

Zigurds Mikelsons

Vilnis Pīrs

Spēkratu konstrukcijas

**Jelgava
2008**



Z. Miķelsons, V. Pīrs. Spēkratu konstrukcijas. // Mācību līdzeklis. – Jelgava, 2008. – 199 lpp.
ISBN 978-9984-849-02-7

Mācību grāmatas „Spēkratu konstrukcijas” uzdevums ir nostiprināt zināšanas spēkratu uzbūvē inženierzinātņu augstskolu studentiem un tehnisko koledžu studentiem autotransporta specialitātē.

Izdots ar ESF finansiālu atbalstu
Projekts: „*Studiju procesa modernizācija un kvalitātes uzlabošana spēkratu priekšmetu grupā.*”
Nr. 2006/0248/VPD1/ESF/PIAA/06/APK/3.2.3.2./0075/0067

Saturs

Ievads.....	6
1. Automobiļu iedalījums un uzbūve	7
1.1. Automobiļu iedalījums un uzbūve.....	7
1.2. Automobiļu klasifikācija	8
1.3. Automobiļa uzbūves sastāvdaļas	10
2. Motoru uzbūve, darbības principi	11
2.1. Spēkratu motoru iedalījums	11
2.2. Motora uzbūve	12
2.3. Motora darbības pamatjēdzieni.....	13
2.4. Divtaktu motora darbība	18
2.5. Četraktu Otto, dīzeļmotora salīdzinājums ar divtaktu motoriem	20
2.6. Vankeļa rotora motora darbība	21
2.7. Vairākcilindru motora darbība.....	22
2.8. Motora jauda un griezes moments.....	22
3. Kloķa – klaņa mehānisms	25
3.1. Blokkarteru konstrukciju shēmas ar dažādu cilindru un kloķa – klaņa mehānisma novietojumu	25
3.2. Kloķa – klaņa mehānisma konstrukciju sastāvdaļas	26
4. Gāzu sadales mehānisms	48
4.1. Mehānismu tipi un darbības principi	48
4.2. Gāzu sadales mehānisma detaļas	50
4.3. Gāzes sadales fāzu diagramma	61
4.4. Gāzu sadales fāžu regulēšanas sistēmas un vārstu pacēluma augstuma regulēšana	63
5. Eļļošanas sistēma.....	71
5.1. Eļļošanas sistēmas pamatuzdevums	71
5.2. Motoru eļļošanas sistēmu veidi	72

5.3. Eļļas spiedienu stabilizējošie vārsti	74
5.4. Eļļošanas sistēmas tipi	75
5.5. Eļļošanas sistēmas sastāvdaļas.....	76
6. Dzeses sistēma.....	87
6.1. Dzeses sistēmas uzdevums, klasifikācija un darbības principi.....	87
6.2. Dzese sistēmu klasifikācija	87
6.3. Pies piedu slēgtās šķidrumdzeses sistēmas galvenās sastāvdaļas un darbības principi.....	90
6.4. Motora temperatūras regulēšana	94
7. Karburatormotoru barošanas sistēma	99
7.1. Karburatormotora barošanas sistēmas shēma un darbības principi.....	99
8. Gāzmotoru barošanas sistēma	113
8.1. Gāzmotora darbība ar sašķidrināto gāzi.....	114
8.2. Gāzes iekārtas ar saspilstu gāzi	117
9. Neitrālizatori – katalizatori.....	124
9.1. Izplūdes gāzu kaitīgo sastāvdaļu veidošanās procesi dažādos motora darbības režīmos	124
9.2. Termoreaktori	127
9.3. Katalītiskie atgāzu pārveidotāji	128
9.4. Skābekļa devēji	136
10. Otto motoru degvielas iesmidzināšanas sistēmas	139
10.1. Nepārtrauktās iesmidzināšanas sistēma K - Jetronic	139
10.2. Degvielas elektromehāniskā iesmidzināšanas sistēma KE – Jetronic ..	149
10.3. Elektroniskās degvielas iesmidzināšanas sistēmas.....	154
11. Dīzeļmotoru barošanas sistēma	165
11.1. Common Rail Direct Injection (CDI)	168
11.2. Turbokompresori un gaisa ieplūdes sistēma.....	169
11.3. Degvielas zemspiediena sistēmas sastāvdaļas	171
11.4. Sprauslas	173

11.5. Degvielas augstspiediena sūkņi	176
11.6. Regulatori.....	190
Izmantotā literatūra	199

Ievads

Šī mācību grāmata paredzēta LLU Tehniskās fakultātes inženierzinātņu autotransporta specialitātes studentiem, kā mācību līdzeklis spēkratu uzbūves I dalas apguvē un laboratorijas darbu izstrādei. Grāmata veidota atbilstoši laboratorijas darbu uzdevumiem, tajā izklāstīta nepieciešamā informācija un dotas atbildes uz uzdotajiem jautājumiem.

1. Automobiļu iedalījums un uzbūve

1.1. Automobiļu iedalījums un uzbūve

Tikai XIX gadsimta otrajā pusē 1860. gadā francūzis Etjēns Lenārs iedarbināja motoru, ko bija uzbūvējis un iemontējis starp riteņiem vecos zirga ratos. Tas bija vēsturisks brīdis, jo Lenāra pašgājēj rati ielauzās pasaulei, kur valdīja zirgu vilktās karietes. Šādi rati, kurus darbināja masīvi tvaika motori, bija pazīstami jau gandrīz gadsimtu ar Dž. Vata radīto tvaika mašīnu 1763. gadā. Viņa lielais sasniegums bija kompakta iekšdedzes motora izgudrošana, kas darbojās, gāzei sadegot divtaktu motora cilindrā. Uzlabojot šo neekonomisko motoru 1862. gadā Nikolajs Otto attīsta 4 – taktu motora darbības principu, bet pirmais uzbūvētais četrtaktu motors nebija izmantojams. Otto strādāja pie gāzmotora attīstības un 1867. gadā Otto un Langens starptautiskā pasaules izstādē Parīzā demonstrē motoru, kas darbojas ar gāzi un virzuli pārvieto ar zobstieņa palīdzību. Šis motors attīstīja $0,37 \text{ kW}$ jaudu.

1876. gadā Otto uzbūvēja darbojošos četrtaktu motoru un saņēma patentu par šo motoru.

1882. gadā Gotlībs Daimlers un Vilhelms Maibahs nodibina firmu, lai ražotu mazus benzīna motorus.

1885. gadā Manheimā (Vācijā) pa Karla Benca darbnīcas vārtiem izbrauca pirmais automobilis, kas bija domāts pārdošanai. Tā sākās automobiļu ēra. Šis trīsriteņu motorvāģis, ar motora tilpumu 0,9 litri, 400 min^{-1} un $0,65 \text{ kW}$ jaudu.

Rūdolfs Dīzelis 1892. gadā patentē motoru ar pašaizdedzi un 1897. gadā MAN prezentē pirmo strādājošos dīzeļmotoru. Motora priekšrocības ir degvielas patēriņa samazinājumā, salīdzinot to ar tvaika un dzirksteļaizdedzes motoriem. Lietderības koeficients šiem motoriem sasniedza 25 %. Dīzeļmotors ir motors ar iekšējo degmaisījuma sagatavošanu un tā aizdedzi no saspiešanās.

Francijā un Vācijā 1900. gadā sāka veidoties firmas, kas ražoja automobiļus.

1903. gadā H. Fords nodibina Ford motora kompāniju, izmantojot konveijera sistēmu.

No 1907.–1926. gadam izlaida 15 miljonus *Ford-T* modeļus.

Dīzeļmotoru pirmo reizi kravas automobilī iebūvē 1924. gadā *Benz – MAN* automobilī. Vieglos automobiļus ar dīzeļmotoriem sērijveida ražošanā sāka ražot 1936. gadā Mercedes firma.

Gāzturbīnu automobili 1950. gadā Anglijā uzbūvēja Rover firma.

1954. gadā NSU-Wankel uzkonstruēja rotora motora konstrukciju.

Bosch firma elektronisko iesmidzināšanas sistēmu (D-Jetronic) ražošanā ieviesa 1966. gadā. ABS sērijveidā automobiļos ieviesa 1978. gadā. Gaisa spilvenus ievieš kā sistēmu no 1984. gadā. Sadales vārpstas pagriešanas sistēmu ieviesa 1993. gadā. Elektronisko stabilitātes sistēmu EPS ievieš 1995. gadā. Dīzeļmotoru degvielas sistēmu Common Rail ievieš 1997. gadā.

Autoražana sākas ar K. Benca un G. Daimlera automobiļu ražošanu, tālāk H. Forda rūpnīcu. 1898. gadā sāk ražot *Reno*, *Škoda*, *Tatra* un *Opel* automobiļus. 1899. gadā *Fiat – Turīnā*, 1900. gadā *Horch – Ķelnē*. 1900. gadā pasaulē jau bija 11000 automobiļi. 1908. gadā Rīgas vagonu rūpnīcā no importa agregātiem izveidoja auto *Ruso – Balt*. 1916. gadā izveidojās *BMW*. 1938. gadā – *Volkswagen* automobiļi. 1958. gadā NSU firma pirmā sāk ražot vieglo auto ar rotora motoru.

1.2. Automobiļu klasifikācija

Pēc veicamā uzdevuma automobiļi dalās transporta un speciālajos. Transporta automobiļi ir pasažieru un kravas. Pasažieru automobiļus iedala vieglajos, līdz astoņu pasažieru pārvadāšanai, un automobiļos virs 8 pasažiru pārvadāšanai. Jāatzīmē, ka vienotas klasifikācijas sistēmas pasaulē nepastāv.

Vieglos automobiļus padomju un NVS sistēmā iedalīja pēc motora litrāžas, kas arī atspoguļojās automobiļa markas atšifrējumā.

Pēc virsbūves izveidojuma vieglos automobiļus iedala: sedans, kupe, universāls, limuzīns, pikaps, furgons, kombi, hečbeks, faetons, kabriolets un lando. Sedaniem ir 2 līdz 5 sēdvietas un 2 līdz 4 durvis. Kupe ir divdurvju automobilis. Universāls – 4 durvis sānos un viena aizmugurē. Limuzīnam ir pagarināta, slēgta virsbūve, kurai ir 4 durvis un 2 vai 3 sēdekļu rindas, aiz priekšējās rindas ir stiklota starpsiena. Pikapiem ir slēgta kabīne un atklāta vai ar tentu slēgta kravas platforma. Furgonam ir divas durvis un sēdvieta vienam pasažierim, un aizmugurē – kravas nodalījums. Kombi jeb Hečbek ar slēgta tipa virsbūvi, kurai ir divas vai četras durvis. Kabrioletam ir nolaižams jumts. Faetons ir ar nolaižamu jumtu un noņemamiem sānu logiem. Lando – 2 sēdvielu rindas un 4 durvis.

Pašlaik Eiropas valstīs vieglos automobiļus iedala klasēs: A – mini (mikro), B – mazā klase, C – kompaktklase, D – vidējā klase, E – lielā, F – reprezentācijas klase. Vēl ir iedalījums: G – kupe, H – kabriolets un rodsters un J – minivens.

Pēc darba tilpuma vieglie automobiļi sadalās 5 klasēs: mikro – $V_h < 1,2$ l un masa < 850 kg; mazā klase – $V_h = 1,2 \dots 1,8$ l un masa $850 - 1150$ kg; vidējā klase $V_h = 1,8 \dots 3,5$ l un masa $1150 - 1500$ kg; lielā klase – $V_h > 3,5$ l un masa $v > 1500$ kg; virs lielā klase, kur darba tilpums un masa ir neierobežoti.

Vieglie un kravas automobiļi sadalās normālās piedziņas, ar vienu dzenošo tiltu, un paaugstinātas piedziņas – ar diviem vai trīs dzenošiem tiltiem.

Automobiļi vēl iedalās Otto motoru un dīzeļmotoru automobiļos. Var arī būt Vankeļa motora un hibrīdmotora (elektriskā) automobiļi.

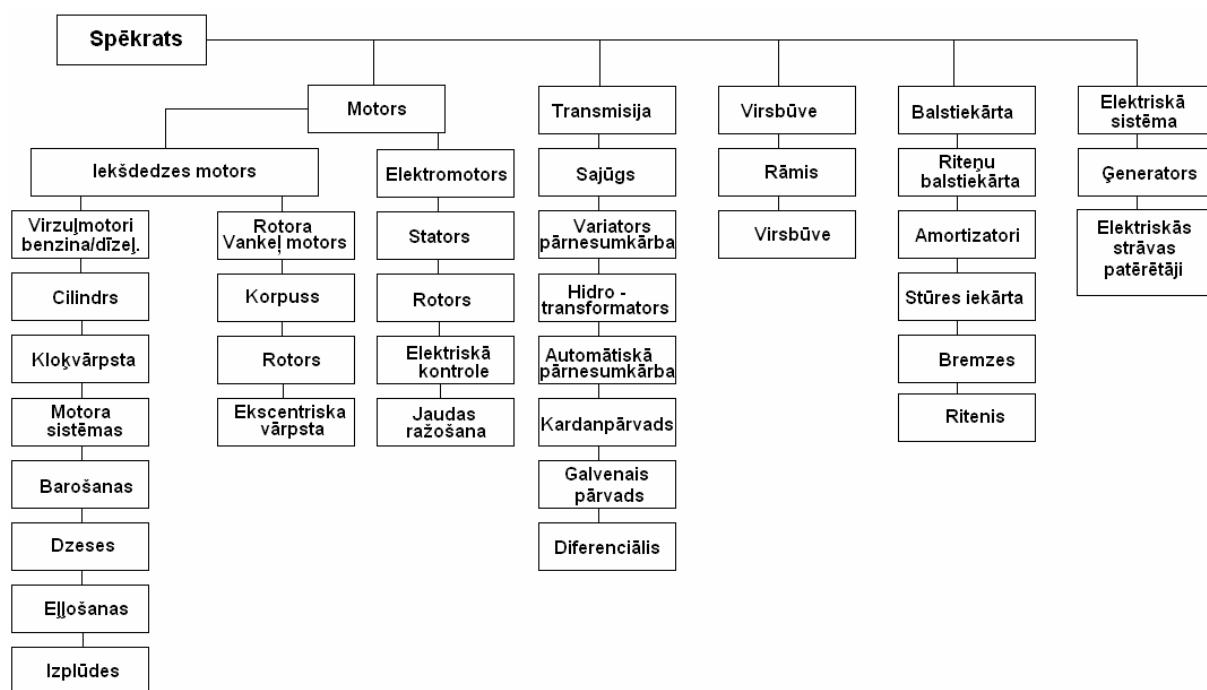
Autobusi pēc izmantošanas ir vietējas nozīmes un tūristu. Pēc garuma autobusus iedala: ļoti mazi – līdz 5 m gari; mazi – 6 ... 7,5 m; vidēji – 8 ... 9 m; gari – 10,5 ... 12 m; ļoti gari – virs 16,5 m. Mikroautobusos ir līdz 10 sēdvietām, mazajos autobusos – līdz 25 sēdvietām un vidējos autobusos – līdz 35 sēdvietām; lielajos autobusos – līdz 45 sēdvietām un ļoti lielajos – līdz 80.

Eiropas klasifikācijā ir 3 klases kravas automobiļu: mazajā klasē – līdz 6 t; vidējā – 6 ... 15 t un lielajā – virs 15 t.

Speciālais automobilis ir apgādāts ar speciālu iekārtu jeb virsbūvi (autokrāni, ātrā palīdzība utt.).

1.3. Automobiļa uzbūves sastāvdaļas

Pamatsastāvdaļas ir motors, šasija un virsbūve. Šajā ietilpst transmisija, gaitas iekārta, vadības iekārta – stūres, bremžu sistēma. Kā sastāvdaļu var uzskatīt arī elektrisko iekārtu. Transmisija pārvada griezes momentu no motora līdz dzenošiem riteņiem. Uz šasijas montē virsbūvi viegliem automobiļiem un kabīni un kravas kasti – kravas automobiļiem. Arī autobusiem uz šasijas montē pasažieru virsbūvi.



1.1. att. Spēkratu uzbūves iedalījums.

2. Motoru uzbūve, darbības principi

2.1. Spēkratu motoru iedalījums

Motorus atkarībā no tā, kādā veidā siltumenerģija pārveidojas mehāniskā enerģijā iedala: iekšdedzes motoros, kuros energijas pārveidošanās notiek cilindros un ārdedzes. Visplašāk spēkratos pielieto iekšdedzes motorus. Šos motorus var iedalīt vairākās grupās.

Pēc darbmaisījuma aizdegšanās – Otto motorus no elektriskās dzirksteles un ar kompresijas aizdedzi no saspista gaisa augstās temperatūras un spiediena rezultātā.

Pēc motora taktu skaita – četraktu (divu kloķvārpstas pagriezienu laikā noris pilns cikls) vai divtaktu (vienu kloķvārpstas apgrieziena laikā – pilns cikls).

Pēc degmaisījuma sagatavošanas veida – degmaisījums tiek sagatavots ārpus cilindra vai arī cilindra iekšpusē.

Pēc pielietotās degvielas – benzīna, dīzeļdegvielas, gāzes – sašķidrinātās vai saspistās, biodegvielas u.c. degvielu.

Pēc cilindru skaita – viencilindru un vairāku cilindru.

Pēc cilindru novietojuma – vienrindas, vertikālie, horizontālie, slīpa, zvaigžņveida vai opozitīvu.

Pēc dzesēs sistēmas veida iedala: ar šķidrumdzesi un gaisdzesi.

Pēc motora konstrukcijas darba elementu veida sadalās – virzuļmotori un rotormotori.

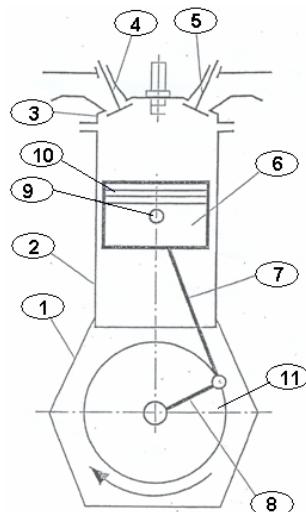
Pēc virzuļu novietojuma cilindrā virzuļu motoros, kuriem katrā cilindrā ir viens virzulis un viena darba telpa, pretkustības motoros, kuriem katrā cilindrā ir pretējos virzienos kustoši divi virzuļi ar darba telpu starp tiem, un abpusējas darbības motoros, kuriem katra virzuļa abās pusēs ir darba telpas.

Rotormotori ir ar nekustīgu korpusu un kustīgu rotoru, kas atrodas planetārā kustībā.

Motorus var iedalīt stacionārajos un transporta. Stacionāros motorus izmanto elektroenerģijas, siltumenerģijas, gāzes un naftas ražošanas nozarēs u.c. Transporta motorus izmanto automobiļos, traktoros, motociklos, kvadraciklos un citās mobilajās iekārtās.

2.2. Motora uzbūve

Iekšdedzes virzuļmotorā siltumenerģijas pārvēršanai mehāniskajā enerģijā izmanto kloķa-klaņa mehānismu, kurš sastāv no cilindra 2, cilindra galvas 3, kartera vāceles 1, virzuļa 6, virzuļa pirksta 9, virzuļa gredzeniem 10, klaņa 7, kloķvārpstas 8 un spararata 11.



2.1. att. Kloķa-klaņa mehānisms: 1 – cilindru blokkarteris; 2 – cilindrs; 3 – cilindru galva; 4 – ieplūdes vārsti; 5 – izplūdes vārsti; 6 – virzulis; 7 – klanis; 8 – kloķis; 9 – virzuļa pirksts; 10 – virzuļa gredzeni; 11 – kloķvārpsta.

Kloķa klaņa mehānisms uzņem gāzu spiedienu, kas rodas cilindrā sadegot darbmaisījumam, pārveido virzuļa taisnvirziena kustību kloķvārpstas griezes kustībā.

Degmaisījuma vai gaisa ieplūdi cilindrā un atgāzu izplūdi no cilindra veic sadales mehānisms ar ieplūdes 4 un izplūdes 5 vārstiem.

Degmaisījumu sagatavo motora barošanas sistēma. Otto motoros darbmaisījumu aizdedzina ar aizdedzes sveci no aizdedzes sistēmas.

Dīzeļmotorā degviela uzliesmo saskaroties ar karsto gaisu. Ikvienam iekšdedzes motoram ir dzesēs, eļlošanas un iedarbināšanas sistēmas.

2.3. Motora darbības pamatjēdzieni

Pozīcijas, kur virzulis izmaina kustības virzienu, sauc par maiņas punktiem. Virzuļa pārvietošanos no augstākā maiņas punkta (AMP) līdz zemākajam maiņas punktam (ZMP) sauc par virzuļa gājienu. Telpu, kas veidojas virs virzuļa, ja tas atrodas AMP, sauc par kompresijas telpu. Tilpumu, kas veido šo telpu sauc par kompresijas telpas tilpumu V_c .

Cilindra tilpumu starp maiņas punktiem sauc par cilindra darba tilpumu un apzīmē ar V_h :

$$V_h = \frac{\pi d^2}{4} \cdot s, \quad [1]$$

kur d – cilindra diametrs.

Motora darba tilpumu V_h – visu cilindru darba tilpumu summu litros sauc par motora litrāžu V_l :

$$V_l = \frac{\pi d^2 \cdot s \cdot i}{4 \cdot 1000}, \quad [2]$$

kur i – cilindru skaits;

s – virzuļa gājiens, cm;

d – cilindra diametrs, cm.

Cilindra pilnais tilpums V_a ir cilindra darba tilpuma V_h un kompresijas telpas tilpuma V_c summa:

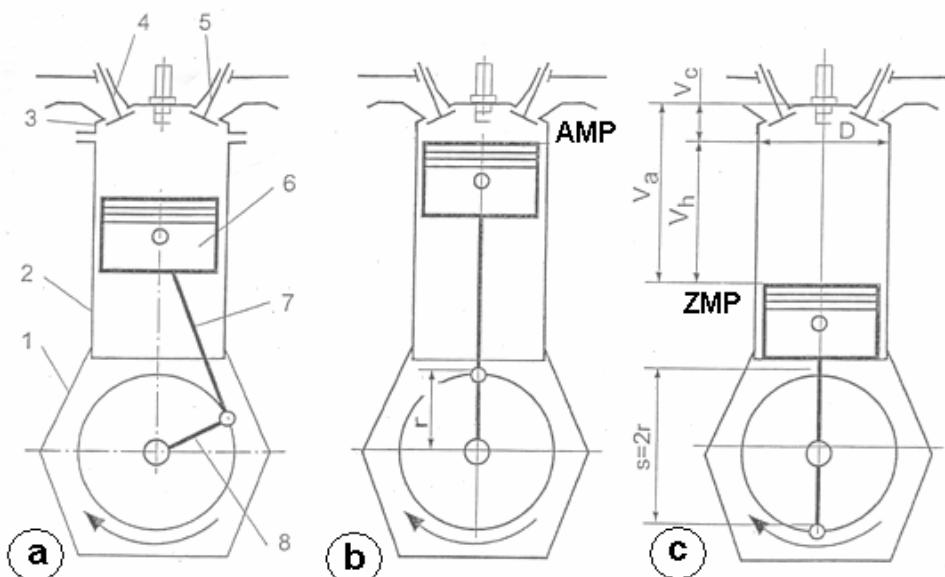
$$V_a = V_c + V_h. \quad [3]$$

Cilindru pilnā tilpuma un kompresijas telpas tilpuma attiecību sauc par kompresijas pakāpi ε :

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_c + V_h}{V_c}. \quad [4]$$

Otto motoriem kompresijas pakāpe $\varepsilon=7\text{-}12$, Dīzeļa motoriem $\varepsilon=15\text{-}25$.

Motoram darbojoties cilindrā mainās spiediens, tilpums, temperatūra. Šo parametru maiņas laikā cilindrā noris degmaisījuma vai gaisa iepļūdes, saspiedes, sadedzes, gāzu izpletes un izplūdes procesi. Šo procesu norisi noteiktā secībā sauc par motora darbības ciklu. Darbības cikla daļu, kas notiek viena virzuļa gājiens laikā, sauc par takti.



2.2. att. Četrtaktu virzuļmotora darbības princips: 1 – karteris; 2 – cilindrs; 3 – cilindra galva; 4, 5 – iepļūdes un izplūdes vārsti; 6 – virzulis; 7 – klanis; 8 – kloķvārpsta; D – cilindra diametrs; r – kloķa rādiuss; s – virzuļa gājiens; AMP, ZMP – virzuļa maiņas punkti

Motora darbības cikls, kas sastāv no četrām taktīm, kloķvārpstas divu apgriezienu (720°) laikā sauc par četrtaktu motoru.

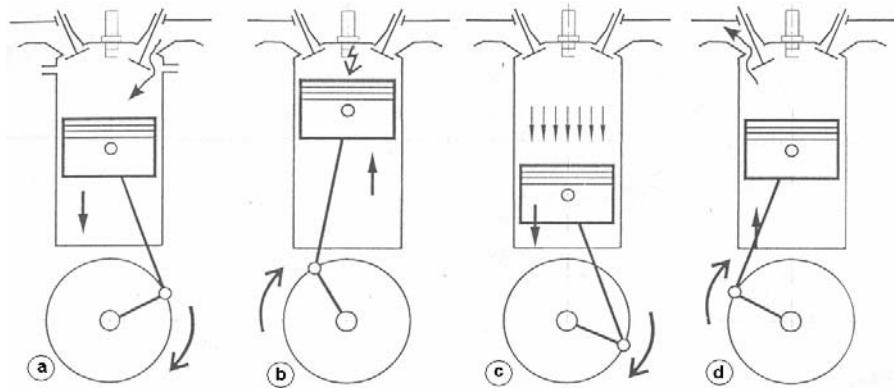
Divtaktu motora darbības cikls sastāv no divām taktīm kloķvārpstas viena apgrieziena laikā.

Darbības cikls sastāv no iepļūdes, kompresijas, darba un izplūdes taktīm.

Visu taktu laikā izmainās gāzu spiediens un temperatūra, ko parāda indikatora diagramma. Uz abscisu ass ir atlikts cilindra virsvirzuļa tilpums V , bet uz ordinātu ass – gāzu spiediens p , tā ir p - V sistēma.

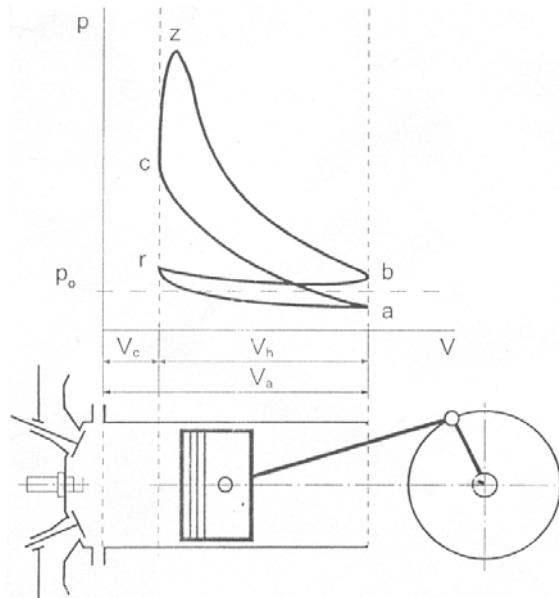
2.3.1. Četrtaktu Otto motora darbības cikls

Ieplūdes takts. Virzulis atrodas augšējā maiņas punktā, kloķvārpsta pagriežas 0° līdz 180° . Virzulis pārvietojas no AMP uz ZMP, spiediens cilindrā samazinās līdz spiedienam, kas ir zemāks par atmosfēras spiedienu p_o un cilindrā retinājuma iespaidā ieplūst degmaisījums, kas ar atliku gāzēm veido darbmaisījumu.



