaros ir diferencialai, 10-planetinis šoninių pavaryų ratų reduktorius, 11-ratų reduktorius, 12, 15-diferencialo blokavimo mechanizmai

### 3.1.1. Sankabos

**Sankabomis laikomi tokie mechanizmai, kuriuose sukamasis momentas perduodamas arba ir keičiamas jo dydis vykstant mechaninei trinčiai tarp detalių paviršių, skysčių dinamikai ir vidinei trinčiai arba elektromagnetinių laukų sąveikai. Sankabų paskirtis – trumpam arba ilgam laikui atjungti transmisiją nuo variklio ir sklandžiai juos sujungti.** Transmisija išjungžiama paleidžiant variklį, sustabdant automobilį arba perjungiant pavaras. Veikiantis variklis sklandžiai sujungiamas su transmisija, kai norima be trūkčiojimų pradėti važiuoti arba važiuojant perjungti pavaras. Sankaba apsaugo mechanizmų detales nuo perkrovų ir gedimų tada, kai vairuotojas neatsargiai per staigiai ją įjungia – tada sankaba praslysta. Didžiausias sankabos perduodamas sukimo momentas yra didesnis už variklio didžiausią išvystomą sukimo momentą.

**Sankabos perduodamo sukimo momento ir variklio išvystomo didžiausio sukimo momento santykis vadinamas sankabos atsargos koeficientu** ir žymimas raide  $\beta$ . Automobilių sankabų  $\beta$  sudaro 1,5 – 2,5.

$$\beta = M_s / M_{e \max}; \quad (14)$$

čia  $M_s$  – sankabos perduodamas sukimo momentas (Nm),

$M_{e \max}$  – didžiausias variklio išvystomas sukimo momentas (Nm),

$M_s = F_{tr} \times r_d$  (Nm),

$F_{tr}$  – sankabos perduodama trinties jėga (N),

$r_d$  – disko darbinio paviršiaus vidutinis spindulys (m).

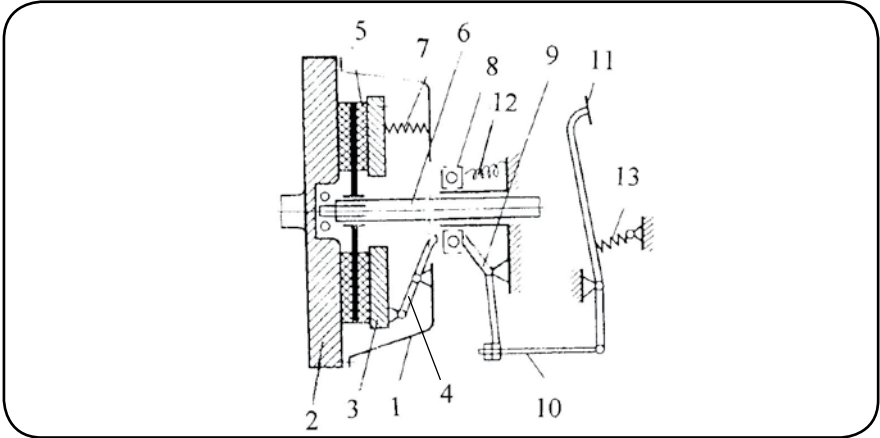
Sankabai dylant, atsargos koeficientas mažėja ir gali pasiekti ribą, kai sankaba pradeda buksuoti.

Sankabos būna: pagal veikimo principą – mechaninės, hidraulinės ir elektrinės; pagal pavaros tipą – mechaninės, hidraulinės, pneumatinės, kombinuotos; pagal valdymo būdą – be stiprintuvo ir su stiprintuvu; pagal veikimo laiką – nuolat sujungtos ir nenuolat sujungtos; pagal varomųjų diskų skaičių – vienadiskės, dvidiskės, daugiadiskės; pagal trinties rūšį – sausos ir šlapios.

## **VIENADISKĖS SANKABOS**

Paprasčiausia vienadiskė sankaba su mechaniniu valdymu pavaizduota 66 paveiksle. Ji sudaryta iš gaubto 1, pritvirtinto prie smagračio 2, varančiojo disko 3, sujungto su gaubtu svertais 4, kurie diską gali patraukti prie gaubto. Tarp smagračio ir varančiojo disko esantis varomasis diskas 5 išdrožomis sujungtas su pirminiu pavarų dėžės velenu 6. Varantįjį diską prie varomojo spaudžia spyruoklės 7, kurios kitu galu remiasi į gaubtą 1. Sankabai išjungti yra mova 8, kurią valdo svertas – šakutė 9, trauke 10 sujungta su sankabos pedalo svertu 11. Movą 8 ir sankabos pedalą neutralioje padėtyje stengiasi išlaikyti spyruoklės 12 ir 13.

**Sankabos veikimas.** Kai sankabos pedalas nespaudžiamas, spyruoklės 7 laiko prispaustą varantįjį diską 3 prie varomojo 5, o pastarąjį – prie smagračio 2. Sankaba įjungta ir, veikiant varikliui, sukamasis momentas perduodamas nuo variklio transmisijai. Spaudžiant pedalą 11, traukė 10 pasuka svertą – šakutę 9, kuri stumia movą 8, o ši spaudžia svertus 4.

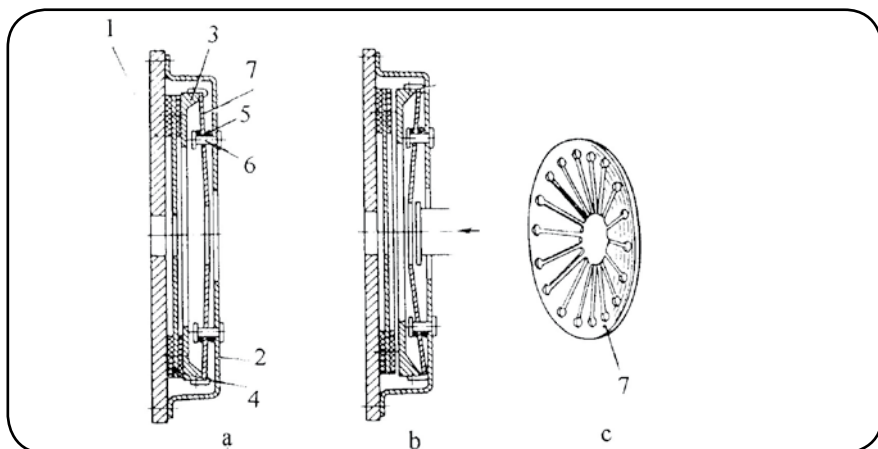


**66 pav.** Paprasčiausia vienadiskė sankaba su mechaniniu valdymu

Mova 8 pasuka svirtus 4, kurie, suspausdami spyruokles 7, atitraukia varantįjį diską 3 nuo varomojo 5. Kai varomasis diskas 5 nespaudžiamas prie smagračio, sukamasis momentas neperduodamas – sankaba išjungta. Vieno disko sankabos būna su pagrindine spyruokle, kurios konstrukcija pavaizduota 67 paveiksle. Šios sankabos konstrukcija analogiška aprašytai, tik vietoje kelių cilindrinė spyruoklių sumontuota viena pagrindinė diafragminė spyruoklė 7.

Sankaba sudaryta iš smagračio 1, prie kurio pritvirtintas sankabos gaubtas 2, varančiojo disko 3, varomojo disko 4, distancinių įvorių 5, atraminių strypelių 6 ir pagrindinės spyruoklės 7.

Išjungiant sankabą, išjungimo mova spaudžia sankabos spyruoklės centre esančius spyruoklės svirtelių galus, kurie pasisuka apie atraminius strypelius atitraukdami varantįjį diską nuo varomojo. Sankabos su pagrindine spyruokle yra kompaktiškesnės, tačiau jautresnės perkrovoms, ir per ilgesnį laiką pagrindinė spyruoklė nusilpsta. Šio tipo sankabos naudojamos daugiausia lengvuosiuose automobiliuose. Normaliam sankabos darbui didelę įtaką turi sankabos pedalo laisvoji eiga, kuri turi būti 20 – 40 mm arba tarpas tarp išjungimo movos ir svirtelių – 2 – 4mm. Beveik visų konstrukcijų sankabose su pagrindine spyruokle pedalo laisvoji eiga nereguliuojama. Šio tipo sankabos greičiau pradeda buksuoti ir dėl to jos mažiau patikimos.

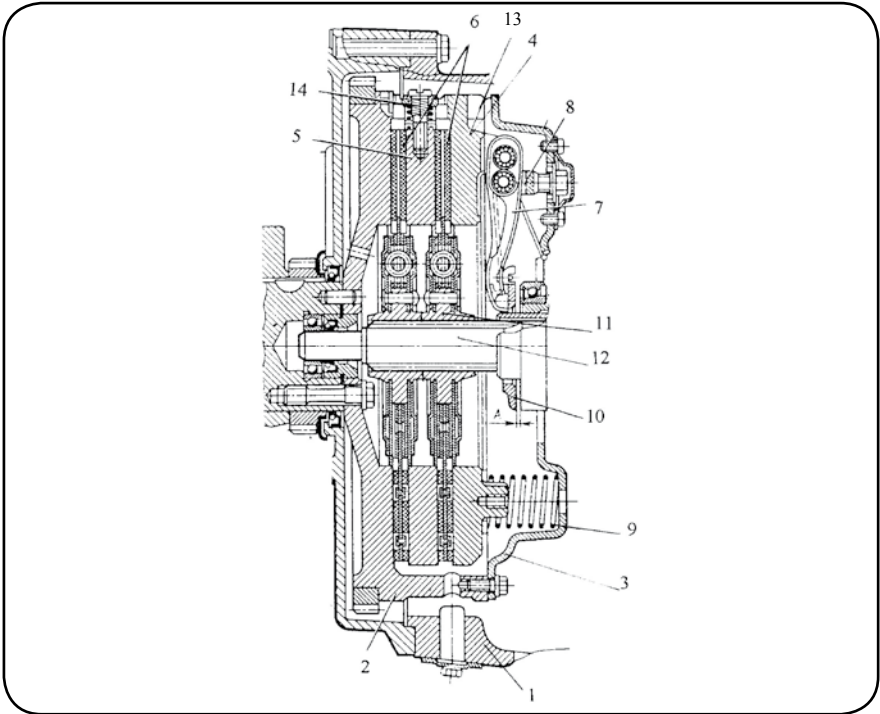


67 pav. Sankaba su pagrindine spyruokle

Didesnio tonažo kroviniuose automobiliuose naudojama dvidiskė sausoji sankaba, kurios konstrukcija pavaizduota 68 paveiksle.

Dviejų diskų sankaba sudaryta iš dviejų varomųjų diskų 6, tarp kurių yra varantysis diskas 5. Visi šie diskai suspausti tarp smagračio 2 ir spaudžiamojo disko 4 cilindrinėmis spyruoklėmis 9. Spaudžiamasis diskas 4 svirtimis 7 sujungtas su sankabos gaubiamuoju disku 3, kuris pritvirtintas prie smagračio 2. Smagračio cilindriniam paviršiuje yra kreipikliai 13, kuriuose gali slankioti ašine kryptimi varantysis ir spaudžiamasis diskai. Varomieji diskai 6 su stebulėmis 11 gali slankioti pavarų dėžės pirminio veleno 12 išdrožomis ašine kryptimi. Kai sankabos pedalas nespaudžiamas, sankaba įjungta ir gali perduoti sukamąjį momentą transmisijai. Sankabos valdymui yra skirta hidraulinė pavara su pneumatiniu stiprintuvu. Spaudžiant sankabos pedalą, pavara pastumia išjungimo movą 10, pastaroji pasuka svirteles 7, o šios, pasisukusios apie atramą 8, suspaudžia spyruokles 9 ir patraukia spaudžiamąjį diską 4 į dešinę. Nespaudžiamą varantįjį diską 5 nuo pirmojo varomojo disko atstumia spyruoklinis įtaisas 14. Tokiu būdu nei vienam varomajam diskui 6 sukamasis momentas neperduodamas – sankaba išjungta.

Sauso tipo sankabos, kuriose būtų daugiau kaip du varomieji diskai, išvysto labai didelius sukamuosius momentus, tačiau blogai išjungiamos, todėl automobiliuose beveik nėra naudojamos. Įvairaus galingumo ir paskirties automobiliuose gana sėkmingai plinta hidraulinės sankabos.

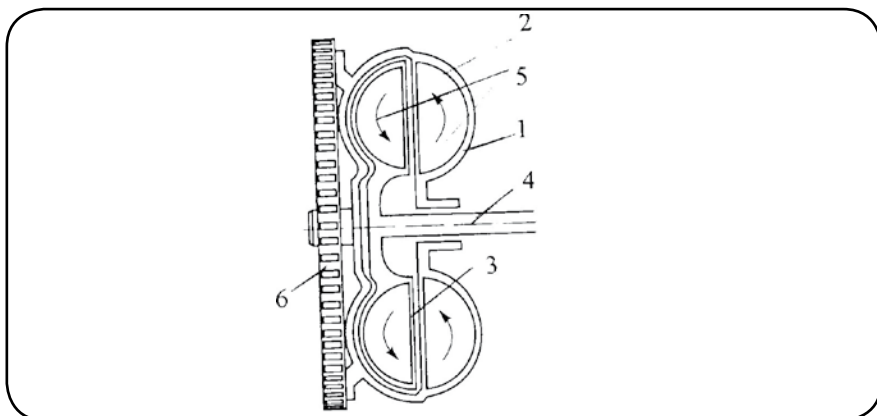


**68 pav.** Dvidiskė sankaba:

1-sankabos gaubtas, 2-smagratis, 3-gaubiamasis tvirtinimo diskas, 4-spaudžiamasis diskas, 5-varantysis diskas, 6-varomieji diskai, 7-valdymo svertas, 8-sveto atrama, 9-spaudžiamosios spyruoklės, 10- išjungimo mova, 11-varomųjų diskų stebulės, 13-varančiųjų diskų kreipikliai, 14-spyruoklinis įtaisas

## HIDRAULINĖ SANKABA

Hidraulinės sankabos schema pavaizduota 69 paveiksle. Ji sudaryta iš gaubto 1, kuriame įtvirtintas siurbliaratis 2, turbinračio 3, pritvirtinto prie varomojo veleno 4. Siurbliaratį ir turbinratį sudaro įgaubti diskai, kurių įgaubime apskritimu radialine kryptimi išdėstytos ir įtvirtintos mentelės 5. Siurbliaratis sujungtas su variklio smagračiu 6 ir su juo sudaro uždara ertmę, kuri užpildyta specialiu hidraulinėms sankaboms skirtu skysčiu. Ši ertmė vamzdeliu sujungta su hidraulinio skysčio talpa, iš kurios siurbliu alyva gali būti slegiama į šią ertmę.



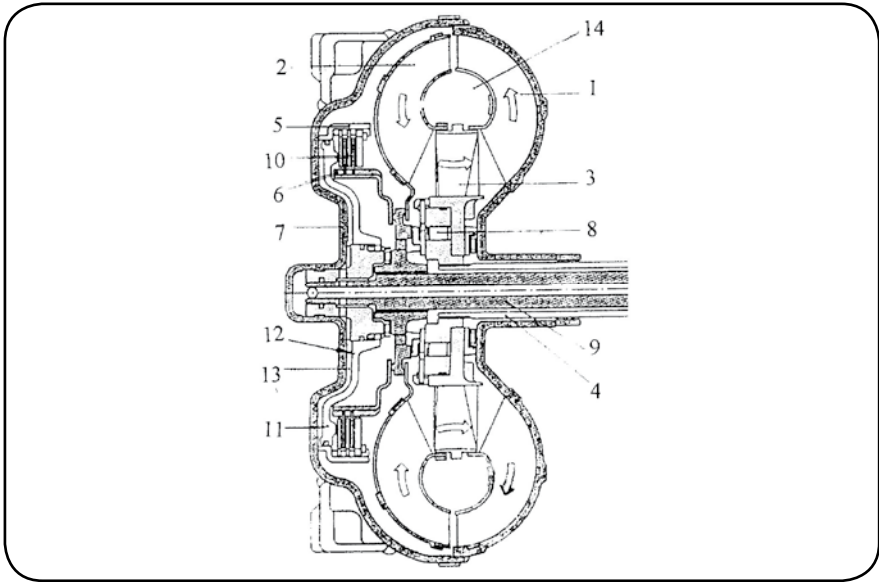
69 pav. Hidraulinė sankaba

Sankabos veikimas paremtas dideliu greičiu sukamo hidraulinio skysčio kinetinės energijos perdavimu varomajam sankabos diskui – turbinračiui. Sukantis variklio velenui, smagratis suka sankabos siurbliarą, kuris savo mentėmis priverčia kartu suktis tarp menčių esantį hidraulinį skystį. Pastarasis, sukdamasis apskritimu, įgauna siurbliaratyje didelę išcentrinę jėgą, kurios veikiamas su didele jėga pradeda judėti nuo veleno ašies radialine kryptimi. Įgaubtas siurbliaračio paviršius šį skystį nukreipia į turbinratį. Hidraulinis skystis dideliu greičiu ir su didele energija atsitrenkęs į turbinračio menteles pastarąjį priverčia suktis. Kai sankaba perduoda traukos jėgą varantiesiems ratams, turbinratis sukasi mažesniu greičiu už siurbliarą, o jų greičiai susilygina tik tada, kai trauka varantiesiems ratams nereikalinga (automobilis važiuoja į nuokalnę). Siurbliaratis sukasi mažesniu greičiu už turbinratį tada, kai automobilis stabdomas varikliu.

Automobiliu su hidrauline sankaba švelniau pajudama iš vietos, nepakraunama transmisija ir variklis, todėl variklis ir transmisija tarnauja ilgiau, tačiau dėl nuolatinio sankabos praslydimo padidėja degalų sąnaudos. Automobilių automatinėse transmisijose plačiau naudojami hidrodinaminiai transformatoriai. Lyginant juos su hidraulinėmis sankabomis, hidrotransformatoriuose yra papildomas elementas – kreipratis, ir gali būti valdoma frikinė sankaba.

Hidrodinaminis transformatorius pavaizduotas 70 paveiksle.

## HIDRODINAMINIS TRANSFORMATORIUS



**70 pav.** Hidrodinaminis transformatorius:

1-siurbliaratis; 2-turbinratis; 3-kreipratis; 4-tuščiaviduris nejudamas velenas, 5-varančiųjų frikcinių diskų būgnas; 6-varomųjų frikcinių diskų būgnas; 7-gaubtas; 8-vienkryptė mova; 9-varomasis velenas; 10-frikciniai diskai; 11-frikcinės sankabos įjungimo stūmoklis; 12-stūmoklio pagrindas; 13-frikcinės sankabos įjungimo ertmė alyvai; 14-hidraulinės sankabos ertmė alyvai

Hidrodinaminis transformatorius sudarytas iš siurbliarčio, turbinračio ir kreipračio. Pastarasis sujungtas su korpusu per vienos krypties movą ir gali sukintis tik turbinračio sukimosi kryptimi. Tarp gaubto ir turbinračio sumontuota frikcinė hidraulinio būdu valdoma sankaba. Ji reikalinga panaikinti transformacijos koeficientui (sankabos praslydimui), kai siurbliarčio ir turbinračio greičių skirtumas yra mažas. Ši frikcinė sankaba leidžia sumažinti degalų sąnaudas važiuojant pastoviu didesniu greičiu, taip pat padidina stabdymo varikliu efektyvumą.

Hidrodinaminio transformatoriaus valdymui tarnauja speciali hidraulinė maitinimo sistema, kuri palaiko transformatoriuje numatytą specialaus hidraulinio skysčio slėgį ir valdo frikcinę sankabą.

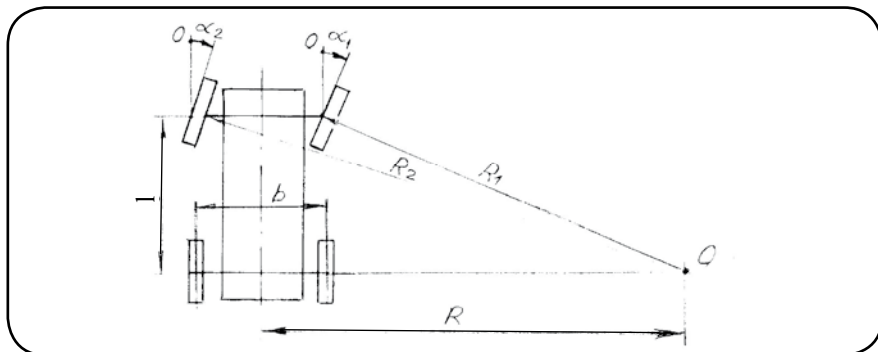


## 4. Valdymo sistemos

Automobilių važiavimo trajektorijai nustatyti, jos stabilumui užtikrinti arba koreguoti, automobiliui stabdyti arba jo stovėjimui užtikrinti skirtos valdymo sistemos, tarp jų vairo ir stabdžių sistemos.

### 4.1. Automobilių vairo sistemos

Automobilių vairo sistemos užtikrina stabilią automobilio važiavimo trajektoriją, nukreipia važiuoti automobilį norima kryptimi, suteikia galimybę apsisukti mažame plote. Kad automobilio ratai kelio vingyje neslystų kelio paviršiumi, visų ratų sukimosi ašių tęsiniai turi susikirsti viename taške, todėl vairuojamieji ratai posūkyje turi pasisukti skirtingais kampais (71 pav.).



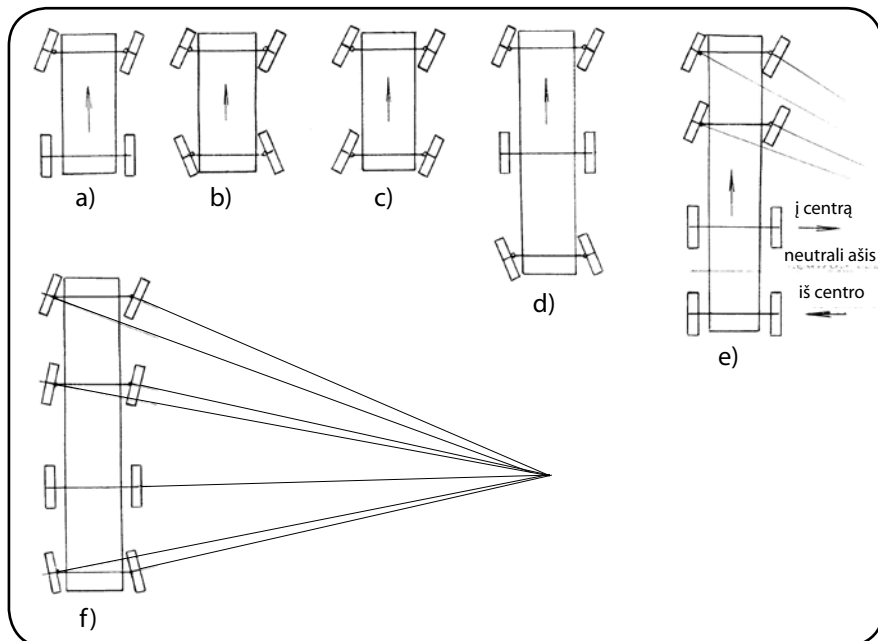
71 pav. Vairuojamųjų ratų pasukimo schema:

$\alpha_1$ -dešiniojo (vidinio) rato posūkio kampas;  $\alpha_2$ -kairiojo (išorinio) rato posūkio kampas;  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R$ -posūkio spinduliai

Pagal ratų ašių tęsinių iki jų susikirtimo viename taške  $O$  pasvirimo kampų dydį akivaizdu, kad vidinis ratas (kurio pusėje yra posūkio centras) turi būti pasukamas didesniu kampu kaip išorinis ( $\alpha_1 > \alpha_2$ ). Automobilio manevringumas labai priklauso nuo posūkio spindulio  $R$ , o pastarasis priklauso nuo automobilio bazės  $l$  ir jo vėžės pločio  $b$ . Kuo didesnė au-

tomobilio bazė ir jo vėžė, tuo didesnis bus jo posūkio spindulys, kai kiti automobilio parametrai vienodi.

Dažniausiai automobiliai gaminami su priekiniais vairuojamaisiais ratais, tačiau pastaruoju metu paplitusios gana įvairios vairuojamųjų ratų schemas (72 pav.).



**72 pav.** Automobilių vairuojamųjų ratų schemas:

a-vairuojamieji ratai priekiniai; b-vairuojamieji ratai priekiniai ir galiniai (kartu su priekiniais pasukami priešinga kryptimi ir galiniai ratai); c-vairuojamieji ratai priekiniai ir galiniai (kartu su priekiniais pasukami ta pačia kryptimi ir galiniai ratai); d-trijų ašių automobilio vairuojamieji ratai priekiniai ir galiniai (galiniai pasukami priešinga kryptimi); e-keturių ašių automobilio vairuojamieji ratai dviejų priekinių ašių (pasukami ta pačia kryptimi); f-keturių ašių automobilio vairuojamieji ratai dviejų priekinių ir galinės ašių (visi priekiniai pasukami viena kryptimi, o galiniai – priešinga)

Pirmoji vairuojamųjų ratų schema labiausiai paplitusi, nes ji paprasčiausia, pigiausia ir tenkina masinių automobilių eksploatacijai keliamus reikalavimus.