2.3. att. Četrtaktu Otto motora darbības princips: a – ieplūde; b – saspiede; c – izplešanās (darba takts); d – izplūde.

Indikatora diagrammā r (2.4. att.), no kura sākas ieplūdes takts un noris pa līniju $r - a$, spiediens punktā a ir $0.07 - 0.095 \text{ MPa}$, temperatūra punktā a ir $T_a = 320 - 380 \text{ K}$, ieplūdes vārsts ir atvērts.



2.4. att. Četrtaktu Otto motora indikatordiagramma

Saspiedes (kompresijas) takts. Virzulis pārvietojas no ZMP uz AMP. Vārsti ir aizvērti. Indikatora diagrammā šo takti attēlo līnija $a - c$. Kloķvārpsta pagriežas no 180° līdz 360° . Darbmaisījums cilindrā tiek saspieests līdz spiedienam $p_c=1.2 - 1.7 \text{ MPa}$ un temperatūrai $600 - 700 \text{ K}$. Punkts c ir teorētisks punkts līdz kādam saspiestu darbmaisījumu, bet darbmaisījumu aizdedzina pirms AMP sasniegšanas ar elektrisko dzirksteli. Darbmaisījumam sadegot gāzu temperatūra cilindrā pieaug līdz $T_z=2500 - 2800 \text{ K}$ un spiediens $p_z=4 - 4.5 \text{ MPa}$. Degšanas procesu attēlo līnija $c - z$. Indikatordiagrammā. Otto motorā sadedze noris mainīgā tilpumā virzulim atrodoties tuvu AMP vai šajā punktā.

Izplešanās (darba) takts. Virzulis pārvietojas no AMP uz ZMP. Vārsti aizvērti. Takts sākumā vēl turpinās darbmaisījuma sadedzes process. Sadegušo gāzu spiediena rezultātā virzulis ar klaņa palīdzību pagriež kloķvārpstu rotācijas kustībā par pusapgriezienu, diagrammā tā ir $c - b$ līnija. Darba takts turpinājumā palielinoties tilpumam virs virzuļa cilindrā sākas gāzu izpletēs process. Izplešanās punktā b spiediens ir $0.3 - 0.5 \text{ MPa}$ un temperatūra $1100 - 1800 \text{ K}$.

Izplūdes takts. Virzulis pārvietojas no ZMP uz AMP un caur izplūdes vārstu tiek izvadītas sadegušās gāzes. Šo takti indikatora diagrammā attēlo $b - r$ līnija. Kloķvārpsta pagriežas no $540 - 720^\circ$ un spiediens $p_r=0.105 - 0.12 \text{ MPa}$, temperatūra $T_r=900 - 1100 \text{ K}$.

Īstenais darba process ir atšķirīgs, jo iepļūdes, izplūdes vārsti atveras pirms un aizveras pēc tam, kad virzulis sasniedz maiņas punktus. Līdz ar to tiek panākta labāka cilindra pildījuma uzlabošana un sadedzes produktu izvadīšana no cilindra. Motoros ar mehānisko vai turbokompresoru (turbopūti), kur degmaisījumu ievada ($0.3 - 0.4 \text{ MPa}$) spiedienu iepļūdes procesu raksturojošā līnija atrodas indikatora diagrammā virs atmosfēras spiediena līnijas līdz ar to uzlabojas cilindru pildījums.

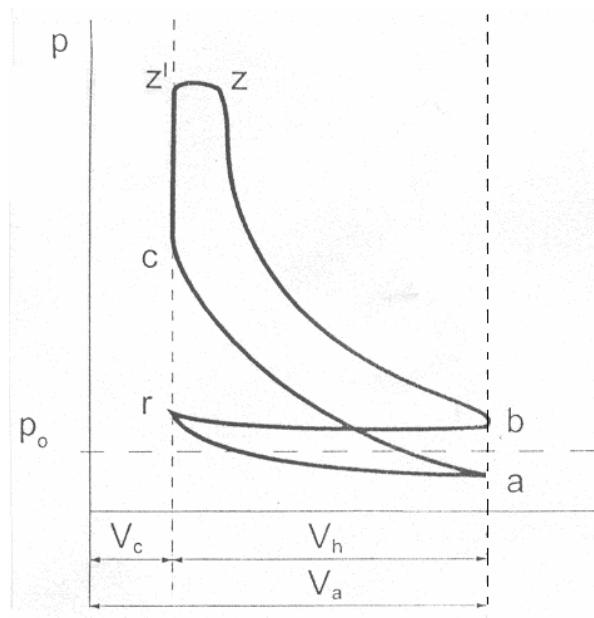
Viencilindra četraktu motoram ir viena darba takts un trīs palīgtaktis.

2.3.2. Četrtaktu dīzeļmotora darbības cikls

Četrtaktu dīzeļmotoru darbības cikls tāpat kā Otto motoriem sastāv no ieplūdes, saspiedes (kompresijas), darba (izpletes) un izplūdes taktām. Taču dīzeļmotora darba cikls atšķiras no Otto motora darba cikla.

Ieplūdes taktā virzulim pārvietojoties no AMP uz ZMP indikatora diagrammā ($r - a$) cilindrā caur atvērtu ieplūdes vārstu tiek iesūkts svaigs gaiss. Dīzeļmotoru darbības princips ir atšķirīgs no Otto motora. Tādēļ arī kompresijas pakāpe ir augstāka un kloķa – klaņa mehānisma detaļas izgatavotas ar lielāku izturību.

Ieplūdes taktā gaiss tiek iesūknēts cilindrā $p_a = 0.080 - 0.095 \text{ MPa}$, temperatūra $310 - 350 \text{ K}$. Saspiedes (kompresijas) taktā virzulis pārvietojas no ZMP uz AMP, saspiežot gaisu līdz spiedienam $p_c = 3 - 5 \text{ MPa}$, $T_c = 850 - 1000 \text{ K}$ kompresijas pakāpe dīzeļmotoros ($\varepsilon = 15 - 24$).



2.5. att. Četrtaktu dīzeļmotora indikatora diagramma.

Indikatora diagrammā tā ir līnija $a - c$, teorētiska līdz kādai saspiež gaisu, bet cilindrā jau pirms AMP iesmidzina dīzeļdegvielu, kura sajaucas ar sakarsušo gaisu, sakarstot degviela pašuzliesmo un sākas sadedzes process. Gāzes ar lielu spiedienu pārvieto virzuli no AMP uz ZMP un cilindrā notiek darba takts, ko

attēlo līnija $z - b$. Dīzeļmotorā sadedze noris atšķirīgi no Otto motora. Vispirms sadedze notiek nemainīgā tilpumā, pie spiediena straujas palielināšanās $c - z'$, kad virzulis AMP vai tuvu tam. Tālāk darba taktā sadedze gandrīz nemainīgā maksimālā spiedienā $z' - z$.

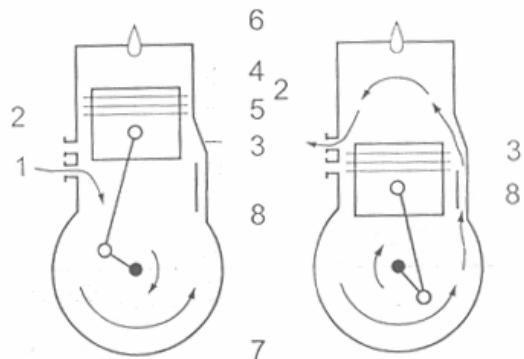
Virzulim darba takts sākumā pārvietojoties uz ZMP spiediens sasniedz no $5.5 - 10 \text{ MPa}$ un temperatūra $T_z = 1900 - 2200 \text{ K}$.

Izplešanās beigās $p_b = 0.2 - 0.5 \text{ MPa}$, temperatūra $T_b = 1000 - 1300 \text{ K}$.

Izplūdes takts laikā $b - r$ virzulis virzās no ZMP uz AMP. Izplūdes vārsts ir atvērts un izplūdes gāzes izplūst ar spiedienu $p_r = 0.105 - 0.12 \text{ MPa}$, temperatūra $T_r = 650 - 900 \text{ K}$.

2.4. Divtaktu motora darbība

Divtaktu Otto motoram kloķvārpstas viena apgrieziena laikā tiek veikts pilns darba cikls. Motora darba ciklā pirmā jeb palīgtakts un otrā (darba takts). Motoros nav gāzu sadales mehānisma. Šīs funkcijas veic virzulis, kurš noteiktos momentos atver un aizver iepļūdes, pārplūdes un izplūdes kanālus.



2.6. att. Divtaktu motora darbības shēma: 1 – iepļūdes atvere; 2 – izplūdes atvere; 3 – pārplūdes atvere; 4 – cilindrs; 5 – virzulis; 6 – cilindru galva; 7 – karteris; 8 – pārplūdes kanāls.

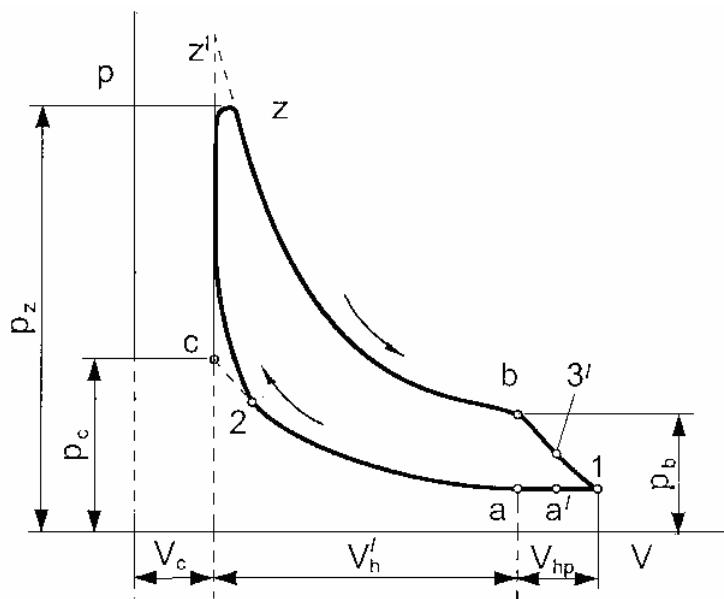
2.4.1. Divtaktu trīskanālu motora darbības cikls

Divtaktu motorā iepļūdes atveres 1, pārplūdes atveres 3 un izplūdes atveres 2 atvēršanos un aizvēršanos panāk ar virzuļa 5 palīdzību. Karteris ir hermētiski

slēgts un ieplūde notiek motora karterī 7. Karterī degmaisījums arī tiek saspiežs, lai varētu padot pa pārplūdes kanālu 8 uz virzuļa telpu.

Pirmā takts. Virzulis 5 pārvietojas uz augšu no ZMP uz AMP un aizver izplūdes atveri 2 un vienlaicīgi virsvirzuļa telpā cilindrā saspiež darbmaisījumu – indikatordiagrammā $a - 2 - c$, bet karterī vienlaicīgi rodas retinājums. Kad virzuļa apakšējā mala atver ieplūdes kanālu, tad karterī ieplūst svaigs degmaisījums. Virzulim 5 atrodoties tuvu AMP cilindrā 4 saspiesto darbmaisījumu aizdedzina elektriskā dzirkstele. Sadedzes laikā gāzu spiediens palielinās līdz $p_z = 2.5 - 3.0 \text{ MPa}$. Līnija diagrammā $2 - c - z$ un šis spiediens spiež virzuli uz leju un sākas darba takts.

Otrā takts (darba). Virzulis pārvietojoties no AMP uz ZMP, gāzes cilindrā 4 izplešas, līnija $z - b$, virzulis 5 ar apakšējo malu aizver ieplūdes kanālu (atveri) 1, tāpēc karterī notiek degmaisījuma saspiešana. Tuvojoties tuvu ZMP, punktā v virzuļa augšējā mala atver izplūdes atveri 2 un atgāzes ar spiedienu 0.3 – 0.4 MPa izplūst no cilindra.



2.7. att. Divtaktu motora indikatora diagramma.

Pēc neilga brīža virzulis atver pārplūdes kanālu 8 (punkts 3') indikatora diagrammā un karterī saspiestais degmaisījums pārplūst uz cilindru un izspiež

no tā atgāzes. Cilindra atbrīvošanās procesu no atgāzēm un piepildīšanu ar svaigu degmaisījumu, sauc par cilindra caurpūti indikatora diagramma 3'-I-a'. Tā beidzas tad, kad virzulis pārvietojas uz augšu, aizver pārplūdes kanālu punkts a' , izplūde vēl turpinās līdz tam brīdim, kad tiek aizvērtā izplūdes atvere, punkts a .

Pārplūdes un izplūdes, caurpūtes laikā pārsedzas, tad daļa no degmaisījuma paspēj izplūst no cilindra kopā ar atgāzēm, palielinot degvielas patēriņu.

2.5. Četrtaktu Otto, dīzeļmotora salīdzinājums ar divtaktu motoriem

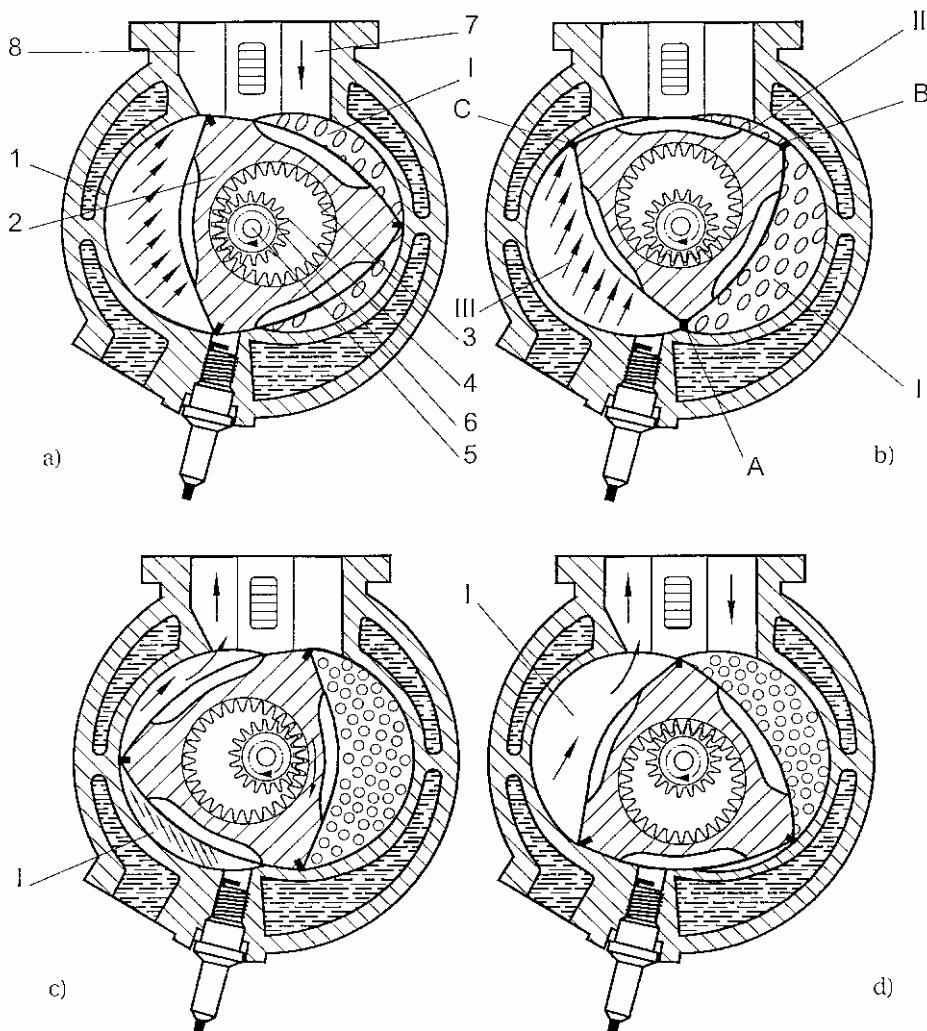
Dīzeļmotors salīdzinot ar Otto motoriem ir ekonomiskāks ~ 30% un augstāks lietderības koeficients. Dīzeļdegvielai ir mazāks atgāzu toksiskums.

Kā trūkumi dīzeļmotoram ir jāatzīmē tas, ka motoru masa ir lielāka, jo lielāka gāzu spiediena dēļ ir nepieciešams masīvāks kloķa-klaņa mehānisma detaļas, rodas problēmas ar iedarbināšanu pie ļoti zemas apkārtējās vides temperatūras un sliktas kvalitātes degvielas, trokšnaina darbība. Šos trūkumus novērš pielietojot šodienas dīzeļmotoru barošanas sistēmas ar elektronisko vadību. Pašlaik līdz 35% vieglo automobiļu ir dīzeļmotori.

Divtaktu motori salīdzinot ar četrtaktu motoriem pie vienādas litrāžas un kloķvārpstas griešanās frekvences ir 60 – 65% lielāku jaudu, jo darba takts notiek divreiz biežāk. Divtaktu motoram nav gāzes sadales mehānisma līdz ar to ir vienkāršāka konstrukcija. Divtaktu motora lielākie trūkumi ir: daļa degmaisījuma kopā ar atgāzēm izplūst atmosfērā, līdz ar to palielinās degvielas patēriņš, lielāka kloķa-klaņa mehānisma termiskā noslodze. Motoros izmanto degvielas-eļļas maisījumu un nepieciešama kartera hermētiskuma nodrošināšana. Šos motorus galvenokārt izmanto dažādos motorzāģu, zāles plāvēju, motociklu, kuteru, laivas motoros. Vecāku konstrukciju automobiļu motoros un traktoru iedarbināšanas motoros u.c.

2.6. Vankēļa rotora motora darbība

Rotora motorā nav kloķa-klaņa mehānisma, virzuļu, vārstu un arī šo mehānismu darbināšanas ierīču.



2.8. att. Vankēļa rotormotora shēma: a – ieplūde; b – saspiede; c - izplešanās (darba); d – izplūde; 1 – korpuiss; 2 – rotors; 3 – iekšējās sazobes zobrajs; 4 – cilindriskais zobrajs; 5 – ekscentriskā vārpsta; 6 – rotora centrs; 7 – ieplūdes kanāls; 8 – izplūdes kanāls; A, B, C – rotora šķautnes (virsotnes)

Cilindra lomu rotora motorā izpilda korpuiss (stators), kurš šķērsgriezuma plānā ir epitrohoīdas forma – tā ir matemātiskas līknes forma, kas atgādina viduklī saspiestu ciparu 8. Virzulim analogs ir trīsmalu rotors, kas ar savām virsotnēm slīd pa statora virsmu izveidojot iekšpusē trīs izolētas telpas. Katrā no šīm telpām pie pilna rotora apgrieziena notiek tas pats cikls, kas četrtaktu virzuļmotorā – ieplūde, kompresija, darba gājiens un izplūde. Sarežģīto rotora

kustības trajektoriju (planetāro) nodrošina divi zobrazi. Zobrats ar iekšējo sazobi nekustīgi ir kopā ar rotoru un griežas ap zobratu, kas nostiprināts korpusa vākā. Rotors ar vārpstu saistīts ar ekscentru, no kura tiek noņemts griezes moments pie kurās piestiprināts spararats un dzenošais sajūga disks.

2.7. Vairākcilindru motora darbība

Lai nodrošinātu vienmērīgu vairākcilindru motora darbību un kloķvārpstas griešanos vienmērīgāk, arī pāreju no vienas griešanās frekvences uz citu. Kloķvārpstas galā uzstādīts spararats. Spararats palīdz pārvarēt maiņas punktus virzulim palīgtaktīs – ieplūde, kompresija, izplūde un darba taks laikā to iegriežot tiek uzkrāta kinētiskā enerģija, kuru izmanto palīgtaktīs virzuļu pārvietošanai. Ar spararatu atvieglo motora iedarbināšanu un dod iespēju pārvarēt īslaicīgas pārslodzes.

Darba taktu izkārtojumu motora dažādos cilindros sauc par motora cilindru darbības secību. Tā ir atkarīga no cilindru novietojuma no sadales vārpstas un kloķvārpstas konstrukcijas.

2.8. Motora jauda un griezes moments

Jaudu, ko gāzes attīsta motora cilindros sauc par indicēto jaudu N_i un uzņem ar speciālu indikatora ierīci. Šī jauda grafiski tiek attēlota kā indikatora diagramma p-V koordinātēs (spiediens – tilpums), mērogā attēlo veikto gāzu spiediena darbu cilindrā viena cikla laikā.

Par vidējo indicēto spiedienu sauc tādu nemainīgu spiedienu, kurš spriežot uz virzuli, darba taktā veic tādu pašu darbu, kā faktiskais mainīgais gāzu spiediens cilindrā visa cikla laikā. Lai palielinātu indicēto spiedienu, motoros paaugstina kompresijas pakāpi, palielina cilindra pildījuma koeficientu un izmanto turbopūti. Otto motoros indicētais spiediens ir 0.8 – 0.13 MPa, dīzeļmotoros 0.75 – 2.5 MPa. Lai noteiktu indicēto jaudu, jāzina indicētais spiediens p_i (MPa), cilindra darba tilpums V_h (litros), kloķvārpstas griešanās

frekvence n (min^{-1}), cilindru skaits i , motora taktu skaits τ (4 – četrttaktu, 2 – taktu motoram). Indicētā jauda, kW:

$$N_i = \frac{n}{30 \cdot \tau} p_i V_h i. \quad [5]$$

No kloķvārpstas noņemto jaudu sauc par motora efektīvo jaudu N_e . Šī jauda ir mazāka par indicēto jaudu. Efektīvā jaudā tiek ievērtēti zudumi, kas rodas berzes pārvarēšanai motorā, kā arī palīgmehānismu (sūkņu, ventilatoru, ģeneratoru, kondicionieru) darbināšanai:

$$N_e = \frac{n}{30} p_e \cdot V_h \cdot i, \quad [6]$$

kur p_e - vidējais efektīvais spiediens.

$$p_e = p_i \cdot \eta_m, \quad [7]$$

kur η_m - mehāniskais lietderības koeficients.

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \quad [8]$$

Pie normālas motora noslodzes $\eta_m = 0.70 - 0.85$. Otto motoriem $p_e = 0.60 - 0.95 \text{ MPa}$, dīzeļmotoriem $p_e = 0.65 - 0.90 \text{ MPa}$, ar turbopūti $p_e = 0.95 - 2.0 \text{ MPa}$.

Par nominālo jaudu sauc motora efektīvo jaudu, ko ražotārūpnīca garantē noteiktos darba apstākļos pie noteiktas kloķvārpstas griešanās frekvences n_n , un noteikta dzesētājšķidruma un eļļas temperatūras. Šie rādītāji ir atzīmēti tehniskajā dokumentācijā. Nominālo jaudu apzīmē ar N_n .

Visu motora cilindru vidējo summāro griezes momentu uz kloķvārpstu sauc par motora efektīvo griezes momentu. $M_e - (N_m)$. Šī momenta lielums atkarīgs no efektīvās jaudas N_e (kW) un kloķvārpstas griešanās frekvences n (min^{-1}).

$$M_e = 9550 \frac{N_e}{n}, (\text{Nm}) \quad [9]$$

Kā salīdzinoši parametri ir motora litra jauda N_l , Kw/l.

Šī jauda ir maksimālā efektīvā jauda, ko attīsta cilindra darba tilpuma viens litrs.

$$N_l = \frac{N_{e\max}}{V_l}, \quad [10]$$

kur V_l - motora kopējā litrāža, l.

Jo lielāka litra jauda, jo labākas dinamiskās īpašības spēkratam.

Motora efektīvais degvielas īpatpatēriņš g_e (g/kWh) izsaka motora ekonomiskumu atkarībā no degvielas patēriņa:

$$g_e = \frac{1000 \cdot m_d}{N_e}, \quad [11]$$

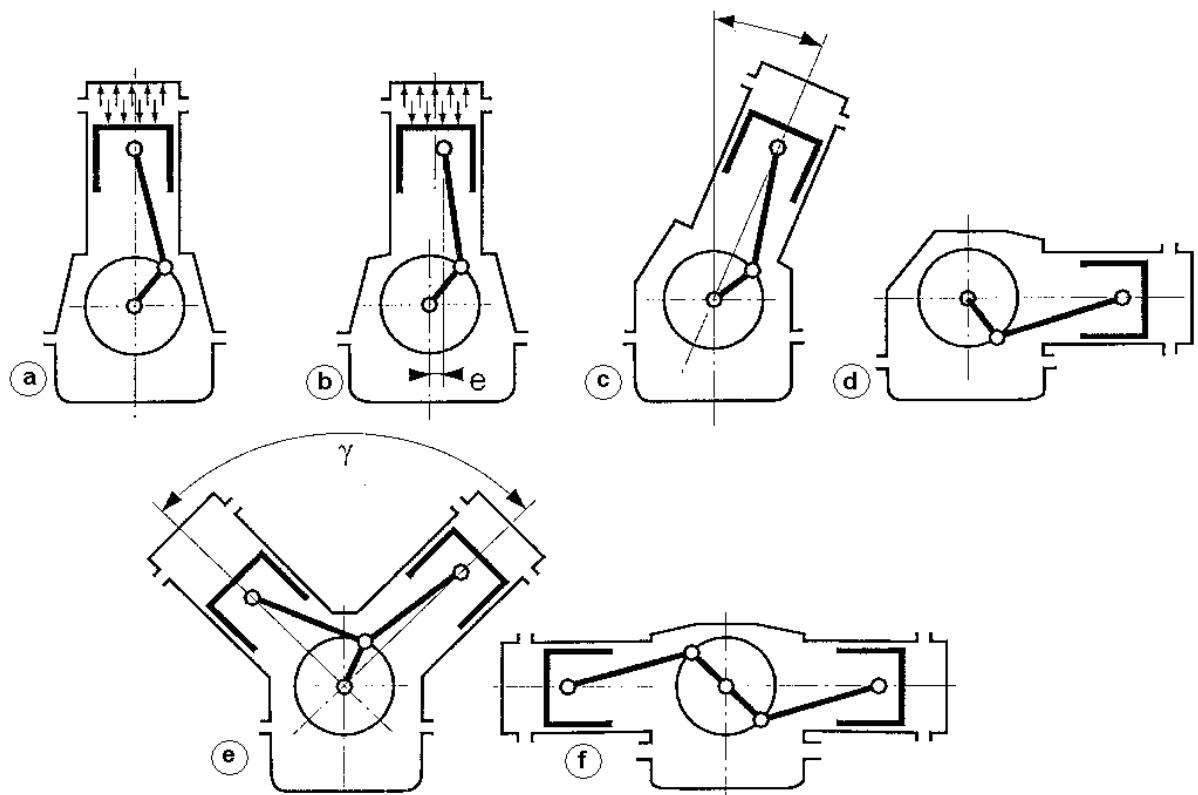
kur N_e – efektīvā jauda, kW;

m_d – motora degvielas patēriņš, kg/h.

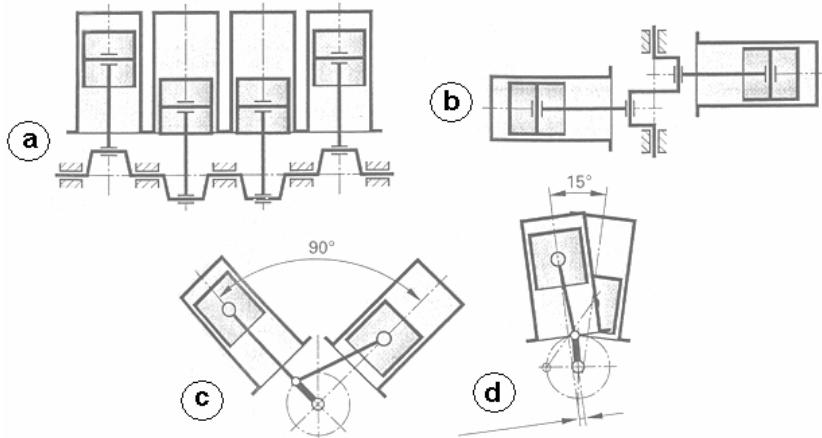
3. Kloķa – klaņa mehānisms

3.1. Blokkarteru konstrukciju shēmas ar dažādu cilindru un kloķa – klaņa mehānisma novietojumu

Iekšdedzes virzuļmotora kloķa – klaņa mehānisma pamatsastāvdaļas ir cilindra blokkarteris, cilindra galva, karteris, virzulis, pirksti, klanis, ieliktni, kloķvārpsta un spararats. Pēc cilindru novietojuma motori iedalās: vertikāli vienā rindā (sk. 3.1. att. a) vai vertikāli novirzīti par 20° vai 45° (sk. 3.1. att. c) vai arī horizontāli (sk. 3.1. att. d). Vai arī V-formas motori (sk. 3.1. att. e), kur leņķis starp rindām var būt 45° , 60° vai 90° .



3.1. att. Cilindru un kloķa klaņa mehānisma novietojums: a, b, c, d – rindas, e – V-formas, f – opozīcijas.



3.2. att. Cilindru izvietojuma shēmas: a – rindas cilindru bloks; b – opozīcijas cilindru bloks; c – V – cilindru bloks; d – VR – cilindru bloks.

Ja ir 90° , tad ir pilnīgi novērstas inerces masas līdzsvarošanas problēmas. dažas firmas spēkratos pielieto VR cilindru novietojumu, tad starp cilindriem ir 15° leņķis. Tieki izmantoti arī opozicionālais cilindru novietojums (sk. 3.1. att. f). Izveidojot kloķa – klaņa mehānisma dezaksiālo novietojumu, tiek samazināts virzuļa spiediena spēks pie cilindra sienas (sk. 3.1. att. b).

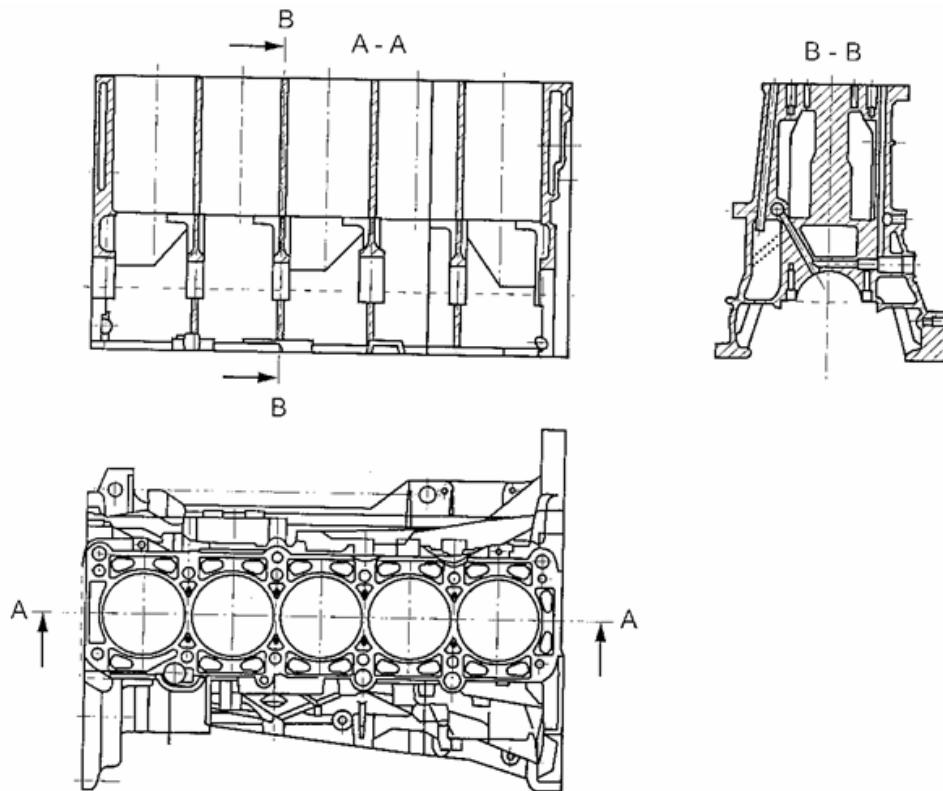
3.2. Kloķa – klaņa mehānisma konstrukciju sastāvdaļas

3.2.1. Blokkarteris

Blokkarteris uzņem slodzi no detaļām, kas atrodas turp atpakaļ un rotācijas kustībā. Blokkarteris ir motora pamatdetaļa, kurā iemontē vai stiprina pārējos mezglus un detaļas. Tradicionālās konstrukcijas blokkarteris ir rindas tipa, kas ir atliets kopā ar cilindriem un karteri kā viens vesels, līdz ar to ir vienkārša izgatavošana un iespēja samazināt motora izmērus, palielināt stingrību.

Cilindru bloku konstrukcijās ir atšķirības, kad ir izveidotas atsevišķas čaulas, kuras ir izgatavotas no cita materiāla nekā blokkarteris. Pie šādas konstrukcijas blokkarteris var būt izgatavots no vieglāka mazāk dārga materiāla – pelēkā čuguna jeb alumīnija sakausējuma ar silīciju, līdz ar to ir mazāka masa. Blokkarteri bez rindas vēl tiek izveidoti V-veida, VR apvienoti V un rindas opozitīvie, V-VR un W (sk. 3.1. att.). Blokkarteris VR6 ir par ceturtdaļu īsāks

nekā vienrindas analogais motors un gandrīz uz pusē šaurāks nekā V-veida motors ar 90° izgāzuma leņķi. Tāpat arī W-12 motora garums un platumis nav lielāks par analogiskiem V-veida astoņu cilindru motoru parametriem.

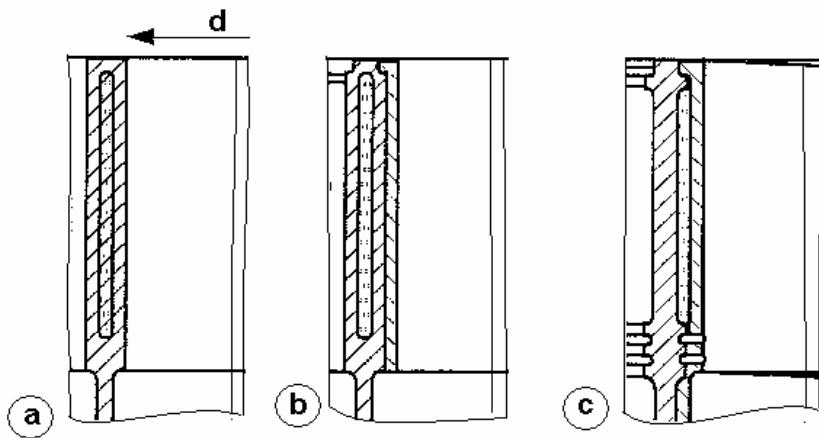


3.3. att. Otto motora bloks.

Blokkartera (sk. 3.3. att.) apakšējā daļā izveido šķērssienas kloķvārpstas pamatgultņu ligzdām. Stingruma palielināšanai šķērssienās ir ribas un kartera dalījuma plakni novieto zemāk par pamatgultņu dalījuma plakni. Blokkartera augšējai virsmai ar galvas skrūvēm pastiprina cilindra galvu. Noblīvēšanai starp cilindru galvu un bloku ievieto galvas blīvi. Blokkartera apakšējai virsmai pieskrūvē kartera vāku, arī šeit ir speciāla blīve.

Cilindra iekšējā virsma vada virzuli un tā tiek precīzi slīpēta (honējot). Gaisdzemes motoros cilindri ir izvietoti katrs atsevišķi ar skrūvēm piestiprināti karterim.

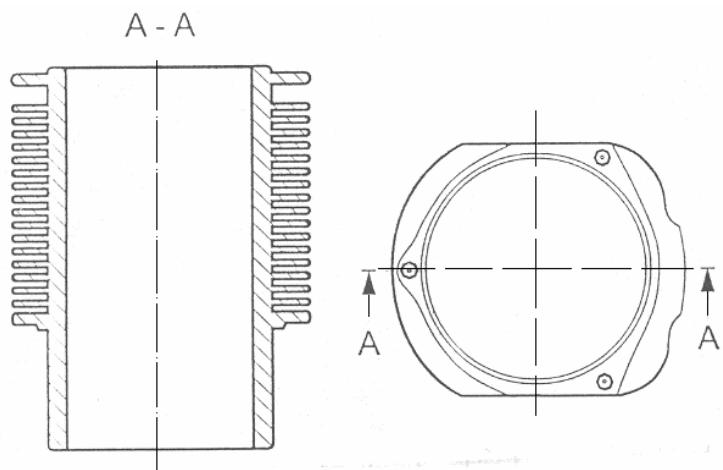
Šķidrumdzemes motorus veido kopējā blokā ar sausām čaulām, ko iepresē cilindrā, galvenokārt augšdaļā, kur lielāks spiediens un temperatūra. Čaulas ir 2-4 mm biezas (sk. 3.4. att. b).



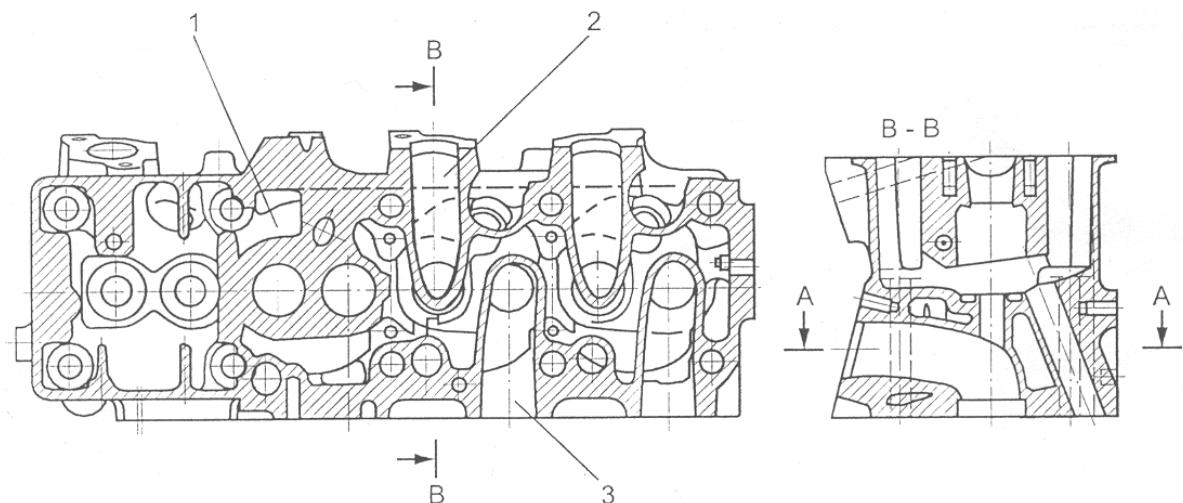
3.4. att. Cilindru čaulu veidi: a – bloks; b – sausā; c – slapjā.

Slapjā čaula no ārpuses tiek apskalota ar dzesēšķidrumu. Šī čaula ir ar 5–10 mm biezu sieniņu.

Gaisa dzeses cilindri ir izveidoti, katrais autonoms, ko dzesē ar gaisu (sk. 3.5. att.). Cilindru galvas ir pakļautas gāzu korozijai, palielinātam spiedienam un augstai temperatūrai. Cilindru galvas šodien ļoti reti izgatavo no čuguna, bet no alumīnija sakausējuma, kurš sliktāk uzņem siltumu, bet labāk novada apkārtējā vidē, līdz ar to ir iespēja vieglāk palielināt kompresijas pakāpi, neveidojoties detonācijai. Motoram ar šķidrumdzesi cilindru galvā izveido dzesētājapvalku, kurā dzesētājšķidrums dzesē izplūdes kanālu, vārstus, degkameru (sk. 3.6. att.). Gaisdzeses motoriem ir atsevišķas cilindru galvas ar dzesēšanas ribām.



3.5. att. Gaisa dzeses cilindrs



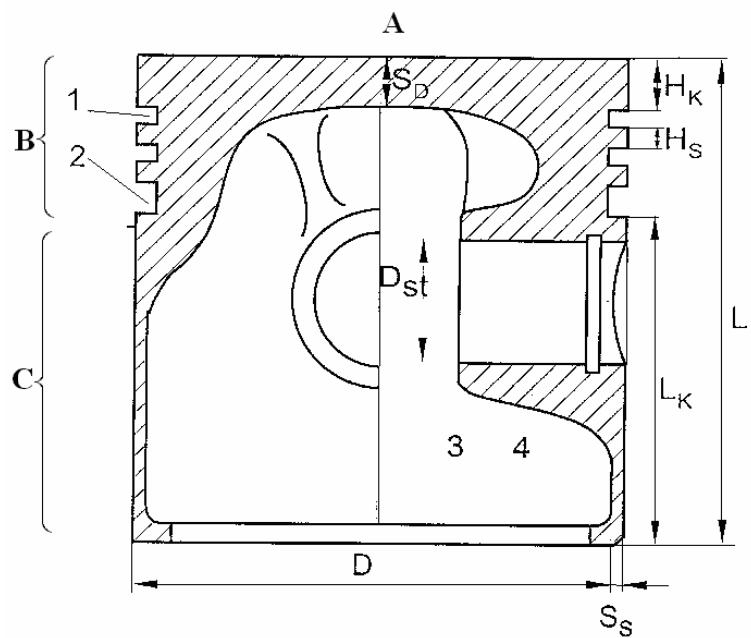
3.6. att. Šķidrumdzeses motora galva: 1 - dzesēs kanāli; 2, 3 – ieplūdes un izplūdes kanāli.

3.2.2. Virzulis

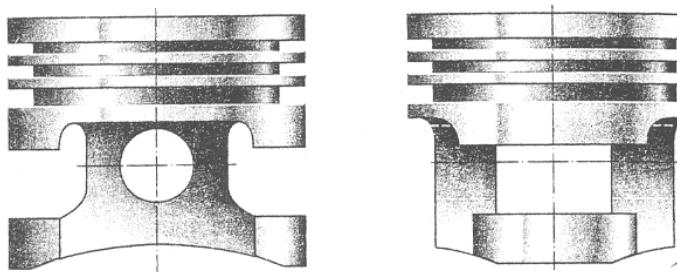
Virzulis uzņem gāzu spiedienu un uz viņu darbojas inerces spēks. No karstās gāzes un berzes virzuļa virsmas temperatūra sasniedz 400°C .

Virzuļus izgatavo no alumīnija sakausējuma. Līdz ar to tie ir vieglāki un rada mazākas šīs oscilējošās masas inerces spēkus un arī labi aizvada siltumu. Uzlabojoties cilindru pildījums, neveidojas piededzi un detonācija.

Lai samazinātu atstarpi starp virzuli un cilindra virsmu aukstam motoram, iesilušam motoram, lai tas neiekļētos virzuli parasti izgatavo konisku, mucveida vai pakāpjveida ar mazāko diametru augšdaļā, jo šeit ir visaugstākā temperatūra un lielākā virzuļa izplešanās. Virzuļa vadotne ir ovāla ar mazāko diametru pirkstu plaknē, šeit tiek palielināta virzuļa izplešanās. Virzuļa pielējuma asi attiecībā pret virzuļa asi nobīda par 1-2 mm līdz ar to samazina virzuļa spiediena spēku pret cilindru darba takts sākumā, kad virzulis maina kustības virzienu. Vadotnes nenoslogoto daļu virzulim izgriež, samazinot virzuļa (sk. 3.8. att.) masu.



3.7. att. Virzuļa uzbūve: A – virzuļa galvas virsma; B – blīvētājdaļa; C – vadotne; 1 – kompresijas gredzena rievas; 2 – eļļas gredzena rievas; L – virzuļa augstums; D – virzuļa diametrs.



3.8. att. X veida virzuļa konstrukcija.

Virzuļa blīvētajā daļā izveido rievas – virzuļa gredzenu izvietošanai. Virzuļa galvas virsmas Otto motoriem ir vai nu plakana vai speciālas konfigurācijas.

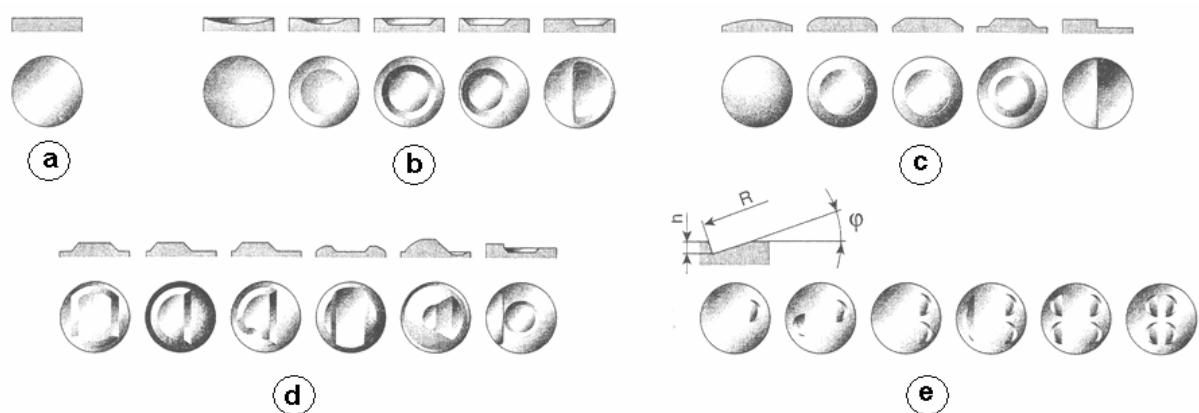
Masas ekonomiju X veida virzuļos un siltuma izplešanās kompensāciju panāk ar vadotnes vidējās daļas samazināšanu. Masa salīdzinot ar tradicionālo virzuli samazinās par 15 – 25%. Virzuļa galvā dažkārt ir izveidotas iedobes, lai virzulis nesaskartos ar vārstiem, ja pārtrūkst sadales vārpstas piedziņas zobsiksna. Divtaktu motoriem virzuļa galvas virsmas ir izliekta vai ar deflektoru.

Izliekta virzuļa galva ar deflektoru ir arī mūsdienē četraktu Otto motoriem ar tiešo iesmidzināšanu.

Dīzeļmotora virzuļa galvas virsmas izveidojums atkarīgs no degmaisījuma sagatavošanas veida un degkameru konstrukcijas. Šodien augsti forsētiem motoriem var saskatīt kopējas tendences: tiek samazināts attālums no virzuļa galvas virsas līdz pirksta asij, tas tiek darīts, lai samazinātu virzuļa pirksta diametru, samazina gredzenu augstuma un virzuļa vadvirsmu.

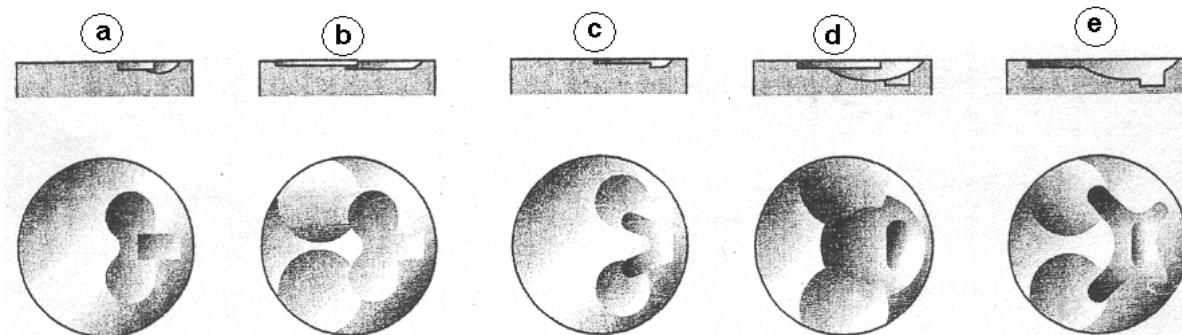
Virzulim ir vairāki uzdevumi: iesūkt Otto motoram degmaisījumu vai gaisu, dīzeļmotoram, saspiezt gaisu (darba gājiena laikā uz virzuli darbojas 170 kN spēks) un izvadīt sadegušās gāzes no cilindra.

Benzīnmotoru virzuļu virsmas konfigurācija ļoti atšķiras un ir atkarīga no firmu tradīcijas degkameru projektēšanā. Mūsdienās ir tendence daļu degkameras izveidot virzulī, līdz ar to virzuļa virsmā izveido ne visai dziļu, laidenu iedobumu. Ir iespējami arī iedobumi vārstu galvām. Benzīnmotoru virzuļu galvas virsmu veidi attēloti 3.9. attēlā. Virsmas biezums virzuļa galvā tomēr nav mazāks par 5 mm. Dziļus iedobumus neveido, jo tas palielinātu virzuļa masu.



3.9. att. Benzīnmotoru virzuļu virsmu veidi: a – plakana; b – ar daļēju degkameras izveidojumu virzulī; c – virzuļa galvas vienkāršie iedobumi; d – sarežģītas un kombinētās formas iedobumi; e – iedobumi vārstu galvām

Dīzeļmotoru virzuļu galvas virsmas var būt ar specifisku formu atkarībā no darba procesa.



3.10. att. Dīzeļmotoru virzuļu galvas virsmu veidi viegliem automobiļiem:
a, b, c – virpuļkameras; d, e – priekškameras.

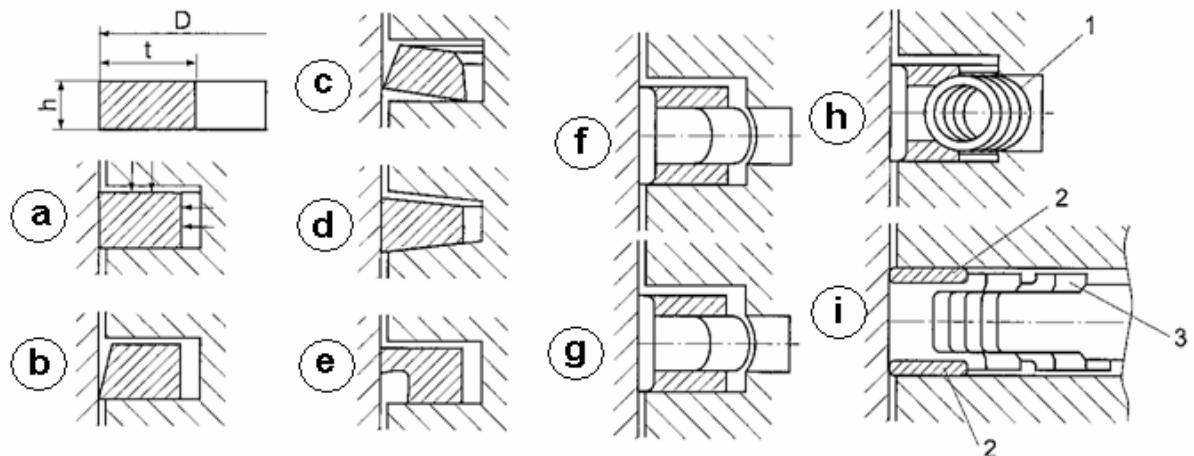
3.2.3. Virzuļa gredzeni

Virzuļa gredzeni ir kompresijas un eļļas. Kompresijas gredzeni noblīvē virsmu starp virzuli un cilindru līdz ar to tiek novērsta gāzu noplūde no degkameras uz karteri.

Gredzeni arī veic siltuma novadīšanu no virzuļa uz cilindra sienām. Kompresijas gredzeni tiek ievietoti virzuļa blīvētājdaļas augšējās rievās. Kompresijas gredzenus izgatavo no čuguna, lai gan ir arī motori, kuros pielieto tērauda gredzenus. Virzuļa gredzena diametrs brīvā stāvoklī ir lielāks nekā cilindra diametrs. Gredzeniem ir pāršķēlumi (atslēgas), kuru konfigurācijas var būt taisnas, slīpas vai pakāpjveida. Šīs atslēgas, ja ir vairāki šie gredzeni, tiek nobīdītas, lai nesakristu un nenotiktu gāzu noplūde uz karteri. Kompresijas gredzenu skaits ir atkarīgs: no kompresijas pakāpes un kloķvārpstas griešanās frekvences. Otto motoriem ir 2 – 4, dīzeļmotoriem 3 – 6 gredzeni. Augšējo gredzenu – lai samazinātu izdilumu (berzi) elektrolītiski hromē 0.10 – 0.15 mm dziļumā. Pārējos gredzenus alvo, lai labāk piestrādātos cilindram.

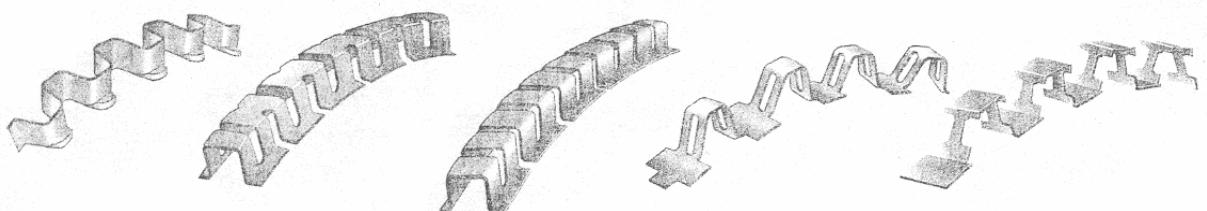
Eļļas gredzeni no cilindru sienām noņem lieko eļļu, virzulim pārvietojoties uz ZMP. Eļļa, nokļūstot sadegšanas kamerā, rada piedegumus un palielinās eļļas patēriņš. Virzulim ir viens vai divi eļļas gredzeni, kas novietoti zem kompresijas gredzeniem.

Eļļas gredzenus izgatavo no čuguna vai tērauda. Čuguna eļļas gredzenam ir līdz 10 spraugu eļļas novadīšanai virzuļa rievas iekšpusē. Lai eļļas gredzens labāk piespiestos cilindram, motoros pielieto virzuļa rievā ievietotu tērauda spirālatsperi (ekspanderu).



3.11. att. Gredzenu konstrukcijas: a – e - kompresijas gredzenu konstrukcijas; f – i - eļļas gredzenu konstrukcijas

Tērauda gredzeni parasti ir izveidoti no diviem diskiem, kurus piespiež divfunkciju kombinētais ekspander (sk. 3.12. att.), kas piespiež gan radiāli, gan aksiāli. Četrelementu ir atsevišķi aksiālie un radiālie piespiedēji (ekspanderi). Kārbveida čuguna gredzeni vairāk ir eļļas vadošie; eļļas noņēmējgredzeni ir šie kombinētie četrelementu gredzeni.