Specialiems gatvių priežiūros automobiliams, kuriems reikalingas itin geras manevringumas, naudojamos b ir c schemas viename automobilyje. Šio tipo automobiliai yra labai manevringi, tačiau jų vairo sistemos yra labai brangios ir didžiausias automobilių greitis gerokai mažesnis už įprastinių. Miestams skirtuose autobusuose dažnai taikoma c ratų pasukimo schema. Ji leidžia autobusams gerai privažiuoti prie šaligatvio riboto ploto vietose.

Triašiai automobiliai, kurių vairuojami tik priekiniai ratai, o galiniai keturi nevairuojami, turi labai didelį posūkio spindulį, todėl staigiuose posūkiuose laužoma važiuoklė ir vairo sistema, galinių tiltų ratų sukimosi ašys nesusiker-ta su priekinių ratų sukimosi ašimis. Yra triašių automobilių, kurių priekiniai ir galiniai ratai yra vairuojami, o nevairuojami tik vidurinio tilto (72 pav., d). Šio tipo automobiliai, nors yra didelio gabarito, turi mažą apsisukimo spindulį, todėl ši vairavimo schema dažnai taikoma karinėje technikoje.

Keturašiai automobiliai daugiausiai gaminami dviejų vairo sistemos tipų:

- vairuojami keturi priekiniai ratai (72 pav., e);
- vairuojami keturi priekiniai ir du galiniai ratai, o trečios ašies ratai nevairuojami (72 pav., f).

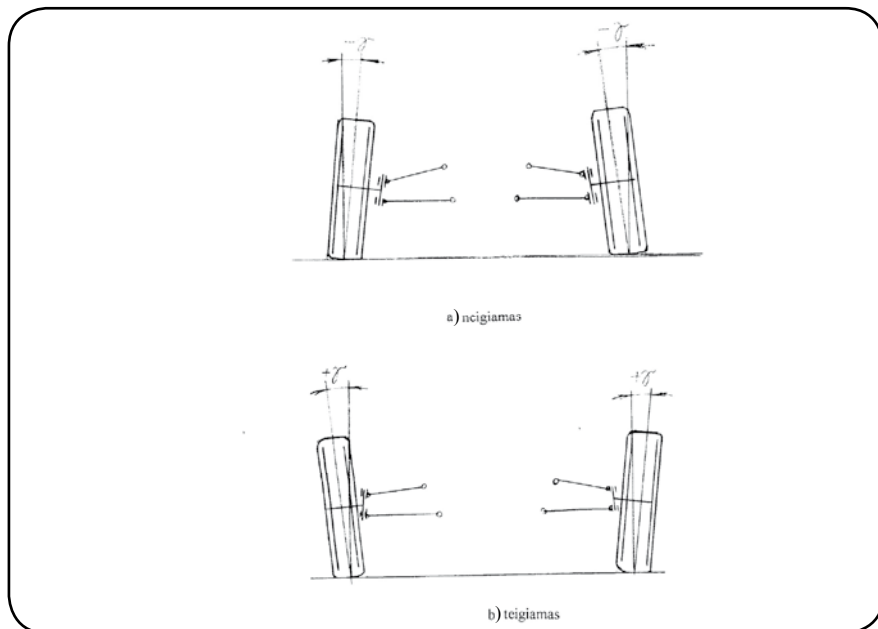
Automobiliai su priekiniais vairuojamaisiais ratais (e) turi tą patį trūkumą, kaip triašiai, kurių vairuojami du priekiniai ratai. Kelio vingiuose šiems automobiliams reikalingas didelis apsisukimo spindulys, todėl važiuojant galiniai ratai stumiami į išorę nuo sukimosi centro, o trečiojo tilto ratai stumiami į posūkio centrą. Tam bereikalingai sunaudojama dalis variklio galios, degalų ir laužoma važiuoklė.

Automobiliai su šešiais vairuojamaisiais ratais yra gana manevringi, tačiau jų valdymo sistema yra sudėtinga ir brangi.

#### **4.1.1. Vairuojamųjų ratų padėtis**

Vairuojamieji ratai turi užimti atitinkamą padėtį kėbulo atžvilgiu žiūrint į juos iš priekio ir iš viršaus. Ratų plokštumos nukrypimas nuo vertikalės (žiūrint iš priekio, kai automobilis stovi lygioje horizontalioje aikštelėje) yra vadinamas ratų išvirtimu (73 pav.). Jis gali būti teigiamas (73 pav., b), arba neigiamas (73 pav., a) ir priklauso nuo pakabos konstrukcijos. Pastaroji, deformuojantis pakabos tampriesiems elementams, užtikrina vienodą atstumą tarp kairiojo ir dešiniojo ratų kontakto su žeme

vietoje. Išvirtimas reglamentuojamas kampais  $\gamma$ . Teigiamas išvirtimas yra tada, kai rato viršus pasviręs nuo automobilio į išorę, o neigiamas – kai rato viršus pasviręs į vidų.

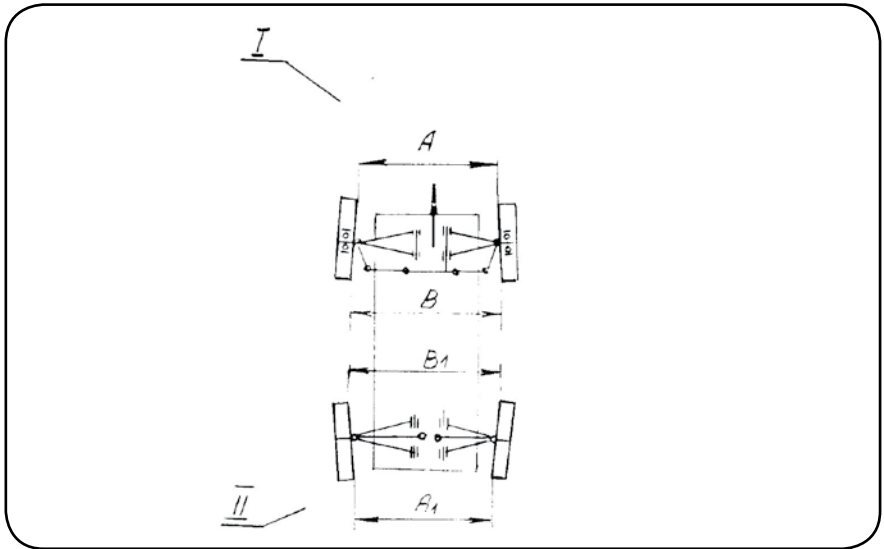


73 pav. Ratų išvirtimas

Ratų suvedimas yra ratų plokštumos nukrypimas nuo automobilio išilginės simetrijos ašies, žiūrint iš viršaus. Jis nusakomas atstumo skirtumu tarp ratų diskų priekinės ir galinės dalies (74 pav.).

Suvedimas gali būti teigiamas (I) ir neigiamas (II). Teigiamas suvedimas yra tada, kai atstumas A, kuris matuojamas tarp ratų diskų priekyje yra mažesnis už atstumą B tarp ratų diskų gale. Teigiamas suvedimas daromas varomiesiems, o neigiamas – varantiesiems ratams. Važiuojant automobiliui, kurio varomieji ratai turi teigiamą suvedimą, judesiui besipriešinančios jėgos juos stumia vieną nuo kito, įveržia lankstus, ratus pasuka į išorę ir ratų suvedimas pasidaro nulinis. Važiuojant automobiliui,

kurio varantieji ratai turi neigiamą suvedimą, varantieji ratai traukia (stumia) automobilį ir todėl automobilio pasipriešinimo jėga įveržia lankstus, o ratus pasuka į vidų. Taigi neigiamas varančiųjų ratų suvedimas važiuojant automobiliui tampa nulinis.

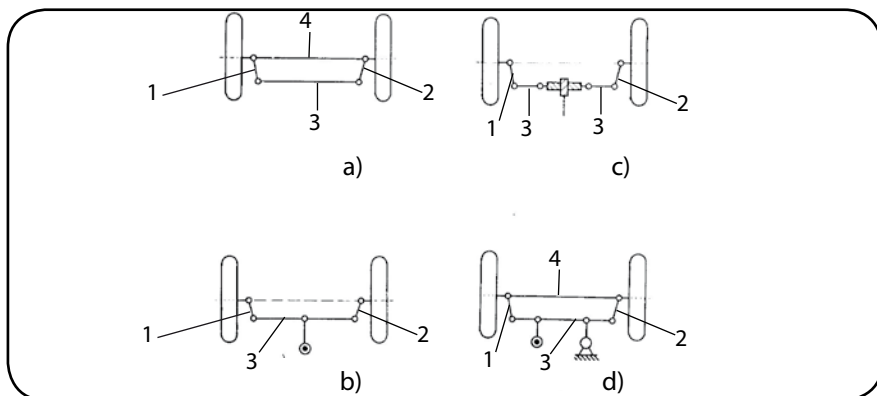


74 pav. Ratų suvedimo schema

Ratų išvirtimas ir suvedimas yra reguliuojami, kai automobilis stovi lygioje horizontalioje aikštelėje. Ratų išvirtimui reguliuoti yra įvairios konstrukcinės priemonės, o suvedimas reguliuojamas keičiant trapecijos trauklių ilgį. Dėl neteisingo ratų išvirtimo ar suvedimo padidėja padangų dilimas, sumažėja automobilio stovumas kelyje.

#### 4.1.2. Vairo trapecija

Vairo trapecija leidžia pasukti vairuojamuosius ratus kelio vingyje skirtingo dydžio kampais ir užtikrinti normalų ratų riedėjimą vingyje neslystant (75 pav.)



75 pav. Vairo trapecija

Ją sudaro kairiojo ir dešiniojo ratų posūkio svertai (1 ir 2), tarpusavyje sujungti viena arba keliomis skersinėmis trauklėmis 3. Trapecijos pagrindas – tilto sija 4, arba automobilio rėmas (kėbulas). Ratų posūkio svertai nėra lygiagretūs, o pasukti į vidų tam tikru vienodu kampu. Vairo trapecija su išsistine skersine traukle yra naudojama automobiliuose, kuriuose vairuojamųjų ratų pakaba priklausoma. Trapecijos šoninių trauklių ilgis turi atitikti nepriklausomos pakabos svertų ilgį, kad, ratams svyruojant vertikalia kryptimi, jie nesisukiotų apie ratų posūkio ašis.

## 4.2. Automobilių stabdymo sistemos

Eismo įvykiai iš esmės įvyksta todėl, kad neįmanoma automobiliu išlaikyti stabilioje dinaminėje būsenoje, saugiai nukreipti norimą trajektoriją arba sustabdyti vairuotojui norimu momentu tais atvejais, kai vairuotojas laiku nepastebi gresiančio pavojaus.

### 4.2.1. Stabdžių sistemos

Automobilių stabdžių sistema leidžia saugiai visiškai sustabdyti važiuojantį automobilį, sumažinti jo greitį arba išlaikyti stovintį automobilį stabi-

lioje padėtyje įvairiomis kelio sąlygomis. Nuo stabdymo kokybės ir efektyvumo labai priklauso automobilio važiavimo stovumas, jo dinaminės ir eksploatacinės savybės. Kuo kokybiškiau ir efektyviau įmanoma stabdyti greitai važiuojantį automobilį, tuo saugiau ir didesniu greičiu juo galima važiuoti.

Pagal tarptautinius standartus stabdžių sistema privalo turėti darbo, stovėjimo ir atsarginį stabdžius, o autobusai, kurių masė ne mažesnė kaip 5t, ir krovininiai automobiliai, kurių masė didesnė kaip 12 t, papildomai privalo turėti pagalbinį stabdį (stabdį lėtintuvą).

Pagal valdymo būdą stabdžiai būna mechaniniai, hidrauliniai, inerciniai, pneumatiniai, elektriniai ir kombinuoti.

Pagal stabdymo elementų (mechanizmų) konstrukciją stabdžiai yra būgniniai (trinkeliniai ir juostiniai) ir diskiniai.

Pagal stabdomą mazgą stabdžiai yra variklio, transmisijos ir rato.

Darbo stabdys skirtas važiuojančio automobilio stabdymui. Stovėjimo stabdys skirtas išlaikyti stovinčiam automobiliui, kad neriedėtų. Atsarginiu stabdžiu galima stabdyti važiuojantį automobilį, kai sugenda darbo stabdys. Jis mažiau efektyvus už darbo stabdį, todėl lengvuosiuose automobiliuose praktiškai nemontuojamas.

Pagalbinis stabdys skirtas važiavimo greičiui sumažinti arba neleisti jam didėti važiuojant nuo kalno ilgesnį kelio ruožą. Pagal tarptautinį standartą jis privalo užtikrinti automobilio greitį 30+-2 km/h, kai leidžiasi ne mažiau kaip 6 km nuo kalno, esant 7 proc. kelio nuolydžiui. Pagalbinio stabdžio funkcijas gali atlikti transmisijoje sumontuoti hidrauliniai arba elektriniai stabdžiai. Kai kuriuose automobiliuose stabdymui panaudojamas variklis, uždarančias dujų išleidžiamąjį vamzdį specialia sklende ir išjungiant degalų tiekimą.

Inercinis stabdis skirtas stabdyti lengvoms priekaboms, kai jos, veikiamos inercijos jėgų, pradeda stumti velkamą automobilį. Priekabos stabdymo jėga tiesiogiai priklauso nuo automobilio greičio lėtėjimo ir priekabos masės.

Kiekviena stabdžių sistema sudaryta iš valdymo pavaros (sistemos) ir stabdymo mechanizmų. Valdymo pavaros yra mechaninės, hidraulinės, pneumatinės, elektrinės ir kombinuotos.

Labiausiai paplitusios dvi darbo stabdžių sistemos: su hidrauliniu ir pneumatiniu valdymu. Visuose lengvuosiuose automobiliuose, mažuose autobusuose ir mažos masės krovininiuose automobiliuose yra darbo

stabdžiai su hidrauliniu valdymu, o dideliuose autobusuose, vidutinio ir didelio tonažo krovininiuose automobiliuose naudojamos pneumatinės stabdžių valdymo sistemos.

### **STABDŽIŲ SISTEMOS SU HIDRAULINIŲ VALDYMU**

Priklausomai nuo pagrindinio stabdžių cilindro konstrukcijos ir hidraulinio skysčio kanalų jungimo schemos šios sistemos gali būti vieno ir dviejų kontūrų. Dviejų kontūrų yra keturios sistemos: autonominė priekinių ir galinių stabdžių, autonominė įstrižainės, autonominė trikampio ir kombinuota. Vieno kontūro sistema yra paprasčiausia, tačiau turi didelį trūkumą, – pažeidus sistemos sandarumą bet kurioje jos vietoje, hidraulinis skystis išteka ir sistema neveikia. Todėl su šia sistema pastaruoju metu automobiliai negaminami.

Dviejų kontūrų sistema skiriasi nuo pirmosios tuo, kad pagrindinis stabdžių cilindras turi du stūmokliukus ir dvi viena nuo kitos stūmokliuku atskirtas cilindro dalis, kurių viena vamzdeliu sujungta su vienos grupės stabdžių mechanizmais, o kita – su kitos grupės.

Autonominėje priekinių ir galinių stabdžių sistemoje vienas kontūras valdo priekinių, o kitas – galinių ratų stabdžius. Tai universali sistema ir gali būti naudojama bet kokiuose automobiliuose.

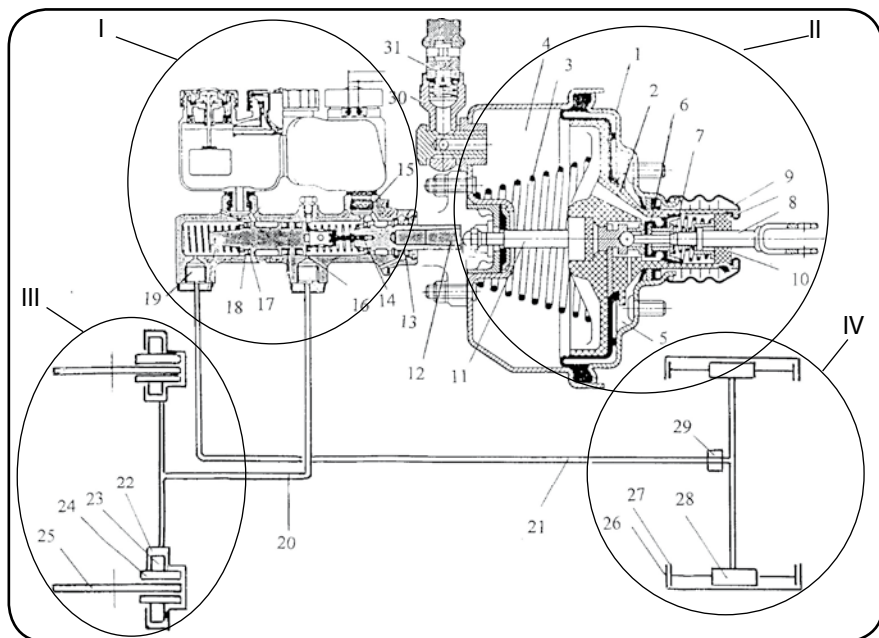
Autonominė įstrižainės sistema yra tokia, kurioje vienas kontūras valdo priekinio dešiniojo ir kairiojo galinio ratų, o kitas kontūras valdo priekinio kairiojo ir galinio dešiniojo ratų stabdžius. Šią sistemą galima naudoti tik automobiliuose, kuriuose priekinių ratų riedėjimo spindulys vingyje yra neigiamas. Priešingu atveju sugedus vienam kontūrai, stabdant automobilis būtų sukamas į šoną.

Autonominėje trikampio sistemoje vienas kontūras valdo abiejų priekinių ir dešiniojo galinio, o kitas kontūras valdo abiejų priekinių ir galinio kairiojo ratų stabdžius. Šioje sistemoje visų ratų stabdžių mechanizmai turi būti diskiniai, o priekinių stabdžių mechanizmuose turi būti po keturis cilindrus. Ši sistema yra efektyviausia net sugedus vienam bet kuriam kontūrai.

Kombinuotoje sistemoje vienas stabdžių kontūras valdo visų ratų, o kitas – tik priekinių ratų stabdžius. Šioje sistemoje priekiniai stabdžių mechanizmai turi būti su dviem didesnio ir dviem mažesnio skersmens cilindriukais, o galinių stabdžių mechanizmai turi būti būgniniai.



Autonominės priekinių ir galinių stabdžių sistemos su hidrauliniu valdymu schema paveiksluota 76 paveiksle.



**76 pav.** Darbinio stabdžio sistema su hidrauliniu valdymu ir hidrovakuuminis stiprintuvu

I-pagrindinis stabdžių cilindras, II-hidrovakuuminis stiprintuvus, III-priekinių ratų stabdžių mechanizmai, IV-galinių ratų stabdžių mechanizmai:

1-stiprintuvo korpusas, 2-diafragma, 3-spyruoklė, 4-vakuuminė kamera, 5-slėgio kamera, 6-vakuuminis vožtuvas, 7-slėgio reguliavimo vožtuvas, 8-strypas, 9-guminė apsauga, 10-oro filtras, 11-spaudimo strypas, 12-pagrindinio cilindro stūmiklis, 13-korpusas, 14-I sekcijos stūmoklis, 15-kiaurymė skysčiui grįžti į bakelį, 16-slėgio kiaurymė, 17-II sekcijos stūmoklis, 18-II sekcijos riebokšlis, 19-antros sekcijos slėgio kanalas, 20-slėginis vamzdelis skysčiui, tiekiamam į priekinių stabdžių mechanizmus, 21-slėginis vamzdelis skysčiui, tiekiamam į galinių stabdžių mechanizmus, 22-stabdžių cilindras, 23-stūmoklis, 24-stabdžių trinkelė, 25-stabdžių diskas, 26-stabdžių būgnas, 27-trinkelė, 28-darbinis cilindras, 29-galinių stabdžių stabdymo jėgos reguliatorius, 30-vakuuminė žarnelė, 31-vožtuvas

Stabdžių sistema sudaryta iš stabdžių pedalo, pagrindinio stabdžių cilindro su hidrovakuuminis stiprintuvu, didelio slėgio vamzdelių ir žar-

nelių, užpildytų hidrauliniu skysčiu, priekinių ir galinių ratų stabdžių mechanizmų, hidraulinio skysčio slėgio regulatoriaus, skirto galinių stabdžių mechanizmams.

Veikiant automobilio varikliui ir esant nenuspaustam stabdžio pedalui, vakuuminis stiprintuvo vožtuvas 6 yra atviras, o oro vožtuvas 7 – uždarytas. Tada vakuumas abiejose kameroje 4 ir 5 yra vienodas, o spyruoklės veikiama diafragma yra dešinėje pusėje. Spaudžiant stabdžių pedalą, pedalo strypas 8 uždaro vakuuminį, o atidaro oro vožtuvą. Per atvirą oro vožtuvą patenka atmosferos oro į kamerą 5 ir slėgis joje padidėja, kai kameroje 4 yra vakuumas. Susidarius slėgių skirtumui, diafragma spaudžiama į kairę ir padeda spausti pagrindinio cilindro stūmoklį. Pasislinkęs į priekį, stūmoklis uždaro skysčio grįžimo kanalą ir slegia skystį į priekinių stabdžių cilindrus 22. Cilindruose skystis stumia stūmokliukus 23, o pastarieji – trinkeles 24 prie diskų, prasideda priekinių ratų stabdymas. Pagrindiniame cilindre per skystį slėgis persiduoda antrajam stūmokliukui, kuris spaudžia skystį į galinių stabdžių cilindrus, o ten stūmokliukai, nugalėdami trinkelių spyruoklių pasipriešinimą, spaudžia trinkeles prie būgno. Kadangi galiniuose stabdžių mechanizmuose yra spyruoklės, juose stabdymas prasideda kiek vėliau nei priekiniuose stabdžiuose.

Kai pedalas nuspaustas ne iki galo ir laikomas vienodai, slėgių skirtumas kameroje 4 ir 5 dar truputį pastumia diafragmą ir oro vožtuvas užsidaro. Tuomet nusistovi diafragmą veikiančių jėgų pusiausvyra ir diafragma nejuda. Stabdymas vyksta nusistovėjusia jėga, o stiprintuvas išsijungia. Papildomai paspaudus pedalą, vėl atsidaro oro vožtuvas ir procesas kartojasi, stabdymo jėga padidėja. Atleidus stabdžių pedalą, oro vožtuvas užsidaro, o vakuuminis atsidaro. Abiejose kameroje susivienodina vakuumas, spyruoklė gražina diafragmą į dešinę padėtį, stabdymas nutrūksta, nes skysčio slėgis krinta, o stūmokliai, spyruoklių veikiami, grįžta į pradinę padėtį.

### **STABDŽIŲ SISTEMOS SU PNEUMATINIŲ VALDYMU**

Stabdžių sistemos su pneumatiniu valdymu naudojamos vidutiniuose ir dideliuose autobusuose, didesnės kaip 5t kėlimo galios krovininiuose automobiliuose. Anksčiau buvo gaminami automobiliai su vieno arba

dviejų kontūrų pneumatinio valdymo stabdžių sistemomis. Šiuo metu gaminamų galingų krovininių automobilių ir autobusų pneumatinė stabdžių valdymo sistema pagal SNO EEK direktyvą Nr.13 privalo turėti keletą autonominių valdymo kontūrų (ne mažiau kaip tris). Stabdant automobilį bet kuriuo valdymo kontūru atskirai arba jiems veikiant bet koku deriniu, privalo įsijungti priekabos stabdymas. Visuose vilkikuose ir priekabose yra įrengiami spyruokliniai energijos akumulatoriai, kurie automatiškai įsijungia ir stabdo ratus, kai slėgis sistemoje sumažėja iki nustatytos mažiausios ribos. Energijos akumulatoriai atjungiami padidėjus oro slėgiui valdymo kontūre arba mechaniškai – priverstinai.

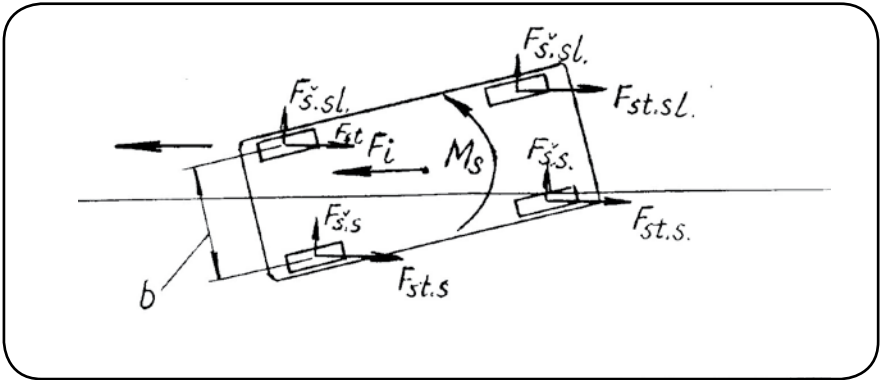
Šiuolaikinių vilkikų stabdžių valdymo sistema yra pritaikyta darbui su bet kokia priekaba, todėl ji gana sudėtinga ir dažnai turi net penkis valdymo kontūrus.

Šioje sistemoje yra bendra suslėgto oro tiekimo įranga ir penki automatiški valdymo kontūrai. Bendrą oro tiekimo įrangą sudaro oro kompresorius, slėgio reguliatorius, kondensato užšalimo saugiklis, kondensacinis balionas, dvigubas ir trigubas apsauginiai vožtuvai. Apsauginiai vožtuvai nukreipia suslėgtą orą atitinkamiems kontūrams ir nutraukia oro tiekimą į kontūrus, kai jie yra netvarkingi.