3.12. att. Divfunkcionālie ekspanderi.

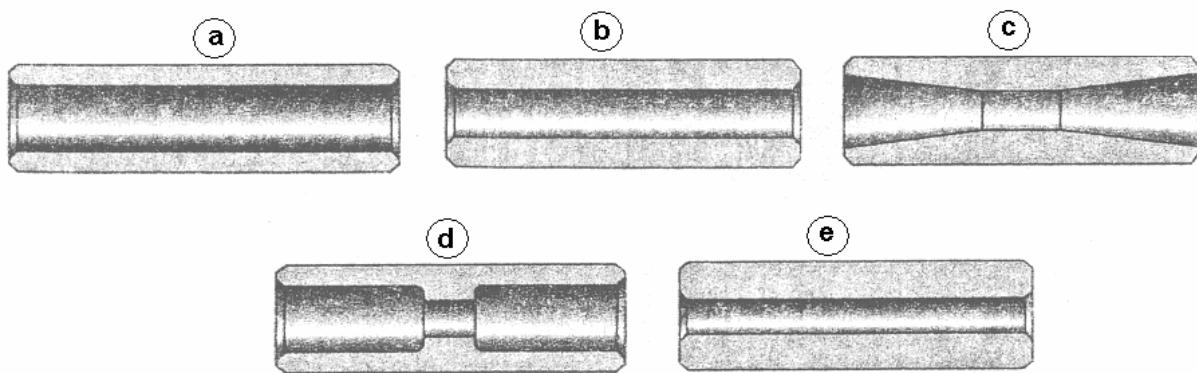
Divfunkcionālie ekspanderi ir dažādas konstrukcijas. To uzdevums ir noturēt diskus virzuļa rievā noteiktā attālumā un piespiest cilindra virsmai. Izgatavoti tie ir no (15 – 20% Cr, 5 – 10% Ni) tērauda kalibrētas lentas, kura izgatavošanas procesā iegūst atsperes īpašības, kuras nezaudē ekspluatācijā.

Dažu konstrukciju ekspanderi nodrošina papildu spiedienu diskiem uz virzuļa rievas sieniņu, kas uzlabo eļļas noņemšanu no cilindra virsmas.

3.2.4. Virzuļa pirksti

Virzuļa pirksts savieno šarnīrveidā virzuli ar klani un ir svarīga motora detaļa, jo pārvada slodzi no virzuļa uz klani. Pirksts parasti ir pārī ar mīkstiem materiāliem – alumīniju (virzulis) un bronzu (klaņa augšējā bukse). Saistībā ar to pirksta darba virsmai jābūt cietai, bet sakarā ar to triecienslodzēm, kas rodas darba procesā, serdenis ir mīksts. Pirksts izgatavots dobs, kura ārējo virskārtu līdz 1.5 mm dziļumā cementē vai rūda ar augstfrekvences strāvu. Kā materiālu izmanto mazoglekļa tēraudu, kas leģēts ar niķeli un hromu.

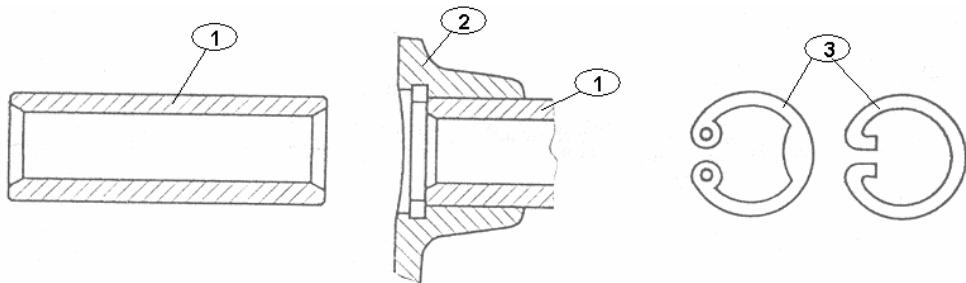
Lai samazinātu berzi pirksta ārējo virsmu slīpē un pulē. Motora darbības laikā pirksts saņem lieces deformācijas, kas veicina pirksta ovālas formas veidošanos. Tādēļ mūsdienu augsti forsētos motoros ir tendence palielināt pirksta sieniņu biezumu un samazināt garumu. Palielinot pirksta izturību un palielinot sieniņu biezumu, palielina masas pieaugumu un inerces slodzi uz pārējām motora detaļām (klanis, kloķvārpsta utt.). Tādēļ bieži pielieto pirkstus ar necilindriskiem urbumiem ar šķērsgriezumu pieaugumu centrā jeb koniski urbumi. Tas gan sadārdzina izgatavošanu.



3.13. att. Virzuļa pirkstu tipi: a – pirksts ar cilindrisku urbumu plānām sieniņām vidēji forsētiem motoriem; b – īsais pirksts ar biezām sieniņām augsti forsētiem motoriem; c – vienādas pretestības pirksts ar konisku urbumu; d – pirksts ar palielinātu cietību vidusšķērsgriezumā, parasti izmanto pie nekustīgas sēžas klani, "cietais pirksts"; e – pirksts dīzelim ar biezām sieniņām.

Dīzeļmotoru pirksti ir lielāka diametra un biezākām sieniņām, jo viņiem ir jāuzņem lielāka slodze. Sieniņu biezums ir 1.5 – 2.0 reizes biezāks nekā Otto motoriem.

Pēc pirksta nostiprinājuma veida virzulī un klanī izšķir ciešo un peldošo pirkstu. Visvairāk pielieto peldošos pirkstus (sk. 3.14. att.).



3.14. att. Peldošā pirksta konstrukcija: 1 – virzuļa pirksts; 2 – virzuļa pielējumi; 3 – fiksēšanas gredzeni (sprostgredzeni)

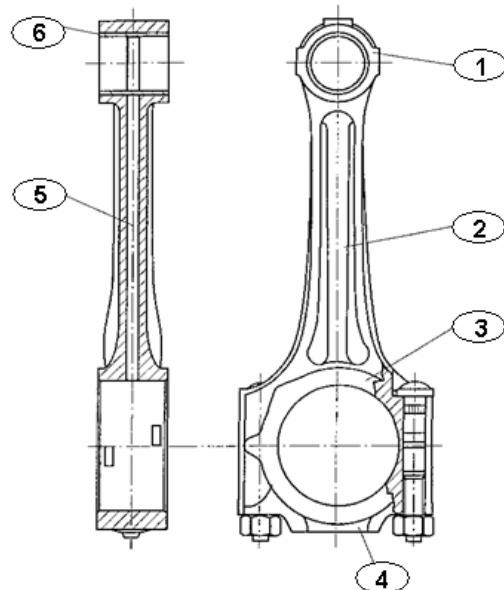
Peldošie pirksti, iesilušā motorā, var pagriezties virzuļa urbumos un klaņa augšējās galvas bronzas ieliktnī. Pirksta aksiālo pārvietošanos ieliktnī fiksē ar atsperīgiem sprostgredzeniem, kurus ievieto virzuļa pielējuma rievās. Ciešo pirkstu (sk. 3.13. att. d) iepresē klaņa augšējā galvā, kuru jāsakarsē līdz 240 °C. Šajā gadījumā klaņa galvā pirksts negriežas, bet griežas tikai virzuļa pielējuma urbumos. Šajā konstrukcijā nav nepieciešami sprostgredzeni un bronzas bukse klaņa augšējā galvā. Daudzos motoros virzuļa pirksta asi novirza 1.5 ... 1.6 mm no virzuļa ass pa labi, samazinot normālo spēku, virzuļa svārstīšanos un troksni, virzulim atrodoties AMP.

3.2.5. Klanis

Klanis savieno virzuli ar kloķvārpstu un pārvada uz to gāzu spiediena spēku. Uz klani darbojas abpusēji mainīga dinamiskā slodze, kas rada stiepes, spiedes un lieces deformāciju.

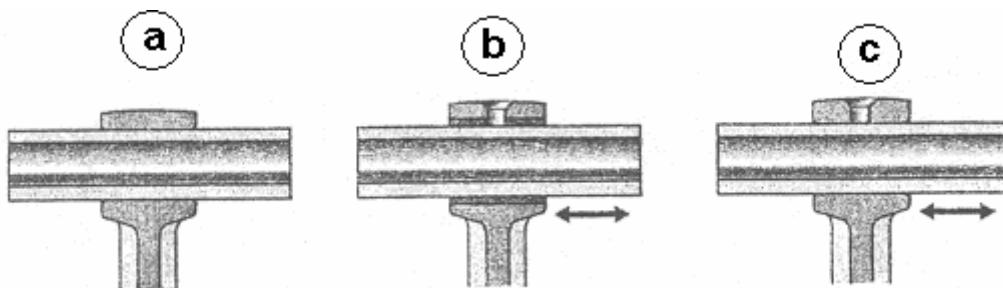
Klani izgatavo no oglēkļa vai leģētā tērauda, hromniķeļa, hrommolibdena tērauda ar oglēkļa saturu 0,30 – 0,45%, ko pie mehāniskās apstrādes normalizē. Klaņa kātu izgatavo dubult-T profila veidā. Dīzeļmotoriem šī profila

šķērsgriezums ir palielināts. Motoriem, kur virzuļa pirksts tiek eljots no apakšējās klaņa galvas kātā ir izveidots garenisks kanāls 5 (sk. 3.15. att.).



3.15. att. Klaņa konstrukcija: 1 – klaņa augšējā galva; 2 – klaņa kāts; 3 – klaņa apakšējā galva; 4 – klaņa apakšējās galvas vāks; 5 – eļļas kanāls; 6 – bukse.

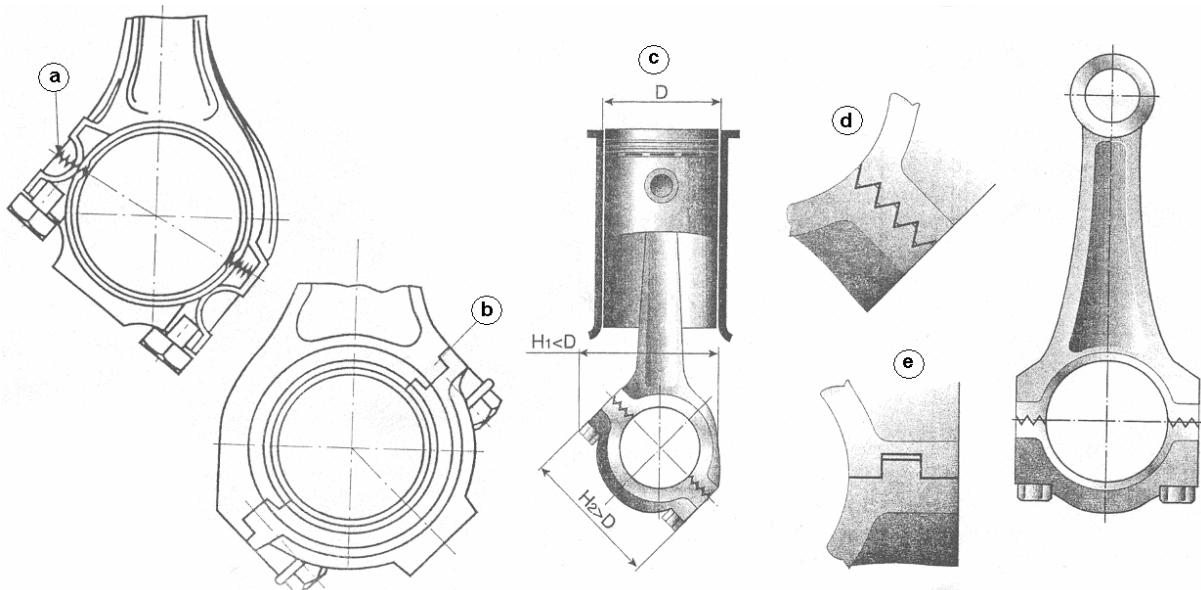
Klanis sastāv no augšējās galvas 1 (sk. 3.15. att.), kāta 2, apakšējas galvas 3, kura ir dalīta un apakšējās daļas vāka 4 un šajā daļā iemontē klaņa slīdgultni. Klaņa vāku klanim piestiprina ar skrūvēm, kuras izgatavotas no leģētā tērauda ar oglekļa saturu 0,3 %. Dalījuma plakne ir perpendikulāra klaņa garenasij. Motoros ar peldošo virzuļa pirkstu iepresē buksi, mūsdienu konstrukcijās tērauda – bronzas 1 – 1.5 mm biezām sieniņām, retāk izmanto plānsieniņu bronzas buksi 1.0 mm biezu.



3.15. att. Virzuļa pirksta stiprinājums klaņa galvā: a – nekustīgi; b – kustīgi ar buksi; c – kustīgi bez bukses.

Ja pirksts tiek nekustīgi iestiprināts, tad uzspīle ir 0,02 – 0,04 mm. Ir pielietoti arī peldošie pirksti bez bukses, tas dod iespēju izgatavot vieglāku klanī, bet remontēt ir grūtāk. Klaņa skrūves rūpīgi apstrādā, slīpē pēc ārējā diametra, vītnē mūsdienās netiek uzgriezta, bet uzvalcēta ar speciāliem valcēšanas rullīšiem, līdz ar to šādai vītnei ir 20 – 30% lielāka izturība, jo skrūvēm ir jāuzņem liela dinamiskā slodze. Uzgriežņi skrūvēm ir lielāki, un lielāku atbalstvirsmu uzgriežņus pret atskrūvēšanos nodrošina berzes spēki, kas darbojas vītnēs un atbalstvirsmā.

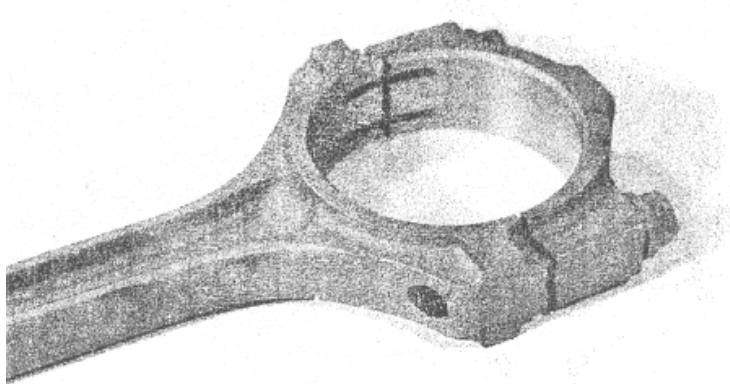
Mūsdien motoros nekādas šķeltapas netiek pielietotas. Pastāv dažādi varianti, kā piestiprina apakšējo vāku, pēc skrūvju cilindriskām centrēšanas joslām, kur skrūves fiksējas klanī ar gludu sēžu un nelielu uzspīli. Lielāko tiesu vieglajos automobiļos izmanto taisnos plakanos savienojumus (sk. 3.15. att.). Spēkratos, kuros nepieciešams izvilk virzuli kopā ar klanī, dalījuma plakne ir izveidota 30° , 45° vai 60° leņķī un klaņa vāks var būt fiksēts ar trīsstūrveida vai taisnstūrveida izciļņiem vai tapiņām, kas arī atslogo klaņa skrūves no cirpes spriegumiem un ir precīzs centrējums (sk. 3.17. att.).



3.17. att. Klaņa galvas (apakšējā): a, d – trīsstūrveida; b, e – taisnstūrveida; c – palielināts klaņa rēdzes diametrs pret virzuli.

Dažos motoros izmanto tā sauktos lauztos klaņus, kur virsmu veido "smalks" lūzums (sk. 3.18. att.).

Šajā gadījumā ir nodrošināta ideāla aploce apakšējā galvā ar precizitāti 0,001 – 0,002 mm, bez speciālas centrēšanas.

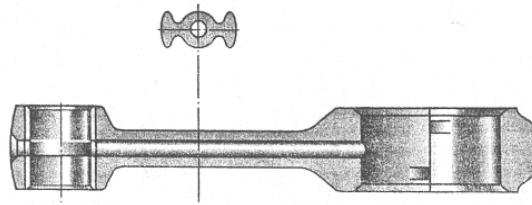


3.18. att. Klanis ar apakšējo lauzto vāka sadalījumu.

Klanis ir viena no precīzākajām detaļām, galvenais ir augšējās un apakšējās galvas paralelitāte. Uz 100 mm garuma neparalitāte $> 0,02 - 0,03$ mm.

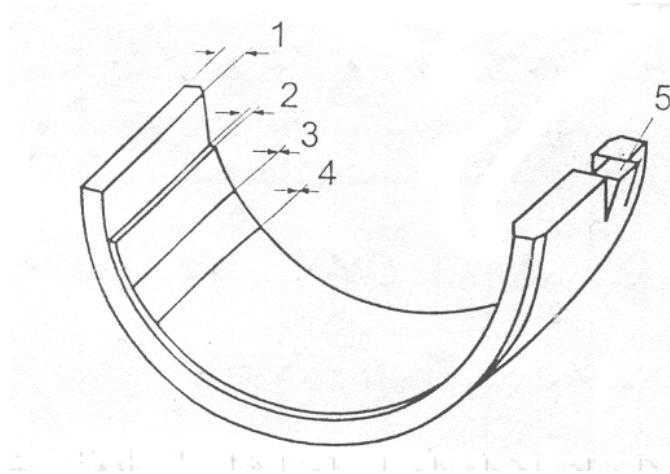
Klaņa gultnis samazina berzi un klokvārpstas klaņa rēdzes dilšanu. Klaņa slīdgultnis ievietots klaņa apakšējās galvas ligzdā. Ieliktņi izgatavoti no tērauda lentas un iekšpusē pārklāti ar antifrikcijas materiālu kārtiņu, kas samazina berzi un dilšanu. Šīs antifrikcijas kārtiņas var būt no 2 līdz 4 biezumā 0,25 – 0,50 mm. Tērauda lentas biezums ir 0,9 mm. Ieliktņus klaņa galvā fiksē ar izciļņiem, kuri ieiet gultņu ligzdas dobumos.

Ieliktņa antifrikcijas materiāla sastāvs atkarīgs no slodzes, kādu uzņem gultnis. Otto motoriem antifrikcijas materiālā izmanto 20 % alumīnija un 80 % alvas, bet dīzeļmotoriem, kur ir lielākas slodzes, izmanto svina – alvas – bronzas materiālus. Ieliktņu iekšpusē izveido eļļas sadales un dzesēšanas rievas. Ja virzuļa pirkstam ar spiedienu padod eļļu, augšējam ieliktnim ir urbums eļļas padevei klaņa kātā (sk. 3.19. att.).



3.19. att. Ellošanas urbums klaņa kātā.

Klaņa slīdgultņu antifrikcijas materiāli ir ar mazu berzes koeficientu, mehāniski noturīgi un augstu kušanas temperatūru, no 250 – 400 °C. Mūsdienu vieglo automobiļu motoros pielieto plānsieniņu ieliktnus 1,0 – 2,5 mm biezumā. Jo plānāks ieliktnis, jo labāk tas guļ ligzdā, labāka siltuma novadīšana, mazāka atstarpe un lielāks resurss. Parasti motorbūvē ieliktnu biezumu izmanto pamatgultņos 1,8 – 2,0 mm un klaņa gultņos 1,4 – 1,5 mm.

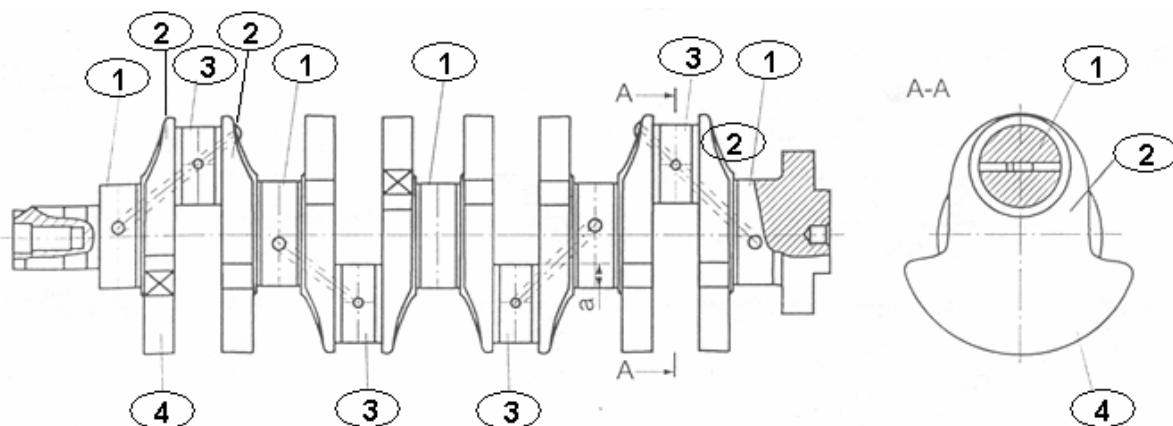


3.20. att. Slīdgultnis: 1 – tērauda pamatne; 2 – 0,3 – 0,5 mm svina-bronzas ar alumīniju-alvu; 3 – 1,2 μm niķeļa josliņa; 4 – 10 – 30 μm svina, alvas, vara sakausējuma; 5 – fiksācijas atslēga.

3.2.6. Kloķvārpsta un pamatgultņi

Kloķvārpstu izgatavo no oglekļa tērauda vai leģētā tērauda vai arī atlej no augstvērtīga čuguna. Kloķvārpsta pakļauta vērpes un lieces deformācijām, jo ar klaņu palīdzību saņem spēku no virzuļiem un pārveido to griezes momentā, kuru pārvada uz transmisiju un darbina dažādus motora mehānismus. Kloķvārpsta atbalstās un griežas pamatgultņos, pie klaņa rēdzēm piestiprina klaņus.

Kloķvārpstas klaņu un pamatgultņu rēdzes tiek norūdītas ar augstfrekvences strāvu 3 – 5 mm dziļumā un pēc tam noslīpētas. Kloķvārpstai ir šādas sastāvdaļas: pamatgultņu rēdzes 1 (sk. 3.21. att.), klaņu rēdzes 3, kuras savienotas ar kloķvārpstas vaigiem 2 un veido kloķvārpstas kloķus. Pārejas no vaigiem uz rēdzēm izveido ar rādiusu 0,06...0,08 no rēdzes diametra, līdz ar to novērsta koncentrēto spriegumu rašanās. Kloķvārpstas vaigi lielāko tiesu ir ovāli.



3.21. att. Četrcilindru motora kloķvārpsta: 1 – pamatgultņu rēdze; 2 – kloķvārpstas vaigs; 3 – klaņa gultņu rēdze; 4 – pretsvari.

Kloķvārpstas vaigos un rēdzēs izurbj urbumei eļļas novadīšanai no pamatgultņiem uz klaņa gultņiem. Jaunāko konstrukciju modeļos var būt, ka pievada tikai dažiem – ne visiem pamatgultņiem.

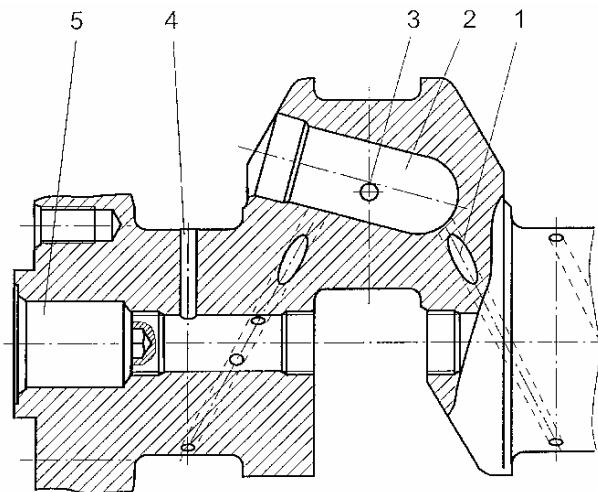
Centrbēdzes spēkus līdzsvaro pretsvari (sk. 3.21. att. 4), tos izgatavo ar kloķvārpstas vaigiem. Kloķvārpstas aizmugurē ir atloks, pie kura piestiprina spararatu.

Kloķvārpstas priekšgalā nostiprina kīlskriemeli, zobsiksnas skriemeli, kēžratu vai sadales zobra tu atkarībā no motora piedziņas mehānisma konstrukcijas. Dažādiem motoriem kloķvārpstas priekšgalā novieto skriemeli (svārstību slāpētāju) inerces spēka līdzsvarošanai.

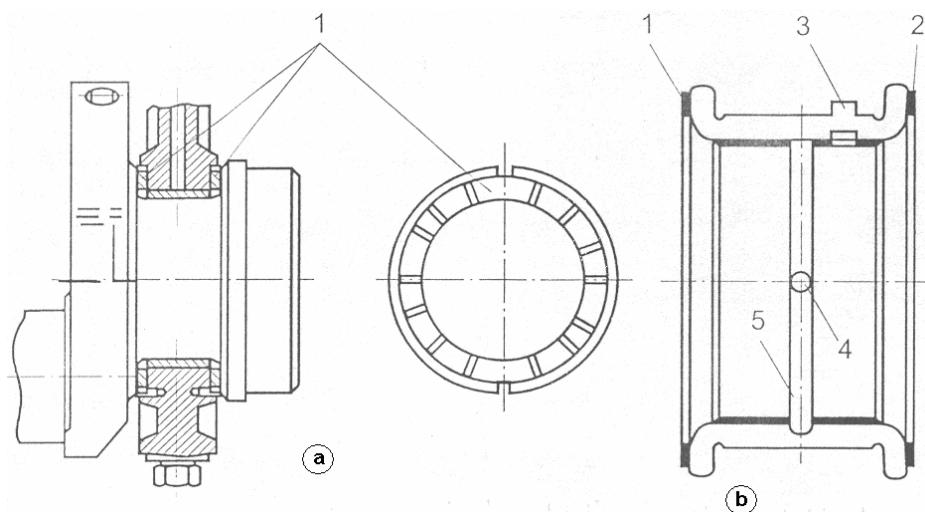
Kloķvārpstas forma ir atkarīga no motoru taktības, cilindru novietojuma veida un to skaita, darba taktu secības, pamatgultņu skaita (sk. 3.21. att.) un

rēdžu izmēriem. Pēc izgatavošanas kloķvārpstu kopā ar spararatu statiski un dinamiski līdzsvaro.

Pamatgultņus vairākcilindru motoros izmanto slīdgultņus, tie ir plānsieniņu ieliktņi ar tādu pašu 2 – 4 kārtiņu skaitu antifrikcijas materiālam. Pamatgultņu konstrukcijas var būt garāki un biezāka ir šī kārtiņa atkarībā no konstrukcijas var būt arī atmalīte.



3.22. att. Eļļas kanālu izveidojums kloķvārpstā: 1 – eļļas padeve uz klaņa rēdzi no pamatgultņa; 2 – papildus eļļas attīrīšanas dobums; 3 – eļļas kanāls klaņa rēdzei; 4 – eļļas kanāls uz pamatgultņa rēdzi.



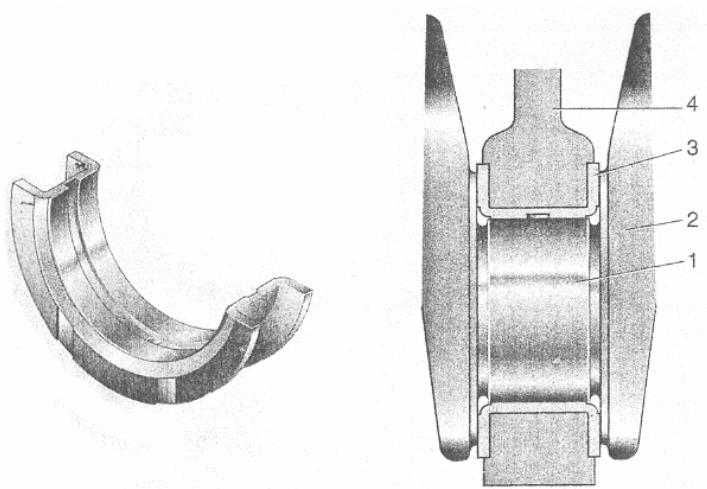
3.23. att. Pamatgultņu konstrukcija ar aksiālās pārvietošanās fiksāciju: a – ar gredzeniem; b – ar atmalīti ieliktnim un gredzeniem.

Jaunāko konstrukciju motoros eļļas rievas ne visos ieliktņos ir izveidotas. Gultņa ieliktni ievieto šķērssienas ligzdā, otra daļa pamatgultņa vākā jeb kopējā pamatgultņu vākā. Mūsdienās atkarībā no konstrukciju veida sastopami varianti ar dažādiem vāku ieliktņos izveidotiem risinājumiem. Var no viena pamatgultņa eļļot arī divus klaņa gultņus. Vai vienu gultņu ieliktni ievieto blokkartera šķērssienas ligzdā, bet otru atkarībā no motora konstruktīvā izveidojuma vai nu atsevišķi vākā, vai savienotājvākā, kas izveidots visiem pamatgultņiem kā viena detaļa, tā palielinot motora stingrību.

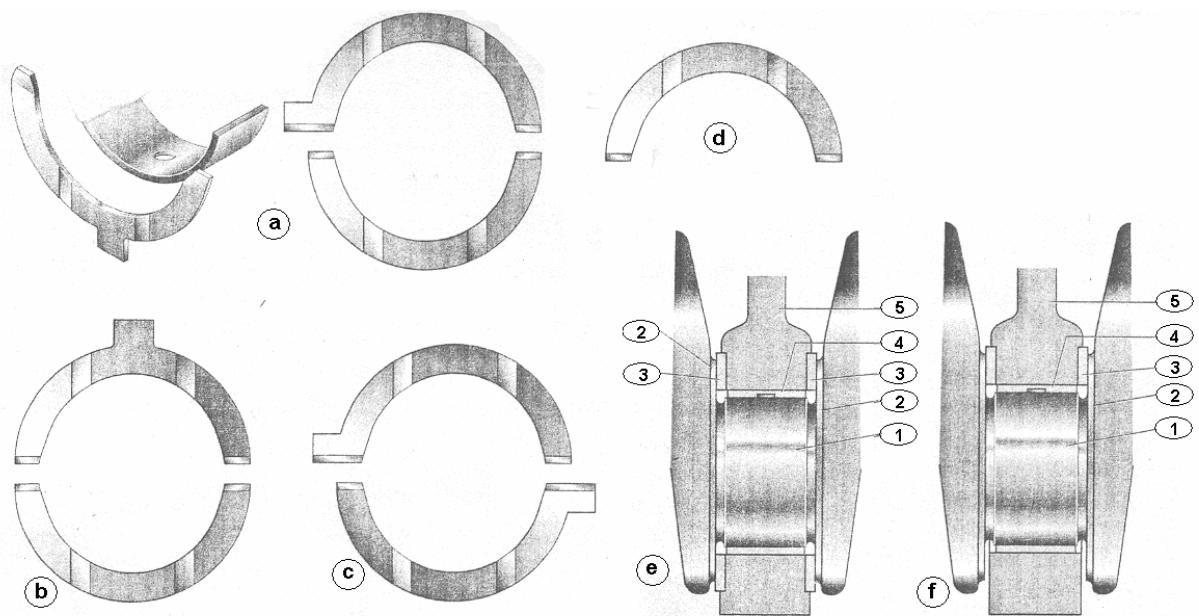
Lai novērstu kloķvārpstas aksiālo pārvietošanos, slīdgultņos lieto dažādus paņēmienus:

1. Vecāko konstrukciju motoros izmantoja pirmajam pamatgultnim abās pusēs uzstādītas divas tērauda atbalstplāksnes, kuru virsma pārklāta ar antifrikcijas materiālu.
2. Aksiālo kustību uzņem četri bronzas pusgredzeni, kurus uzstāda vai nu uz vidus pamatgultņa jeb pēdējā pie spararata.
3. Aksiālai fiksēšanai var izmantot arī vidējā vai pēdējā pamatgultņa ieliktņus, kuriem ir atmales.

Pēdējo paņēmienu, pielieto diezgan plaši.



3.24. att. Atlokus gulnis: 1 – vārpstas rēdze; 2 – vaigi; 3 – ieliktnis; 4 – atbalsts.

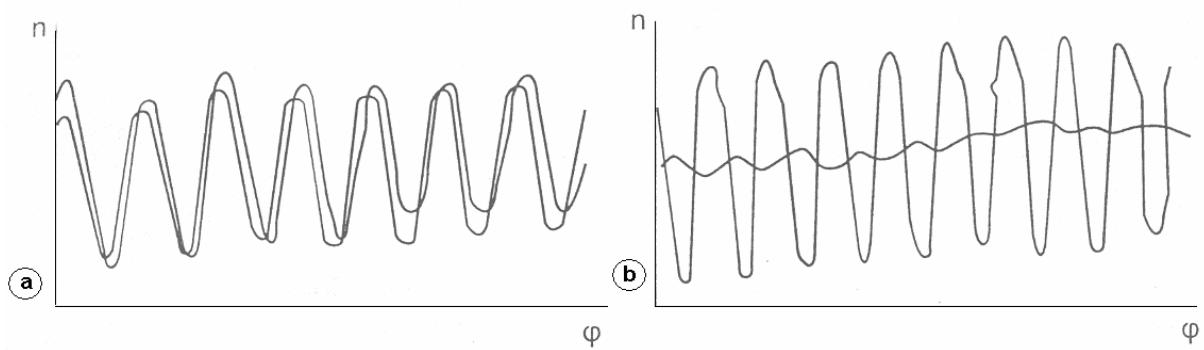


3.25. att. Atbalstgultņa shēma ar pusgredzeniem: a, b, c – pusgredzenu pāris, no kuriem viens ir ar fiksējošo atmali; d – parasts pusgredzens; e – divu pusgredzenu pāru uzstādīšana; f – divu parastu pusgredzenu uzstādīšana; 1 – kloķvārpstas rēdze; 2 – vaigs; 3 – pusgredzens; 4 – ieliktnis; 5 – bloka balsts.

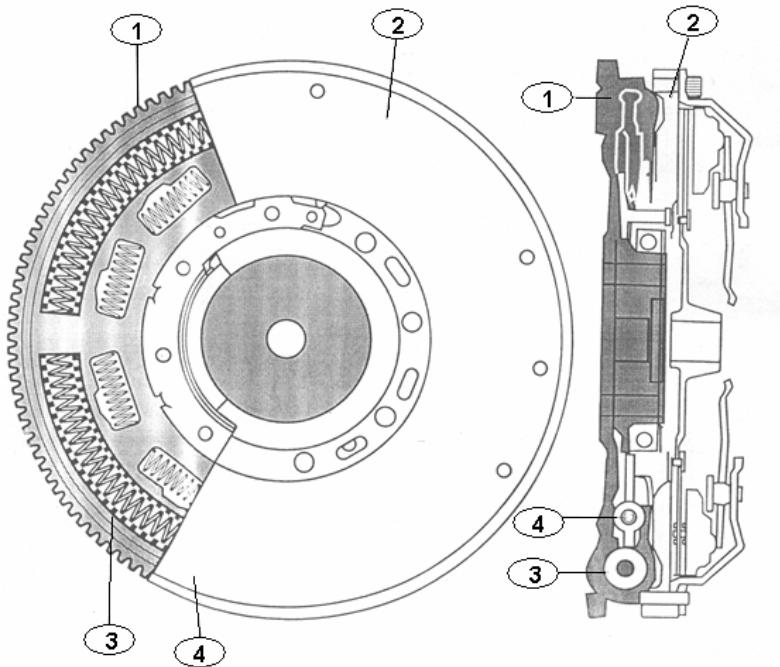
3.2.8. Spararats

Spararatu parasti atlej no čuguna un ar skrūvēm piestiprina kloķvārpstai. Spararatam uzpresē zobvainagu, kuru izmanto motora darbināšanai ar starteri. Jaunāko konstrukciju motoros izmanto divmasu spararatus (sk. 3.26., 3.27. att.).

Spararats darba taktā uzkrāj kinētisko enerģiju un palīgtaktīs nodrošina, lai virzuļi pārvietojoties vieglāk pārvarētu maiņas punktus.



3.26. att. Kloķvārpstas frekvence: a – ar vienmasas spararatu; b – ar divmasu spararatu.



3.27. att. Divmasu spararats: 1 – pirmā masa; 2 – otrā masa; 3,4 – vidusdaļa.

Mūsdienās konstruktori veido jau spararatus, kas varētu veikt griešanās frekvences svārstību slāpēšanu, kas rodas motors – transmisija sistēmā. Tāpēc izveidoja divmasu spararatu.

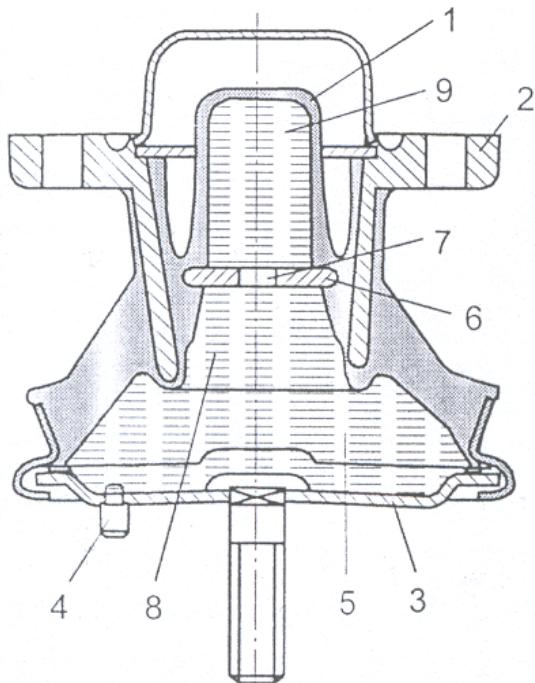
Tomēr līdzās rotācijas svārstībām rodas arī aksiālās un izliecošās svārstības no sajūga darbības un tādēļ ir izveidoti arī elastīgi (lokani) spararati.

3.2.9. Motora līdzsvarošana

Motoriem darbojoties uz kloķa – klaņa mehānisma detaļām, darbojas gan gāzes spiediena spēks, berzes spēks, ārējās pretestības spēks, kā arī rotācijā esošās masas spēki, klaņa rēdžu, kloķvārpstas vaigu centrālēzēs spēki P_c un turp – atpakaļ kustībā, t.i., oscilējošās masas inerces spēki P_j .

Oscilējošo masu veido virzuļu, virzuļu gredzenu inerces spēki. Šos inerces spēkus P_j iedala pirmējos inerces spēkos P_{j1} , kuru maiņas periods atbilst kloķvārpstas vienam apgriezienam, un otrējos inerces spēkos P_{j2} , kuru maiņas periods ir kloķvārpstas pusapgrieziens. Vairākcilindru motoros bez šiem spēkiem nelīdzsvaroti var būt arī to radītie momenti, kas papildus noslogo pamatgultņus un kloķvārpstu. Periodiski mainīgie spēki rada mehānisma

svārstības – motors vibrē, savienojumi kļūst valīgi. nedaudz vibrācijas samazināt palīdz speciālas konstrukcijas motora balsti (šķidruma demferi), sk. 3.28. attēlu. Tieks plaši izmantoti gumijas balsti (sk. 3.29. att.) un jaunākās konstrukcijas elektroniskie (elektromagnētiskie) balsti, hidrobalsti.

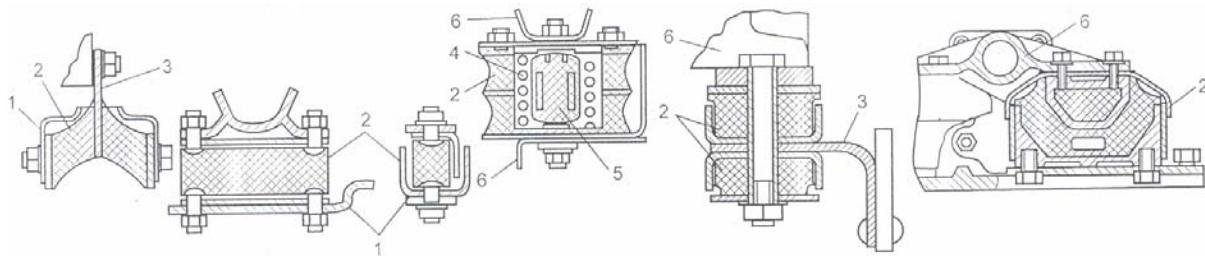


3.28. att. Hidrauliskais motora balsts: 1 – tukšvidus gumijas balsts; 2, 3 – atbalstloki; 4 – fiksators; 5 – hidrauliskais šķidrums; 6 – diafagma; 7 – droseles urbums; 8, 9 – apakšējā un augšējās kameras.

Diafagma 6 (sk. 3.28. att.) ar droseles urbumu 7 sadala hidraulisko balstu divās kamerās 8 un 9, kurās ir hidrauliskais šķidrums. Pie motora svārstības šķidrums pārplūst no vienas kameras otrā.

Motora nostiprinājumam spēkratu nodrošina elastīgu pievienojumu rāmim. Balsti uzņem arī garenvirziena bīdes spēku pie bremzēšanas vai paātrinot kustību.

Pie motoru ražošanas cenšas šos spēkus un momentus novērst, līdzsvarojot kloķvārpstu, spararatu, saskaņojot virzuļu un klaņu masas. Bet vienalga ne visi spēki un momenti var būt līdzsvaroti. Liela nozīme ir motora konstrukcijai – kāds ir cilindru izvietojums un skaits.



3.29. att. Gumijas balsti: 1 – rāmja šķērssija; 2 – gumijas paliktnis; 3 – pamatnes balsts; 4 – atspere; 5 – gumijas atbalstbuferis; 6 – motora balstekronšteins.

3.1. tabula

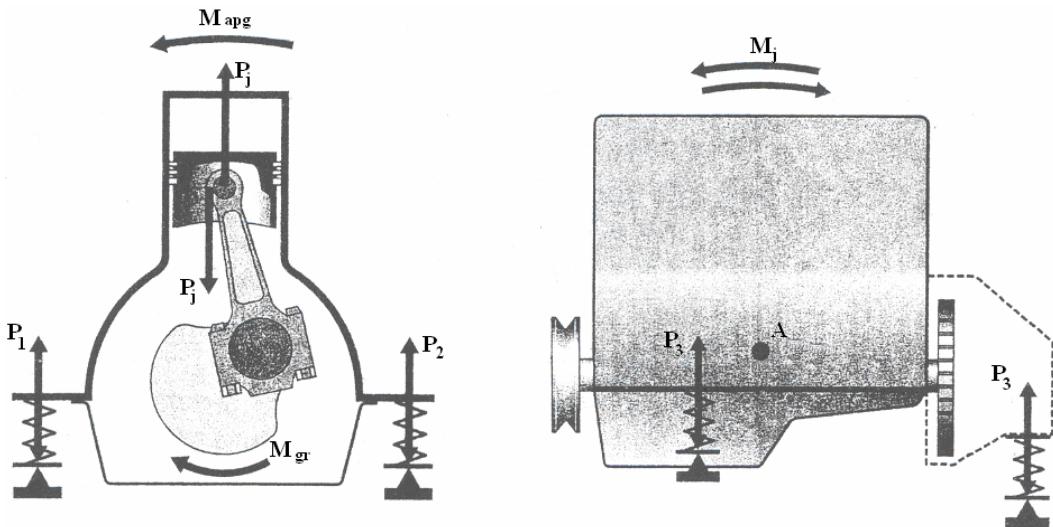
Vieglo automobiļu nelīdzsvarotie spēki un momenti

Cilindrū skaitis	Lenķis starp cilindriem	Kloķu izvietojuma shēma	Lenķis starp klokiem	Motora darba secības kārtība	Centrbēdz spēki no nelīdzsvaro tām masām	Nelīdzsvarotība				Iespēja dinamiski līdzvarot bez klaņa masas	
						Inerces spēki		Inerces spēku momenti			
						I Kārtā	II Kārtā	I Kārtā	II Kārtā		
2	0°	(I)	360°	1 - 2	1	2	3	–	–	nav	
3	0°	(III)	120°	1 - 2 - 3	–	–	–	2	4	nav	
4	0°	(II)	180°	1 - 3 - 4 - 2 1 - 2 - 4 - 3	–	–	3*	–	–	ir	
4	180°	(II)	180°	1 - 4 - 2 - 3 1 - 3 - 2 - 4	–	–	–	–	4	ir	
5	0°	(IV)	72°	1 - 2 - 4 - 5 - 3	–	–	–	–	4	nav	
6	0°	(III)	120°	1-5-3-6-2-4 1-4-2-6-3-5 1-3-5-6-4-2	–	–	–	–	–	ir	
6	75° 90°	(V)	60° 30°	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 1 - 6 - 5 - 2 - 3 - 4	–	–	–	–	4	nav	
6	180°	(VI)	60°	1 - 4 - 5 - 2 - 3 - 6	–	–	–	–	–	nav	
8	90°	(VII)	90°	1-5-6-3-4-2-7-8	–	–	–	–	–	nav	
12	60°	(III)	60°	1-12-9-4-5-8-11-2-3-10-7-6	–	–	–	–	–	ir	

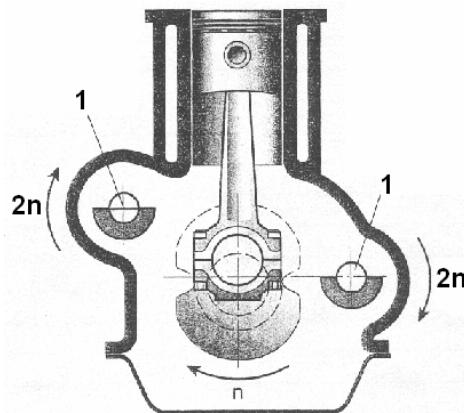
1 – tiek līdzsvaroti izvēloties precīzu pretsvaru masu apakšējo klaņa galvu masai;
2 – tiek līdzsvaroti ar papildus līdzsvarošanas vārpstas palīdzību, kas rotē ar tādu pat frekvenci kā kloķvārpsta; 3 – var būt līdzsvaroti ar speciālam līdzsvarošanas vārpstām, kas rotē divreiz ātrāk; 4 – parasti atstāj nelīdzsvarotu sakarā ar nelielo tās vērtību;
* - tikai dažiem motoriem, galvenokārt ar lielu darba tilpumu.

Analizējot šo tabulu, daži spēki netiek līdzsvaroti un tiek pārnesti uz balstiem un tālāk uz virsbūvi. Tādā gadījumā motors skaitās daļēji līdzsvarots.

Lai motors būtu pilnīgi līdzsvarots ar jebkuru cilindru skaitu un klaņu novietojumu shēmu, nepieciešams pielietot līdzsvarošanas mehānismu, līdzsvarošanas vārpstas. Šos paņēmienus ne vienmēr pielieto to dārdzības dēļ.



3.30. att. Motorā darbojošies spēki un momenti, kas iedarbojas uz motora balstiem un virsbūvi: A – masas centrs; P_j – inerces spēki no turp atpakaļ kustošām masām; M_j – inerces spēku moments, kas cenšas griezt motoru apkārt masas centram; M_{gr} – griezes moments; M_{apg} – motora apgāzēj moments; P_1 , P_2 , P_3 – motora balstu reakcijas spēki.



3.31. att. Rindas četrcilindru motora līdzsvarošanas vārpstu izvietojums:
1 – līdzsvarošanas vārpstas.

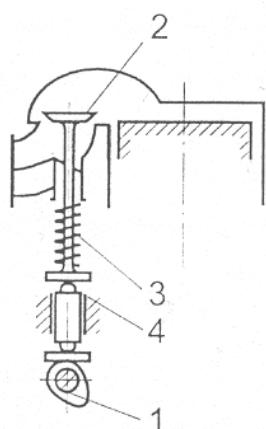
Divcilindru motoros vienmēr lieto līdzsvarošanas vārpstu. Motoru uzskata par līdzsvarotu, ja spēki un momenti, kas darbojas motorā pēc virziena un lieluma ir nemainīgi. Četrcilindru un sešcilindru rindas motoros, kā arī sešcilindru V-veida motoros centrķēdzes P_c un pirmējie inerces spēki P_{j1} un to momenti savstarpēji līdzsvarojas, bet V-veida astoņcilindru – arī otrējie inerces spēki un to momenti.

4. Gāzu sadales mehānisms

4.1. Mehānismu tipi un darbības principi

Gāzu sadales mehānisms savlaicīgi ievada motora cilindros degmaisījumu vai gaisu un izvada no tiem sadegušās gāzes. Atkarībā no vārstu novietojuma ir gāzes sadales mehānismi ar apakšējiem vārstiem (apakšvārsti), kas novietoti blokkarterī (sk. 4.1. att.).

Apakšvārstu konstrukcijas izmantoja vecāku gadu spēkratu konstrukcijās, jo degkamera ir izstieptas formas, veidojas detonācija un sliktāks cilindru pildījums. Galvenās sastāvdaļas šim mehānismam ir vārsts 2, sadales vārpsta 1, vārstu atspere 3, bīdītājs 4, vadīkla, vārstu ligzda, sadales vārpstas zobrajs.



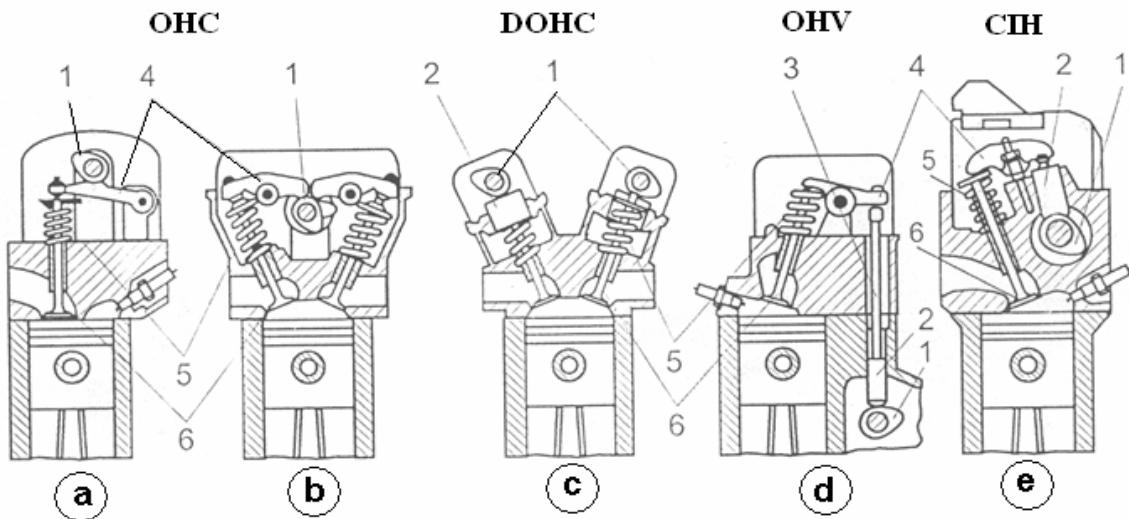
4.1. att. Apakšvārstu gāzes sadales mehānisms: 1 – sadales vārpsta; 2 – vārsts; 3 – atspere; 4 – bīdītājs.

Mūsdienu motoros šāda tipa mehānismus vairs neizmanto. Šo mehānismu apzīmējums ir SV (no angļu valodas – *site valves*).

Pašlaik izmanto augšvārstu gāzu sadales mehānismus, kuri novietoti cilindru galvā. Šie mehānismi dalās pēc sadales vārpstas novietojuma (sk. 4.2. att.).

Gāzu sadales vārpstai izcilņu skaits ir vienāds ar vārstu skaitu un izcilņu novietojums atbilst cilindru darbības secībai un gāzu sadales fāzēm. Sadales vārpsta griežas divas reizes lēnāk nekā kloķvārpsta. Sadales vārpsta, motoros,

kuru kloķvārpstas griešanās frekvence nepārsniedz $5000 - 5200 \text{ min}^{-1}$, pielieto augšvārstu sadales mehānismus ar sadales vārpstas apakšējo novietojumu (angļiski "over head valves") un apzīmē OHV (sk. 4.2. att. d).



4.2. att. Gāzu sadales mehānismi ar augšējo sadales vārpstas novietojumu:
 a, b, c, e – sadales vārpsta novietota cilindru galvas augšā; d – sadales vārpsta novietota cilindru blokā; 1 – sadales vārpsta ar izcilni; 2 – bīdītājs; 3 – bīdstienis; 4 – svira; 5 – atspere (vārsta); 6 – vārsts

Šeit bez jau minētām apakšvārstu detaļām papildus ir bīdstieņi un divplecu sviras. Sadales vārpstai griežoties, tās izcilnis paceļ bīdītāju, kas iedarbojas uz bīdstieni. Bīdstienis iedarbojas uz divplecu sviru, kura pagriežas ap asi un nospiež vārstu uz leju. Kad izciļņa iedarbība izbeidzas, detaļas atgriežas izejas pozīcijā – atspere aizver vārstu. Ja griešanās ir lielāka bīdītājā, bīdstienī, divplecu svirā veidojas inerces spēks, kas izjauc sadales fāzes un pasliktina cilindra pildījumu un atgāzu izvadīšanu no cilindra – tādēļ pie frekvences, kur kloķvārpstas griešanās frekvences virs 5000 min^{-1} , pielieto augšējo sadales vārpstas novietojumu.

Augšvārstu gāzu sadales mehānismu ar sadales vārpstas augšējo novietojumu sauc par OHC (no angļu valodas "overhead camshaft"). Gāzu sadales vārpstas izciļņi 1 (sk. 4.2.att.) tieši iedarbojas uz svirām. Nav nepieciešams bīdītājs un bīdstienis, un inerces spēku iedarbība ir mazāka pie

vārstu atvēršanās un aizvēršanās. Šāda konstrukcija tiek izmantota pie augstāk minētās frekvences.

Šeit arī vārstu izvietojumu var veikt tā, lai tiek uzlabota degkameras forma un vārstu ligzdu dzesēšana. Sadales vārpstu no kloķvārpstas piedzen ar zobsiksnu vai ķēdes pārvadu.

Sadales vārpstas izcilnis var iedarboties uz vienplecu sviras vidējo daļu (sk. 4.2. att. a), vai arī var darboties uz vārstu ar regulēšanas paplāksnes un bīdītāja starpniecību. Šāds risinājums samazina vēl vairāk inerces ietekmi uz mehānismu.

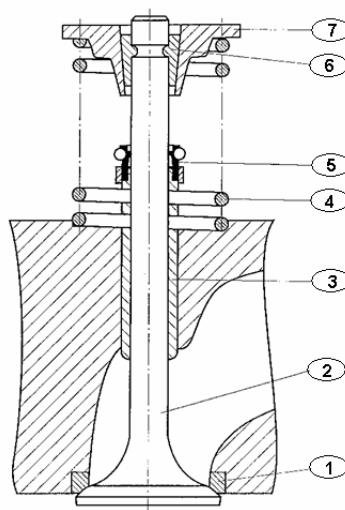
Augšvārstu gāzu sadales mehānismu ar divām sadales vārpstām dēvē par – DOHC (no angļu valodas *"double overhead camshaft"*), (sk. 4.2. att. c).