I kontūras valdo vilkiko priekinius darbo ir visus priekabos darbo stabdžių mechanizmus. II kontūras valdo vilkiko tarpinio, galinio tilto ir visus priekabos darbo stabdžių mechanizmus. III kontūras valdo vilkiko stovėjimo ir priekabos darbo stabdžių mechanizmus. IV kontūras valdo vilkiko pagalbinus stabdžius ir tiekia orą kitiems slėgiu valdomiems vilkiko mechanizmams. V kontūras skirtas atleisti spyruokliniams energijos akumulatoriams, kai slėgis stabdžių valdymo sistemoje yra normalus.

### **Automobilio stabdymo efektyvumas**

Automobilio stabdymo efektyvumas priklauso ne tik nuo stabdžių sistemos, jos konstrukcijos, jų techninės būklės, bet ir nuo kelio sąlygų. Pavojingiausia stabdyti važiuojant nevienodo kelio sąlygomis, pvz., kai vienos pusės automobilio ratai rieda sausu keliu, turėdami gerą sukibimą su kelio danga, o kitos pusės rieda šlapiu keliu, snieguota danga arba ledu. Jėgų, veikiančių automobilį stabdant nepalankiomis kelio sąlygomis, pasiskirstymas pavaizduotas 77 paveiksle.



**77 pav.** Automobilį veikiančios jėgos, kai stabdoma nevienodo ratų sukibimo su kelio paviršiumi sąlygomis:

$F_{st.sa}$  -stabdymo jėga sausame kelyje;  $F_{st.sl}$ -stabdymo jėga slidžiame kelyje;  $F_{st.s}^v$ -šoninė jėga sausame kelyje;  $F_{st.sl}^v$ -šoninė jėga slidžiame kelyje;  $F_i$ -automobilio inercijos jėga

Stabdant automobilį, kai jo ratai rieda nevienodomis kelio sąlygomis (sukibimo su kelio paviršiumi), atsiranda jėgų momentas, kuris suka automobilį apie vertikaliąją jo ašį.

$$M_s = (F_{st.sa} - F_{st.sl}) b/2;$$

čia  $b$  – automobilio vėžės plotis.

Stabdymo momento pradžioje stabdymo jėga slidžiame ir sausame kelyje būna apytikriai vienoda. Ji staiga pradeda mažėti slidžiame kelyje, kai ratas pradeda slysti, o mažiausią reikšmę pasiekia ratui slystant. Dėl to, kai automobilis stabdomas nevienodo ratų sukibimo su kelio paviršiumi sąlygomis, automobilį veikia sukamasis momentas, kurio dydis priklauso nuo ratų sukibimo su kelio paviršiumi jėgų skirtumo.

Sukamasis momentas gali pradėti veikti automobilį ne tik stabdant, bet ir greitėjant slidžiame kelyje. Išvengti šoninio automobilio slydimo ir su tuo susijusių kitų neigiamų padarinių važiuojant slidžiu keliu arba kitomis nevienodo ratų sukibimo su kelio paviršiumi sąlygomis padeda stabdžių antiblokavimo ir automobilio traukos kontrolės sistemos (ABS ir TKS).

Važiuojant didesniu greičiu ir staiga pasikeitus kelio dangos sukibimo koeficientui, dėl įvairių priežasčių (vairuotojo netikslių veiksmų, vėjo gūsių ir kt.), automobilis gali prarasti stovumą. Kad būtų galima išvengti nereikalingų automobilio judesio trajektorijos pokyčių pablogėjus kelio sąlygoms, yra sukurta automobilio dinamikos valdymo sistema (DVS). Ši sistema gali pristabdyti vieną ar kelis automobilio ratus arba net sumažinti kai kuriais atvejais automobilio važiavimo greitį, sumažinant tiekiamą į variklį degalų kiekį. Šiomis priemonėmis padidinamas automobilio stovumas.

Vairuotojai turi įsisąmoninti, kad automatinės kontrolės ir valdymo sistemos gali tik palengvinti vairuotojo darbą, padidinti eismo saugumą, tačiau vairuotojas buvo, yra ir liks pagrindinis eismo saugumo garantas ir jokia sistema dar nepajėgi jo pakeisti.

### **STABDŽIŲ ANTIBLOKAVIMO SISTEMA**

Stabdžių antiblokavimo sistemos pirmiausiai buvo panaudotos lėktuvų važiuoklėms, o nuo 1969 m. pradėtos naudoti automobiliuose. Jungtinių Tautų ir Europos Ekonominės Komisijos direktyva Nr. 71/320 nuo 1991 m. spalio 1 d. įpareigojo automobilių gamintojus įrengti ABS sistemas:

sunkvežimiuose, kurių bendroji masė viršija 16 t;

užmiesčio autobusuose, kurių bendroji masė viršija 12 t;

priekabose ir puspriekabėse, kurių bendroji masė viršija 10 t.

Kitose transporto priemonėse ABS įrengiamos automobilių gamybos firmos iniciatyva arba pirkėjo pageidavimu.

Pagal valdymo principą stabdžių ABS galima suskirstyti į šias grupes: individualus kiekvieno rato stabdžių valdymas (visi ratai valdomi atskirai);

grupėmis, kai vienoje grupėje valdomi priekiniai ratai, o kitoje grupėje – galiniai;

mišrus, kai priekiniai ratai valdomi atskirai, o galiniai kartu;

įstrižainės principu.

Individualaus kiekvieno rato stabdžių valdymo sistemoje kiekvienam ratui įtaisytas kampinio greičio jutiklis ir vykdymo mechanizmas – modulatorius (slėgio reguliatorius). Ši sistema efektyviausiai stabdo, nes geriausiai išnaudoja ratų sukibimą su keliu.

Mišraus valdymo atveju greičio jutikliai ir modulatoriai yra kiekvienam priekiniam ratui, o abiem galiniams yra vienas arba du jutikliai ir vienas modulatorius. Galiniai stabdžiai valdomi pagal geriausiai sukibusį ratą su keliu arba pagal blogiausią sukibimą. Pirmuoju atveju stabdymas efektyvesnis, tačiau galimas automobilio šoninis slydimas. Antruoju atveju stabdymas mažiau efektyvus, tačiau automobilio stovumas geresnis.

Grupinio valdymo atveju kiekvienas priekinis ratas turi kampinio greičio jutiklį ir bendrą moduliatorių, o galiniai ratai turi tik vieną jutiklį ir vieną moduliatorių. Visi stabdžiai valdomi pagal blogiausiai arba geriausiai sukibusį ratą su keliu. Ši sistema neužtikrina efektyviausio stabdymo ir stabilumo.

Įstrižinės valdomu principu jutikliai yra tik priekiniuose ratuose ir po vieną moduliatorių kiekvienoje įstrižainėje. Slėgis įstrižainių kontūruose reguliuojamas pagal priekinių ratų dinamiką.

Bandymais nustatyta, kad ratų sukibimo koeficientas išilgine kryptimi didėja ratams pradėjus slysti, o toliau slystant jis mažėja. Tačiau ratų sukibimo koeficientas skersine kryptimi mažėja nuo pat slydimo pradžios. Ratų slydimo dydis, kai sukibimo koeficientas pasiekia didžiausią reikšmę, vadinamas kritiniu.

Antiblokavimo sistemą sudaro: jutikliai, elektroninis stabdžių valdymo blokas ir vykdymo mechanizmai.

Jutikliai skaičiuoja kiekvieno rato sukimosi greitį, automobilio lėtėjimą, slėgį stabdymo sistemos kiekviename kontūre ir teikia šią informaciją elektroniniam stabdžių valdymo blokui. Gavęs iš jutiklių informaciją, šis ją apdoroja ir siunčia komandinius signalus stabdymo mechanizmams. Stabdymo mechanizmai pagal komandinį signalą sumažina, palaiko pastovų arba padidina slėgį konkrečiame stabdymo mechanizme. Efektyviausiai veikia ta sistema, kurioje kiekvieno rato stabdžių mechanizmas valdomas atskirai. Darbo kokybė priklauso nuo sistemos darbo spartos, kitaip tariant, nuo to, koks signalų kiekis susidaro ir kiek komandų duodama per laiko vienetą, pvz., per sekundę.

### **ABS veikimas**

Stabdymo procesas vyksta maždaug tokiu algoritmu: stipriau paspaudus stabdžių pedalą, stabdymo sistemoje padidėja hidraulinio skysčio arba oro slėgis, dėl kurio įsijungia ABS sistema. Tuomet ratų sukimo-

si greičio jutikliai pradeda skaičiuoti ratų sukimosi kampinį greitį ir tam tikru dažniu siunčia signalus elektroniniam valdymo blokui. Šis blokas, gaudamas visų ratų sukimosi ir automobilio važiavimo greičio signalus, juos sulygina ir, nustatęs didžiausią rato greičio lėtėjimą, sulygina su programos leidžiamu greičio pokyčiu. Kai rato lėtėjimas artėja prie leistinos ribos, elektroninis valdymo blokas siunčia signalą vykdymo mechanizmui, kad būtų sumažintas slėgis tame stabdžių mechanizme. Jei toliau rato sukimosi kampinis greitis nemažėja arba mažėja leistinose ribose, valdymo blokas vykdymo mechanizmui signalų nesiunčia. Kai ratų kampinis greitis didėja, tada valdymo blokas vėl siunčia signalą slėgio valdymo mechanizmui ir šis atidaro slėginį vožtuvą, per kurį hidraulinio skysčio (arba suslėgto oro) slėgis stabdžių mechanizme padidėja.

Stabdžių sistemos ABS neleidžia praslysti ratams tada, kai vairuotojas, įvertinęs kelio sąlygas, savo veiksmais nepažeidžia automobilio saugaus eismo parametrų. Tačiau jei vairuotojas važiuos dideliu greičiu ir, esant slidžiai kelio dangai, staiga pasuks vairą netinkamai stabdydamas arba kitais veiksmais išprovokuos automobilio skersinį slydimą, tada jokia saugos sistema nepadės.

## 5. Automobilių priežiūra

Transporto priežiūra – tai kompleksas priemonių, kuriomis siekiama išlaikyti pagal paskirtį naudojamos, laikomos arba gabenamos transporto priemonės darbingumą, prekinę išvaizdą. Ji apima technines priežiūras, transportavimą, saugojimą ir šių darbų planavimą. Techninė priežiūra apima visus darbus, susietus su transporto plovimu, valymu, apžiūra. Apžiūrint nustatomas kitų darbų (reguliavimo, tvirtinimo detalių veržimo, tepimo) ir darbų, kurie numatyti gamyklos gamintojos arba eksploatuojančios įmonės instrukcijomis, atlikimo poreikis.

### MAŠINŲ DARBINGUMO KITIMAS

Šių dienų transporto priemonės – tai visų mokslo ir technikos sričių, pažangiausių technologijų, žmogaus proto kūrinys. Kuriant, gaminant ir eksploatuojant susiduriama su naujausiais mokslo ir technikos pasiekimais, iš vienos pusės, ir su gamybos bei eksploatacijos išlaidomis – iš kitos. Mašinų konstruktoriai, gamybos technologai ieško efektyvesnių rūšių kuro ir energijos panaudojimo galimybių automobilių jėgainėse.

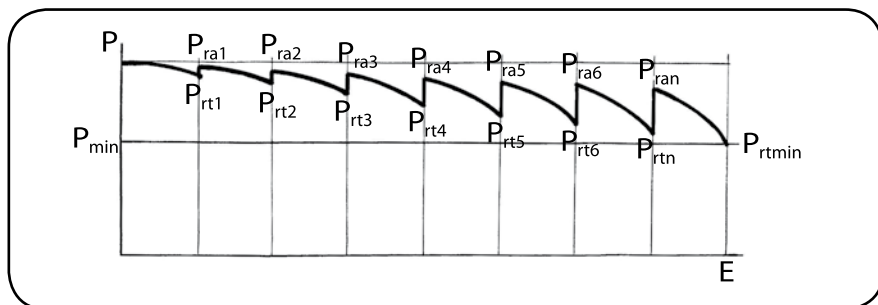
Šiuolaikinės transporto priemonės gaminamos taikant pirmaujančias technologijas, kurios leidžia užtikrinti detalių matmenų tikslumą, jų paviršių glotnumą, geometrinės formos tikslumą. Gamyboje naudojamos medžiagos ir technologijos leidžia pasiekti reikalingą detalių paviršių kietumą, atsparumą dilimui, korozijai, cheminių medžiagų ir temperatūrų poveikiui. Tačiau eksploatuojant bet kurias transporto priemones, mechanizmus, jų detalių paviršius veikia didelės jėgos, aukštos temperatūros, įvairūs cheminiai procesai, agresyvi išorės aplinka. Dėl to neišvengiamai dėviasi mechanizmų, prietaisų, sistemų atskiros detalės, kinematinės poros ir grandinės, kinta detalių paviršių geometrinė forma, matmenys, glotnumas, blogėja tepimo sąlygos, vyksta korozija. Didžiausią įtaką detalių paviršių dilimui turi trintis. Mechanizmų kinematinėse porose, grandinėse padidėja tarpeliai, taigi labiau dyla detalių paviršius dėl padidėjusių papildomų apkrovų ir pablogėjusių tepimo sąlygų. Mechanizmų darbas darosi triukšmingas, kyla vibracija, o kartais jaučiami net aiškiai išreikšti smūgiai. Kai tarpeliai kinematinėse porose viršija leistinus, mechanizmų



darbas gali sutrikti, o detalės – deformuotis arba lūžti. Tolesnė transporto eksploatacija tampa neleistina arba net neįmanoma. Iš to išplaukia, kad eksploatuojant transporto priemones neišvengiamai mažėja jų patikimumas, todėl būtina priežiūra.

## PAGRINDINĖS SĄVOKOS

**Patikimumas** – objekto savybė tam tikrą laiką vykdyti savo funkcijas ir išlaikyti eksploatacinių rodiklių leistinąsias reikšmes. Tikimybių teorijos pagrindu projektuojant (konstruojant) transporto priemones apskaičiuojamas teorinis patikimumo rodiklis, o eksploatacijos metu nustatomas patikslintas patikimumo rodiklis. Nustatant patikimumą, sudaroma transporto priemonės eksploatacinio patikimumo charakteristika. Kitaip tariant, nustatomi eksploataciniai atskirų mazgų, kinematinųjų grandinių, prietaisų, sistemų ribiniai parametrai ir jų kitimo priklausomumas nuo eksploataavimo sąlygų ir trukmės. Ji gali būti nustatoma transporto darbo valandomis arba pravažiuota rida tūkstančiais kilometrų.



**78 pav.** Patikimumo rodiklio kitimas eksploatuojant automobilį  
P-patikimumo rodiklis; E-eksploatacijos rida

78 paveiksle pavaizduotas patikimumo rodiklio kitimas eksploatuojant transporto priemones ir atliekant jų techninę priežiūrą (remontus). Iš paveikslėlio matyti, kad, sumažėjus patikimumo rodikliui iki racionalaus tarpinio technologinio rodiklio  $P_{rt1}$ , kuris yra gerokai didesnis už  $P_{\min}$ , jis yra atkuriamas iki racionalaus pirminio  $P_{ra1}$ , kuris yra truputį mažesnis už pra-

dinį  $P$ . Patikimumo rodikliui ir techninei būklei palaikyti kiekvienai transporto priemonių markiui arba grupei yra sukuriama techninių priežiūrų ir remontų sistema. Kai  $P_{rtmin}$  tampa lygus  $P_{min}$  – automobilis nurašomas.

**Negendamumas** – automobilio savybė dirbti tam tikrą laiką ar nuvažiuoti atitinkamą atstumą be gedimų arba priverstinių sustojimų. Negendamumo rodiklis gali būti eksploatacijos periodas tarp techninių priežiūrų. Kuo ilgesnis šis periodas, tuo automobilis mažiau genda ir yra patikimesnis.

**Tinkamumas remontui** – automobilio, jo mazgų, mechanizmų, sistemų savybė iš anksto įspėti apie artėjantį gedimo pavojų, galimybė lengvai nustatyti gedimą, greitai, lengvai ir pigiai pakeisti susidėvėjusias detales ir atkurti automobilio darbingumą.

**Ilgaamžiškumas** – savybė kuo ilgiau išlaikyti darbingumą su numatytomis techninei priežiūrai pertraukomis. Ilgaamžiškumo riba pasiekiamą tada, kai automobilio darbas darosi nebepatikimas ir grąžinti jo darbo patikimumą ekonomiškai neapsimoka. Ilgaamžiškumo rodiklis yra automobilio darbo resursai (ridos kilometrais arba darbo valandomis).

**Darbo resursas** – automobilio rida arba darbo valandos, kurias viršijęs automobilis nėra tinkamas naudoti techniniu požiūriu, o jo remontas – neracionalus ekonominiu. Taip įvertintas jis turi būti nurašytas.

**Techninė priežiūra** – toks technologinis procesas, kurio metu automobilis nuplaunamas, nuvalomas, atliekami reguliavimo, tepimo, tvirtinimo, kiti darbai, skirti optimaliems arba jiems artimiems funkciniais, geometriniais, konstrukciniais arba automobilio ir jo sistemų darbo kontroliniams parametrų atkurti, detalių dilimui sumažinti, estetiniam vaizdui atgauti, kėbulo dekoratyviesiems paviršiams apsaugoti. Visus minėtus darbus gamykla gamintoja numachiusi atlikti šio technologinio proceso metu. Techninė priežiūra užtikrina automobilių eksploatacijos patikimumą, ilgaamžiškumą ir darbo resursus. Priežiūrų metu gali būti keičiamos detalės ar jų junginiai, jei tai numatyta automobilio eksploatacijos instrukcijoje. Pavyzdžiui, keičiami alyvos ar oro valymo filtrai arba tik valymo elementai, žvakės, purkštukai, dirželiai, stabdžių trinkelės, lempos, žibintai, starterio ar generatoriaus šepetėliai, aukštosios įtampos laidai ir kt.

**Remontas** – toks technologinis procesas, kurio metu detalės keičiamos išardant mazgą, prietaisą, sistemą arba remontuojamos. Pavyzdžiui,

keičiamas pavarų dėžės, pagrindinės pavaros arba Kardano pavaros guolis, keičiamas pažeistas variklio galvutės tarpiklis. Remontas gali būti detalių, mazgų, jų junginių, sistemų. Remontuojant detalę, atstatoma geometrinė forma, nominalūs pradiniai arba remontiniai matmenys, atkuriamas tikslumas, švarumas, paviršiaus kietumas, dekoratyvumas. Pavyzdžiui, šlifuojami alkūninio veleno guolių kakliukai tam, kad būtų atkurta jų cilindrinio paviršiaus geometrija, grąžintas tikslumas ir remontinis nominalus matmuo neviršytų tolerancijos. Detalės gali būti remontuojamos konkrečiam mazgui arba remontiniams komplektams. Suremontuota arba nauja detalė, surinkta į mazgą, atkuria automobilio darbingumą, funkcinis parametrus leistinose ribose, prekinį vaizdą, eksploatacijos patikimumą. Pavyzdžiui, pritrintas vožtuvas su vožtuvo lizdu užtikrina kanalo sandarumą, o tai pagerina cilindro kompresiją. Mazgai taip pat gali būti remontuojami konkrečiam automobiliui arba remontiniam komplektui. Detalės arba mazgai, kurių remontas yra techniškai, technologiškai ir ekonomiškai pagrįstas, turi būti naudojami remontiniams komplektams sudaryti – sugedusiems automobilio mazgams keisti.

**Dilimas** – toks reiškinys, kai veikiant trinties arba elektros iškvosos jėgoms sunaikinamas tarpusavyje dinamiškai sąveikaujančių detalių tam tikro storio paviršiaus sluoksnis. Detalių dilimo intensyvumas priklauso nuo patiriamų apkrovų dydžio, pobūdžio, darbo aplinkos, besitrinančių paviršių tepimo sąlygų.

**Trintis** – tai priešinimasis dviejų viena prie kitos spaudžiamų detalių paviršių tarpusavio poslinkiams kontaktinio paviršiaus kryptimi. Trinties jėgos dydis priklauso nuo kūnus veikiančių jėgų, medžiagų mechaninių savybių, detalių paviršių kietumo, apdirbimo glotnumo ir tepimo sąlygų.

### **EKSPLOATAVIMO SĄLYGŲ ĮTAKA TRANSPORTO TECHNINĖS BŪKLĖS KITIMUI**

Automobilių techniniai parametrai, atskirų mechanizmų atliekamos funkcijos ir jų kitimas pirmiausia priklauso nuo konstrukcijos, naudojamų medžiagų kokybės, gamybos technologijų ir eksploataavimo sąlygų. Automobilių vartotojai turi įtakos automobilių techninės būsenos kitimui. Eksploataavimo sąlygos gali būti įvairios: sausas ir karštas žemyninis klimatas, drėgnas ir šiltas – tropinis ir šaltas – arktinis.

Automobilių variklių detalės dyla intensyviau, kai užvedamas šaltas variklis, kai ilgą laiką variklis dirba esant jo temperatūrai gerokai didesnei arba gerokai mažesnei už optimalią darbo temperatūrą, važiuojant sausu dulkėtu oru, didelių apkrovų sąlygomis. Kai oro temperatūra 40 – 45C<sup>0</sup>, variklio galingumas sumažėja 10 – 15 proc., sumažėja aušinimo sistemos darbo efektyvumas (aušinimo skysčio temperatūra gali pakilti iki 110 – 120C<sup>0</sup>), gali susidaryti suodžiai degimo kameroje ir ant vožtuvų. Padidėjus detalių temperatūrai gali atsirasti variklio darbe detonacijos reiškinių, gerokai intensyvėja detalių dilimas arba net pasitaiko lūžių. Dirbant perkaitusiam varikliui, sumažėja alyvos klampa, jos slėgis sistemoje, susidaro alyvos oksidai. Padidėjus aušinimo skysčio temperatūrai, keičiasi jo sudėtis, kokybė ir padidėja garavimas. Aukšta temperatūra variklio sekcijoje neigiamai veikia elektros instaliacijos izoliaciją, padidėja gaisro pavojus. Didėjant temperatūrai uždaroje tepimo sistemoje labai svarbu, kad jose būtų tvarkingi alsuokliai, kitaip padidėjęs sistemoje slėgis gali pažeisti sandarinimo elementus. Aukšta aplinkos temperatūra neigiamai veikia automobilių padangas, pneumatinių stabdžių kameras, kitas gumines ir plastmasines detales. Padangose savaime didėja oro slėgis, todėl dažniau reikia jį tikrinti ir reguliuoti.

Sauso šilto oro sąlygomis padidėja dulkių koncentracija aplinkoje. Dulkės, su oro srautu siurbiamos į oro filtrus, juos užkemša ir per įsiurbimo kanalus patenka į cilindrus, kuriuose veikia kaip abrazyvinė medžiaga – didina cilindrų, stūmoklių, žiedų ir net alkūninio veleno slydimo guolių dilimą.

Užvedant šaltą variklį ant cilindrų sienelių ir ant stūmoklių alyvos sluoksnis būna nepakankamas, kad šių detalių besitrinantys paviršiai būtų tepami patenkinamai. Įsiurbto į cilindrus degiojo mišinio arba įpurkštų degalų dalis kondensuojasi ant šaltų cilindrų sienelių ir nuplauna alyvos likučius. Tuomet tarp cilindrų sienelių ir stūmoklių atsiranda pusiau sausa trintis. Kad tarp besitrinančių paviršių susidarytų reikiamas alyvos sluoksnis, turi ne tik patekti pakankamas alyvos kiekis, bet ir pati alyva, cilindrai ir stūmokliai turi įkaisti iki tokios temperatūros, kuriai esant susidarytų alyvos rūkas variklio karteryje ir kitose variklio tepimo sistemos ertmėse. Šiam procesui reikalingas gana ilgas laiko tarpas. Todėl kiekvienas šalto variklio užvedimas ir ilgas įšilimas labai neigiamai atsiliepia variklio cilindrų, stūmoklio žiedų ir stūmoklių dilimui.

Dažnai užvedant šaltą variklį ir važinėjant trumpais atstumais, kai variklis nespėja net kaip reikiant įkaisti, daroma didelė žala ir variklio alyvos kokybei. Staiga kintant variklio detalių temperatūrai, karteryje kaupiasi vandens kondensatas, kuris, nespėjęs išgaruoti, gali susimaišyti su alyva ir patekti į alkūninio veleno guolius, ant cilindrų sienelių, ir sukelti pastarųjų koroziją.

Dažnai užvedant šaltą variklį, starteris kiekvieną kartą sunaudoja gerokai daugiau akumulatoriaus energijos, o per trumpą važiavimo laiką generatorius nespėja iki galo įkrauti akumuliatorių baterijos. Po kurio laiko akumuliatorių baterija nusilpsta ir ją būtina vėl įkrauti. Eksploatuojant ne iki galo įkrautą akumuliatorių bateriją, akumuliatorių plokštelės oksiduojasi (vyksta sulfatacijos procesas), todėl vėliau baterijos imlumas sumažėja ir darosi nebeįmanoma įkrauti jos iki galo.