Šajos ātrrites motoros vārsti tiek piedzīti dalīti – no vienas vārpstas ieplūdes, no otras izplūdes. Piedziņa notiek ar kopēju ķēdi vai zobsiksnu no kloķvārpstas.

Vēl var būt konstrukcija, kur sadales vārpsta novietota cilindru galvā (sk. 4.2. att. e) – CIH (no angļu valodas *"camshaft in head"*).

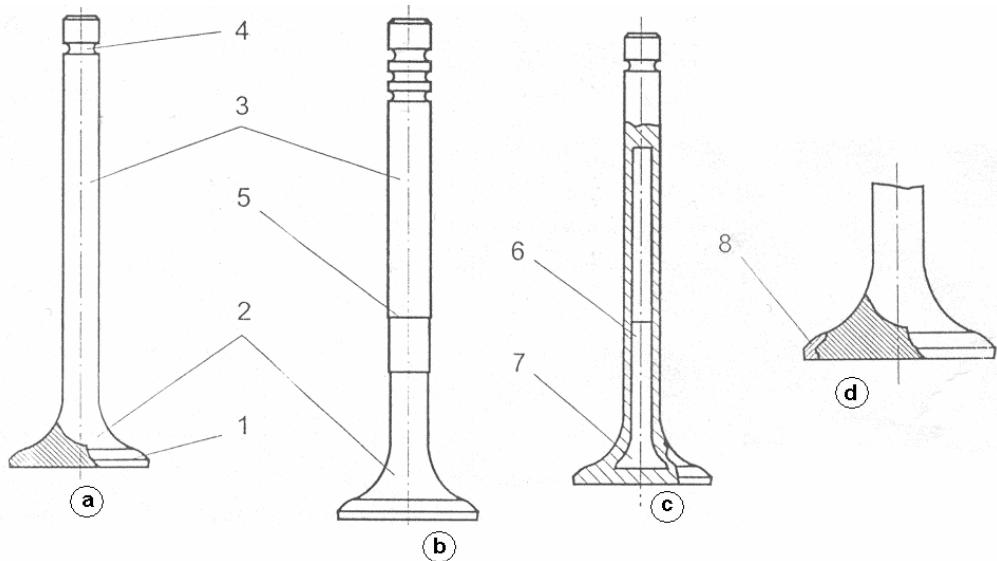
Vārstus pārvieto ar bīdītāju un vairākplecu svirām.

4.2. Gāzu sadales mehānisma detaļas



4.3. att. Vārstu mehānisms: 1 – vārstu ligzda, 2 - vārsts, 3 – vadīkla, 4 – vārstu atspere, 5 – blīvslēgs, 6 – puslociņš, 7 – atbalstpaplāksne.

Vārsti ir pakļauti augstu temperatūru, dilšanas un gāzu izraisītās korozijas iedarbībai. Vārsti noslēdz un atver cilindru ieplūdes un izplūdes kanālus. Vārsti var būt izveidoti no viena materiāla, vai arī divdaļīgi. Vārststs sastāv no galvas un kāta. Izplūdes vārsta galva sakarst līdz 900°C augstai temperatūrai, bet ieplūdes vārsts līdz 400°C temperatūrai.



4.4. att. Vārstu konstrukcijas: a – vienkāršs vārsts; b – bimetāla; c – izplūdes vārsts ar pildījumu; d – izplūdes vārsts ar uzkausējumu; 1 – vārsta slēgvirsmas; 2 – vārsta galva; 3 – vārsta kāts; 4 – kāta izvirpojums; 5 – vārstu savienojums; 6 – nātrija pildījums; 7 – dobums galvā pildījumam; 8 – uzkausējuma slānis.

Izplūdes vārsti tiek izgatavoti no karstumizturīga silhroma tērauda vai hromniķeļa leģētā tērauda (sk. 4.4. att.).

Dažkārt vārsta kātu izgatavo no hromniķeļa – molibdēna tērauda, bet galvu no karstumizturīga tērauda. Pēc tam galvu sametina ar kātu (sk. 4.4. att. b). Vārsta galvu izgatavo un noslīpē ar konisku slēgvirsmu, kuru pieslīpē vārstu ligzdai. Slēgvirsmu izveido 45° leņķī, retos gadījumos 30° leņķī. Vārsta galvas un kāta pārejas ir lēzenas, lai mazinātu hidraulisko pretestību ieplūstošam degmaisījumam.

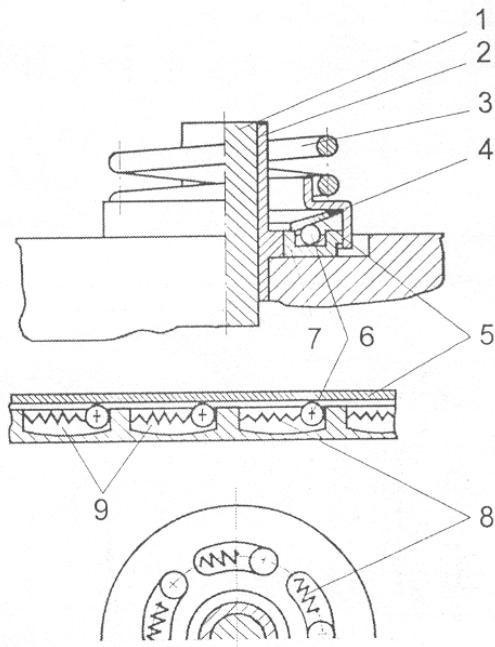
Ieplūdes vārsta galvas dzesēšanai izveido kāta urbumu, kurā iepilda nātriju (sk. 4.4. att. c). Nātrijs sakarstot izkūst, uzņem siltumu un šķidrā stāvoklī pārvietojas vārsta kātā, pārnes siltumu no vārsta galvas uz kātu.

Vārstu kātā izveidota koncentriska – viena vai vairākas rievas atsperes stiprināšanai ar puslociņiem (sk. 4.4. att. 4).

Vārstu vadīklu (sk. 4.3. att. 3) iepresē blokkarterī vai cilindru galvas urbumos, un tās uzdevums ir vadīt vārsta kāta kustību. Vadīklu izgatavo no čuguna vai metālkeramikas, vai arī bronzas. Vārstu ligzdas izgatavo no tērauda, karstumizturīgas vai speciālas bronzas, čuguna un iepresē blokkarterī vai cilindru galvas urbumos ar uzspīli. Vārstu ligzda veido atbalstu vārstu galvai. Uz ieplūdes vārstu kātiem ir aizsargblīvslēga cepurīte eļļas atturēšanai, lai eļļa nenokļūtu degkamerā.

Vārstu atstarpei jānodrošina vārstu blīva iesēšanās ligzdā un jānodrošina izplūdes vārsta slēgtu pozīciju ieplūdes takts laikā. Vārsta atsperes izmēriem un formai jānodrošina, lai darba laikā atspere nevibrētu. Vārsta atspere izgatavota no speciāla leģētā tērauda. Pret koroziju atsperes apstrādā ar alvu, kadmija kārtiņu. Lai novērstu atsperes rezonances vibrācijas, vijuma soli vienā atsperes galā izveido mazāku, un uzstāda divas pretēju virzienu vijuma atsperes. Ja viena atspere salūst, otra atspere neļauj vārstam ieslīdēt cilindrā. Atsperes viens gals atbalstās pret cilindra galvas virsmu, bet otrs pret atbalstšķīvīti, ko uz vārsta kāta nostiprina ar diviem koniskiem puslokiem, kuri tiek ieķīlēti vārsta kāta izvirpojumā. Dažiem motoriem atspere tiek nostiprināta ar diviem atbalstšķīvjiem un šie koniskie atbalstšķīvji, vārstam pārvietojoties, dod iespēju apgriezties ap savu garenasi, samazinot ligzdas vadīklas, vārstu kāta nodilumu. Vecākas konstrukcijas izplūdes vārstam ir speciāls pagriezes mehānisms.

Vārstu atspere balstās pret paplāksni 4 (sk. 4.5. att.). Paplāksnes spiediens pārnes uz diskatsperi 5, kuras iekšējā mala atbalstās pret korpusu 7, kad vārstu atver, spiediens palielinās uz diskatsperi un šī atspere sāk balstīties uz lodītēm. Lodītēm pārvietojoties rievās, pagriež vārstu atsperes un vārstus, lodīšu atsperes saspiež, bet, vārstam aizveroties, atspērīte atgriež lodītes iepriekšējā pozīcijā.



4.5. att. Vārsta pagriezes mehānisms: 1 – vārsts; 2 – vadīkla; 3 – atspere; 4 – paplāksne; 5 – diskatspere; 6 – lodītes; 7 – korpuss; 8 – korpusa rieva; 9 – atsperīte.

Apskatot pielietoto vārstu skaitu cilindrā, var secināt, ja līdz 80 gadiem pagājušā gadsimtā uz vienu cilindru parasti izmantoja vienu iepļūdes un vienu izplūdes vārstu. Tad 80 gadu vidū notika pāreja uz daudzvārstu konstrukcijām – trīsvārstu (divi iepļūdes, viens izplūdes) un četrvārstu (divi iepļūdes, divi izplūdes). Mūsdienās tiek lietoti arī trīs iepļūdes un divi izplūdes vārsti. Tādas konstrukcijās ir sastopamas motoros ar divām sadales vārpstām. Trīs vārstu konstrukcijās ir viena (augšējā) sadales vārpsta. Pāreja uz daudzvārstu sistēmu bija nepieciešama, lai varētu iegūt lielāku motora litra jaudu. Ja astoņdesmito gadu motoram ar 1500 cm^3 tilpumu un diviem vārstiem cilindrā, vidēji maksimālā jauda bija $75 - 80 \text{ Zs}$ ($50 - 55 \text{ kW}$), tad ar 4 vārstu sistēmu tas pats tilpums deva iespēju sasniegt 100 Zs (76 kW). Tas ir panākts palielinot iepļūdes un izplūdes kanālus, t.i., palielinot pildījuma koeficientu.

Kā kopējā tendence motoru konstrukcijās, ir tendence samazināt vārsta kāta diametru, it sevišķi daudzvārstu konstrukcijās. Ja agrāk diametrs bija $8 - 9 \text{ mm}$, tad $10 - 11 \text{ mm}$, tad tagad vieglo automobiļu motoros ir $5.5 - 7 \text{ mm}$.

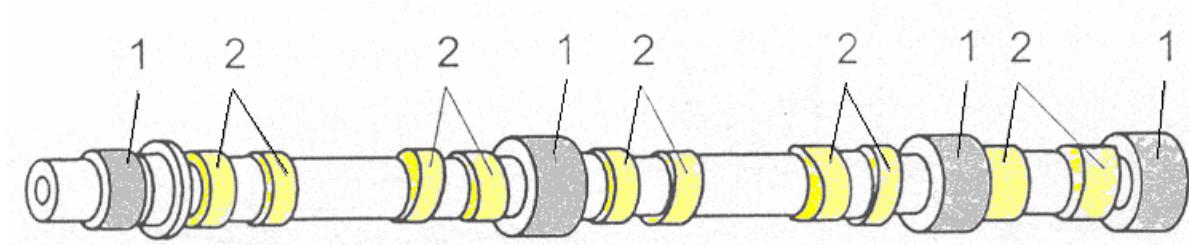
4.2.2. Sadales vārpstas un gultņi

Daudzvārstu vārpsta kalpo vārstu savlaicīgai atvēršanai un aizvēršanai stingri noteiktā secībā atbilstoši gāzes sadales fāzēm un motora darbības secībai.

Sadales vārpstas griešanās frekvence ir divas reizes mazāka nekā kloķvārpstai, jo darba cikla laikā vārsti atveras vienreiz divos apgriezienos, ko veic kloķvārpsta.

Vārstu atvēršana tiek panākta ar izciļņu palīdzību, kas izveidoti uz vārpstas atbilstoši darba secībai. Izciļņu profils tiek veidots konkrētam motoram, viņa kloķvārpstas maksimālai griešanās frekvencēi.

Sadales vārpstu ievieto slīdgultņos, kuros viņa balstās ar rēdžu palīdzību.



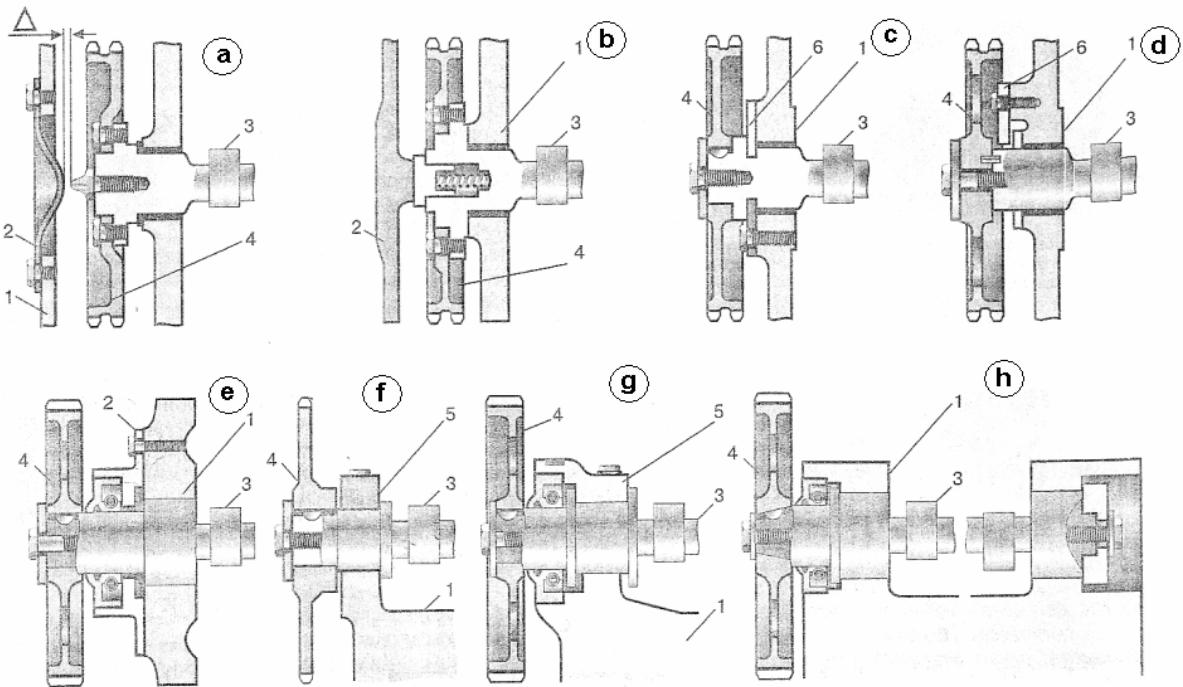
4.6. att. Sadales vārpsta: 1 – gultņu rēdzes; 2 – izciļņi.

Dažos motoros no sadales vārpstas piedziņu saņem eļļas sūknis, degvielas sūknis. Atkarībā no konstrukcijas, uz sadales vārpstas gala nostiprināts sadales zobrats, kēžrats vai zobsiksnas skriemelis.

Sadales vārpstu izgatavo no oglekļtērauda vai čuguna, pēc tam virsmas termiski apstrādājot un slīpējot gultņu rēdzes un izciļņus. Dažos motoros ir izveidoti izciļņi atsevišķi no sadales vārpstas (saliktās sadales vārpstas). Izciļņi izgatavoti no speciāla cieta sakausējuma, uzpresēti uz vārpstas kīļrievām no mīkstāka materiāla, bet šīs konstrukcijas nav atradušas plašu pielietojumu.

Ieliktņi (slīdgultņi ir trimetāliski ieliktņi), kuriem atkarībā no konstrukcijas ir eļļas pievadīšanas urbumi un eļļas sadales rievas. Motoros sadales vārpstai ir atbalstgultņi, kas novērš sadales vārpstas aksiālo pārvietošanos. Aksiālā pārvietošanās virs 0.4 – 0.5 mm izsauc klaudzienus un motoru troksni.

Aksiālai sadales vārpstas fiksēšanai ir dažādi paņēmieni.



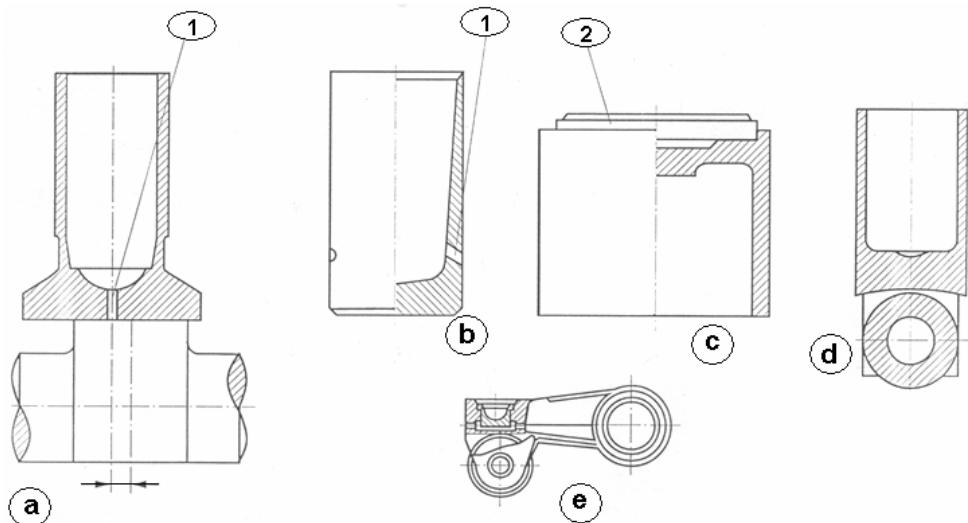
4.7. att. Sadales vārpstas aksialās pārvietošanās fiksācijas veidi: a – ar vārpstas atloka atbalstu pret vāku; b – atbalsts iegremdēts (OHV motori); c – skava, kas ievietota vārpstas rievā; d – ar skavu un atloku uz vārpstas; e – ar atbalsta vāku un atloku; f – ar lēžrata galu un vārpstas atloku; g – atbalsta vāku, kas novietots starp diviem vārpstas atlokiem; h – ar diviem atlokiem no vārpstas dažādām pusēm; 1 – cilindra galva / cilindra bloks; 2 – priekšējais atbalsta vāks jeb galva; 3 – sadales vārpsta; 4 – lēžrats (skriemelis); 5 – atbalsta gultņa vāks; 6 – skava.

4.2.3. Bīdītāji, bīdstieņi, divplecu sviras, vienplecu sviras

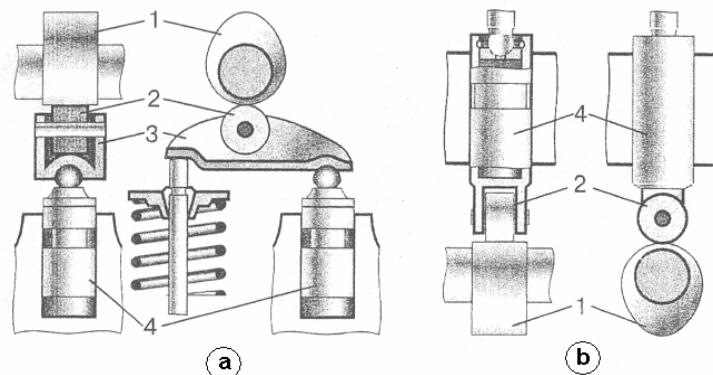
Bīdītāji ir tiešā saskarsmē ar sadales vārpstas izcilni, un tie pārvada kustību uz mehānisma pārējiem elementiem. Bīdītājus izgatavo no tērauda, tā ārējā virsma tiek slīpēta un rūdīta.

Pēc konstruktīvā izveidojuma ir pazīstami sēnes veida, cilindriskie un rullīšu tipa bīdītāji (sk. 4.8. att.).

Lai bīdītājs mazāk diltu, rullīšu tipa bīdītājiem ir mazāka berze un vienmērīgāks nodilums, bet cilindriskiem bīdītājiem – apakšgala virsma ir sfēriska, tas dod iespēju arī bīdītājam griezties, jo bīdītāja garenass nobīdīta no izciļņa simetrijas ass, un uz kontakta virsmas rodas berzes moments, kas griež bīdītāju.



4.8. att. Bīdītāju konstrukcijas: a – cilindriskais sēnes veida; b, c – cilindriskais; d – cilindriskais rullīšu; e – sviras rullīšu; 1 – eļļas urbumi; 2 – regulēšanas paplāksne

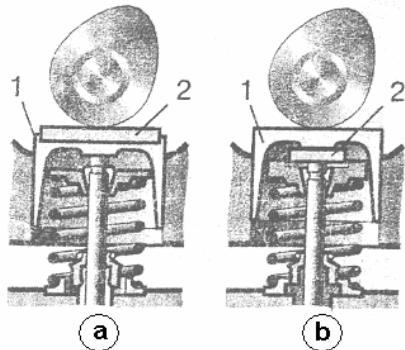


4.9. att. Rullīšu tipi vārstu mehānisms: a – ar svirām; b – ar apakšējo sadales vārpstas novietojumu; 1 – sadales vārpstas izcilnis; 2 – rullītis; 3 – svira; 4 – hidrobīdītājs.

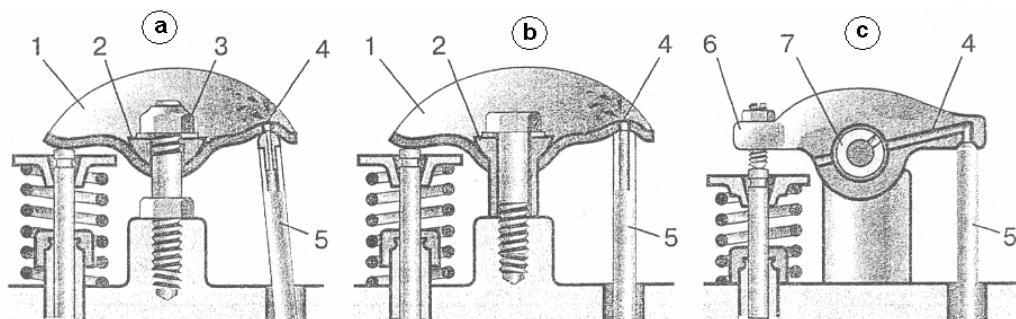
Gāzes sadales mehānismos ar augšējo sadales vārpstas vai divu vārpstu novietojumu cilindriskais bīdītājs iedarbojas no sadales vārpstas izciļņa uz vārsta kātu un veic kāta atslogošanu no sānspiediena.

Bīdītāja augšējā daļā ir izveidota iedobe, kurā ievietota tērauda regulēšanas paplāksne, vārstu atstarpes regulēšanai (sk. 4.10. att.).

Motoros ar apakšējo sadales vārpstas novietojumu blokkarterī vārstus pārvieto ar divplecu svirām, kuras nostiprinātas ar balstu palīdzību cilindru galvā uz kopējās ass.

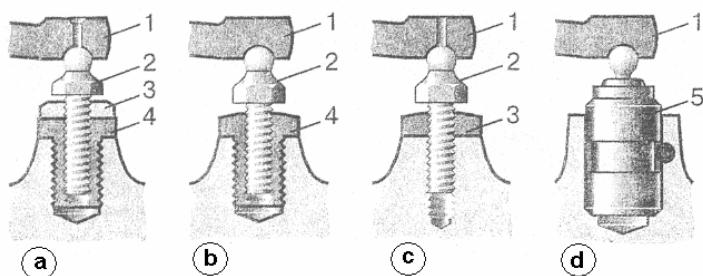


4.10. att. Regulēšanas paplākšņu novietojuma veidi: a – regulēšanas paplāksne augšpusē; b – regulēšanas paplāksne bīdītāja iekšpusē; 1 – bīdītājs; 2 – paplāksne.



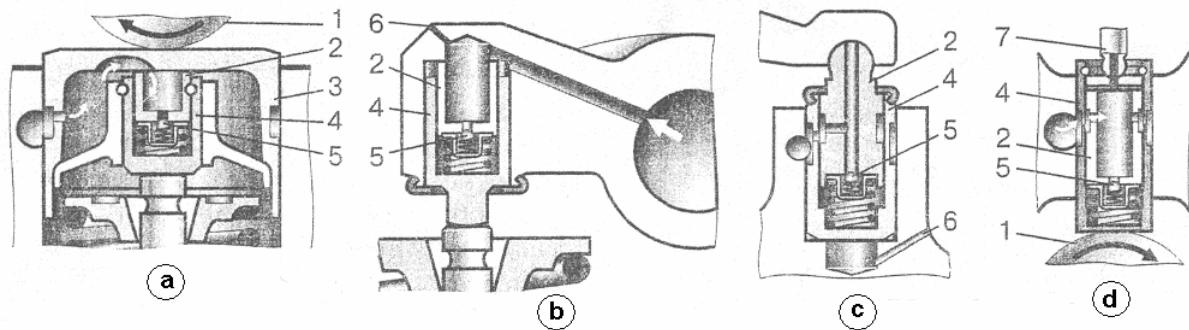
4.11. att. Vārstu mehānisms OHV: 1 – divplecu svira (šancēta); 2 – atbalstpaplāksne; 3 – uzgrieznis; 4 – eļļas padeves urbums; 5 – bīdstienis; 6 – liets bīdstienis; 7 – divplecu svira.

Divplecu sviras garākais gals iedarbojas uz vārstu, bet otrs īsākais ir saistīts ar bīdstieni, kas saņem kustību no sadales vārpstas izcilīņa. Šis bīdstiens tiek izgatavots no tērauda vai duralumīnija. Bīdstieņa īsākā galā ir regulēšanas skrūves atstarpes regulēšanai. Vārstu mehānismos vienplecu sviras tiek izmantotas motoros ar augšējo sadales vārpstas novietojumu (sk. 4.12. att.).

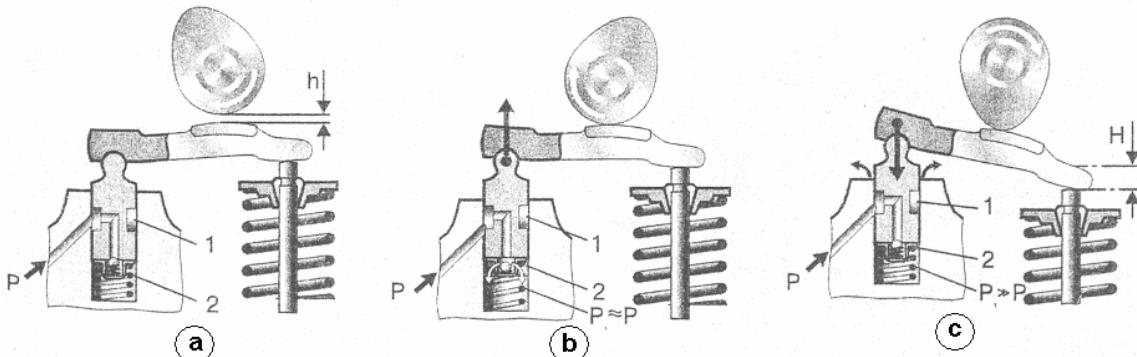


4.12. att. Sviras atbalsti: 1 – svira; 2 – atbalsts; 3 – kontruzgrieznis; 4 – bukse; 5 – hidrokompensoators.

Pašlaik plaši tiek izmantoti hidrauliskie bīdītāji. Hidrauliskajam bīdītājam no eļļošanas sistēmas ar spiedienu pievada eļļu. Šie bīdītāji var tikt uzstādīti visu vārstu piedziņas mehānismu konstrukcijās ar augšējo un apakšējo sadales vārpstas novietojumu.



4.13. Hidrobīdītāju konstrukcijas: a – ar cilindrisko bīdītāju; b – ar divplecu svirām; c – svirām; d – ar apakšējo sadales vārpstas novietojumu; 1 – sadales vārpsta; 2 – plunžers; 3 – korpuiss; 4 – bukse; 5 – lodīšvārsts; 6 – drenāžas urbumss; 7 – bīdstiensis.

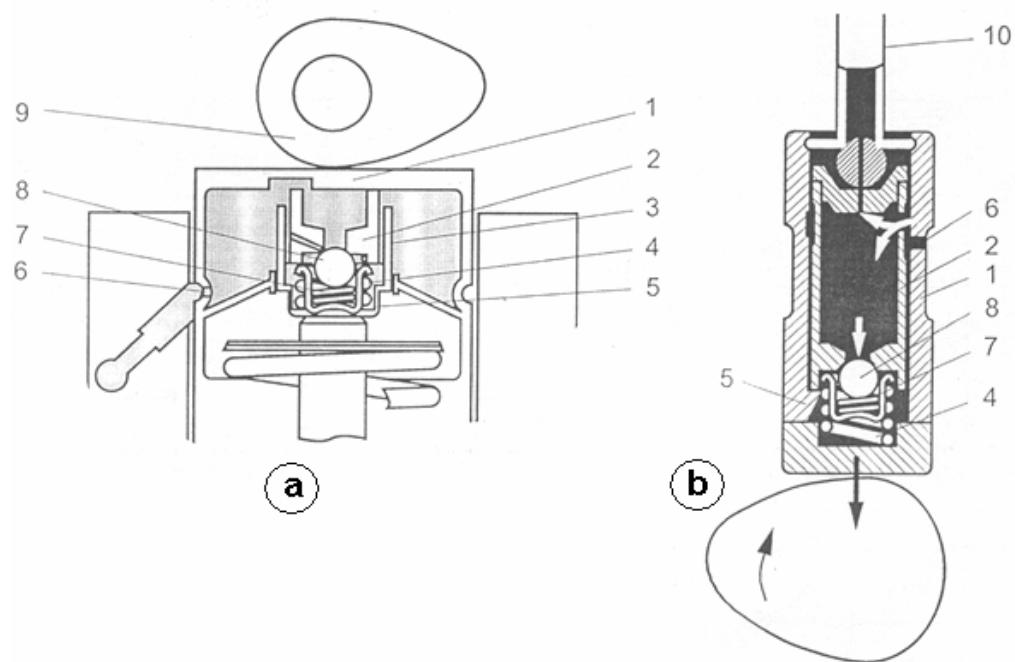


4.14. att. Hidrokompensoatori darbība: a – sākumstāvoklis ar atstarpi; b – atstarpes nodrošināšana ar eļļas spiedienu un atspeli (lodīšu vārsts atvērts); c – plunžera vārsts aizvērts un hidrokompensoators ir kā "ciets" atbalsts, nelielā plunžera iegremdēšanās eļļai izplūstot no augstspiediena telpas un atgriežas izejas sākumstāvoklī; 1 – spiedtelpa; 2 – augstspiediena telpa.

Jebkurā hidrobīdītājā darbība ir balstīta uz to, ka bīdītāja iekšpusē ir eļļa. Šie hidrokompensoatori automātiski ietur atstarpi vārstu pievadā un nodrošina beztrocšnainu, beztrieciena mehānisma darbību. Priekšrocība ir tā, ka nav nepieciešama vārstu atstarpes regulēšana. Bet šie hidrobīdītāji ļoti jūtīgi uz eļļas kvalitāti, jo plunžers ir precīza detaļa ar mazām atstarpēm. Pie nekvalitatīvas eļļas hidrobīdītāji var ieķilēties.

Hidrokompensoatora darbība ir sekojoša. Ja nav pielikta ārējā slodze, tas nozīmē, kad izcilsis sadales vārpstai ar savu aizmugurējo daļu ir kontaktā ar bīdītāju (sk. 4.14. att. a), eļļa no eļļošanas sistēmas pie atvērta lodīšvārsta aizpilda augstspiediena telpu, pārvietojot plunžeri un buksi, un nodrošinot bezatstarpes veidošanos konkrētajā mehānismā.

Līdz ko izcilsis iedarbojas uz bīdītāju, ārējā spiedienslodze strauji palielina spiedienu. Zem plunžera vārsts aizveras un bīdītājs darbojas kā ciets elements ar nemainīgu garumu. Sakarā ar to, ka ir atstarpe starp plunžeri un buksi (5 – 8 mikroni), neliela daļa eļļas izplūst caur šo atstarpi (sk. 4.14. att. c), bet bīdītājs zem slodzes saspiežas par 0.01 – 0.05 mm. Noejot no izciļņa no bīdītāja, šī atstarpe samazinās, iekļūstot nākošai eļļas devai zem plunžera.

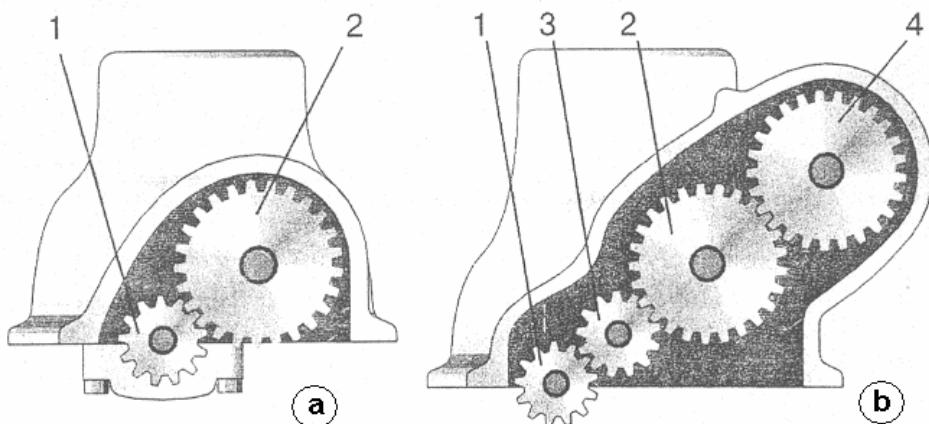


4.13. att. Hidrobīdītāji: a – ar cilindrisku galvu; b – ar bīdstieni; 1 – korpuiss; 2 – bīdītājs; 3 – cilindrs (bukse); 4 – atspere; 5 – eļļas telpa; 6 – eļļas kanāls; 7 – vārsta ietvere; 8 – lodīšvārsts; 9 – izciļnis; 10 – bīdstienis.

4.2.4. Sadales vārpstas piedziņas mehānismi

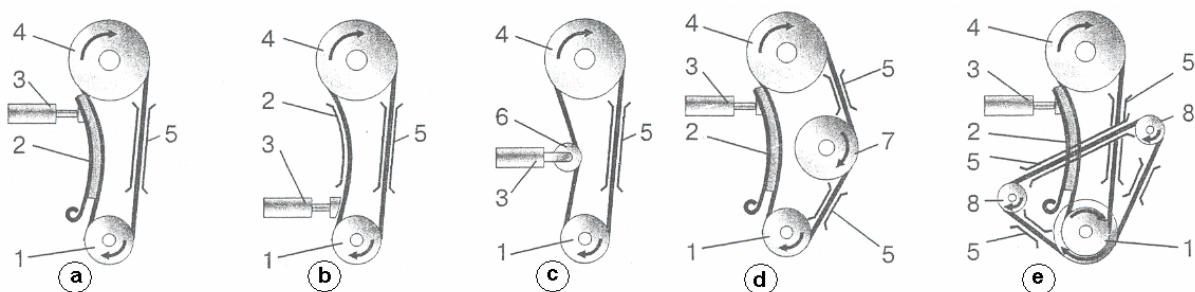
Ja sadales vārpstai ir apakšējais novietojums, tad pielieto zobratru piedziņu. Rotācijas kustības pārvadīšanai, ja asu attālumi ir lielāki, lieto starpzobratus.

Sadales vārpstas, kā arī augstspiediena sūkņa vārpstas dīzeļmotoros rotācijām jābūt stingri saskaņotām ar kloķvārpstas rotāciju. Tāpēc montējot zobraatus sazobē montē pēc noteiktām atzīmēm, kas stingri jāievēro.

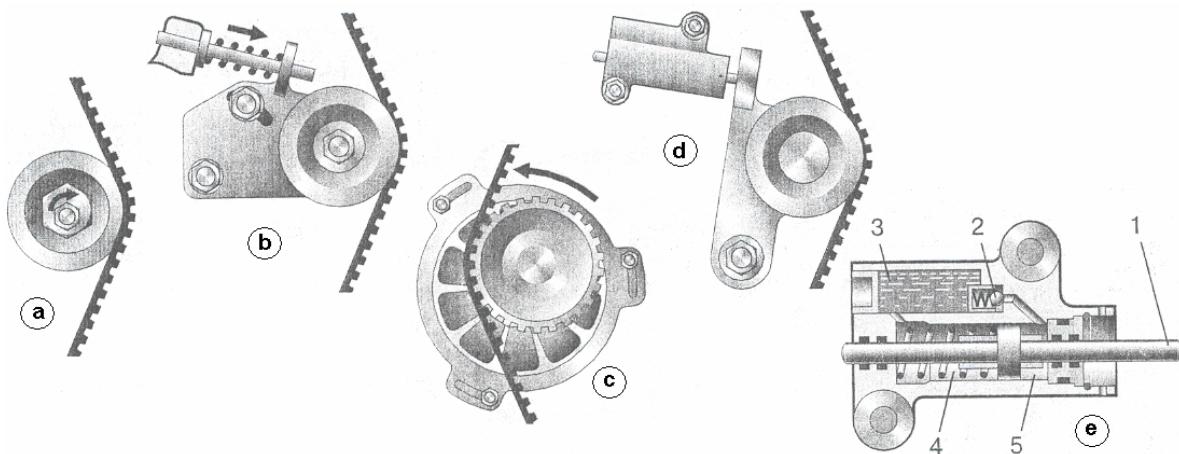


4.15. att. Zobratu pievads: a – Otto motoram; b – dīzeļmotoram.

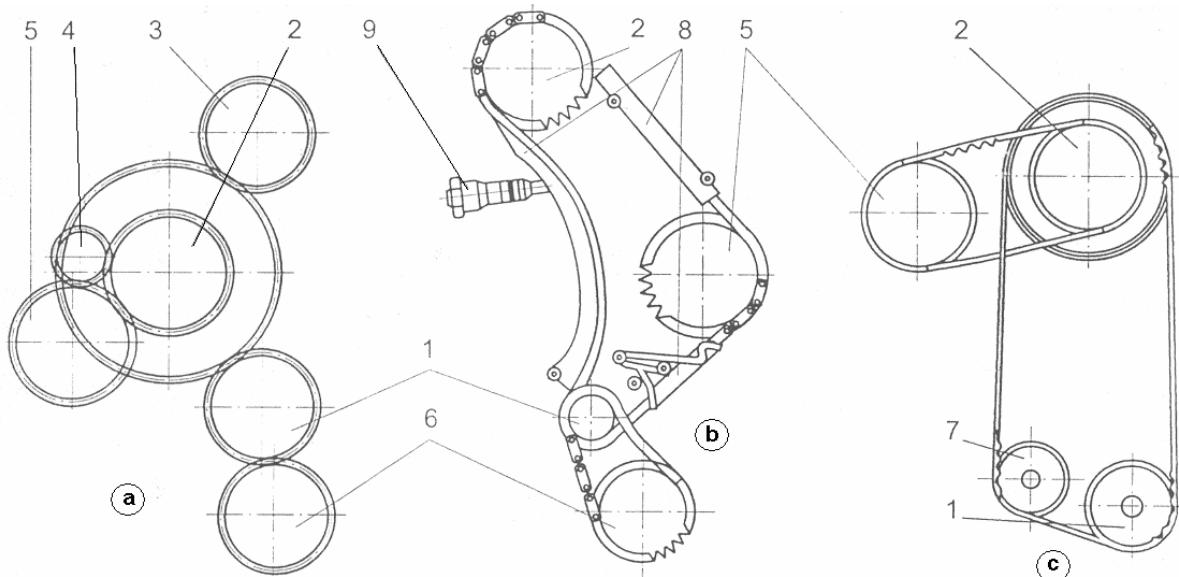
Sadales vārpstas, kas novietotas cilindra galvā visbiežāk pielieto kēdes jeb zobsiksnas piedziņu, jo starpasu attālumi ir lieli. Kēdes un zobsiksnas pārvados uzstāda spiegošanas ierīces, kas kompensē izdilumu un pagarināšanos darba laikā. Sadales vārpstas nevienmērīgas griešanās rezultātā kēde vai zobsiksnas svārstās. Šo svārstību novēršanai uzstāda slāpētājus.



4.16. att. Kēdes pievadu veidi: 1 – kēžrats; 2 – piespiedējs; 3 – spriegotājs; 4 – sadales vārpstas zvaigznīte; 5 – slāpētājs; 6 – slāpētāja zvaigznīte; 7 – papildvārpstas zvaigznīte; 8 – līdzsvarošanas vārpstas zvaigznīte.



4.17. att. Zobsiksnas pievadu veidi: 1 – stienis ar virzuli; 2 – pretvārststs; 3 – eļļas paderves telpa; 4 – augstspiediena telpa; 5 – zemspiediena telpa.



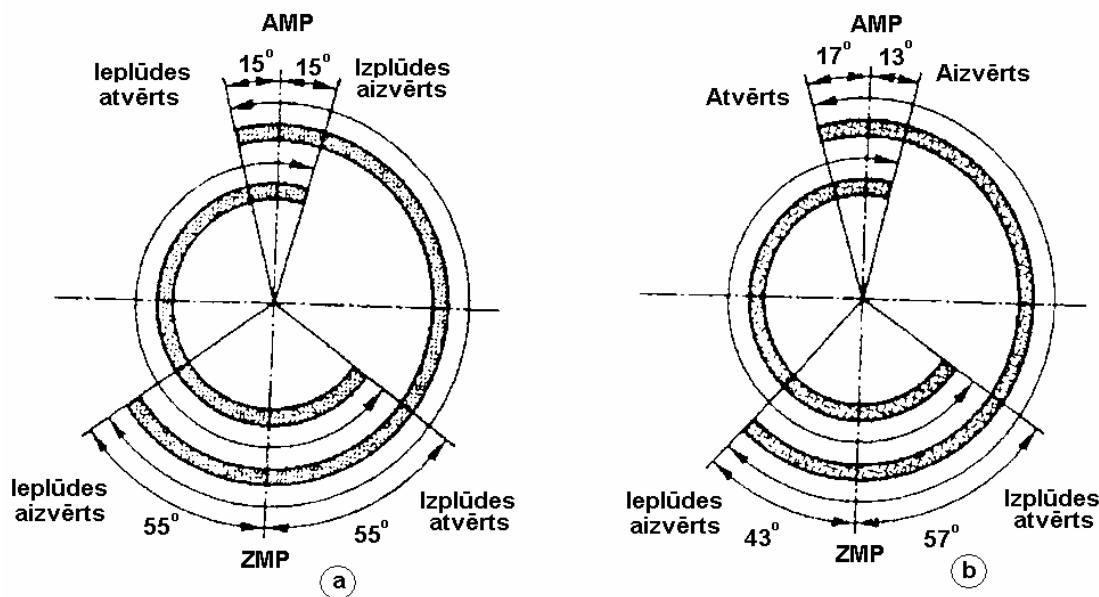
4.18. att. Sadales vārpstas piedziņas veidi: a – zobra; b – kēžrata; c – zobsiksnas; 1 – kloķvārpsta; 2 – sadales vārpsta; 3 – papildus agregātu piedziņa; 4 – gaisa kompresora; 5 – degvielas sūknis; 6 – eļļas sūknis; 7 – spriegotājskriemelis; 9 – spriegotājs.

4.3. Gāzes sadales fāzu diagramma

Par gāzu sadales fāzēm sauc vārstu atvēršanās un aizvēršanās momentus attiecībā pret virzuļa maiņas punktiem, kas izteikti kloķvārpstas pagrieziena leņķa grādos.

Motorā ieplūdes vārsts atveras pirms AMP ar apsteidzi $5 - 25^\circ$, tas nodrošina ieplūdes kanāla laicīgu atvērumu ieplūdes taktā, un palielinās

atvēruma laiks, līdz ar to uzlabojas cilindra pildījums ar degmaisījumu vai gaisu, jo inerces dēļ gaiss vai degmaisījums turpina piepildīt cilindru pēc tam, kad virzulis pārvietojas uz augšu. Šie atvēršanās periodi ir atkarīgi no motora kloķvārpstas griešanās frekvences, kompresijas pakāpes, litrāžas, degvielas, u.c. nosacījumiem. Aizveras iepļūdes vārsti ar $35 - 75^\circ$ nokavējumu, tas ir pēc virzuļa nonākšanas aiz ZMP. Vārstu diagrammas iedala simetriskās un asimetriskās (sk. 4.19. att.).



4.19. att. Gāzu sadales fāzu diagrammas: a – simetriskā; b – asimetriskā.

Izplūdes vārsti atveras ar apsteidzi $40 - 80^\circ$ pirms ZMP darba takts beigās, temperatūra un spiediens pazeminās un virzulim ir mazāks pretspiediens.

Izplūdes vārstas aizveras pēc AMP $5 - 45^\circ$, jeb, t.i. izplūdes vārsta aizvēršanās kavējums veicina sadegšanas gāzu izplūdi inerces dēļ un cilindra labāku attīrišanos. Zināmu laiku abi vārsti ir atvērtā stāvoklī, ko sauc par vārstu pārsedzi. Atgāzes tomēr nelielā laukuma dēļ neiekļūst iepļūdes kanālā. Atgāzes inerces dēļ rada ežekcijas efektu izplūdes kanālā un veicina svaigā degmaisījuma vai gaisa iepļūdi, uzlabojot cilindru pildījumu.

Turbopūtes motoram fāzes nosaka pūtes spiediens, arī vārstu pārsedze ir lielāka nekā motoriem bez pūtes.

4.4. Gāzu sadales fāžu regulēšanas sistēmas un vārstu pacēluma augstuma regulēšana

Tradicionālajās motoru konstrukcijās vārstu atvēršanās un aizvēršanās fazogrammās bija izveidotas nemainīgas fāzes, kas nodrošināja visos motora režīmos nemainīgu vārstu atvēršanās augstumu. Tas deva iespēju liela griezes momenta ieguvi sasniegt noteiktā, ierobežotā kloķvārpstas apgriezienu frekvences diapazonā.

Mūsdieni iekšdedzes motori var būt aprīkoti ar speciālām gāzu sadales fāzu un vārstu pacēluma un augstuma regulēšanas ierīcēm.

Sistēmās ar elektroniskā vadības bloka (EVB) palīdzību tiek izmainītas motora raksturlīknes – jauda, griezes moments, degvielas patēriņš. EVB ar signālu palīdzību iedarbojas uz izpildmehānismiem, lai motors iegūtu nepieciešamās raksturlīknes.

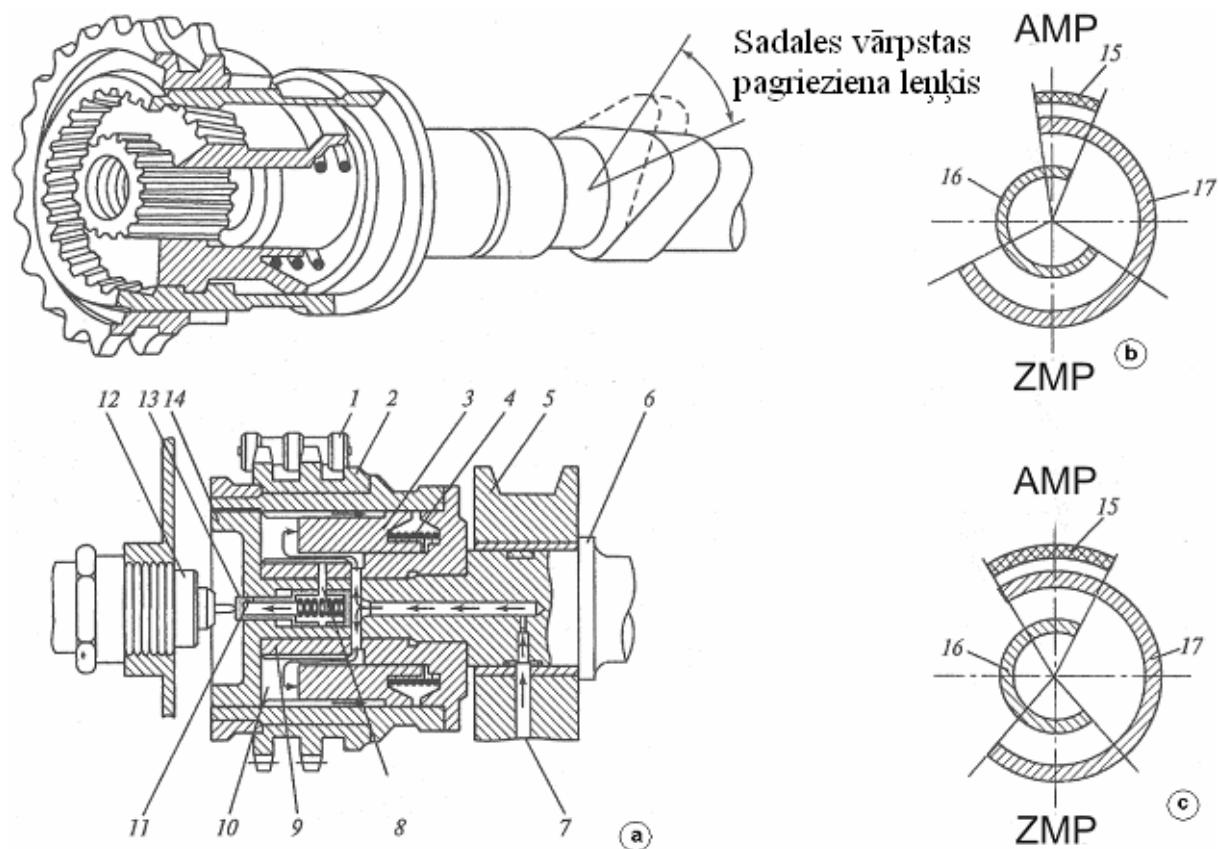
Šādas sistēmas var būt izveidotas trīs variantos: gāzu sadales fāžu regulēšanai; vārstu pacēluma augstuma regulēšanai; lai vienlaicīgi regulētu gāzu sadales fāzes un vārstu pacēluma augstumu. Viena no pirmajām konstruktīvi vienkāršākajām ierīcēm ir ieplūdes vārstu pakāpjveida fāzu regulēšana. Šeit fāzu izmaiņa notiek pagriežot sadales vārpstu. Apskatīsim vienu šādu konstrukciju, kur gāzu sadales fāzes tiek izmainītas 2 fiksētos stāvokļos (sk. 4.20. att.).

Vārpstas pagriešanu veic ar iekšējās sazobes skrūves pāri, kas saista dzenošo ķēzrata zvaigznīti 2 ar vārpstu. Leņķiskā vārpstas stāvokļa izmaiņa notiek pārvietojoties dzītam zobrajam 3 pa izcilīnu vārpstas kīlrievām 9, kas notiek atspiedējatsperes 4 un eļļas spiediena rezultātā. Eļļas spiedienu pievada pa eļļas kanālu 7 telpā 10. Vadība tiek nodrošināta ar EVB palīdzību un izpildītāja solenoīda 12, kurš pārvieto plunžeri 13.

Pie minimālas vārstu pārsedzes (solenoīds ir ievilkts), kas atbilst vadības plunžera galējam kreisajam stāvoklim, caurplūdes (drenāžas) urbums 11 ir atvērts un eļļa, kas plūst uz regulēšanas mezglu no motora eļļošanas sistēmas pa urbumu 7, tiek izvadīta caur to atloka telpā 14 un pēc tam aizplūst uz karteri.

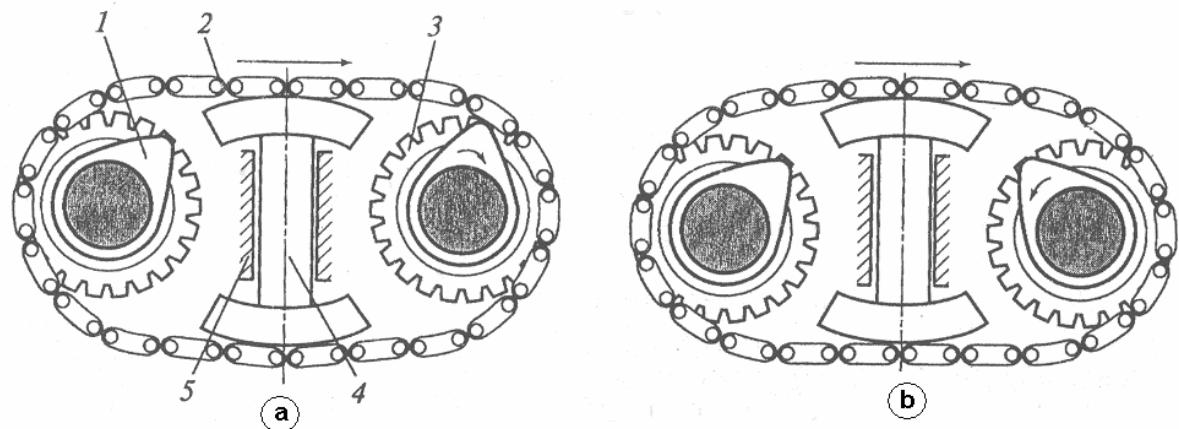
Dzītais zobrajs 3 ar atsperi 4 tiek pārvietots kreisajā gala stāvoklī, veicot attiecīgi leņķisko vārpstas pagriešanu pret dzenošo zvaigznīti.

Maksimālo vārstu pārsedzei atbilst pārvietošana dzītā zobraja 3 galējā labā stāvoklī. Pie tam, kad solenoīds ir maksimāli izbīdīts, vadības plunžeris 13 pārvietojas pa labi līdz pilnīgi nosedz drenāžas urbumu 11, kā rezultātā eļļas spiediens iedarbosies uz dzīto zobraju 3 un, pārvarot atsperes 4 spēku, pārvietos to pa iekšējām spirālveida vārpstas rievām malējā labajā pozīcijā. Visa tā rezultātā notiks izcilņu vārpstas pagriešana, nodrošinot maksimālo ieplūdes vārstu atvēršanas apsteidzes leņķi.