Būtina žinoti tai, kad, mažėjant akumuliatorių baterijos elektrolito temperatūrai, mažėja jo tankis ir baterijos galingumas. Teisingai eksploatuojant bateriją, prieš užvedant šaltą variklį šaltu metų laiku tikslinga bent dešimčiai minučių prijungti akumuliatorių bateriją prie įkrovimo šaltinio. Per tą laiką elektrolito temperatūra ir tankis padidėja, o variklio užvedimas nesudaro problemų. Kai nėra galimybės prijungti bateriją prie išorinio srovės šaltinio, rekomenduojama prieš įjungiant starterį bent penkioms minutėms įjungti gabaritinčius žibintus. Nedidelis srovės poreikavimas iš baterijos padidina elektrolito temperatūrą, jo tankį ir todėl lengviau užvesti variklį. Prieš užvedant slėginio uždegimo variklius, kuriuose yra kaitinimo žvakės, jas reikia įjungti 20–30 sekundžių laikotarpiui. Įpurkštas dyzelinas, patekęs ant karštos žvakės siūlelio, greitai įsiliepsnoja ir variklis užvedamas nesunkiai.

Automobilio variklio, transmisijos ir važiuoklės darbo patikimumui ir ilgaamžiškumui didžiulę įtaką turi kelio sąlygos ir vairuotojo važiavimo maniera.

Ekonomiškiausia, efektyviausia ir patikimiausia eksploatuoti automobilius gerai užmiesčio keliais, turinčiais kietą, kokybišką asfaltą, asfaltbetonio ar betoninę dangą, važiuojant su mažiausiu stotelių skaičiumi, kiek galima pastovesniu greičiu aukščiausia pavara, kai variklis dirba sunkiais, kuriems esant jo sukimo momentas yra maksimalus. Tokie keliai turi mažiausią pasipriešinimą riedėjimui, lygi kelių danga užtikrina normalų

pakabos ir vairo mechanizmų darbą: mažiau dyla padangos, ilgiau tarnauja amortizatoriai, oro pagalvės, spyruoklės, lingės, vairo mechanizmo trapecijos trauklės, svertai, jų lankstai, hidraulinio stiprintuvo cilindras. Važiuojant aukščiausia pavana, kai variklio sukimo momentas didžiausias, mažiausiai sunaudojama degalų, mažiausios visų mechanizmų apkrovos ir mažiausias detalių dilimas. Šie įrenginiai ir mazgai didžiausias apkrovas patiria automobilio greitėjimo metu, o stabdžių mechanizmai ir padangos papildomai apkraunami stabdant automobilį. Priklausomai nuo automobilio pagreičio degalų sąnaudos padidėja nuo trijų iki dešimt kartų lyginant su degalų sąnaudomis kai važiuojama pastoviu atitinkamos reikšmės greičiu. Staiga didinant greitį, labai greitai dyla alkūninio skriejiko mechanizmo detalės, sankabos diskai, pavarų dėžės krumpliaraičiai, Kardano pavarų lankstai, pagrindinės pavaros krumpliaraičiai ir padangų protektoriai, kartais nusukami net varančiųjų ratų pusašiai. Staiga perjungiant pavaras, per daug dėvėsi pavarų dėžių sinchronizatoriai. Staiga stabdyti automobilį ne tik neekonomiška dėl detalių didesnio dilimo, didesnių degalų sąnaudų, bet ir dėl to, kad tai daryti yra labai nesaugu – didėja galimybė atsitrenkti į priekyje važiuojančią transporto priemonę arba pėsčiąjį ir tikimybė, kad atsitrenks iš paskos važiuojantis transportas.

Važinėjant sausais žvyro dangos keliais, labai kenkiama ne tik važioklei dėl kelio nelygumų, bet ir varikliui, nes didelis kelio dulkių kiekis patenka su įsiurbiamu oru į variklio vidų. Kelio dulkės, kurių 65–85 proc. sudaro dulkės su silicio oksidais, yra kietesnės už kai kurias variklio detalių medžiagas, todėl intensyviai ardo tų detalių besitrinančius paviršius.

## 6. Transporto priemonių techninių priežiūrų ir remontų sistema

Transporto priemonių techninių priežiūrų ir remontų sistema – tai techninių priežiūrų ir remontų sąrašas, kuriame tam tikrais nustatytais terminais numatyta atlikti kontrolės, reguliavimo, alyvos, kitų eksploatacinių skysčių ar detalių keitimo darbus. Gamykla gamintoja jį sudaro kiekvienai transporto priemonių marki ar modeliui.

Ši sistema skirta transporto priemonių techninei būklei tikrinti, pastebėtiems trūkumams šalinti, prižiūrėti, kad funkcionuojančios transporto priemonės būtų techniškai tvarkingos ir patikimos. Ji padeda mažinti eksploatacijos išlaidas, pailginti jų darbo laikotarpį, užtikrina, kad iki kitos techninės priežiūros transporto priemonė tarnaus patikimai.

Ilgalaikiais transporto priemonių tyrimais nustatyta, kad įvairūs automobilių mazgai, prietaisai, mechanizmai, sistemos eksploatacijos metu dėvisi nevienodai, todėl vieni iš jų tarnauja ilgesnį laiką ir patikimiau, o kiti greičiau praranda darbingumą. Dėl to vienus mazgus ar prietaisus reikia tikrinti, reguliuoti, keisti anksčiau, o kitus rečiau. Kita vertus, saugios eksploatacijos požiūriu automobilio valdymo, kontrolės, signalizacijos sistemų ir įrenginių veikimą reikia stebėti nuolat, pvz., alyvos slėgį variklio karteryje, variklio aušinimo skysčio temperatūrą, stabdžių, vairo mechanizmo ir tų sistemų darbą.

Pagal techninių priežiūrų atlikimo dažnį jos būna:

- kasdieninės (pamaininės);
- periodinės eilinės;
- periodinės sezoninės;
- nenumatytos atsitiktinės.

Kasdieninės (pamaininės) TP atliekamos kiekvieną dieną (darbo pamainą) prieš išvažiuojant vairuotojui į reisą (keičiantis darbo pamainai) nepriklausomai nuo pravažiuotos automobilio ridos ir automobilio būklės.

Periodinės eilinės TP atliekamos visiems automobiliams, nuvažiuavusiems gamyklos gamintojos nustatytą ridą ir nepriklauso nuo automobilio techninės būklės ir laiko tarp TP. Atsižvelgiant į automobilio modelį nustatyta rida tarp periodinių TP gali būti nuo 5000 km iki 50000 km. Ši

rida gali būti koreguojama automobilio kompiuterio, kuris įvertina faktinę automobilio techninę būklę, kurią lemia automobilio eksploataavimo sąlygos. Didžiausia rida tarp periodinių TP numatoma didelės galios vilkikams, kurie intensyviai eksploatuojami magistraliniais keliais.

Periodinės sezoninės TP atliekamos prieš prasidedant rudens – žiemos eksploataciniam sezonui ir pavasarį, prieš prasidedant vasaros sezono eksploatacijos laikui.

Nenumatytos atsitiktinės priežiūros atliekamos esant būtinybei, po tam tikrų nenumatytų gedimų (pvz., pažeidus padangą, pakeitus ratą ir kt. ir nuvažiavus apie 100 kilometrų reikia patikrinti rato veržlių užveržimą, o prireikus – paveržti).

Autobusams periodinės techninės priežiūros skirstomos pagal darbų apimtį ir ridas į X-priežiūras ir TP priežiūras.

X priežiūrų metu atliekami važiuoklės tepimo darbai, alyvos kiekio mazguose kontrolės (papildymo) ir bendros būklės apžiūros darbai. Šios priežiūros atliekamos kas 5000 km ridos tarp TP priežiūrų.

TP priežiūros atliekamos:

autobusams IKARUS – kas 20 000 km;

*Volkswagen* markės automobiliams – kas 22 000 km;

*Scania* ir *Mercedes-Benz* markės automobiliams – kas 30 000 km.

Pagal techninių priežiūrų technologijų lygį šiuo metu galima išskirti tris periodinių techninių priežiūrų ir remonto sistemas:

1. pasenusių technologijų ir mažo patikimumo lygio automobilių techninių priežiūrų sistema, kuriai priklauso beveik visi Rusijos, NVS šalių ir senesnės gamybos Vakarų Europos šalių automobiliai;

2. naujų technologijų TP sistema, kuriai priklauso praėjusio dešimtmečio Vakarų Europos šalių gamybos automobiliai;

3. informacinėmis technologijomis paremta TP sistema, kuriai priklauso nuo praėjusio dešimtmečio pradėti gaminti automobiliai su kompiuteriais.

Apibendrintos transporto priemonių techninių priežiūrų ir remontų sistemų schemos pavaizduotos 1-oje ir 2-oje lentelėse.



**Pasenusių technologijų techninių priežiūrų ir remonto sistema**

Kasdieninė (pamaininė) priežiūra	Periodinė techninė priežiūra Nr.1	Periodinė techninė priežiūra Nr.2	Sezoninė techninė priežiūra	Einamasis remontas	Kapitalinis remontas
KTP	PTP-1	PTP-2	STP	ER	KR

**Naujų technologijų automobilių techninių priežiūrų ir remonto sistema**

Kasdieninė (pamaininė)	Techninė priežiūra Nr. 1	Techninė priežiūra Nr. 2	Techninė priežiūra Nr. 3	Techninė priežiūra Nr. 4		Tech. priežiūra n-oji	Remontas
KTP	TP-1	TP-2	TP-3	TP-4		TP-N	R

**Informacinėmis technologijomis paremta techninių priežiūrų sistema**

Šios sistemos struktūra yra tokia pat, kaip naujų technologijų automobilių priežiūros sistemų. Skirtumas tik tas, kad techninių priežiūrų atlikimo laiką koreguoja automobilio kompiuteris. Jos turi būti ženklintos TPI-1, TPI-2, TPI-3...TPI-N, RI.

Kasdieninės (KTP) techninės priežiūros visiems automobiliams yra visiškai vienodos ir turi būti atliekamos kiekvieną dieną arba kiekvieną pamainą prieš išvažiuojant į reisą. Tik atlikęs kasdieninę priežiūrą ir įsitikinęs, kad transporto priemonė arba jos sąstatas yra tvarkingi, vairuotojas turi teisę ruoštis kelionei ir imti reikiamus dokumentus.

Periodinės techninės priežiūros PTP-1 ir PTP-2 vadinamos periodinėmis todėl, kad po atliktos antros (PTP-2) priežiūros, nuvažiavus automobiliui tam tikrą ridą, vėl atliekama pirmoji (PTP-1) priežiūra, o vėliau – antroji (PTP-2).

Pagal šią sistemą automobiliui numatoma atlikti einamąjį remontą tuomet, kai pagal ridą jam turėtų būti trečią arba ketvirtą kartą atliekama PTP-2. Einamojo remonto metu dalis detalių arba funkcinų vienetų kei-

čiami naujais, o dalis mazgų remontuojami. Toks remontas nėra pagrįstas ekonominiu ir techniniu požiūriu. Automobilis remontuojamas nepagrįstai ilgai, kokybiškam remontui reikalingos geros remonto dirbtuvės su kokybiškomis technologijomis, brangia mazgų išardymo, detalių brokavimo, jų remonto, surinkimo, reguliavimo, kontrolės įranga ir aukštos kvalifikacijos specialistai. Sudėtinga numatyti reikalingų remontui naujų detalių ir mazgų skaičių, o dideles jų atsargas laikyti sandėliuose neapsimoka. Užtikrinti visas remontui reikalingas sąlygas automobilius eksploatuojančiose įmonėse yra sunku arba visai neįmanoma, todėl automobilių remonto kokybė jose yra bloga. Geresni rezultatai pasiekiami specializuotose remonto įmonėse, tačiau jose remonto kaina gerokai didesnė.

Pagal šią techninių priežiūrų sistemą dar yra numatytas kapitalinis automobilio remontas, kuris turi būti atliekamas, kai automobilis nuvažiuoja ridą, po kurios jam turėtų būti atliekamas einamasis remontas antrą kartą. Atliekant kapitalinį automobilio remontą, jis turi būti visiškai išardomas, brokuojamos detalės, dalis jų remontuojamos, dalis keičiamos naujomis. Tokį remontą atlikti visiškai neapsimoka, nes jis labai brangus ir ilgai trunka. Sudėjus remontui išleistas lėšas ir lėšas, kurias galėjo uždirbti automobilis per visą kapitalinio remonto laikotarpį, jų suma gali prilygti naujo automobilio kainai, o kokybė niekada neprilygs naujo automobilio kokybei. Todėl ši sistema yra pasenusi ir ji negali būti naudojama praktikoje.

Pagal naujų technologijų techninių priežiūrų sistemą automobilių gamyklos gamintojos numato eilines technines priežiūras, kurios turi būti atliekamos automobiliui nuvažiavus nustatytą ridą. Gamykla gamintoja nurodo darbus, reikalingus atlikti, ir detales arba funkcinius vienetus, kuriuos reikia pakeisti kiekvienos techninės priežiūros metu. Turint šiuos duomenis, žinant atliekamų darbų, detalių, medžiagų kainas ir numatomas automobilių ridas, galima tiksliai planuoti lėšas, reikalingas techninėms priežiūroms atlikti kitais metais, racionaliai planuoti logistikos procesus. Atliekant technines priežiūras pagal šią sistemą, galima užtikrinti, kad automobiliai nuolatos būtų techniškai tvarkingi, o jų priežiūra užtruktų ne daugiau kaip vieną dieną. Jeigu aptinkamas atsitiktinis mazgo gedimas, jis šalinamas keičiant mazgą nauju arba remontiniu – atsarginiu. Šiuo atveju automobilio remontas greitas ir efektyvus, o mazgą galima remontuoti nepriklausomai nuo automobilio.

Automobilių, kuriuose yra įmontuotas elektrinių ir elektroninių sistemų arba mechanizmų darbo kokybės vertinimo kompiuteris, technines priežiūras tikslinga atlikti vadovaujantis kompiuterio informacine sistema. Ši sistema teikia informaciją apie automobilio darbo, pagrindinių jo parametrų pokyčius, kai tie pokyčiai artėja prie leistinos ribos, nors automobilis dar techniškai tvarkingas. Techninis personalas, įvertinęs kompiuterio rodmenis, gali nustatyti konkrečią techninės priežiūros atlikimo datą. Tokiu būdu rida tarp techninių priežiūrų gali būti didesnė už rekomenduojamą gamyklos instrukcijoje.

Didelio pravažumo UNIMOG markės automobilių gamyklos rekomenduojama techninių priežiūrų sistema pateikta 3 lentelėje.

3 lentelė

### UNIMOG markės automobilių techninių priežiūrų sistema

Kasdieninė profilaktinė priežiūra	Savaitinė profilaktinė priežiūra	Metinė profilaktinė priežiūra	Profilaktinė sezoninė priežiūra	Profilaktinė priežiūra kas dveji metai
KPP	SPP	MPP	PSP	P2MP

#### **KASDIENINĖ (PAMAININĖ) TECHNINĖ PRIEŽIŪRA (KTP)**

Ją atlieka vairuotojas po darbo ir užbaigia atlikti prieš išvažiuodamas į reisą. Baigęs darbą, vairuotojas įvažiuoja į plovyklą ir automobilis nu-plaunamas plovėjo arba tai privalo atlikti jis pats. Vairuotojas privalo apžiūrėti nuplauto automobilio išorę, nustatyti, ar nėra išorinių pažeidimų, ir perduoti automobilį saugoti arba pamaininiam vairuotojui.

Prieš išvažiuodamas į reisą, vairuotojas privalo patikrinti ir paruošti automobilį eksploatacijai. Pirmiausiai apžiūri, ar visos automobilio sistemos yra sandarios (ar nėra eksploatacinių skysčių nutekėjimo žymių), patikrina eksploatacinių skysčių kiekį (alyvos lygį variklio karteryje, aušinimo skysčio kiekį variklio aušinimo sistemoje, hidraulinio skysčio kiekį hidrauliniuose stabdžiuose, vairo stiprintuvo ir sankabos valdymo sistemoje), slėgį padangose, dirželių (generatoriaus, aušinimo sistemos siurblio, hidraulinio vairo stiprintuvo siurblio, ventiliatoriaus, kompresoriaus) įtempimo kokybę, stovėjimo stabdžio veikimą. Patikrina mechanizmų nejudamų detalių

tvirtinimą, pašalina pastebėtus trūkumus ir, įsitikinęs kad minėtų sistemų defektų nėra, paleidžia variklį. Stebi variklio ir jo sistemų darbą, atkreipdamas dėmesį į alyvos slėgį tepimo sistemoje, stebi visų kontrolės ir matavimo prietaisų rodmenis, oro slėgį ir jo kitimą pneumatinėje stabdžių sistemoje, patikrina išorinius apšvietimo ir signalizacijos prietaisus (trumpąsias, ilgąsias šviesas, rūko, gabarito, stovėjimo žibintus, atbulinės eigos žibintą, *stop* signalą, posūkio signalus ir avarinę signalizaciją). Išbando darbo stabdžio ir vairo sistemos veikimą, stabdžių efektyvumą.

## 6.1. I grupės techninių priežiūrų sistema

Pirmoji techninė priežiūra naujam šios grupės automobiliui atliekama po 1500–2000 km ridos. Ją gali atlikti vairuotojas kartu su mechaniku operatoriumi. Atliekami darbai, numatyti kasdieninės techninės priežiūros metu, ir papildomi darbai, numatyti gamyklos gamintojos instrukcijoje. Keičiama alyva variklio karteryje, plaunami alyvos valymo elementai arba keičiami naujais, arba keičiami alyvos valymo filtrai. Keičiami maitinimo sistemos degalų ir oro valymo filtrų elementai arba jie išplaunami, išplaunamas karbiuratorius, keičiamas arba valomas degalų filtro elementas, reguliuojamas karbiuratorius (variklio tuščioji eiga). Tikrinami vožtuvų šiluminiai tarpeliai ir prireikus reguliuojami. Tikrinamas ir prireikus reguliuojamas tarpelis tarp pertraukiklio kontaktų, tikrinamas ir reguliuojamas uždegimo momentas. Tikrinamas ir reguliuojamas generatoriaus, ventilatoriaus, kompresoriaus vairo stiprintuvo siurblio pavaros dirželio įtempimas. Esant reikalui, papildomi eksploataciniai skyčiai.

### **PIRMOJI PERIODINĖ TECHNINĖ PRIEŽIŪRA – PTP-1**

Atliekant pirmąją PTP-1 atliekami visi darbai, kurie paprastai dirbami kasdieninių TP metu, ir papildomi:

išleidžiamas kondensatas iš degalų bakų ir filtrų, suslėgto oro srove išvalomas oro filtras, sureguliuojamas oro slėgis padangose, papildomas iki normos hidraulinio skysčio kiekis hidraulinėje vairo stiprintuvo sistemoje ir kabinos pakėlimo įrenginyje;

patikrinamas (esant reikalui pakoreguojamas) elektrolito lygis ir tankis akumuliatorių baterijoje, sutepami vandens siurblio guoliai, vairo sistemos trauklės ir lankstai, priekinių lingių pirštai, kabinos priekinių atramų ašelės, stabdžių mechanizmų reguliuojami valdymo svertai ir stabdžių trinkelėlių valdymo kumštelių ašelės;

sureguliuojamas tarpelis tarp stabdžių trinkelėlių ir būgnų, išbandomas stabdžių efektyvumas.

PTP-1 atliekama kroviniams automobiliams pravažius 3000–5000 km, autobusams – 4000–5000 km, lengviesiems automobiliams – 5000–6000 km.

## **ANTROJI PERIODINĖ TECHNINĖ PRIEŽIŪRA – PTP-2**

Ši priežiūra atliekama po 10 000–15 000 km automobilio ridos. Jos metu atliekami darbai, numatyti ankstesnių techninių priežiūrų metu, ir papildomi:

tikrinama įsiurbimo trakto oro filtro ir jo jungiamųjų detalių hermetiškumas, ar tvarkingos radiatoriaus žaliuzės ir jų valdymo įtaisas, rankinio degalų kiekio reguliavimo pavara, laisvumas Kardano pavarų lankstuose ir guoliuose, variklio sūkių regulatoriaus ir variklio išjungimo valdymo pavara, šalinami trūkumai. Esant reikalui, keičiami arba tik tepami Kardano pavarų guoliai su kryžmėmis. Išoriškai tikrinamas pavarų, skirstomųjų dėžių, tiltų hermetiškumas, paveržiami variklio karterio dugninės, pagrindinės pavaros sandarinimo plokštumų ir mazgų tvirtinimo varžtai, valomi alsuokliai;

papildoma iki reikiamo lygio alyva variklio, pavarų, skirstomosios dėžės ir pagrindinės pavaros karteriuose, išplaunami vairo stiprintuvo siurblio ir išcentrinis variklio alyvos filtrai;

tikrinamas sankabos išjungimo pavaros hermetiškumas, sankabos pedalo ir išjungimo šakutės spyruoklių veikimas, reguliuojama sankabos išjungimo šakutės, sverto ir pedalo laisvoji eiga;

paveržiamos eilės tvarka variklio cilindro bloko galvutę tvirtinančios veržlės, tikrinami ir reguliuojami dujų skirstymo mechanizmo šiluminiai tarpeliai tarp vožtuvų ir svirtelių;

tikrinamas vairo trapecijos trauklių laisvumas lankstuose, ratų posūkio ašyse, vairo suminis laisvumas, reguliuojamas ratų stebulių guolių įveržimas, ratų išvirtimas ir suvedimas;

išorine apžiūra tikrinama reaktyvinių trauklių kokybė, vilkimo kablio laisvumas ir fiksavimo įtaisas, paveržiamos lingių tvirtinimo veržlės, patikrinamas reaktyvinių trauklių tvirtinimas;

tikrinamas kabinos vertimo mechanizmo veikimas, kabinos fiksavimo įtaisas, durelių užraktų veikimas, sėdynių padėties reguliavimo įtaisas, visų veržlių fiksavimo kokybė;

išorine apžiūra tikrinama akumuliatorių baterijos išjungiklis, priekinių ir galinių gabaritinių žibintų, *stop* signalo, tiltų blokavimo mechanizmo elektrinės jungtys, sutepami akumuliatorių baterijos gnybtai;

reguliuojami trumpųjų ir ilgųjų šviesų žibintai, tikrinamas slėgis pneumatinėje stabdžių sistemoje ir sistemos sandarumas.

### **SEZONINĖ TECHNINĖ PRIEŽIŪRA – STP**

Ši techninė priežiūra atliekama po pirmosios 24 000 km automobilio ridos, o toliau du kartus per metus (rudenį ir pavasarį). Ji gali būti atliekama kartu su periodine. Sezoninės priežiūros metu atliekami darbai, numatyti periodinei techninei priežiūrai, ir papildomi:

vieną kartą per metus (geriau rudenį) sureguliuojamas stende purkštuvų degalų įpurškimo slėgis ir ankstinimo kampas, pavasarį pakeičiamas oro filtro valymo elementas. Po 100 000 km ridos arba kartą per dvejus metus patikrinamas ir sureguliuojamas stende didžiaslėgis degalų siurblys, įpurškimo paskubos movoje alyva pakeičiama praplaunant movą dyzelinu;

priveržiami pavarų dėžės antrinio veleno ir skirstomosios dėžės jungių, pavarų dėžės distancinio valdymo svertų tvirtinimo varžtai, priveržiamos varančiųjų tiltų reduktorių varančiųjų velenų jungių tvirtinimo veržlės, sureguliuojami priekinių ratų posūkio ašių guoliai;

pakeičiamas tepalas priekinių ratų stebulėse ir pakabos sferiniuose lankstuose, sutepami galinės pakabos reaktyvinių trauklių lankstai;

išplaunamas ir suslėgtu oru prapučiamas slėgio regulatoriaus filtras;

patikrinami Kardano pavarų lankstai, nekokybiški pakeičiami naujais, patikrinamas guolių laisvumas ratų stebulėse, esant reikalui sureguliuojamos, patikrinamos stabdžių trinkelės, būgnai, spyruoklės, pašalinami pastebėti trūkumai, sureguliuojamas tarpelis tarp trinkelės ir būgnų;

patikrinamas akumuliatorių baterijos elektrolito tankis ir, esant reikalui, baterija įkraunama padidinant tankį iki žiemos normos, atliekama

starterio ir generatoriaus visos apimties techninė priežiūra, elektros grandinėje patikrinama įtampa, kai variklio veleno sukiai yra vidutiniai, pašalinami pastebėti trūkumai;

išardomas, išvalomas, sutepamas ir surenkamas akumuliatorių baterijos išjungiklis;

išplaunamas šildymo sistemos valdymo čiaupas, variklio šildytuvo katilas, elektromagnetinio vožtuvo kanalai ir filtras, šildytuvo purkštuvas; išvalomi šildytuvo žvakės elektrodai, šildytuvo siurblio vožtuvai ir sistemos vamzdeliai;

sutepamas variklio šildymo sistemos čiaupas, pakeičiamas aušinimo skystis aušinimo sistemoje, alyva variklio karteryje (į sezoninę) ir hidraulinis skystis sankabos valdymo sistemoje;

patikrinamas kabinos šildymo sistemos darbas, priekinio stiklo šildymas (apipūtymas šiltu oru), sėdynių reguliavimo įtaiso darbas, kabinos, degalų bako tvirtinimas.

Šiuolaikinių specialios paskirties automobilių techninių priežiūrų sistema yra originali, todėl derėtų ją trumpai apžvelgti. Šiai grupei priklauso ypač geromis pravažumo ir traukos savybėmis pasižymintys UNIMOG markės automobiliai.

Darbai, kuriuos būtina atlikti techninių priežiūrų metu UNIMOG automobiliams:

kasdienės PP metu tikrinamas stabdžių skysčio lygis sistemos bakeliuose, alyvos lygis variklio karteryje ir hidraulinėje sistemoje, slėgis padangose ir padangų kokybė, aušinimo skysčio kiekis sistemoje, išleidžiamas kondensatas iš oro balionų. Aušinimo skysčio ir alyvos kiekis tikrinamas du kartus: pirmą – prieš užvedant variklį, o antrą – po 5 minučių išjungus įšildytą variklį;

kasdienės PP metu ir kiekvieną kartą pripildant degalų, išleisti vandens kondensatą iš stabdžių sistemos oro balionų;

metinės PP metu pakeisti stabdžių skystį sistemoje, įpilti alyvos su antikoroziniais priedais į diferencialo blokavimo mechanizmo fiksatorių;

sezoninės PP (paruošimas žiemai) metu pakeisti alyvą variklio, hidrottransformatoriaus, pavarų dėžės, jėgos veleno, hidrostato, papildomos pavaros, pagrindinės pavaros, ratų reduktorių, hidraulinės ir vairo sistemoje žiemos sezonui, jei sistemose naudojamos sezoninės alyvos;

patikrinti ir prireikus papildyti variklio aušinimo sistemą antifrizu;

patikrinti ir prireikus papildyti paleidimo skysčiu variklio paleidimo sistemą;

papildyti antifrizu apledėjimo apsaugos įrenginį.

PP atliekant kartą per dvejus metus reikia pakeisti alyvą variklio karteryje, priekinio ir galinio tiltų pagrindinėse pavarose, vairo sistemoje ir automobilio hidraulinėje sistemoje. Pakeisti oro kondicionavimo sistemos sausintuve oro valymo įdėklą. Pakeisti oro tiekimo sistemoje kasetę su oro sausintuvu.

Reguliuojami vožtuvai: pirmas reguliavimas po 100 val., antras – po 800 val., visi kiti atliekami kas 1600 val.

Automobilio detalės ir mazgai tepami pagal tepimo planą ir schemą.

Šiuolaikinių automobilių techninių priežiūrų sistema pagrįsta variklio, transmisijos, atskirų transmisijos sudedamųjų mazgų, valdymo sistemų darbo reglamentu, darbo sąlygų ir parametrų registracija. Šiai grupei priklauso firmos „Daimler Chrysler“ automobiliai *Actross*. Atskiroms automobilio sudedamosioms dalims yra nustatytas skirtingas atliekamos priežiūros periodiškumas. Pavyzdžiui, varikliui pirmoji priežiūra atliekama po 100 000 km, o kitos kartojasi kas 300 000 km. Šią ridą gali sutrumpinti nepalankaus eksploataavimo sąlygos, kurios priklauso nuo variklio darbo temperatūros, važiavimo režimo, šalto ir šilto variklio užvedimų skaičiaus, variklio registruotų alkūninio veleno sūkių skaičiaus, karteryje naudojamų degalų ir alyvos kokybės.

Varančiųjų tiltų, pavarų dėžės, skirstomosios dėžės rida tarp techninių priežiūrų yra 350 000 km.

Stabdžių trinkelėlių keitimo periodiškumo rida yra 50 000 km. Stabdžių sistemoje dar keičiami filtrai ir stabdžių sistemos džiovintuvai. Pastarieji turi būti keičiami ne rečiau kaip vieną kartą per metus per sezoninę techninę priežiūrą.

Aukščiau pateiktos automobilio ridos tarp techninių priežiūrų yra orientacinės automobiliams, kuriuose įrengta automobilio kompiuterinė kontrolės sistema. Ši sistema, nuolat stebėdama automobilio darbo režimą, trukmę, įvertindama eksploatacinių medžiagų kokybę, kontroliuojama automobilio įrenginių ir sistemų darbo parametrus automobilio prietaisų skydelyje, praneša, po kokios ridos ir kokiam automobilio mazgui reikės atlikti techninę priežiūrą. Automobiliams, kuriuose nėra minėtos sistemos, ridos tarp techninių priežiūrų sumažinamos nuo 10 iki 50 proc.



## 7. Techninių priežiūrų planavimas ir organizavimas

Norint racionaliai eksploatuoti transporto priemones, būtina sudaryti realius jų techninių priežiūrų atlikimo planus, pagal kuriuos galima nustatyti, kiek reikia transporto priemonių teikti paslaugoms, numatyti priežiūrai reikalingas lėšas, atsarginių detalių, eksploatacinių medžiagų ekonomiškai pagrįstą atsargų kiekį, sudaryti sąlygas laiku jas pristatyti. Galima suplanuoti lėšas, reikalingas medžiagoms, detalėms ir priežiūroms atlikti. Galima sudaryti sutartis su autoserviso įmonėmis arba planuoti darbų apimtį automobilių įmonės techninės priežiūros dirbtuvėms. Be to, galima atlikti ekonominę analizę, ar tikslinga atlikti priežiūrą specialiose serviso įmonėse arba organizuoti automobilių įmonėje techninės priežiūros atlikimo padalinį.

Kuriant naujas autotransporto įmones arba renovuojant veikiančias, būtina stengtis kiek galima labiau unifikuoti transporto priemonių parką, t. y. kiek galima sumažinti transporto priemonių nomenklatūrą. Įsigyjant transporto priemones, derėtų išsirinkti tokias, kurios turi aukščiausią ekonominio naudingumo rodiklį. Jis gali būti nustatomas pagal šios knygtės skyrelyje „Transporto priemonių ekonominis naudingumas“ pateiktą ekonominio naudingumo rodiklio nustatymo metodikos pavyzdį.

Sudarant techninių priežiūrų planus, reikalinga vadovautis gamyklos gamintojos išleistomis transporto priemonių techninės eksploatacijos instrukcijomis. Jose nurodoma transporto rida tarp techninių priežiūrų ir darbai, kuriuos privaloma atlikti konkrečios techninės priežiūros metu. Instrukcijose dažnai nurodomos medžiagos, detalės, mazgai, kuriuos reikia keisti, išvalyti, tepti, reguliuoti, tikrinti jų tvirtinimą.

Techninių priežiūrų planus derėtų sudaryti metams, ketvirčiams, mėnesiams. Metinis planas gali būti bendro pobūdžio, kuriame turėtų atsispindėti orientacinis techninių priežiūrų skaičius, jų eilės numeriai ir pasiskirstymas ketvirčiais.

Metinis techninių priežiūrų skaičius nustatomas pagal formulę:

$$N_{\text{tpm}} = N_a \times N_{\text{tpa}} + N_b \times N_{\text{tpb}} + N_c \times N_{\text{tpc}} + \dots + N_n \times N_{\text{tpn}}; \quad (15)$$

čia  $N_{\text{tpm}}$  – metinis techninių priežiūrų, reikalingų atlikti visam įmonės automobilių parkui, skaičius.

$N_a$  – pirmojo modelio įmonėje esančių automobilių skaičius,

$N_b$  – antrojo modelio įmonėje esančių automobilių skaičius,

$N_c$  – trečiojo modelio įmonėje esančių automobilių skaičius,

$N_n$  – paskutinio modelio įmonėje esančių automobilių skaičius,

$N_{\text{tpa}}$  – techninių priežiūrų (TP-1, TP-2, TP-3...) skaičius, kurias reikia atlikti vienam pirmojo modelio automobiliui per planuojamus metus,

$N_{\text{tpb}}$  – techninių priežiūrų (TP-1, TP-2, TP-3...) skaičius, kurias reikia atlikti vienam antrojo modelio automobiliui per planuojamus metus,

$N_{\text{tpc}}$  – techninių priežiūrų (TP-1, TP-2, TP-3...) skaičius, kurias reikia atlikti vienam trečiojo modelio automobiliui per planuojamus metus,

$N_{\text{tpn}}$  – techninių priežiūrų (TP-1, TP-2, TP-3...) skaičius, kurias reikia atlikti vienam paskutiniojo modelio automobiliui per planuojamus metus.

Bet kurio modelio techninių priežiūrų skaičius, reikalingas vienam automobiliui per metus, nustatomas pagal formulę:

$$N_{\text{tpa}} = R_{\text{ma}} / R_{\text{tpra}}; \quad (16)$$

čia  $R_{\text{ma}}$  – orientacinė vidutinė rida, kurią gali nuvažiuoti vienas tam tikro modelio automobilis per metus (tūkstančiais kilometrų),

$R_{\text{tpra}}$  – vidutinė rida, kurią turėtų nuvažiuoti vienas tam tikro modelio automobilis tarp techninių priežiūrų (tūkstančiais kilometrų).

Pagal šį planą galima spręsti apie techninių priežiūrų metines apimtis, tačiau iš jo nematyti, kuriam automobiliui, kada ir kelinta atliekama techninė priežiūra. Tam tikslui reikia sudaryti kiekvieno automobilio techninių priežiūrų atlikimo grafiką.



Pagal metinį ir ketvirčio ar mėnesio planus, žinant kiek, kokių ir kada bus reikalinga atlikti priežiūrų, apskaičiuojamos lėšos, reikalingos darbams atlikti, medžiagoms ir atsarginėms detalėms pirkti. Pagal gamyklinės instrukcijas nustatomas atsarginių detalių, medžiagų sąrašas, apskaičiuojamas jų kiekis ir sudaromas logistikos grafikas su 10–15 proc. rezervu nenumatytiems atvejams. Taip planuojant ir organizuojant techninių priežiūrų atlikimą, galima išvengti nuostolių dėl didelio atsarginių detalių rezervo arba automobilių prastovų priežiūrose dėl detalių trūkumo.

## 8. Automobilių priežiūros ir remonto įranga

Automobilių techninei priežiūrai ir remontui skirtą įrangą sudaro diagnostikos, plovimo, kėlimo, išardymo ir surinkimo įranga bei prietaisai, reguliavimo ir kontrolės prietaisai.

Techninės priežiūros ir remonto kokybei didelę įtaką turi tinkama diagnostikos aparatūra, jos programinė įranga, technologinė įranga, įrankių pasiūla. Nustatyti automobilio variklio, jo sistemų ir elektroninių valdymo sistemų gedimus arba reikšmingus darbo parametrų nukrypimus nuo normos ribų neturint specialių prietaisų apytikriai gali tik labai aukštos kvalifikacijos variklių specialistas. Todėl automobilių konstruktoriams ir gamintojams iškilo variklių darbo gedimų paieškos problema. Pirmojoje šio proceso kūrybos stadijoje buvo kuriami prietaisai matuoti fizikiniams arba elektriniams dydžiams, tačiau tai nebuvo pakankamai efektyvios priemonės.

### 8.1. Diagnostikos aparatūra

Naujos kartos diagnostikos sistemoms pradžią davė procesorius su savaimine diagnostika, kuris pirmą kartą pasaulyje buvo sumontuotas 1981 metais „Kadillac“ markės automobilyje Amerikoje. Tačiau atsirado ir kita – unifikacijos problema: kaip panaudoti diagnostiką įvairių markių automobilių varikliams. Pirmieji pasauliniai standartai, pasirodę 1988 m., davė unifikacijos automobilių diagnostikos sistemose pradžią. Esminis lūžis unifikacijos požiūriu įvyko po 1996 m., kai buvo priimtas OBD II standartas, įpareigojantis automobilių gamintojus naudoti vieningą 16 kontaktų unifikuotą jungtį, kuria būtų galima prisijungti prie įvairių markių automobilių bendros savikontrolės sistemos – automobilio kompiuterio. Iki šių dienų išlikusi kliūtis diagnostikai suvienodinti yra nepakankamai unifikuotas prisijungimas prie konkrečių mechaninių sistemų vykdymo mechanizmų arba jų funkcinių elementų. Dėl to nustatant šių sistemų ar jų funkcinių elementų darbo kokybinius parametre-

trus, diagnostikos prietaisus galima prijungti prie tų elementų tik specialiomis mechaninėmis jungtimis (adapteriais). Šios specialios jungtys gerokai (net kelis kartus) didina prietaisų kainas, riboja jų panaudojimą ir didina paslaugų kainas.

Pagal programinį aprūpinimą diagnostikos aparatūra būna specializuota ir universali.

Specializuota aparatūra yra skirta tik vienai automobilių markiui arba tik vienos firmos gaminamiems automobiliams (pvz., „Daimler Chrysler AG“ firmos „Mercedes-Benz“ markės automobiliams arba „Volkswagen“ firmos „Golf“ ir „Audi“ markių automobiliams). Šia aparatūra aprūpina firmos – automobilių gamintojos tas automobilių priežiūros įmones, kurioms gamykla suteikia firminių automobilių priežiūros licenziją. Speciali diagnostikos aparatūra aprūpinta programine įranga, kurią įrangos tiekėjas periodiškai keturis kartus per metus atnaušina ir kiekvienais metais pratęsia naudojimosi licenziją.

Vertingiausia aparatūros dalis yra programinė įranga, kurioje yra galimybė prisijungti prie gamyklos duomenų bazės, joje yra visi gamykliniai duomenys apie pasirinktą automobilį, jo priežiūros periodiškumą, pateiktos priežiūros ir remonto technologijos. Šia aparatūra labai patogiu naudotis, nereikia ieškoti papildomos informacijos atliekant automobilio priežiūros darbus, nes viskas yra programoje. Ja naudodamasis darbus gali atlikti žemesnės kvalifikacijos darbininkas, tačiau su šia aparatūra negalima atlikti jokių darbų kitų markių automobiliams.

Universalios paskirties diagnostikos aparatūra skirta prisijungti prie įvairių markių automobilių autodiagnostikos sistemų ir nuskaityti jų gedimų kodus. Šios aparatūros pagrindinės gamintojos yra gerai žinomos pasaulio firmos „Bosch“, AVL, „Ferret Instruments“ ir OTC. Europietiškę automobilių diagnostikai labai plačiai naudojama „Bosch“ firmos diagnostikos aparatūra, nes ji kuria automobilių funkcinės sistemos, gerai žino jų silpnąsias vietas ir todėl šios firmos programinė įranga yra pažangiausia, turinti gedimų likvidavimo algoritmų sistemą. Ši įranga yra gana brangi, kiekvienais metais firma atnaušina programinę įrangą ir pratęsia naudojimosi licenziją, todėl ji tinkamiausia solidžioms autoserviso įmonėms, kurios atlieka naujesnių automobilių priežiūrą.

## **„BOSCH“ FIRMOS PROGRAMINĖS ĮRANGOS STRUKTŪRA IR GALIMYBĖS**

„Bosch“ firmos yra sukurta speciali elektroninė serviso informacinė sistema (*ESI-Tronic*), kuri apima daugiau kaip 40000 pasaulyje gaminamų automobilių ir variklių modelių sistemų informacijos duomenis, suteikia galimybę atlikti jų diagnostiką ir šalinti gedimus.

Visa informacinė sistema sugrupuota ir sukaupta devyniuose kompaktiniuose diskuose: CD-A, CD-B, CD-C, CAS, CD-D, CD-E, CD-M, CD-P ir CD-W.

CD-A diske yra visa serviso įmonei reikalinga pirminė informacija apie kliento automobilį. Pagal šiame diske esančią *ESI-Tronic* programą galima visiškai ir tiksliai identifikuoti automobilį, jo sistemas, detales. Šia programa-algoritmu naudojama norint dirbti su kitų diskų programomis.

Naudojantis CD-B disko programa galima nustatyti laiką, reikalingą automobilio priežiūrai ir remontui, priežiūros ir remonto kainą.

CD-C diske yra kibirkštinio ir slėginio uždegimo vidaus degimo variklių diagnostikos ir klaidų suradimo instrukcija (SIS), informacija apie variklių valdymo sistemas. Jame pateikta informacija apie „Bosch“ ir kitų firmų gaminamas stabdžių sistemas. Informacija suskirstyta į dvi dalis: pirmoje yra klaidų paieškos instrukcijos, o kitoje pateikta valdymo blokų programinė įranga. Šią programą efektyviausia naudoti su automobiliinių sistemų bei komponentų patikros ir analizės stacionariu stendu FSA 560 S4 arba su nešiojamuoju sisteminiu tikrikliau KTS 500.

Disko CAS programa sujungia sistemų darbo parametrų diagnostiką su klaidų suradimo instrukcija (SIS). Šioje sistemoje nuskaitomos klaidos ir parodomos teksto pavidalu stendo arba tikriklio ekrane. Operatoriui susipažinus su teksto turiniu ir nuspaudus pelytės klavišą ekrane pasirodo kito turinio tekstas, nurodantis, kaip reikia pašalinti gedimą.

Diske CD-D pateikta išsami informacija apie slėginio uždegimo vidaus degimo variklių „Bosch“ maitinimo sistemas, jos komponentus, sudedamąsias dalis ir detales. Identifikavus sistemą, pelytės klavišo spustelėjimu galima įjungti mums norimą purkštuko, degalų siurblio ar kito išardyto komponento vaizdą ekrane.

CD-E diske yra apžvalginis elektros įrangos, prietaisų ir jų atsarginių detalių katalogas, kuriame sudėti visų elektros prietaisų ir jų sudedamųjų

dalių (detalių) grafiniai vaizdai su nurodytais detalių atpažinimo-tikrinimo kodais.

CD-M – mechanikams reikalingos informacijos diskas, kuris pradėtas leisti nuo 2001 metų kaip papildomas *ESI-Tronic* katalogas. Jame pateikiami:

CD diske – pagrindiniai automobilių techniniai ir reguliavimo duomenys; automobilių važiuoklės reguliavimo duomenys su specifikacijomis ir padangų slėgių lentelėmis; lengvųjų automobilių techninių priežiūrų periodiškumas ir technologijos; dujų skirstymo mechanizmų kinematinųjų grandinių elementų tarpusavio padėties žymės, kurios būtinos keičiant diržus; diržų keitimo periodiškumas ir keitimo technologijos.

CD-P diske yra pateiktos elektrinės įvairių sistemų (centrinio užrakto, kondicionieriaus, oro pagalvių, audiosistemos, elektrinio langų valdymo, žibintų lygio korektoriaus) schemas.

CD-W diske pateiktos dyzelinių variklių maitinimo sistemų, jų mechanizmų, prietaisų, mazgų priežiūros technologijos, kurios apima sistemų įvairovę – apie 8000 technologijų su plunžerinio tipo didžiaslėgiais degalų siurbliais ir apie 1400 technologijų su rotorinio tipo siurbliais.

### **AUTOMOBILINIŲ SISTEMŲ ANALIZATORIAI FSA 560 IR FSA 564**

Pagrindinis stendas skirtas automobilių sistemų, jų komponentų veikimo parametrų patikrai ir analizei. Jis turi kompiuterinį kodų skaitytuvą su specialiu klaidų kodų dešifраторiumi (KTS-Card). Juo naudojantis galima įsijungti į automobilio kompiuterinę kontrolės sistemą, nustatyti automobilio kodą (gamyklinį numerį) ir gauti visą informaciją apie tą automobilį (išleidimo metus, modelį, sistemas, automobilio nuvažiuotą ridą, atliktas technines priežiūras, buvusius gedimus ir atliktus darbus, gedimus tiriamu momentu). Šiuo prietaisu galima atlikti benziniųjų variklių (iki 12 cilindrų) kontaktinių, nekontaktinių ir elektroninių uždegimo sistemų, karbiuratorinių, mechaninio, elektroninio įpurškimo ir lambda zondų reguliuojamų maitinimo sistemų diagnostiką. Juo galima nustatyti dyzelinių variklių mechaninių ir elektroninių degalų įpurškimo sistemų darbo kokybę.

Prietaisu FSA 564 papildomai galima atpažinti valdymo sistemų blokus, nustatyti, išaiškinti ir išvalyti sistemų klaidų kodus, užrašyti sistemų



darbo parametrus nustatytais laiko momentais. Prietaisais suteikia gali- mybę naudotis sistemos *ESI-Tronic* informacija.

## **TECHNOLOGINĖ ĮRANGA**

Technologinės įrangos grupei priklauso variklių sistemų ir jų atskirų prietaisų gedimų nustatymo, prietaisų reguliavimo, stabdžių darbo efek- tyvumo, jų gedimų nustatymo, vairo sistemos gedimų nustatymo ir vairo sistemos reguliavimo, žibintų reguliavimo standai, automobilių plovimo, dažymo įranga.

Slėginio uždegimo variklių maitinimo sistemoms yra skirti :

- įpurškimo sistemų tikrikliai;
- dyzelinių purkštuvų tikrikliai;
- turbinų vakuumo ir slėgio tikrinimo prietaisais;
- naujos kartos (*Common rail*) dyzelinių variklių įpurškimo sistemų tikriklis;

- variklių maitinimo sistemos oro išleidimo prietaisais.

Benzininių variklių maitinimo sistemoms yra skirti:

- benzino purkštuvų tikrinimo prietaisais;
- benzininių siurblių slėgio matavimo prietaisais.

Variklių išmetamųjų dujų sistemai skirti kenksmingų medžiagų kie- kio analizatoriai ir programinė įranga.

Variklių aušinimo sistemoms yra skirti šie prietaisais:

- galvutės tarpinės sandarumo tikriklis;
- aušinimo sistemos užpildymo prietaisais;
- aušinimo sistemos tikrikliai;
- aušinimo, langų plovimo skysčių užšalimo temperatūros ir elektro- lito tankio nustatymo tikriklis.

Automobilių elektrinėms grandinėms tikrinti yra skirti:

- osciloskopai – uždegimo ir įpurškimo sistemų darbo defektams aptikti;

- elektros maitinimo sistemos tikriklis;
- indukcijos ritės pirminės apvijos tikriklis;
- aukštosios įtampos tikriklis;
- skaitmeninis akumuliatoriaus tikriklis;
- grandinės trūkio ir trumpo jungimo tikriklis;

- kelių funkcijų įtampos indikatoriai.

Automobilių elektroninių sistemų tikrinimo prietaisai:

- elektroninių sistemų apsaugos prietaisai;
- įtampos palaikymo šaltiniai;
- kaitinimo žvakių tikrinimo prietaisas;
- oro kiekio ventilis, skirtas lambda zondui tikrinti;
- išmetamųjų dujų slėgio matavimo prietaisas.

Stabdžių sistemų tikrinimo aparatūra:

- ritininiai stabdžių mechanizmų darbo efektyvumo tikrinimo standai;
- stabdžių skysčio kokybės tikrikliai;
- hidraulinį stabdžių valdymo sistemos tikrinimo prietaisai;
- vakuuminiai stabdžių sistemos aptarnavimo prietaisai;
- elektriniai stabdžių skysčio keitimo prietaisai;
- pneumatinių stabdžių sistemos tikrinimo prietaisai.

## 9. Eksploatacinės medžiagos

Medžiagos, kurios reikalingos automobilių, jų sistemų, mechanizmų, prietaisų, mazgų darbo funkcijoms atlikti ir automobilių priežiūrai, estetiniam vaizdui išlaikyti, vadinamos eksploatacinėmis medžiagomis. Šios medžiagos yra funkcinės-technologinės, kosmetinės ir konservacinės. Funkcinės-technologinės medžiagos vartojamos automobilių darbo (eksploatacijos) procese. Joms priklauso degalai, alyvos ir tepalai, aušini-mo, hidrauliniai skysčiai ir plovikliai. Kosmetinės medžiagos vartojamos automobilių priežiūrai norint palaikyti gerą išorinį vaizdą. Joms priklauso poliroliai, valikliai, plovikliai, dažytų, plastmasinių, odinių, austinių ir guminių paviršių apsaugos medžiagos (vaškas, lakai), gaivikliai. Konservacinės medžiagos vartojamos atmosferos poveikiams jautrių paviršių apsaugai, kai automobiliai yra ruošiami ilgesniam saugojimui – tai konservaciniai tepalai ir antikoroziniai skysčiai.

### Degalai

Automobilių degalai yra benzinas, dyzelinas, dujos ir biodegalai. Benzinas, dyzelinas ir kai kurios dujos yra mineralinės kilmės – naftos perdirbimo produktai, todėl juos vartojant kyla kai kurių ekologinio pobūdžio problemų. Biodegalai yra organinės arba mišrios kilmės, todėl juos vartojant gerokai sumažėja ekologinis pavojus ir ekonominis bei strateginis priklausomumas nuo žalios naftos ir jos produktus importuojančių šalių.

### 9.1. Benzinas

Benzinas tai pagrindiniai kibirkštinio uždegimo (anksčiau vadintų karbiuratoriniais) variklių degalai, gaunami iš žalios naftos ją destiliuojant, taip pat iš naftos dujų, akmens anglių arba degiųjų uolienu. Tai greitai garuojantis skystis, kuris, esant garų santykiui su oru 1:10 (išreiškus svorio vienetais), lengvai užsiliepsnoja nuo kibirkšties. Benzino tankis – 720–780 kg/m<sup>3</sup>, šilumingumas 40–45 MJ/kg, savaiminio užsidegimo temperatūra – 260°C, pliūpsnio temperatūra – 27–43°C.

## BENZINO KOKYBĖ

### Svarbiausias kokybės rodiklis – oktaninis skaičius

Normalus benzino garų ir oro mišinio degimo (liepsnos sklidimo) greitis siekia iki 30–40 m/s. Kai variklio detalių temperatūra viršija normos ribas (dėl susidariusių suodžių degimo kameroje, per didelio suslėgimo laipsnio, neatitinkančio benzino kokybės), degimo greitis padidėja kelis kartus ir mišinys sprogs. **Toks degimo procesas vadinamas detonacija.** Detonacijai įtakos turi ir variklio apkrova. Varikliui detonuojant, degančių dujų slėgis cilindruose staiga padidėja tuo momentu, kai stūmoklis būna dar viršutiniame rimties taške. Tas slėgis nesukuria jokio naudingo darbo, o tik padidina smūgines apkrovas stūmokliui, jo pirštui, švaistikliui ir alkūniniam velenui su guoliais. Gerokai sumažėja variklio galia, padidėja temperatūra. Varikliui dirbant girdimi metaliniai garsai. Kad būtų galima užtikrinti normalų variklio darbą, į benziną yra dedama specialių antidetonacinių priedų (švino junginių ir oksigenitų).

Atsparaus detonacijai benzino komponento izooktano kiekis, išreikštas procentais, rodo benzino oktaninį skaičių (OS) etaloniniuose degaluose. Šis skaičius yra pagrindinis benzino kokybės rodiklis, nurodantis benzino markę ir jo kokybę. Kuo didesnis šis skaičius, tuo benzino kokybė yra geresnė ir jį galima naudoti didelio suslėgimo laipsnio varikliams. Tačiau mažesnio suslėgimo laipsnio varikliams naudoti didesnio oktaninio skaičiaus benziną taip pat kenksminga, nes tokia benzine būna daugiau aromatinių junginių, kurie, esant žemesnei suslėgimo pabaigos temperatūrai, lėčiau dega. Variklio cilindrų degimo kameros, stūmokliai, vožtuvai užsiteršia nuodegomis ir labiau kaista, o vožtuvai ir stūmokliai neretai net apdega. Variklio galia gali sumažėti, o degalų sąnaudos padidėti.

Pasaulinėje praktikoje OS nustatomas dviem metodais – varikliniu (žymimu MON) ir tiriamuoju (žymimu RON), kurių skaitmeninės reikšmės tam pačiam benzinui skiriasi. Kadangi nustatant OS tiriamuoju metodu variklio darbo sąlygos yra lengvesnės, tai šis skaičius bus apie 10 vienetų didesnis už OS, nustatytą varikliniu metodu. OS, nustatytas MON metodu, yra tikslesnis ir geriau atitinka apkrautų krovinių variklių darbo sąlygas, kai varikliai dirba dideliais alkūninio veleno sūkliais. Tiriamuoju ir varikliniu metodais nustatomo OS reikšmių skirtumas vadinamas **benzino jautrumu**. Kuo šis skirtumas didesnis, tuo geresnės benzino eksploatacinės savybės.

## **Kiti benzino kokybės reikalavimai**

Be antidetonacinių savybių, benzinas turi tenkinti ir kitus svarbius kokybės reikalavimus:

*užtikrinti* kokybišką ir ekonomišką variklio darbą – turi greitai išgaruoti, kai aplinkos temperatūra yra žema, kokybiškai susimaišyti su oru prieš patekdamas į cilindrą arba įpurkštas į cilindrą, nesikondensuoti ant šaltų cilindro sienelių užvedant šaltą variklį, būti ne per daug lakus, kad esant aukštesnei aplinkos temperatūrai variklio maitinimo sistemoje nesusidarytų garų kamščiai, pasižymėti geromis degimo savybėmis, kad spėtų sudegti, kai variklio veleno sūkiai yra didžiausi, ir nedetonuoti visame degimo procese, kai variklio apkrova, temperatūra ir slėgis cilindruose yra didžiausi;

*sutepti* variklio detales ir neteršti sistemų – efektyviai sutepti kontaktinius paviršius, kur tokie reikalavimai yra keliami, neturėti kenksmingų priemaišų, kurios sukeltų detalių kontaktinių paviršių koroziją, užterštų karbiuratorius arba purkštukus, visiškai sudegti, kad nesusidarytų ant kontaktinių paviršių suodžiai, turėti geras plaunamąsias savybes, kurios neleistų susidaryti variklio sistemoje nuodegoms ir prielipoms, nekenkti išmetamųjų dujų kataliziniam konverteriui;

*nekenkti* žmonėms ir aplinkai – benzino skystis, garai ir sudegusios dujos turi būti nekenksmingi žmonių sveikatai, gamtai ir atmosferai.

Benzino kokybei gerinti vartojami įvairios paskirties priedai, kurių rodiklius reglamentuoja Lietuvos, Europos ir kitų valstybių standartai.

### **Antidetonaciniai švino junginių priedai**

Antidetonacinėms benzino savybėms pagerinti nuo 1929 metų JAV pradėti naudoti priedai – švino junginiai, o nuo 1971 m. JAV ir nuo 1991 m. Europoje juos pradėta keisti kalio junginiais ir oksigenitais. Be tetraetilšvino buvo dedama kitų jį lydinių junginių, kurie sudarė etilo skystį. Švino pašalinimui iš variklio palengvinti į skystį buvo dedama švino akceptorius – organinio bromido. Toks benzinas vadinamas etiliuotu.

Vėliau pastebėta, kad švino junginiai labai pavojingi žmogui ir aplinkai. Patekęs į žmogaus organizmą kartu su benzinu jis kaupiasi, tam tikri kiekiai sukelia organizmo pakitimus ir niekas negali jo pašalinti. Kenksmingi yra ir benzino deginiai, kuriuose yra švino ir kenksmingų jo junginių. Kenksmingų junginių kiekiui benzino deginiuose sumažinti skirti

kataliziniai konverteriai, kuriuose, veikiant katalizatoriais, kenksmingos dujos papildomai sudeginamos. Tačiau kataliziniai konverteriai yra labai jautrūs švinui ir efektyviai nukenksminti dujų neįmanoma.

Senos kartos varikliams švino junginiai benzine buvo naudingi, nes, degant tokiam benzinui, susidaro švino oksidas, kuris plona plėvele padengia ir sutepa vožtuvų lizdus ir kreipiamąsias. Nuo 1971 m. JAV, o nuo 1991 m. Europoje pradėti gaminti naujos kartos varikliai, kuriuose panaudotos kietesnės medžiagos, atsparesnės dilimui. Šiuo metu vietoje švino junginių į benziną detalėms tepti pridedama organinių kalio junginių. Benzinas su kalio junginių priedais žymimas raide K (Formula Shell 95K, Stimuli 95K, 98K). Bešviniame benzine, kuris atitinka Europos standartą (EN 228), švino gali būti <0,013g/l, o pagal Europos automobilių gamintojų asociacijos 1994 m. paskelbtus ACEA degalų chartijos reikalavimus – iki 0,005 g/l. Toks švino kiekis laikomas nekenksmingu žmonėms, aplinkai ir kataliziniams konverteriams.

### **Antidetonaciniai priedai – oksigenitai**

Pastaraisiais metais benzino antidetonacinėms savybėms pagerinti ir degimo procesui reguliuoti yra naudojami specialūs junginiai – oksigenitai, kurių molekulėse yra deguonies. Tokie junginiai padidina benzino oktantinį skaičių, degimo procese geriau sudega angliavandeniliai, o deginiuose mažiau lieka ir anglies monoksido. Dedant į benziną iki 15 proc. oksigenitų oktantinį skaičių galima padidinti iki RON 95-98. Dėl oksigenitų kenksmingumo žmonių sveikatai nėra vieningos nuomonės. JAV jų kiekis ribojamas iki 2 proc., o ES direktyvomis nustatytas iki 3,7 proc.

Pastaruju metu naudojami metanolis ir etanolis, kurie yra augalinės kilmės, gerokai padidina benzino OS ir deguonies kiekį, nekenksmingi žmogui ir aplinkai. Jų dedama iki 15, o kartais net iki 25 proc. Neigiamos metanolio ir etanolio savybės yra tai, kad, esant žemai temperatūrai, jie gali išsizuoksnuoti iš benzino ir daugiau sugeria drėgmę. Todėl benzinas, turintis daugiau šių priedų, gali sukelti variklio detalių koroziją, kai automobilis ekstensyviai eksploatuojamas žemų aplinkos temperatūrų sąlygomis. Manoma, kad šių priedų ateityje bus vartojama gerokai daugiau.

### **Daugiafunkciai plaunamieji priedai**

Dirbant ilgesnį laiką varikliui benzinu be plaunamųjų priedų, degimo kameroje, ant stūmoklio dugno, vožtuvų galvučių susikaupia suodžių, ku-

rie gerokai sumažina šilumos perdavimą nuo intensyviai kaistančių detalių paviršių. Dėl pablogėjusių šilumos mainų dirbant varikliui gali susidaryti detonacija. Kai vartojamas benzinas be plaunamųjų priedų maitinimo sistemos talpose, ant vamzdelių sienelių, karbiuratoriuje, purkštukuose gali kauptis nuosėdos, kurios gali retsykais savaimė dalimis atsiskirti nuo šių paviršių. Judančios nuosėdos gali užkimšti karbiuratorių kaištukų kalibruotą kiaurymę arba įpurškimo sistemų purkštukus. Variklio maitinimo sistemoje ir cilindruose susikaupiančių nešvarumų pobūdis yra labai įvairus, todėl plaunamosios medžiagos turi būti plataus aktyvumo spektro. Variklių darbo patikimumui, ilgaamžiškumui ir ekonomiškumui užtikrinti automobilių gamintojų asociacija pareikalavo standartuose įvesti variklio švaros palaikymo įvertinimą. Tam reikalui naftos perdirbimo kompanijos sukūrė naujos kartos plaunamuosius kompleksinius degalų priedus. Benzinas su šiais priedais turi didžiulę paklausą pasaulinėje rinkoje. Vokietijoje ir JAV šis benzinas sudaro 90 proc. viso naudojamo benzino. Šios kokybės benzina („Ventus“) gamina ir AB „Mažeikių nafta“. Vartojant atitinkamo OS „Ventus“ markės benzina, degalų sąnaudos sumažėja apie 4 proc.

### **Oksidaciniai inhibitoriai**

Laikant sandėliuose ilgesnį laiką benzina, kuriame nėra oksidacinių inhibitorių, susidaro dervingi tirpstantis benzine junginiai, kurie gali užteršti maitinimo sistemą ir nusėsti ant degimo kameros, stūmoklių ir vožtuvų paviršių. Oksidacijos pradžioje susidarę peroksidiniai junginiai pablogina benzino antideutonacines savybes. Kad benzinas neturėtų minėtų neigiamų savybių, į jį dedama oksidacinių inhibitorių – tai parafenilendiamino ir alkilfenolio junginiai, kurie apsaugo benzina nuo senėjimo ir slopina benzino oksidacijos procesų pradžia. Oksidacijos procesus labai skatina ir metalų jonai, kurių negalima visai išvengti. Norint pašalinti jų neigiamą poveikį, metalų jonų dezaktyvacijai į benzina dedama metalų dezaktyvatorių, kurie sudaro inertinius cheminius junginius.

### **Antikoroziniai priedai**

Siera ir kitos priemaišos, esančios benzine, labai aktyvina variklio cilindru, vožtuvų ir kitų detalių korozija, todėl į benzina dedama antikorozinių priedų – korozijos ir rūdijimo inhibitorių. Sintetiniai plovikliai, įdėti į benzina, sudaro ant metalo paviršaus monomolekulinių polinių junginių sluoksnį, kuris apsaugo nuo rūdijimo. Gali būti dedama ir specialiųjų

korozijos inhibitorių – tai organiniai junginiai su ilga alifatine grandine ir poline grupe. Neigiamą vandens poveikį sumažina deemulsikliai – poliglikolių deriniai, išskiriantys vandenį iš emulsijos, kurį galima surinkti į specialias ertmes. Žeminiame benzine yra vartojami plovikliai, alkoholiai ir glikoliai, kurie apsaugo benzina nuo užšalimo vamzdeliuose ir maitinimo sistemos prietaisuose.

### **Benzino priemaišos**

Visiškai išvalyti benzina nuo priemaišų neįmanoma arba ekonomiškai netikslinga. Viena iš gana kenksmingų benzino priemaišų yra sieros. Degdama variklyje ji sudaro sieros ir sulfito rūgštis, kurios skatina variklio detalių koroziją ir neigiamai veikia katalizinio konverterio darbą.

Europos standartu EN 228 nuo 1996 m. sieros kiekis benzine neturi viršyti 0,05 proc. ACEA reikalauja, kad sieros kiekis būtų ne didesnis kaip 0,005 proc.

Kita labai kenksminga priemaiša yra fosforas, kuris daro didžiulį neigiamą poveikį kataliziniam konverteriui ir didelę žalą gamtai. JAV gamtosaugos įstatymai šios priemaišos kiekį riboja iki 0,0013g/l. ACEA degalų chartijos reikalavimais nustatyta, kad benzine nebūtų pastebimo fosforo kiekio.

Lietuvos degalinėse aktuali didžiulė benzino mechaninio užterštumo problema. Smulkesnėse ir nuošalesnėse degalinėse dažnai pasitaiko nekokybiško ir užteršto mechaninėmis priemaišomis benzino. Toks benzinas užteršia maitinimo sistemas ir gali net sukelti maitinimo sistemos prietaisų gedimus.

### **BENZINO ASORTIMENTAS**

#### **Lietuvoje leidžiamo parduoti benzino asortimentas:**

variklių benzinai – 76 OS; 80 OS; 91 OS;

etiliuotas variklių benzinai – 92 OS;

neetiliuotas variklių benzinai – 92 OS;

variklių benzinai – 93 OS; 95 OS; 96 OS.

Aukštos kokybės variklių benzinai – 95 OS ir daugiau.

Lietuvoje yra gaminamos ir realizuojamos šios bešvinio bazinio benzino rūšys: 92OS, 95OS ir 98OS. Į bazinį benzina pridėjus daugiafunkčių plaunamųjų priedų, gaminamas prekinis šių markių aukštos kokybės benzinai: *Ventus 92E*, *Ventus 95E* ir *Ventus 98E*.



## Lietuvoje realizuojamo benzino privalomieji kokybės rodikliai

Rodiklis	76 OS	92 OS	92 OS (bešvinis)	95 OS	Aukštos kokybės
Oktaninis skaičius (varikliniu metodu)	>76	-	-	-	-
Oktaninis skaičius (tiriamuoju metodu)	-	>92	>93	>95	>95
Švino kiekis (g/l)	<0,013	<0,15	<0,013	<0,013	<0,013
Benzeno kiekis (tūrio %)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Sočiųjų garų slėgis vasarą (kPa)	<70	<80	<80	<80	<80
Sočiųjų garų slėgis žiemą (kPa)	<93	<93	<93	<93	<93
Sieros kiekis (%)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

## Rusijoje ir kitose NVS šalyse gaminamo benzino kokybės rodikliai pagal naujus standartus

Benzino markė	Oktaninis skaičius		Priemaišos (priedai)	
	Varikliniu metodu	Tiriamuoju metodu	Švino (g/l)	Sieros (%)
A-76 (su švinu)	76	-	<0,15	<0,1
A-76 (bešvinis)	76	-	<0,013	<0,1
AI-91 (bešvinis)	82,5	91	<0,013	<0,1
AI-91 (mažai švino)	82,5	91	<0,15	<0,1
AI-95 (bešvinis)	85	95	<0,013	<0,1
Rusijos Novoufimsko gamyklos benzinas				
AI-93 (bešvinis)	85	93	-	<0,03
AI 95 (bešvinis)	85	95	-	<0,03
Rusijos Nižegorodsko gamyklos benzinas				
NORSI A-76 (su švinu)	76	-	<0,17	<0,05
NORSI A-80 (su švinu)	76	80	<0,15	<0,5
NORSI A-80 (bešvinis)	76	80	-	<0,05
NORSI A-92 (bešvinis)	83	92	-	<0,05
NORSI A-95 (mažai švino)	85	95	-	<0,05



JAV pagrindinės benzino rūšys:  
paprastasis benzinas 87 *Octane*, kurio oktaninis skaičius (išreiškiamas AKI) AKI 86-87;  
benzinas 89 *Octane*, kurio AKI 87-92;  
Kalifornijos benzinas 91 *Octane*, kurio AKI 91-93;  
Benzinas su švinu senos kartos automobiliams 88 *Octane*.

Pradėjus gaminti naujos kartos automobilius su benzino įpurškimu, kokybiškam variklio darbui didelę įtaką turi benzino lakumas (išreiškiamas garų kamščio indeksu VLI), kuris priklauso nuo aplinkos temperatūros. Europos standartas EN 228 numato 10 benzino lakumo klasių, o pagal ACEA degalų chartijos reikalavimus ir JAV standartą naudotinos penkios lakumo klasės:

ACEA Class A, VLI-850, rekomenduotina vartoti Pietų Europos valstybėse vasarą;

ACEA Class B, VLI-900, rekomenduotina vartoti Vidurio Europos valstybėse ir Skandinavijos šalyse vasarą;

ACEA Class C, VLI-1000, rekomenduotina vartoti žiemą Pietų Europos šalyse;

ACEA Class D, VLI-1100, rekomenduotina vartoti žiemą Vidurio Europos šalyse;

ACEA Class E, VLI-1200, rekomenduotina vartoti žiemą Skandinavijos šalyse.

Pagal rekomendacijas Lietuvoje vasarą tikslinga vartoti ACEA Class B su garų kamščio indeksu VLI-900, o žiemą – ACEA Class D su VLI-1100 indeksu benzina.

## 9.2. Dyzeliniai degalai

Dyzeliniai degalai – naftos tiesioginės distiliacijos produktai, kuriuose yra daug parafinų, šiek tiek naftėnų, aromatinių naftos junginių ir labai mažai alkenų. Tai mažai garuojantis skystis, kurio savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra yra 300–330°C.

Dėl žemos dyzelinų degalų užsiliepsnojimo temperatūros, jie lengvai užsidega smulkiais lašeliais įpurkšti į slėginio uždegimo variklio degimo kamerą suslėgimo takto pabaigoje, susimaišę su staiga suslėgtu iki 3,0–5,5 MPa ir įkaitusiu iki 400–700°C oru.

## PAGRINDINĖS DYZELINIŲ DEGALŲ CHARAKTERISTIKOS

Kadangi dyzeliniai degalai užsiliepsnoja savaime nuo temperatūros, tai variklio darbą daugiausia lemia degalų užsiliepsnojimo kokybė. Dyzelinių degalų užsiliepsnojimo savybes nusako cetaninis skaičius (CI), cetaninis indeksas (CI) ir Dyzelio indeksas (DI).

**Cetaninis skaičius**– tai pagrindinis dyzelinių degalų savaiminio užsiliepsnojimo rodiklis. Jis nustatomas stendiniame vieno cilindro variklyje, lyginant tiriamuosius degalus su etaloniniais, sudarytais iš cetano, kuris labai gerai užsiliepsnoja (jo CS – 100). Nustatant užsiliepsnojimo kokybę, užsiliepsnojimo uždelsimas gali būti reguliuojamas keičiant suslėgimo laipsnį arba reguliuojant paduodamo oro kiekį droseliu.

Pagal EN 590 standartą nuo 1996 m. gaminamo ir vartojamo ES šalyse dyzelino CS būtų ne mažesnis kaip 58, o bazinio dyzelino CI norma ne mažesnė kaip 54. Pagal Rusijos standartus CS yra 40.

**Cetaninis indeksas** yra bazinių degalų užsiliepsnojimo kokybės rodiklis be užsiliepsnojimo gerinimo priedų.

**Dyzelio indeksas** yra panašus kaip cetaninis skaičius, tik jis nustatomas iš kitų rodiklių – API tankio laipsnio ir anilino taško. Paprastai DI yra 5–10 vienetų mažesnis už CS.

Aukštesnio CS degalai užsiliepsnoja geriau, lengviau galima užvesti variklį, variklis dirba gerokai tyliau ir mažiau išmeta dūmų.

Degalų tankis turi įtakos degalų kokybei, todėl pagal EN 590 standartą jis yra 820–860 kg/m<sup>3</sup>, o pagal ACEA standartą – 810–840 kg/m<sup>3</sup>.

Siera yra viena kenksmingiausių dyzelinių degalų priemaišų, nes, jai sudegus, susidaro sieros oksidai, kurie sukelia variklio detalių koroziją ir teršia aplinką. Nuo 1996 metų Europos Sąjunga nustatė, kad pagal EN 590 standartą sieros kiekis būtų <0,05 proc. Sumažinti sieros kiekį degaluose įmanoma tik valant hidrokrekingo būdu, kuris brangina degalus. **Tačiau mažai sieros turintys degalai daugiau kaip du kartus sumažina cilindrų sienelių dilimą.**

**Klampa** didesnės įtakos variklio darbui neturi, todėl ji gali kisti 2–4,5 mm<sup>2</sup>/s ribose, kai T – 40°C. Kai klampa per maža, daugiau dyla degalų purkštukai, o kai ji per didelė – pablogėja degalų įpurškimo kokybė ir blogiau susimaišo kuras su oru.

**Degalų lakumas** turi tiesioginę įtaką variklio galiai ir jo darbo ekonomiškumui. Mažiau lakūs degalai kaloringesni, o naudojant lakesnius lengviau užvesti ir įšildyti variklį, o tai labai svarbu eksploatuojant variklius žemų temperatūrų sąlygomis.

**Vidutinė virimo temperatūra** T: 50<sup>o</sup> C – tai temperatūra, kurią pasiekus išdistiliuojama 50 proc. (tūrio vienetais) visų dyzelinių degalų. Kuo žemesnė virimo temperatūra, tuo lengviau užsiveda variklis.

**Šaltojo tekėjimo savybės** yra labai svarbios, nes eksploatuojant dyzelinius variklius žiemą parafinai pradeda kristalizuotis ir gali užkimšti filtrus. Sumažinti parafinų kiekį nėra tikslinga, nes jis labai gerina savaiminio užsiliepsnojimo savybes. Šaltojo tekėjimo savybėms pagerinti į dyzelinius degalus dedama depresantų, kurie sumažina parafino kristalų dydį. Žiemą degalų takumui pagerinti galima degalus papildyti žibalu arba benzinu (iki 30 proc.).

## **DYZELINIŲ DEGALŲ RŪŠYS IR PARINKIMAS**

Pagal Europos standartą dyzeliniai degalai skirstomi į šešis vidutinio klimato laipsnius ir penkias arktinio klimato klases. Klimato laipsniai žymimi raidėmis Grade A, B, C, D, E, F, o klasės – skaičiais Class 0, 1, 2, 3, 4. Kokios klasės dyzelinius degalus ir koku metų laikotarpiu naudoti nustato kiekviena valstybė pagal ACEA degalų chartijos rekomendacijas, kurios apima septynias klasifikacines klases (Class I, II, III, IV, V, VI, VII). Lietuvoje tinka vartoti ACEA Class I (Grade B), o žiemą – ACEA Class V (Class 1) degalus.

Pagal Rusijos standartą GOST 305-82 yra trys dyzelinių degalų maršės, kurios atspindi sezoniškumą ir klimato zonas:

*Vasariniai* žymimi raide L ir naudojami, kai oro temperatūra teigiama. Žymint degalus, nurodoma sieros priemaišos (procentais) ir pliūpsnio temperatūra (°C). Pvz., L – 0,2 -40.

*Žieminiai* žymimi raide Z ir yra dviejų atmainų: pirmoji, kai oro temperatūra iki –20°C ir užšalimo temperatūra – ne daugiau kaip –35°C; antroji, kai oro temperatūra iki –30°C ir užšalimo temperatūra – ne daugiau kaip –45°C. Pvz., Z –0,2 –35 (ženklinimas originalo kalba 3 –0,2 –35).

*Arktiniai* žymimi raide A ir vartojami esant žemesnei kaip –50°C oro temperatūrai.

Pagal sieros kiekį dyzeliniai degalai skirstomi į pirmos ir antros rūšies. Pirmos rūšies degaluose sieros kiekis iki 0,2 proc., antros rūšies degaluose – iki 0,5 proc. Vairuotojai degalus, turinčius daugiau sieros, gali pasirinkti tik NVS ir JAV šalyse gamintiems dyzeliniams varikliams. Vartojant degalus, turinčius didelį sieros kiekį, reikia varikliui parinkti didesnio šarmingumo alyvas, kurios neutralizuotų degimo proceso metu susidariusias rūgštis.

### **9.3. Dujiniai ir alternatyvieji degalai**

Gerokai pigesni ir mažiau kenksmingi yra suskystintų naftos dujų ir suslėgtų gamtinių dujų degalai. Juos galima vartoti kibirkštinio uždegimo varikliuose vietoje benzino ir slėginio uždegimo varikliuose vietoje dyzelino.

#### **Suskystintos naftos dujos**

Šios dujos gaunamos naftos distiliacijos proceso metu kaip lengvai išsiskirianti dujinė frakcija. Jose daugiausia propano (iki 90 proc.) ir maždaug nuo 10 iki 50 proc. sudaro butanas. Šios dujos labai patogios tuo, kad suslėgtos iki 1,6 MPa jos suskystėja ir užima labai mažą tūrį. Automobilių varikliams vartojamos dujos būna dviejų rūšių: vasariniai degalai, kuriuose propano ir butano komponentų būna maždaug po lygiai (PBA), ir žieminiai, kuriuose propano būna apie 90 proc. (PA). Vasariniai degalai vartojami, kai oro temperatūra ne žemesnė kaip  $-20^{\circ}\text{C}$ . Dujiniai degalai pasižymi aukštu oktaniniu skaičiumi (butano OS – RON 94-99, propano – RON 105). Šiuose degaluose yra apie 4–6 proc. metano ir etano dujų, reguliuojančių sočiųjų garų slėgį. Nepageidautinos priemaišos yra neso tieji ir sunkieji angliavandeniliai. Labai svarbu, kad dujiniuose degaluose sieros kiekis nebūtų didesnis kaip 0,01 proc.

#### **Suslėgtos gamtinės dujos**

Suslėgtų gamtinių ar naftos dujų pagrindinis komponentas yra metanas, kuris turi labai aukštą oktaninį skaičių, gerai susimaišo su oru ir sudega, todėl variklyje galima pasiekti didelį suslėgimo laipsnį, o deginių toksiškumas mažas. Šiose dujose yra labai ribojami etano, propano, butano ir pentano kiekiai, nes, esant dideliame slėgiui, jie kondensuojasi ir trikdo maitinimo sistemos darbą. Labai kenksmingi sieros junginiai.

## **Alternatyvieji degalai**

Mažėjant naftos atsargoms ir didėjant atmosferos užterštumui automobilių nuodingomis išmetamosiomis dujomis, intensyviai ieškoma naujų energijos ir degalų rūšių, kurios galėtų pakeisti naftos kilmės degalus. Šios degalų rūšys – tai alternatyvieji degalai, gaminami iš atsinaujinančių šaltinių – augalinės kilmės produktų: medienos, šiaudų, sėklų, maisto produktų gamybos atliekų. Iš šios žaliavos gaminami etanolis, metanolis, augaliniai aliejai, ekologiškas dyzelinas (*Sundiesel*). Vienus degalus (etanolį iki 25 proc., metanolį iki 15 proc.) galima vartoti kaip priedus į naftos kilmės degalus, o ekologišką dyzeliną galima vartoti gryną. Metanolio OS – RON 114, o etanolio – RON 111. Šie priedai gerokai sumažina kenksmingų medžiagų kiekį variklių išmetamosiose dujose. Pagrindinis priedų trūkumas yra tai, kad jų negalima vartoti didesniu santykiu, kai aplinkos temperatūra yra neigiama.

## **9.4. Tepimo medžiagos**

Tepimo medžiagos yra skirtos besitrinantiems detalių paviršiams sutepti, taip sumažinant tų paviršių mechaninį dilimą, trinties jėgą tarp šių paviršių ir apsaugant juos nuo aplinkos poveikio, korozijos. Kartu sandarinami tarpai tarp dviejų paviršių ir tie paviršiai apsaugomi nuo sulipimo.

Tepimo medžiagos būna skystos ir tirštos. Skystos vadinamos alyvomis, o tirštos – tepalais.

### **9.4.1. Alyvos**

Alyvos sutepa, ataušina, valo besitrinančius detalių paviršius, apsaugo juos nuo atmosferos ir korozijos poveikio. Alyvos gali būti vartojamos elektros izoliacijai, judesio perdavimui ir kitais tikslais. Jos yra klampūs skysčiai, kurie gaunami perdurbant naftą arba sintezės būdu. Alyvos, kurios gaunamos iš naftos, vadinamos mineralinėmis, o gaunamos sintezės būdu – sintetinėmis alyvomis.

Pagal panaudojimo paskirtį ir atliekamas funkcijas jos yra skirstomos į: tepamąsias, hidraulines, technologines, izoliacines, konservacines,

šilumokaičių, metalo pjovimo ir kitokios paskirties. Dažnai ta pati alyva atlieka kelias funkcijas, pvz., tepamosios alyvos ne tik tepa besitrinančius detalių paviršius, bet ir juos aušina, plauna nuo šių paviršių dilimo atliekas – drožles. Todėl kai kurios alyvos yra naudojamos keliose srityse. Kita vertus, mechanizmų eksploataavimo sąlygos būna labai skirtingos ir šioms sąlygoms tenkinti reikalingos specialios alyvų rūšys. Tai verčia plėsti alyvų asortimentą.

### **Bazinės alyvos**

Gaminti labai didelį alyvų asortimentą naftos perdirbimo kombinačiuose arba sintezės gamyklose ekonomiškai nėra naudinga, nes gerokai didėja alyvų savikaina ir galutinė produkcijos kaina. Todėl ten gaminamas palyginti nedidelis alyvų asortimentas, vadinamas bazinėmis alyvomis. Šios alyvos viena nuo kitos skiriasi chemine naftos komponentų sudėtimi, gamybos ir valymo būdais, klampa ir kai kuriomis kitomis pagrindinėmis savybėmis. Mineralinės bazinės alyvos cheminė sudėtis priklauso ir nuo naftos rūšies, o sintetinės – nuo sintezės būdo ir pradinių sintezės medžiagų. Kadangi alyvos kokybė labai priklauso nuo gamybos ir valymo būdo, derėtų trumpai susipažinti su šiuo procesu.

### **Mineralinių bazinių alyvų gamyba**

Naftos distiliavimo procesas vyksta tokia eilės tvarka:

atmosferinis distiliavimas – jo metu gaunamos dujos, benzinas, žibaltas, dyzelinas, mazutas ir likutinė alyva;

vakuuminis distiliavimas – jo metu gaunamas dyzelinas ir skirtingos klamos frakcijos, kurios sudaro bazinių alyvų pagrindą;

Vakuuminės distiliacijos produktai toliau valomi ekstrakcijos būdu, kurio metu tirpikliais atskiriami nereikalingi junginiai, o vėliau atliekamas alyvos frakcijų deparafinavimas (atskiriamas parafinas). Dar gali būti atliekamas alyvos hidridinimas, katalizinimas, hidrokrekingas, valymas molžemiu ir kristaliniais aliumosilikatais.

Iš mazuto vakuuminio distiliavimo būdu gaunamos skystoji, vidutinė vakuuminė ir tirštoji likutinė alyva, kurios skiriasi virimo temperatūra. Distiliato likutis yra gudronas, kuris dar vadinamas vakuuminiu likučiu. Iš jo pagaminta alyva yra gana klampi ir naudojama bazinių alyvų gamybai.



Pagal frakcinę sudėtį bazinės alyvos skirstomos į distiliacines, mišines ir likutines. Distiliacinės gaminamos iš vienos distiliacijos frakcijos arba kelių sumaišytų distiliatų. Mišininės gaunamos sumaišius distiliatus su likutine alyva, o likutinės nemaišomos su kitomis. Likutinės alyvos turi geras eksploatacines tepimo, antioksidacines savybes ir tinka transmissinių alyvų gamybai.

Kai kurie benzino ir kitų degalų komponentai (azoto ir sieros junginiai) varikliams būna kenksmingi, tačiau alyvoje jie būna labai vertingi, nes slopina alyvos oksidaciją ir gerina alyvos antikoroazines savybes.

### **Prekinės alyvos**

Bazinių alyvų pagrindu, sumaišant jas tarpusavyje arba pridėdant į jas reikalingų priedų, gaunamos prekinės alyvos, kurios gaminamos komponavimo gamyklose. Lietuvoje, Klaipėdoje, yra „Pemco“ grupės alyvų komponavimo gamykla, kuri Rusijos naftos perdirbimo kombinatų bazinę alyvą komponuoja su „Lubrizol“ arba „Paramins“ priedų rinkiniais.

### **Variklinių alyvų asortimentas**

Įvairių autotransporto rūšių – lengvųjų, krovininių, vilkikų, autobusų, traktorių, savaeigių mašinų ir mechanizmų varikliams yra parenkamos skirtingos alyvos. Netgi tų pačių transporto priemonių varikliai gali būti pildomi ne vienomis ir tomis pačiomis alyvomis. Jos būna gamyklinės ir priežiūros alyvos. Pagamintų transporto priemonių varikliai gamykloje pildomi tinkamiausia gamykline variklio alyva. Eksploatuojant ir prižiūrint transporto priemones, naudojamos priežiūros alyvos, o įsigyti gamyklinių galima tik firminėse serviso įmonėse.

### **Variklinių alyvų ženklėjimas**

Yra keletas alyvų ženklėjimo sistemų: SAE, API, CCMC arba ACEA ir M.

Pagal Amerikos automobilių inžinierių sąjungos (*Society of Automotive Engineers*) SAE ženklėjimo sistemą alyvų markė nusako alyvos klampos laipsnį. Pvz., SAE 30, SAE 40 skaičiai parodo alyvos klampą. Šios alyvos yra vasarinės, nes jos yra didesnės klampos. Kai alyvos ženklėjime už skaičiaus yra raidė W, tai reiškia, kad alyva yra žieminė, pvz., SAE 10W, SAE 15W. Jei šiame ženklėjime yra dar skaičius, tai alyva yra nesezoninė, pvz., SAE 10W-30, SAE 15W-40.

Pagal Amerikos naftos instituto (*American Petroleum Institute*) API sistemos ženklimą raidė S reiškia, kad alyva yra skirta benzininiams varikliams, pvz., API SF, API SG, API SH ir API SJ. Raidė C reiškia, kad alyva skirta dyzeliniams varikliams, pvz., API CD, API CE, API CF-4, API CG-4. Jeigu ženklime naudojamos S ir C raidės, tada alyva tinka tiek benzininiams, tiek dyzeliniams varikliams – API SG/CD. Pagal jos tinkamumą prioritetas teikiamas benzininiams varikliams. Alyva API CD/SG prioritetiškai tinkamesnė dyzeliniams varikliams.

Pagal Bendrosios rinkos automobilių konstruktorių komiteto CCMC (senesnis Europos ženklas) sukurtą klasifikavimo sistemą variklinės alyvos ženklinamos taip: CCMC G4, CCMC G5 (benzininiams varikliams), CCMC D4, CCMC D5 (dyzeliniams varikliams), CCMC PD2, CCMC G5/PD2 (universaliai benzininiams ir dyzeliniams varikliams).

Pagal Europos automobilių gamintojų asociacijos ACEA (naujas Europos ženklas) sukurtą klasifikacinę sistemą variklinės alyvos ženklinamos: ACEA A1, ACEA A2, ACEA A3 (benzininiams varikliams), ACEA B1, ACEA B2, ACEA B3 (dyzeliniams varikliams) ir ACEA E1, ACEA E2, ACEA E3 (galingiems dyzeliniams varikliams).

Alyvų pakuotėse arba ant etikečių galimi papildomi ženklinimo simboliai arba užrašai, kurie nurodo prioritetinę alyvos naudojimo paskirtį:

sezoniškumo užrašai – *Multigrade*, *Duagrade* nurodo alyvos tinkamumą vasarą ir žiemą, o *Unigrade*– alyvos tinkamumą vienam – vasaros arba žiemos sezonui;

alyvos sudėties simboliai – raidė S arba žodelis *Synth* reiškia, kad alyva yra sintetinė;

alyvos kokybės nuorodos – paprastoms pakankamai gerų savybių alyvoms papildomų užrašų gali nebūti arba būna *Standard*, *Regular*. Užrašai *Super*, *Super Plus*, *Premium* arba *Plus* naudojami žymėti pagerintos kokybės alyvos markėms;

užrašai *Heavy Duty-HD* (galingiems varikliams), *Severe Duty* (atšiaurios sąlygos), *Super High Performance Diesel-SHPD* (galingiems ir greitaijudantiems labai aukštos kokybės dyzeliniams varikliams), *Racing*, *Competition* (lenktynėms) nurodo alyvos eksploatavimo sąlygas;

užrašai – *Multipurpose*, *Mixed Fleet* nurodo, kad šias alyvas galima naudoti įvairioms transporto priemonėms, o *Universal*, *Super Tractor Oil*

*Universal* – *STOU* nurodo, kad tą pačią alyvą galima naudoti skirtingoms mašinų (variklių arba transmisijos) tepimo sistemoms;

užrašas *Energy conserving oil* (degalus taupanti alyva) nurodo, kad šios alyvos kokybinės savybės nekinta per gerokai ilgesnį eksploatacijos laiką, palyginti jį su kitų alyvų eksploatacijos laiku.

### **Rekomendacijos variklinių alyvų naudojimui**

Pasirenkant alyvą, būtina atsižvelgti į variklio gamybos metus, kokybę ir darbo pobūdį.

Visiems naujiems varikliams rekomenduojama naudoti tik aukščiausios klasės alyvas API SH/CD, API SJ, CCMC G5/PD2, ACEA A1 arba ACEA A3 ir visą eksploatacijos laiką naudoti tos pačios pasirinktos markės alyvą.

Aukštos klasės, miesto sąlygomis eksploatuojamiems ir sportinių automobilių varikliams rekomenduojama naudoti aukščiausios klasės sintetines arba hidrokrekingo būdu pagamintas mineralines API SH/CD, CCMC G5/PD2, API SJ ir visas ACEA alyvas.

### **Transmisinės alyvos ir skysčiai**

Transmisijos mechanizmų darbo sąlygos šiek tiek skiriasi nuo variklių darbo sąlygų. Transmisijoje alyvos dirba žemesnių temperatūrų sąlygomis, į alyvą nepatenka degimo produktų, tačiau transmisijos besitrinančių detalių paviršius veikia didesnis kontaktinis slėgis. Pvz., krumpliaratinėse pavarose alyva ne tik suslegiama didele jėga tarp krumplių, bet ir nubraukiama nuo šių paviršių hipoidinėse ir sliekinėse pavarose. Tokiomis sąlygomis alyva turi sudaryti ir palaikyti atsparią strigimui plėvelę. Kitais atvejais greta gerų tepimo savybių alyvai keliami priešingi reikalavimai – geras sukibimas tarp frikcinių elementų sankabose, stabdžiuose, pavarų dėžių sinchronizatoriuose. Prieštaringi reikalavimai keliami ir hidromechaninių pavarų alyvoms, kur reikalinga mažai klampi alyva hidrauliniams pavaroms ir labai klampi – krumpliaratinėms pavaroms.

Pagal paskirtį ir kokybę plačiausiai yra vartojamos dvi transmisinių alyvų ir hidraulinių skysčių ženklavimo sistemos: Amerikos API – paskirties ir kokybės kategorijų GL, ir Europos ZF –TE-ML. API sistema apima tik alyvas, skirtas mechaninėms pavaroms. Transmisinių, kaip ir variklinių, alyvų svarbiausias kokybės rodiklis yra alyvos klampos laipsnis, kuris nustatomas standartu SAEI 306C, Oct. 91.

Pagal klampą alyvos skirstomos į tris grupes:  
vasarinė – SAE 90, 140, 250;  
žieminė – SAE 70W, 75W, 80W, 85W;  
visiems sezonams – SAE 75W-98, 75W-140, 80W-90, 80W-140,  
85W-90, 85W-140.

Lietuvos sąlygomis geriausiai tinka visasezonė alyva SAE 80W-90.

Alyvos su mažesne trintimi yra laikomos degalus taupančiomis alyvomis ir žymimos raidėmis FE. Pvz., FE SAE 80W-90.

API GL-1 alyvos, kurios skirtos sunkvežimių, žemės ūkio mašinų mechaninėms pavarų dėžėms be sinchronizatorių, spiralinėms kūginėms ir sliekinėms pavaroms. Jas tinka vartoti, kai eksploatacinių sąlygos nėra labai sunkios, nes šios alyvos gali būti be priedų arba su antioksidantais, korozijos inhibitoriais, putojimą mažinančiais priedais.

API GL-2 alyvos skirtos vidutinio sunkumo darbo sąlygoms – transporto priemonių sliekinėms pavaroms ir žemės ūkio transmisijoms. Jose yra dilimą mažinančių priedų.

API GL-3 alyvos skirtos vidutinio sunkumo darbo sąlygoms – sunkvežimių transmisijų mechaninėms pavarų dėžėms ir kūginėms pavaroms. Jose yra 2,7 proc. skiriamųjų priedų. Netinka hipoidinėms pavaroms.

API GL-4 alyvos skirtos įvairioms eksploatacinių sąlygoms (nuo lengvų iki sunkių). Gali būti vartojamos kūginėms ir hipoidinėms pavaroms, turinčioms nedidelį ašių nesutapimą. Šios grupės alyvos turi 4 proc. efektyvių skiriamųjų priedų. Europoje šios grupės alyvos dar papildomos ZF-TE-ML-02 specifikacijos priedais.

API GL-5 alyvos skirtos vartoti sunkiomis eksploatacinių sąlygomis: hipoidinėms pavaroms su didesniu ašių nesutapimu, pavarose su smūginėmis apkrovomis. Gerai tinka lengvųjų ir krovininių automobilių transmisijų mechanizmams (pavarų dėžėms, varantiesiems tiltams). Jose yra 6,5 proc. efektyvių skiriamųjų ir kitų daugiavalių priedų. Kai alyvos atitinka papildomų MIL-L-2105D ir Europos ZF-TE-ML-05 specifikacijų reikalavimus, tai jas galima vartoti didesnio pasipriešinimo kumštiniams diferencialams. Tokios alyvos ženkinamos ženklų + arba SL, pvz., API GL-5 ženkinama – API GL 5SL.

API MT-1 skirtos didelių eksploatacinių apkrovų mechaninėms pavarų dėžėms be sinchronizatorių galinguose krovininiuose automobiliuose

se-vilkikuose ir autobusuose. Ši alyva yra didelio terminio stabilumo.

Pagal europinę klasifikacinę sistemą alyvos ir hidrauliniai skysčiai suskirstyti į 14 specifikacinių grupių (nuo ZF-TE-ML-01 iki ZF-TE-ML-14).

ZF-TE-ML-01 specifikacijos alyvos tinka mechaninėms pavarų dėžėms be sinchronizatorių. Šią specifikaciją atitinka alyvos SAE 80W, SAE 80W-85, SAE-80W-90, SAE-85W-90, API GL-4, API GL-5 ir API MT-1. Šioms pavarų dėžėms galima vartoti ir variklines alyvas APS CD, APS CE, APS CF, APS SF ir APS SG, kurių klampos indeksas SAE 30 ir SAE 40.

ZF-TE-ML-02 specifikacijos alyvos skirtos mechaninėms pavarų dėžėms su sinchronizatoriais ir papildomoms pavarų dėžėms (skirstomosioms dėžėms). Šiai grupei priklauso SAE 80W, SAE 80W-85, SAE 80W-90 – alyvų markės, kurios atitinka API GL-4/5 ir API MT-1 kategorijų reikalavimus. Alyvos apraše turi būti nuoroda, kad ji atitinka 02 grupės specifikaciją. Be šių alyvų, gali būti vartojamos variklinės alyvos API CD, API CE, API CF, API SF ir API SG, kurių klampa yra SAE 20W-20 ir SAE 20W-30.

ZF-TE-ML-03 alyvos skirtos mobilių mašinų pavarų dėžėms; ZF-TE-ML-04 alyvos – laivų pavaroms; ZE-TE-ML-05 alyvos – lengvųjų ir krovininių automobilių varantiesiems tiltams įskaitant ir tiltus su didesnės trinties diferencialais. Tai SAE 80W-90, SAE 85W-90 ir SAE 85W-140 alyvos, kurios atitinka API GL-5 kokybės ir papildomas ML-L-2105D specifikacijos reikalavimus.

ZF-TE-ML-06 alyvos skirtos vilkikų jėgos agregatams, hidrauliniais kėlimo mechanizmams (superuniversaliosios traktorinės alyvos STOU).

ZF-TE-ML-07 (hidrostatinių ir mechaninių pavarų alyvos) skirtos žemės ūkio mašinų pavarų dėžėms (SAE 75-85, SAE 80-90, SAE 85W-140).

ZF-TE-ML-08 alyvos skirtos lengvųjų ir krovininių automobilių hidrauliniais stiprintuvams, žemės ūkio mašinoms (SAE 75-85, SAE 80-90, SAE 85W-140).

ZF-TE-ML-09 alyvos, skirtos lengvųjų, krovininių automobilių ir darbo mašinų hidraulinio valdymo mechanizmams ir automatinėms pavarų dėžėms (Dexron-IID, Dechron-IIE, Dexron-III, Mercon-M).

ZF-TE-ML-10 skysčiai, kurie skirti lengvųjų ir krovininių automobilių „Transmatic“ mechanizmams.

ZF-TE-ML-11 – skysčiai, skirti lengvųjų automobilių automatinėms pavarų dėžėms (ATF).

ZF-TE-ML-12 – skysčiai rezervui.

ZF-TE-ML-13 – alyvos, skirtos specialių autotransporto mašinų mechanizmams.

ZF-TE-ML-14 – skysčiai, skirti krovinių automobilių pavarų dėžėms (ATF).

Penkių pavarų greičių dėžės turi tam tikrų specifinių konstrukcijos ypatumų, todėl tinkamiausia pagal klampą alyva yra SAE 75W-90 arba SAE 85W-90. Šios alyvos gali būti gaminamos ir pagal specialias specifikacijas, pvz., VW 501.50 arba Ford-M2C-175A.

## 9.4.2. Tepalai

Tepalai yra tirštos, tepios medžiagos, kurios išlieka ant tepamų paviršių ir nuo jų nenuiteka. Be detalių paviršių tepimo, jie atlieka ir konservacines funkcijas – apsaugo paviršius nuo korozijos, sandarina suglaustus paviršius ir juos atskiria, kad nesuliptų. Tepalai gaunami iš alyvų, jas sutirštinus specialiais tirštikliais ir pridėjus funkcinį ir kietųjų priedų.

Tepalo tirštiklis – tai tarsi korėta kempinė, kurios tuščias mikroertmes užpildo alyva ir jos dalelės tepa besitrinančius paviršius. Tepalų aprašuose beveik visada yra nurodoma jų sudėtis, todėl pasirenkant vieną ar kitą tepalą tikslinga žinoti atskirų tepalo komponentų charakteristikas.

### TEPALŲ SUDĖTIS IR SAVYBĖS

Pagrindinis tepalų komponentas yra tirštikis. Tačiau jis sudaro tik nuo 4 iki 20 proc. viso kiekio, kuris nurodomas pirmiausia, po to nurodoma alyvos rūšis ir kiti komponentai. Tirštikliai yra minkšti, į muilą panašios organinės medžiagos, kurios gerai maišosi su alyva. Jie yra įvairių metalų ir riebalų organinių rūgščių druskos, vadinamos muilais. Tirštiklio pluoštinė struktūra daro didžiausią įtaką tepalo tirštumui, mechaniniam stabilumui, o jo cheminė struktūra lemia tepalo terminį atsparumą ir kitas savybes.

Tirštikliais dažniausiai naudojami šarminių metalų (Ca, Li, Na, Ba, Al ir kt.) paprastieji arba kompleksiniai muilai, taip pat kietieji angliavandeniai, silikageliai ir kt. Jei tepale vyrauja vienas tirštiklis, pvz., ličio, tai tepalas vadinamas ličio tepalu (Li). Jei tepale panaudoti dviejų metalų muilai, pvz., Li ir Ca, tai tepalas vadinamas ličio ir kalcio tepalu. Mišrieji tepalai turi pagerintas kai kurias savybes, pvz., Na-Ca tepalai gali būti naudojami

žemesnėje temperatūroje negu Ca tepalai, o Li-Ca tepalai atsparesni vandeniui už grynuosius Li tepalus ir jų lašėjimo temperatūra aukštesnė nei gryojo Ca arba gryojo Li tepalų.

Vakarų Europoje labiausiai paplitę ličio tepalai. Jie turi geras tepimo savybes ir gana atsparūs temperatūros pokyčiams (gali dirbti nuo  $-30^{\circ}\text{C}$  iki  $+120^{\circ}\text{C}$ ). Jie daugiausia naudojami labai apkratūtų ir greitaeigių automobilių mazgams tepti. Šie tepalai atsparūs vandeniui ir ilgą laiką paveikti aukštų temperatūrų atvėšę nesukietėja. Šiai grupei priklauso ir daugiausia vartojami *Marson*, *Multifak*, *Retinax* ir rusiškai *Litol-24*, *Fiol*, *Several* tepalai.

Ličio komplekso muilo tepalai pasižymi didesniu terminiu ir oksidaciniu stabilumu ir ilgesnį laiką išlaiko pirmines savybes, todėl vartojami mazgams, kuriuose tepalas nekeičiamas iki mazgo funkcionavimo pabaigos. Šiai grupei priklauso *Hytex*, *Pluton L*, *Multitepalai*.

Ca tepalai labai atsparūs vandeniui, tačiau jų darbo temperatūra tik iki  $70^{\circ}\text{C}$ . Jie yra pigiausi. Paveikti aukštesnių temperatūrų, sukietėja. Plačiausiai vartojami NVS šalyse solidolai tinka nelabai svarbių konstrukcijų guoliams tepti. Kalcio tepalai, kuriuose yra sintetinių riebalų rūgščių, skirti darbui iki  $120^{\circ}\text{C}$ .

Labai gerus *Ceran* tepalus iš kalcio sulfonato sukūrė firma „Ceran“. Jie labai atsparūs vandeniui ir gali dirbti iki  $180^{\circ}\text{C}$  temperatūroje.

Kalcio kompleksų pagrindu pagaminti tepalai pasižymi geresnėmis savybėmis nei kalcio tepalai. Šiai grupei priklausantys *Texando* ir *Ceran* tepalai pasižymi labai geromis antikorozinėmis, apsauginėmis, dilimą ir strigimą mažinančiomis savybėmis, labai lipnūs. Jie vartojami greitaeigių vandens siurblių guoliams, transmisijos lankstams, balninio vilkiko jungčiai tepti.

Natrio tepalai labai lipnūs, gerai sukimba su tepamais paviršiais, tačiau jie tirpsta vandenyje. Jie skirti tepti važiuoklei ir lėtaeigiems mechanizms, kurie gali įkaisti iki  $110$ – $120^{\circ}\text{C}$  temperatūros. Natrio kompleksų tepalai atsparūs iki  $160^{\circ}\text{C}$ , o vandeniui – tik iki  $50^{\circ}\text{C}$ .

Mišrieji natrio ir kalcio tepalai tinka automobilių ratų guoliams.

Aliuminio tepalai yra labai skaidrūs, atsparūs vandeniui, pasižymi geru lipnumu. Jie geriausiai tinka laivų mechanizms tepti. Aliuminio kompleksų tepalai pasižymi labai geromis eksploatacinėmis savybėmis: jie gali dirbti nuo  $-30^{\circ}$  iki  $+140^{\circ}\text{C}$  temperatūroje, atsparūs vandeniui, me-

chaniškai stabilūs. Tinka svarbiems automobilių mazgams tepti (balninio vilkiko jungčiai).

Aliuminio ir bario tepalai pasižymi antifrikcinėmis ir apsauginėmis savybėmis, todėl gali būti naudojami tepti mechanizmams, kuriuos veikia jūros vanduo.

Bario ir bario komplekso tepalai yra labai atsparūs vandeniui, naftos produktų garams, išlaiko labai dideles mechanines apkrovas, yra labai atsparūs chemiškai ir mechaniškai, tačiau labai brangūs ir kenksmingi sveikatai.

Angliavandeniliniai tepalai gaminami sulydant skystąją alyvą su kietaisiais angliavandeniliais – parafinu arba cerezinu. Jie visiškai netirpsta vandenyje ir beveik nepraleidžia vandens garų. Lydosi labai žemoje temperatūroje (32–60°C), o sukietėję vėl atgauna visas pradines savybes. Tepimui nenaudojami, tačiau naudojami apsaugai nuo korozijos (techninis vazelinas).

Neorganiniais tirštikliais (silikageliu, aerosilu, bentonitu, suodžiais) sutirštinti tepalai turi specifinių savybių ir dažniausiai gaminami specialios paskirties. Jie yra chemiškai inertiški, labai atsparūs karščiui ir vandeniui. Vartojami mazgams, kuriuose yra didelės mechaninės apkrovos, ir dideli besitrinančių detalių greičiai.

Polimeriniais tirštikliais sutirštinti tepalai, kurie neseniai pradėti vartoti, pasižymi mechaniniu stabilumu, atsparumu vandeniui, aukštomis temperatūroms, geromis tepimo savybėmis. Šie ilgalaikiai tepalai labai gerai tinka tepti metalų ir polimerų trinties poroms. Šiai grupei priklauso labai geras tepalas *Black Pearl* (juodasis perlas), kuris geriausiai tinka pastovaus kampinio greičio sferiniams lankstams tepti.

Polimeriniai tetloniniai tepalai yra vieni iš chemiškai ir termiškai stabiliausių, nepaprastai atsparūs vandeniui ir kitiems skysčiams, ilgaamžiai, turi labai mažą trinties koeficientą. Jie gaminami iš labai gerų bazinių sintetinių alyvų.

## **TEPALŲ ŽENKLINIMAS**

Tarptautinėje praktikoje yra naudojamos trys tepalų ženklavimo sistemos: ISO, DIN ir GOST.

Bendrą pasaulyje priimtą tepalų ženklavimo sistemą reglamentuoja standartas ISO 6743-9, tačiau jis dar nėra visų šalių taikomas praktikoje,



ir greta jo paplitę DIN-(vokiška) ir GOST)-(rusiška) tepalų ženklavimo sistemos.

Pagal pasaulinę bendrąją sistemą minėtu ISO standartu tepalo ženklavimas susideda iš raidžių derinio pvz., ISI-L-XBEGB00.

- i. – ISO- Tarptautinės standartų organizacijos inicialai
- ii. – L – tepimo medžiagų klasė (važiuklės tepalai)
- iii. – X – tepimo medžiagų grupė (pagal klasifikatorių – tirštieji tepalai)
- iv. – B – žemiausia eksploatacijos temperatūra (pagal standartą –20°C)
- v. – E – aukščiausia eksploatacijos temperatūra (pagal standartą +160°C)
- vi. – G – apsaugos nuo rūdijimo lygis (pagal standartą šios grupės tepalas plaunamas vandeniu ir neapsaugo nuo rūdijimo)
- vii. – B – tepalo geba užtikrinti mechanizmų darbą esant didelėms mechaninėms apkrovoms
- viii. – konsistencijos Nr.

Pagal vokiškąją DIN 51 825 tepalų standarto sistemą riedėjimo, slydimo guoliams ir slydimo plokštumoms tepti skirti tepalai ženklavami standarto numeriu ir papildomomis raidėmis su skaičiais, kurie reiškia atitinkamas tepalo savybes, pvz., DIN 51 825 – K 1 G-20.

Raidė K nurodo, kad tepalas skiriamas guoliams, raidė G – tepalas skirtas uždariems guoliams, skaičius –20 nurodo tepalo žemiausią eksploatacijos temperatūrą.

Jeigu tepalas turi trintį ir dilimą mažinančių arba leistinąją apkrovą didinančių priedų, tai toks tepalas papildomai žymimas raide P (tepalas KP 1 G-20). Kai tepalas turi kietųjų priedų, jis žymimas raide F (tepalas KF 1 G-20). Jei tepalas turi abu minėtus priedus, jis žymimas raidėmis KPF (tepalas KPF 1 G-20).

NVS šalyse gaminami ir vartojami tepalai ženklavami pagal GOST 23258-78 reikalavimus. Pagal šį standartą tepalo pavadinimas sudarytas iš vieno žodžio, o jo modifikacijos gali būti pažymėtos raidžių ir žodžių indeksais. Kiekvienas tepalas dar turi skaičių ir raidžių ženklą, kuris rodo jo paskirtį, sudėtį ir savybes. Tepalo ženklas susideda iš penkių raidinių indeksų, kurie nusako:

pirmasis – grupę arba pogrupį, nurodantį tepalo paskirtį;

antrasis – tirštiklio tipą;

trečiasis – rekomenduojamas eksploatacijos temperatūros ribas dešimt kartų sumažinta trupmenine išraiška;

ketvirtasis – dispersinę terpę – bazinę alyvą, paženklinimą mažąja rusiška raide. Jeigu tepalas sudarytas tik iš mineralinės alyvos, tai ženklas nerašomas, jei sudarytas iš dviejų alyvų mišinio, tai rašomi greta du indeksai;

penktasis ženklas nurodo kietuosius priedus, jeigu jie įeina į tepalą.

Be minėtų raidinių indeksų, kai kuriuose tepaluose dar gali būti skaitinis indeksas, kuris nurodo tepalo konsistencijos klasę. Pvz., tepalas CCa 2/8-22 reiškia, kad:

C – tepalas bendros paskirties;

Ca – tepalui panaudotas kalcio muilo tirštiklis;

2/8 – tepalo eksploatacijos temperatūra nuo –20 iki +80°C;

dispersinės terpės indekso nėra, o tai reiškia, kad tepalas pagamintas iš mineralinės bazinės alyvos;

kietojo priedo nėra;

konsistencijos klasės indeksas Nr. 2.

## 10. Transporto priemonių ekonominis naudingumas

Norint teikti kokybiškas transporto paslaugas šiuolaikinės rinkos ekonomikos sąlygomis, pirmiausia reikia aprūpinti transporto įmonę, vežančią keleivius ir krovinius, naujomis perspektyviomis, ekonomiškomis transporto priemonėmis. Šiuolaikinės transporto priemonės leidžia klientams pasitikėti paslaugų teikėju, sudaro sąlygas teikti kokybiškas, patikimas ir ekonomišką paslaugas. Steigiant naują transporto įmonę arba renovuojant turimų transporto priemonių parką, reikia įvertinti įmonės teikiamų ir planuojamų atlikti paslaugų apimtį, nustatyti pagrindinius transporto priemonių techninius rodiklius, įsigyjamų transporto priemonių skaičių, įsigijimo terminus, finansavimo šaltinius, realias planuojamas pajamas, investicijų atsipirkimo terminus. Šiam tikslui rengiama speciali studija arba verslo planas.

Transporto priemonės įsigyjamą iš įmonės sukauptų investicinių lėšų, banko paskolos arba nuomojamos išpirktinai. Sėkmingam pasirinkimui turi būti atlikta nuodugni šių investicinių šaltinių analizė. Galima pasirinkti transporto priemonių išperkamąją nuomą arba tiesioginę jų nuomą. Neturint didesnių pradinių investicijų, tikslinga įsigyti visą kiekį ne iš karto, bet per keletą metų: skelbiant konkursą kiekvienais metais – tam tikrą skaičių.

Skelbiamo konkurso transporto priemonėms įsigyti priedas Nr. 1

## **Įsigyjamų transporto priemonių ekonominio naudingumo nustatymo metodika**

(pavyzdys)

Transporto priemonių vertinimo darbo grupės posėdžio

### **PROTOKOLAS**

2007 m. balandžio 10 d.

Dalyvauja: Darbo grupės pirmininkas – *Petras Kalvaitis*-----

Nariai: \_\_\_\_\_ *Jonas Jonėnas*-----

*Petras Petrėnas*-----

*Linas Linelis*-----

*Juras Jurelė*-----

Darbotvarkė: Konkurso sąlygose skelbiamų transporto priemonių--  
*-vilkių su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----atitikties  
konkurso reikalavimams vertinimas.

Svarstyta: Konkurso sąlygose skelbiamų transporto priemonių ----  
*-vilkių su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----atitikties konkurso  
reikalavimams vertinimo metodika.

Nutarta: (vienbalsiai) siūlomas transporto priemonės---  
*-vilkius su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----vertinti pagal  
jų ekonominį naudingumą. Ekonominis naudingumas bus nustatomas  
pagal formulę:

$$V_i = K_k \frac{K_{\min}}{K_i} + K_{tp} T_i + K_p P_i + K_e E_i ; \quad (1)$$

čia  $V_i$  – i tiekėjo pasiūlytų \_\_\_ *-vilkių su puspriekabe-refrižeratoriumi*\_\_\_\_  
ekonominio naudingumo rodiklis,

$K_k$  – kainos koeficientas,

$K_{\min}$  – mažiausia (iš pasiūlytų) *-vilkių su puspriekabe-refrižeratoriu-*  
*mi* \_\_\_\_\_ 20 vnt kaina su PVM,

$K_i$  – i tiekėjo pasiūlyta 20 vnt *-vilkių su puspriekabe – refrižeratoriumi*  
kaina su PVM,

Kai formulėje (1) sudedamųjų narių skaičius trys ir daugiau, tada  
kainos koeficientas  $K_k$  turi būti ne mažesnis kaip 0,7. Kai formulėje sude-

damųjų narių skaičius yra iki 2, tada reikia siūlomą pirkinį vertinti pagal mažiausią pasiūlytą kainą,

$K_{tp}$  – techninių privalumų koeficientas,

$T_i$  – i tiekėjo pasiūlytų \_\_\_\_\_vilkikų su pusprikabe-refrižeratoriumi\_\_\_\_\_ techninių privalumų rodiklis,

$K_p$  – patikimumo koeficientas,

$P_i$  – i tiekėjo pasiūlytų \_\_\_\_\_vilkikų su pusprikabe-refrižeratoriumi\_\_\_\_\_ patikimumo rodiklis,

$K_e$  – eksploatacinių išlaidų koeficientas,

$E_i$  – i tiekėjo pasiūlytų \_\_\_\_\_vilkikų su pusprikabe-refrižeratoriumi\_\_\_\_\_ eksploatacijos išlaidų rodiklis<sup>1</sup>.

Šių rodiklių dydis nustatomas pagal jų sudedamųjų narių kiekį, svarbą gaminio kokybei, jo ilgaamžiškumui ir ekonomiškam naudojimui, todėl kiekvieno rodiklio koeficientas skirtingam gaminiui gali būti kitoks. Koeficientų  $K_k$ ,  $K_{tp}$ ,  $K_p$  ir  $K_e$  suma turi būti lygi vienetui (pvz.,  $0,6+0,20+0,1+0,1=1$ ).

Analogiškai rodiklių  $T_i$ ,  $P_i$  ir  $E_i$  sudedamųjų dalių lyginamieji svoriai nurodyti 2–5 formulėse.

*Techninių privalumų ( $T_i$ ) rodiklis ir jo apskaičiavimas:*

$$T_i = K_{sg} \frac{T_{sgs \min}}{T_{sgs \ i}} + K_{erg} \frac{T_{pr \ i}}{T_{pr \ max}} + K_v \frac{T_{vs \ i}}{T_{vs \ max}} + K_t \frac{T_{bri}}{T_{t \ max}} + K_e \frac{T_{ei}}{T_{e \ max}}; \quad (2)$$

čia  $K_{sg}$  – variklio galios ir vilkiko masės santykis,

$T_{sgs \ min}$  – mažiausias (iš pasiūlytų) \_\_\_\_\_vilkikų su pusprikabe-refrižeratoriumi\_\_\_\_\_ svorio ir variklio galios santykis,

$T_{sgs \ i}$  – i tiekėjo siūlomo \_\_\_\_\_vilkiko su pusprikabe-refrižeratoriumi\_\_\_\_\_ svorio ir variklio galios santykis.

\_\_\_\_\_Vilkiko su pusprikabe-refrižeratoriumi\_\_\_\_\_ svorio ir variklio galios santykis apskaičiuojamas pagal formulę

$$T_{sgs \ i} = Q/N;$$

čia  $Q$  – \_\_\_\_\_siūlomo vilkiko su pusprikabe-refrižeratoriumi\_\_\_\_\_ svoris, kg,

<sup>1</sup> Kainos koeficientą  $K_k$ , techninių privalumų koeficientą  $K_{tp}$ , patikimumo koeficientą  $K_p$  ir eksploatacinių išlaidų koeficientą  $K_e$  nustato darbo grupė (ekspertų komisija).

N – siūlomo *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----  
 variklio galia, kW,

$K_{erg}$  – ergonomikos koeficientas,

$T_{pr\ max}$  – geriausias (iš pasiūlytų) *vilkikų su puspriekabe-refrižeratoriumi*  
*mi*-----prekinis vaizdas, ergonomika,

$T_{pr\ i}$  – i tiekėjo pasiūlyto *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----  
 -----prekinis vaizdas, ergonomika,

$K_v$  – didžiausio greičio (greitėjimo) koeficientas,

$T_{vs\ max}$  – didžiausias (iš pasiūlytų) *vilkikų su puspriekabe-refrižeratoriumi*  
*mi*-----leidžiamas greitis, km/h,

$T_{vs\ i}$  – i tiekėjo siūlomo *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----  
 -----leidžiamas greitis, km/h,

$K_t$  – talpos (tonažo) koeficientas,

$T_{t\ i}$  – i tiekėjo siūlomo *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----  
 talpa/tonažas, m<sup>3</sup>/t,

$T_{t\ max}$  – didžiausia iš pasiūlytų *vilkikų su puspriekabe-refrižeratoriumi*--  
 ----talpa/tonažas, m<sup>3</sup>/t,

$K_e$  – ekologinis (taršos) koeficientas,

$T_{ei}$  – i tiekėjo pasiūlytų *vilkikų su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----  
 -----atitiktis europiniam toksiškumo standarto numeriui,

$T_{e\ max}$  – didžiausias europinio toksiškumo standarto numeris, kurį  
 tenkina bent vienas iš pasiūlytų *vilkikų su puspriekabe-refrižeratoriumi*,

$T_{pr\ i}$  – i tiekėjo pasiūlyto *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----  
 --manevringumas, kuris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$T_{pr\ i} = K_{jk} \frac{T_{prk\ i}}{T_{prk\ max}} + K_{sl} \frac{T_{prsl\ i}}{T_{prsl\ max}} + K_v \frac{T_{prkl\ i}}{T_{prkl\ max}} + K_{tr} \frac{T_{gi}}{T_{g\ max}} + K_v \frac{T_{vni}}{T_{vni\ max}} + \frac{T_{kli}}{T_{kl\ max}}; \quad (3)$$

čia  $K_{jk}$  – įveikiamos įkalnės koeficientas,

$T_{prk\ i}$  – įkalnės statusas laipsniais, kurią gali įveikti visiškai pakrautas i  
 tiekėjo pasiūlytas *vilkikas su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----,

$T_{prk\ max}$  – didžiausias įkalnės statusas laipsniais, kurią gali įveikti visiškai  
 pakrautas bent vienas (iš pasiūlytų) *vilkikų su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----,

$K_{sl}$  – įveikiamo šlaito koeficientas,

$T_{prsl\ i}$  – šlaito statusas laipsniais, kuriuo gali judėti visiškai pakrautas i

tiekėjo pasiūlytas *vilkikas su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----,  
 $T_{pršl\ max}$  – didžiausias šlaito statumas laipsniais, kuriuo gali judėti bent  
 vienas visiškai pakrautas (iš pasiūlytų)---*vilkikas su puspriekabe-refrižera-*  
*toriumi*-----,  
 $K_v$  – vėžės koeficientas,  
 $T_{prkl\ i}$  – i tiekėjo siūlomo *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----  
 -----provėža milimetrais,  
 $T_{prkl\ max}$  – didžiausia (iš pasiūlytų) *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriu-*  
*mi*-----provėža milimetrais,  
 $K_{tr}$  –traukos koeficientas,  
 $T_{g\ i}$  – i tiekėjo siūlomo *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----  
 -----traukos jėga (kg),  
 $T_{g\ max}$  – didžiausia (iš pasiūlytų) *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriu-*  
*mi*-----traukos jėga (kg),  
 $K_{vp}$  – velkamos priekabos koeficientas,  
 $T_{vm\ i}$  – i tiekėjo siūlomo *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*-----  
 -----velkamo automobilio svoris (kg),  
 $T_{vm\ max}$  – didžiausias (iš pasiūlytų) *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriu-*  
*mi*-----velkamo automobilio svoris (kg),  
 $K_{pr}$  – prošvaisos koeficientas,  
 $T_{kl\ i}$  – i tiekėjo siūlomo *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*  
 -----prošvaisa (mm),  
 $T_{kl\ max}$  – didžiausia bent vieno (iš pasiūlytų) *vilkiko su puspriekabe-ref-*  
*rižeratoriumi*-----prošvaisa (mm).

Patikimumo ( $P_i$ ) rodiklis ir jo apskaičiavimas:

$$P_i = K_{gr} \frac{P_{gr\ i}}{P_{gr\ max}} + K_{vr} \frac{P_{vr\ i}}{P_{vr\ max}} + K_{vdr} \frac{P_{vdr\ i}}{P_{vdr\ max}}; \quad (4)$$

čia  $K_{gr}$  – garantinės ridos koeficientas,

$P_{gr\ ma}$  – didžiausia (iš pasiūlytų) *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*  
 -----garantinė rida (km),

$P_{gr\ i}$  – i tiekėjo siūlomo *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi* -----  
 -----garantinė rida (km),

$K_{vr}$  – vidutinis ridos tarp techninių priežiūrų koeficientas,

$P_{vr \max}$  – didžiausia (iš pasiūlytų) *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*  
 -----vidutinė rida tarp periodinių techninių priežiūrų  
 (km, skaičiuojant iki dešimtosios techninės priežiūros),

$P_{vr i}$  – i tiekėjo siūlomo *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*  
 ----- vidutinė rida tarp periodinių techninių priežiūrų  
 (km, skaičiuojant iki dešimtosios techninės priežiūros),

$K_{vdr}$  – variklio darbo laiko koeficientas,

$P_{vdr \max}$  – didžiausi (iš pasiūlytų) *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*  
 -----variklio darbo resursai (rida, km),

$P_{vdr i}$  – i tiekėjo siūlomo *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi* -----  
 ----- variklio darbo resursai (rida, km),

*Automobilio eksploatacijos išlaidų ( $E$ ) rodiklis ir jo apskaičiavimas:*

$$E_i = K_{ds} \frac{E_{ks \min}}{E_{ks i}} + K_{tpt} \frac{E_{ds \min}}{E_{ds i}} + K_{mk} \frac{E_{m \min}}{E_{m i}} . \quad (5)$$

čia  $K_{ds}$  – degalų sąnaudų koeficientas,

$E_{ks \min}$  – mažiausios (iš pasiūlytų) *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi*  
 ----- degalų sąnaudos pagal 99/100/EU standartą (kombinuotas ciklas) (l/100 km),

$K_{tpt}$  – vidutinis techninės priežiūros darbo trukmės koeficientas,

$E_{ks i}$  – i tiekėjo siūlomo *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi* -----  
 ----- degalų sąnaudos, pagal 99/100/EU standartą (kombinuotas ciklas) (l/100 km),

$E_{ds \min}$  – mažiausia (iš pasiūlytų) vidutinė darbo trukmė *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi* ----- vienai periodinei techninei priežiūrai atlikti (žmogaus darbo valandomis, skaičiuojant dešimčiai techninių priežiūrų),

$E_{ds i}$  – i tiekėjo nurodyta vidutinė darbo trukmė *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi* ----- vienai periodinei techninei priežiūrai atlikti (žmogaus darbo valandomis, skaičiuojant dešimčiai techninių priežiūrų),

$K_{mk}$  – atsarginių detalių ir medžiagų, reikalingų vidutinei techninei priežiūrai, kainos koeficientas,

$E_{m \min}$  – mažiausios (iš pasiūlytų) vidutinės išlaidos eksploatacinėms



medžiagoms ir atsarginėms detalėms atliekant *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi* ----- vieną periodinę techninę priežiūrą (litas, skaičiuojant dešimčiai techninių priežiūrų),

$E_{mi}$  – i tiekėjo nurodytos vidutinės išlaidos eksploatacinėms medžiagoms ir atsarginėms detalėms atliekant *vilkiko su puspriekabe-refrižeratoriumi* vieną periodinę techninę priežiūrą (litas, skaičiuojant dešimčiai techninių priežiūrų).

Skaičiuojama bus tūkstantųjų tikslumu (3 skaičiai po kablelio).

Jeigu tiekėjas nepateiks 1–5 formulėse reikalaujamo parametro duomenų arba jie bus pateikti ne tokia forma, tada to parametro santykis bus prilyginamas 0,1.

Pavyzdžiui, tiekėjas nepateikė (autobuso) variklio darbo resursų (ridos kilometrais) arba pateikė ne tuo matavimo vienetu – variklio darbo valandomis, tada  $P_{vdr}$  ir  $P_{vdrmax}$  santykis bus prilygintas 0,1.

Priimant -- *vilkiką su puspriekabe-refrižeratoriumi* ----- bus tikrinami jo techniniai parametrai eksploataavimo sąlygomis.

Darbo grupės pirmininkas

-----  
(pareigos, vardas, pavardė)

Nariai:

-----  
(pareigos, vardas, pavardė)

## Literatūra

1. Kazimieras Giedra, Aleksandras Kirka, Stasys Slavinskas. *Automobiliai*. – Kaunas, Smaltija, 2002. – 482 p.
2. *Automobiliai*. Vertė Aleksandras Kirka ir Stasys Slavinskas. – Kaunas, Tyrai“, 2001. – 542 p.
3. Algirdas Burkauskas. *Automobilio eksploatacinės savybės*.– Kaunas, Technologija, 1998. – 199 p.
4. Antanas Valatka. *Automobilių stabdžių antiblokavimo ir traukos kontrolės sistemos*. – Kaunas, Smaltija, 1995 – 87 p.
5. R. Baltrėnas ir kiti. *Automobilių degalai ir tepalai*. – Vilnius, TEV, 1998. – 415 p.
6. K. Giedra, G. Labeckas, A. Kirka, P. Jučas, V. Grašys. *Traktoriai ir automobiliai*. – Vilnius, ACADEMIA, 1995. – 544 p.
7. *Technical Manual Unimog*. – Gagenau, Edition, 1999.
8. V. L. Rogovcev. *Ustroistvo i eksploatacija avtotransportnych sredstv*. – Maskva, Transport, 1991, 426 p.



## **STANISLOVAS BUTELIAUSKAS**

Gimė 1937 07 05 Utenos rajone, inžinierius, Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademijos inžinerinės vadybos katedros lektorius. Septynių išradimų autorius. 2004 m. sukūrė, o 2006 m. užpatentavo Lietuvoje perspektyvų „Autokelių mazgą“, kuris pastaruju metu patentuojamas Europos Sąjungoje, JAV, Kanadoje ir kitose valstybėse. Pedagoginė ir tyrimų kryptys: kelių transportas, racionalus ir saugus eismas.

GENEROLO JONO ŽEMAIČIO LIETUVOS KARO AKADEMIJA

STANISLOVAS BUTELIAUSKAS

AUTOMOBILIŲ SANDARA IR PRIEŽIŪRA

Mokomoji knyga

Redagavo Eulialija Stankevičienė

Maketavo Dalia Žukaitienė

2008-06-04. Tiražas 224 egz. Užsakymas GL-278.

Išleido Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademija,

Šilo g. 5A, LT-10322 Vilnius

Spausdino Kauno technologijos universiteto leidykla „Technologija“,

Studentų g. 54, LT-54124 Kaunas