4.20. att. Vārstu atvēršanas regulēšanas pakāpjveida mehānisms ieplūdes vārstiem, izmainot vārstu pārsedzi: a – kopskats; b – minimāla vārstu pārsedze; c – maksimāla vārstu pārsedze; 1 – rullišu ķede; 2 – dzenošā ķēzrata zvaigznīte; 3 – dzītais zobrajs; 4 – atspiedējatspere; 5 – sadales vārpstas balsts; 6 – sadales izcilņu vārpsta; 7 – urbums, pa kuru pievada eļļu no eļļošanas sistēmas; 8 – eļļas pievadkanāls; 9 – izcilņu vārpstas bukse ar taisnvirziena ķīlrievām; 10 – eļļas spiediena telpa; 11 – drenāžas urbums; 12 – izpildsolenoīds; 13 – vadības plunžeri; 14 – atloks; 15 – vārstu pārsedze; 16 – izplūdes fāzes ilgums; 17 – ieplūdes fāzes ilgums.

Motora raksturlīkņu izmaiņas vairāk var veikt ar bezpakāpju nepārtrauktu iepļūdes vārstu fāzu regulēšanu. Šo paņēmienu pielieto daudzas firmas dažādu konstrukciju veidā. Nepārtrauktā gāzu sadales fāzu regulēšanas ierīces shēma ir redzama 4.21. attēlā. Tā ir hidromehāniskā gāzu sadales fāzu izmaiņas ierīce iepļūdes vārstiem.

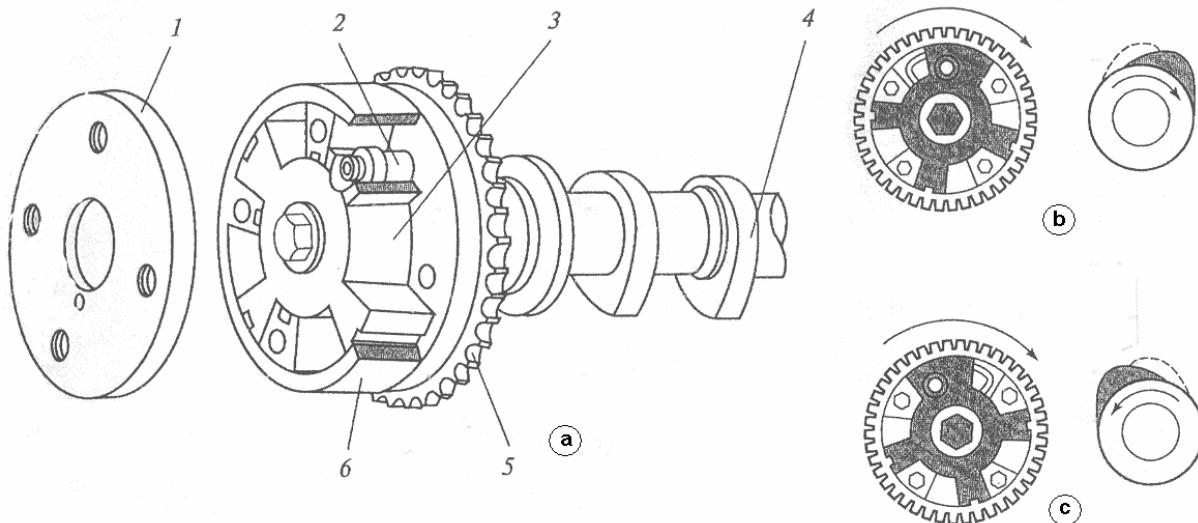


4.21. att. Hidromehāniskā iepļūdes vārstu sadales fāzu regulēšanas shēma:
a – maksimālā vārstu pārsedze; b – minimālā pārsedze; 1 – izciļņu sadales vārpsta izplūdes vārstiem; 2 – rullīšu ķēde iepļūdes vārstu piedziņai; 3 – zvaigznītes iepļūdes sadales vārpstai; 4 – hidrauliskais spriegotājs; 5 – spriegotāja vadīkla.

Sadales vārpsta 1, kas vada izplūdes vārstu atvēršanos, tiek piedzīta ar divrindu rullīšu ķēdi no kloķvārpstas. Tālāk rotāciju ar ķēdes pārvadu 2 pārvada uz ķēzrata zvaigznīti 3, kas vada iepļūdes vārstus. ķēdes abi posmi tiek nostiepti ar hidraulisko spriegotāju 4, kas pārvietojas nekustīgā vadīklā 5. Tā rezultātā izmainās savstarpējais leņķiskais stāvoklis starp iepļūdes un izplūdes vārpstu. Līdzīga ir hidrodinamiskā sistēma (sk. 4.22. att.). Šeit izpildmehānisms ir novietots iepļūdes vārstu sadales vārpstas galā, kas tiek piedzīta no ķēzrata zvaigznītes izplūdes sadales vārpstai.

Rotors 3 ar lāpstiņām nekustīgi nostiprināts uz iepļūdes vārstu sadales vārpstas 4, bet bloka korpus 6 – uz ķēzrata zvaigznītes 5. Pēc vadības signāla no EVB eļļa no eļļošanas sistēmas kanāliem sadales vārpstā tiek pievadīta telpā starp rotora lāpstiņām un korpusu 6. Rotors eļļas spiediena iespaidā, kas iedarbojas uz lāpstiņām, pagriež sadales vārpstu par regulatora uzstādīto

lielumu, vārpsta pēc tam tieknofiksēta ar hidrovadāmu sprostpirktu 2 līdz nākošai regulatora komandai.

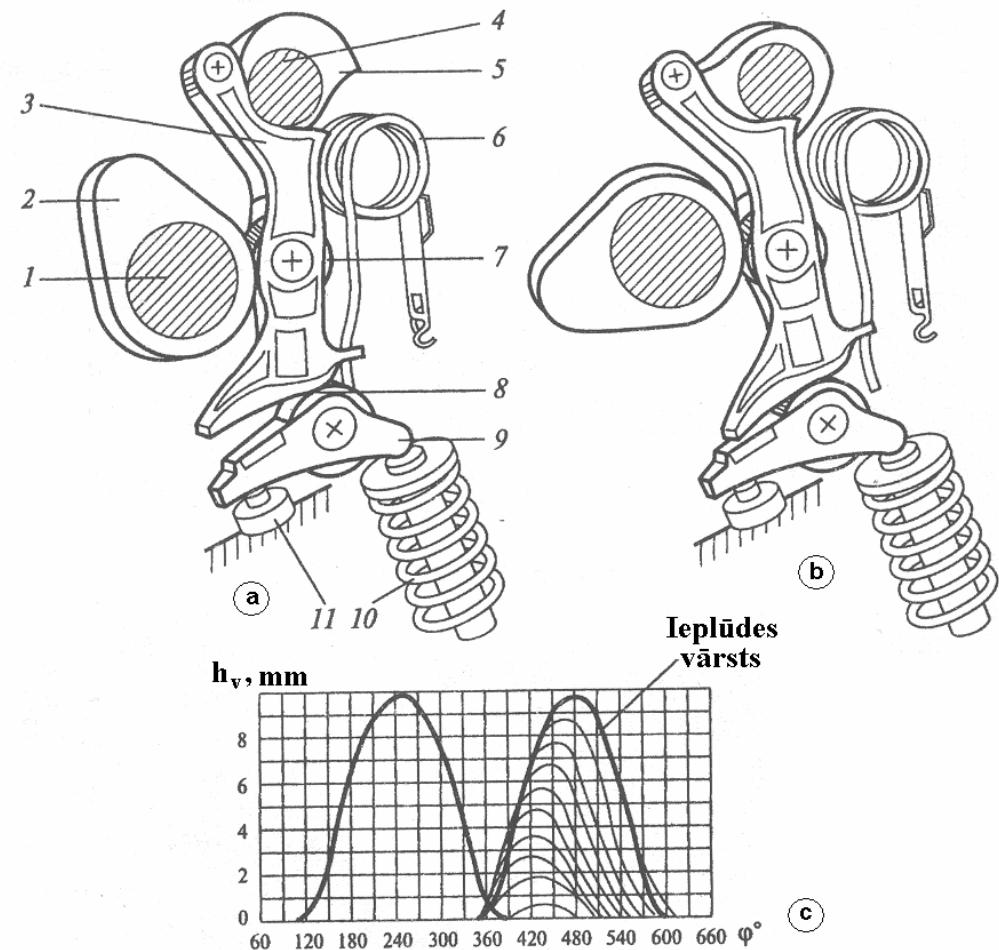


4.22. att. Nepārtrauktās vārstu sadales fāzu regulēšana ieplūdes vārstiem:
a – kopējā shēma; b – agrāka atvēršana; c – vēlāka atvēršana; 1 – bloka vāks;
2 – sprostpirksts; 3 – rotors ar lāpstīņām; 4 – ieplūdes vārstu sadales vārpsta;
5 – piedziņas vārpstas kēžrats (zvaigznīte); 6 – bloka korpuiss.

Mehānismi autonomai vārstu pacēluma augstuma regulēšanai, bez sadales fāžu regulēšanas, motorbūvniecībā praktiski neizmanto. Toties pašlaik plaši pielieto kompleksās sistēmas regulējot gāzu sadales fāzes un vārstu pacelšanas augstumu. Visplašāk ir pazīstama sistēma – Valvetronik (sk. 4.23. att.).

Šajā sistēmā veic fāžu izmaiņu un ieplūdes vārstu pacelšanas augstumu regulēšanu. Šī konstrukcija sastāv no sadales vārpstas 1 un papildus vārpstas 4 ar ekscentru 5, kas novietota cilindru galvā. Atkarībā no ekscentra 5 stāvokļa starpsvira 3 un ieplūdes vārsta izcilnis 2:

- neatver vārstus (sk. 4.23. att. a);
- nodrošina maksimālo vārstu pacēlumu (atvēršanos) un viņu optimālās fāzes (sk. 4.23. att. b);
- nodrošina vidējo (starpstāvokli) fāzu un vārstu pacēlumam (sk. 4.22. att. c).

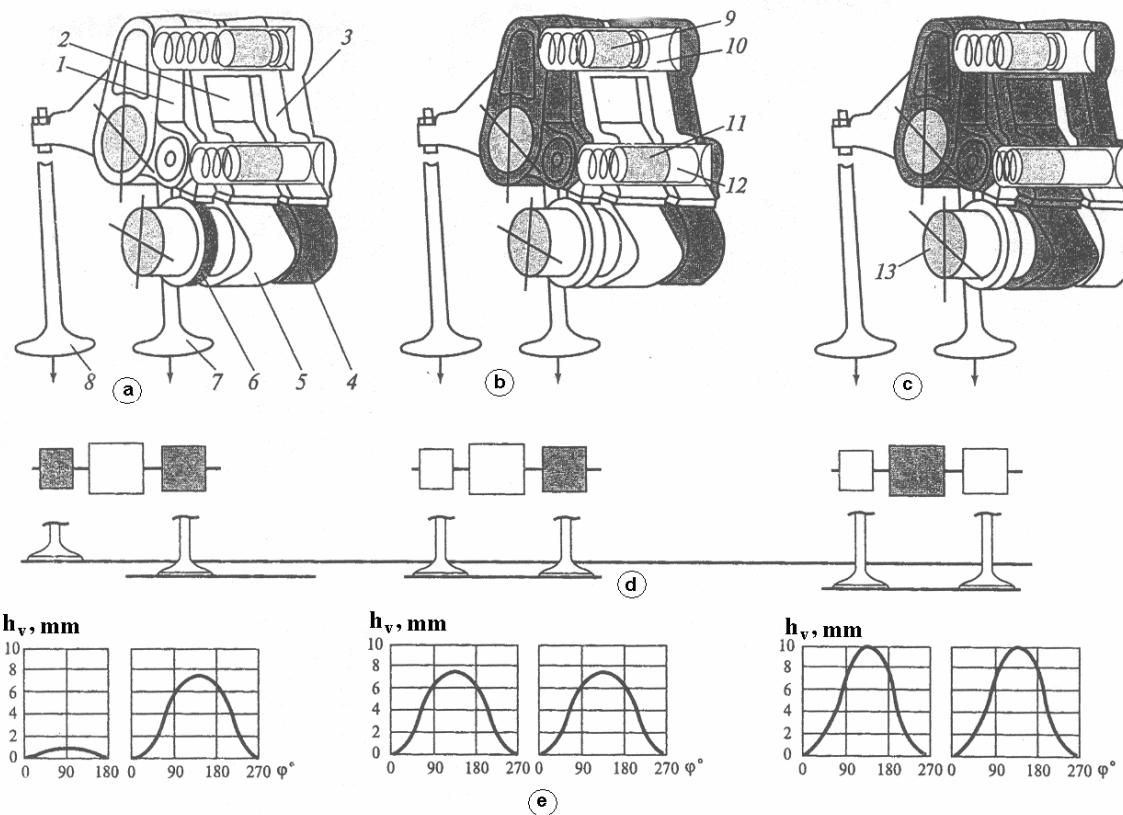


4.23. att. Ieplūdes vārstu atvēruma (pacēluma) augstuma izmaiņa atkarībā no kloķvārpstas pagrieziena leņķa: a – vārsti aizvērti; b – vārsti pilnīgi atvērti; c – starpstāvoklis starp fāzēm un vārstu pacēlumu; 1 – ieplūdes sadales vārpsta; 2 – izcilnis ieplūdes vārstam; 3 – starpsvira; 4 – ekscentriskā vārpsta; 5 – ekscentrs; 6 – atspere; 7 – starpsviras rullīti; 8 – profilveidīgs pēdbalsts svirai; 9, 10 – rullīšu svira ieplūdes vārstu vadībai; 11 – hidrokompensators.

Atspere 6 nodrošina patstāvīgu kinemātisko saiti starp rullīti 7, starpsviras 3, sviru 9, izcilni 2 un ekscentru 5. Ekscentrs izmaina savu stāvokli atkarībā no elektromotora iedarbības, kuru vada no EVB.

Dators saņem komandas no elektroniskā droseļvārsta, kura stāvokli vada autovadītājs. Droseļvārsts šajā sistēmā nav, un degmaisījuma daudzuma padevi cilindros regulē ar vārsta pacēluma (atvēruma) augstumu.

Jau diezgan sen (no 1983. gada) tika izveidota sistēma ar hidromehānisko vadību, kas regulē fāzes un vārstu pacēluma augstumu (sk. 4.24. att.).



4.24. att. Hidromehāniskās sistēmas ieplūdes vārstu atvēršana: a – maza kloķvārpstas griešanās frekvence; b – vidēja kloķvārpstas griešanās frekvence; c – augsta kloķvārpstas griešanās frekvence; d – ieplūdes vārstu atvēršanās vērtības; e – ieplūdes vārstu atvēršanās likumsakarības saistībā ar kloķvārpstas pagrieziena leņķa vērtību; 1 – divplecu svira, kas ir saskarē ar vārstu 8 un izcilni 6; 2 – divplecu svira, kas ir kontaktā tikai ar izcilni 5; 3 – divplecu svira, kas saskarē ar izcilni 4 un vārstu 7; 9, 11 – divplecu sviru bloķētāji; 10, 12 – bloķētāju hidrauliskie kanāli; 13 – izcilņu vārpsta.

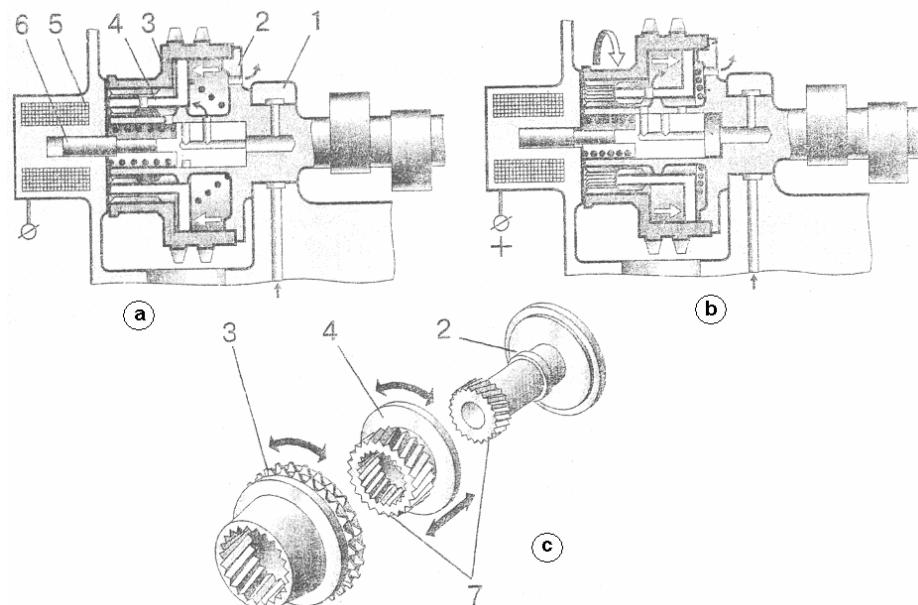
Konstrukcijas būtība ir: uz cilindru ir četri vārsti, lai darbinātu divus ieplūdes vārstus (7 un 8) tiek izmantotas 3 divplecu sviras (1, 2, 3) un trīs izcilņi (4, 5, 6), kuri katrs atsevišķi paceļ vārstus atšķirīgā augstumā. Visaugstāk vārstu (100 %) nodrošina izcilnis 5, izcilnis 4 – (75 %) un izcilnis 6 – (5 %).

Divplecu sviras 1 un 3 ir saskarē ar izcilņiem 6 un 4 un ieplūdes vārstiem 8 un 7. Divplecu svirās ir hidrauliski kanāli 10 un 12, kuros pārvietojas virzuļi – bloķētāji 9 un 11. Izcilnis 5 ir saskarē tikai ar divplecu sviru 2, kura tieši ar vārstiem nav saistīta. Zemās kloķvārpstas griešanās frekvencēs virzuļi bloķētāji izvietojas tā, ka divplecu sviras 1 un 3 darbojas viena no otras neatkarīgi (sk.

4.24. att. a). Tad vārsti 8 paceļas nelielā augstumā aptuveni 5 % no maksimālā iespējamā viņa pacelšanās augstuma, bet vārsti 7 – 75 % augstumā no maksimuma.

Pie vidējas kloķvārpstas griešanās frekvences divplecu sviras 1 un 3 ir nobloķētas ar virzuli 9 (sk. 4.24. att. b) un abi vārsti tiek vadīti ar izcilni 4 paceļoties vienādā augstumā (~75 % no $h_{vārsta \ max}$). Pie lielas kloķvārpstas griešanas frekvences (sk. 4.24. att. c) papildus nobloķējas ar virzuli 11 divplecu sviras 1 un 2. Šajā gadījumā visas trīs divplecu sviras izveido vienotu bloku un vārsti 7 un 8 tiek vadīti ar izcilni 5 līdz ar to nodrošina viņu maksimālo pacelšanās augstumu; (sk. 4.24. att. d, e) parādīta vārstu pacēluma likumsakarības pie dažādiem motora darbības režīmiem. Virzuļu – bloķētāju pārvietošanās attiecīgā režīmā tiek veikta ar eļļas spiediena izmaiņu kanālos 10 un 12 ar elektroniski vadāmu plūsmadali.

Mūsdienās daudzos motoros izmanto arī dažādu citu konstrukciju ierīces sadales fāžu regulēšanai.



4.25. att. Gāzu sadales fāzu regulēšanas ierīce: a – vēlākas fāzes; b – agrākas fāzes; c – detaļu savienojumu izklāsts; 1 – cilindra galva; 2 – sadales vārpsta; 3 – zvaigznīte; 4 – virzulis; 5 – elektromagnēts; 6 – serdenis – vārsts; 7 – slīpzobu rievas;

Ierīce tiek uzstādīta ieplūdes vārstu sadales vārpstas priekšgalā.

Pie kloķvārpstas lēnas griešanās frekvences tiek nodrošināta vēlāka ieplūdes vārstu atvēršanās un minimāla vārstu pārsedze, kas ļauj panākt minimālo gāzu ieplūdi ieplūdes kanālā, dod iespēju palielināt griezes momentu un samazināt degvielas patēriņu.

Šajā gadījumā elektromagnēts ir izslēgts, virzulis atspiests pa kreisi ar eļļas spiediena palīdzību, kas ieplūst caur vārstu.

Pie kloķvārpstas augstas griešanās frekvences pēc motora EVB vadības sistēmas komandas ieslēdz elektromagnētu 5 un serdenis atver vārstu 6. Eļļa no centrālā vārpstas urbuma plūst uz virzuli 4, kuram ir iekšējās un ārejās slīpās kīlrievas. Tādas pat kīlrievas ir sadales vārpstas galā un kēžrata zvaigznītes rumbā 3. Virzoties virzulim atpakaļ (pa labi), virzulis ar kīlrievu palīdzību nodrošina kēžrata zvaigznītes pārvietošanos pa aploci attiecībā pret sadales vārpstu par $12 - 15^\circ$ uz agrāku vārstu atvēršanos (ieplūdi). Tas dod iespēju palielināt griezes momentu pie lielas kloķvārpstas griešanās frekvences. Darbības princips pie lieliem apgriezieniem – elektromagnēts pārvieto vārstu serdeni pa kreisi, virzulis no eļļas spiediena pārvietojas pa labi, pagriežot zvaigznīti pret sadales vārpstu.

5. Ellošanas sistēma

5.1. Ellošanas sistēmas pamatuzdevums

Motora ellošanas sistēmas uzdevums ir nepārtraukti motora detaļu berzes virsmām pievadīt atdzesētu un attīrītu eļļu. Berzes virsmas noslogojot un pārvietojot vienu virsmu pret otru, berzes dēļ detaļas dilst un arī silst. Lai samazinātu berzi, dzesētu un aizvadītu kaitīgos eļļas sadalīšanās produktus, piededžus un novērstu detaļu koroziju, detaļu pāros ievada eļļu, kas noklāj virsmas.

Kustīgām detaļu darba virsmām ir lielāki vai mazāki nelīdzenumi, kuri, aizķeroties cits aiz cita, rada slīdes berzes spēku, kas kavē detaļu savstarpējo pārvietošanos. Sastopami šādi berzes veidi: pussausā, sausā, šķidrā un robežberze, un pusšķidrā slīdes berze. Sausās berzes gadījumā berzes virsmas saskaras bez eļļas kārtīņas. Sausā berze nav pieļaujama motora detaļās, jo rodas detaļu liels izdilums un sasilšana.

Vienu berzes virsmu atdalot no otras ar eļļas kārtīju, kas arī uzņem slodzi, izmanto šķidrās berzes gadījumā. Šaurākā eļļas saskares vietā eļļas kārtīņas biezums ir lielāks par berzes virsmas nelīdzenumiem. Berzes spēks atkarīgs no eļļas viskozitātes. Kloķvārpstas pamatgultņu un klaņu gultņos ir sastopama šķidrā berze.

Iedarbinot aukstu motoru rodas robežberze, jo eļļa vēl ir bieza un uz berzes virsmām tā uzreiz nenokļūst, slodzi uzņem plāns eļļas absorbcijas slānītis. Šis slānītis (plēvīte) atdala berzes virsmas no tiešās saskares, šis slānītis ir 0,001 mm biezs. Mūsdienās pielieto eļļas, kuras nodrošina, lai šis absorbcijas slānītis netiktu pārrauts. Līdz ar to nepastāv vairs noteikumi, ka motors ilgi jāiesilda pie mazas griešanās frekvences. Kvalitatīvās eļļas tas ir novērsts.

Pusšķidrā berze veidojas, ja šķidrās berzes apstākļi pasliktinās, pie atsevišķu berzes virsmu nelīdzenumu saskares. Tā darbojas cilindru un virzuļu darbvirsmas.

Berzes zudumus raksturo berzes koeficients f , tā ir berzes spēka F attiecība pret pielikto slodzi P :

$$f = \frac{F}{P} \quad [12]$$

Berzes koeficients atkarībā no berzes veida sastāda šādas vērtības: šķidrā berze $f = 0,001 - 0,002$, pusšķidrā berze $f = 0,01 - 0,20$, robežberze $f = 0,05 - 0,80$, sausā berze $f = \text{virs } 0,80$.

5.2. Motoru eļļošanas sistēmu veidi

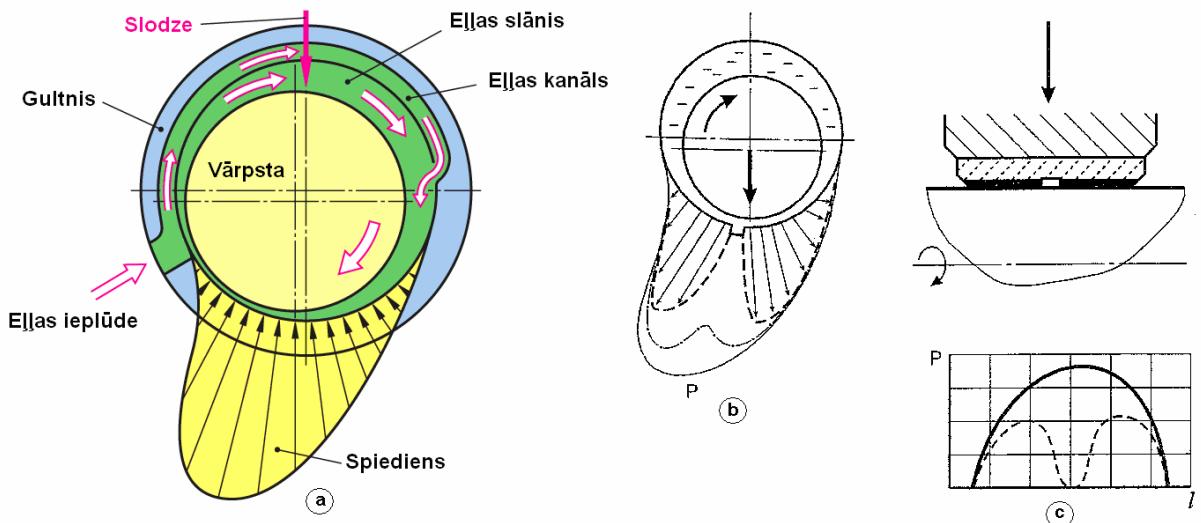
Atkarībā no eļļas pievada veida izšķir: spiedieneļļošanas, šķaideļļošanas, pašteces un kombinētās eļļošanas sistēmas. Šķaideļļošanu lieto retos gadījumos motociklu motoros. Spiedieneļļošanā motora eļļa cirkulē zem spiediena. Berzes virsmām eļļu zem spiediena padod eļļas sūknis. Spēkratos automobiļu un traktoru motoros pielieto kombinēto eļļošanas sistēmu, kura berzes virsmām pievada eļļu ar spiedienu, izšķaidīšanu, pulsējošu vai nepārtrauktu strūklu un pašteci. Sūknis ar spiedienu pievada eļļu kloķvārpstas un sadales vārpstas slīdgultņiem (ieliktņiem). Ir motori, kuros pa kanāliem pievada eļļu virzuļa pirkstiem, divplecu svirām, turbokompresoram, augstspiediena sūknim un sadales zobrajiem. Sistēmas shēma atkarīga no sadales vārpstas novietojuma un eļļas dzeses veida. Ir konstrukcijas, kur ar eļļas strūklas palīdzību dzesē no iekšpuses virzuļa galvu. Ar izšķaidītās eļļas pilieniem, eļļo cilindrus, virzuļus, gredzenus, sadales vārpstas izcilīņus un bīdītājus. Ar pašteci eļļo bīdstieņu, bīdītāj un sadales vārpstas izcilīņu kontaktvirsmas.

Eļļu no piemaisījumiem un piededžiem attīra eļļas filtrs. Temperatūras režīmu uztur eļļas radiators. Mūsdienu motoros filtrs ar radiatoru ir apvienots. Spiedienu sistēmā nodrošina redukcijas, pārplūdes, drošības un noplūdes vārsti.

Augšējā novietojuma sadales vārpstai berzes virsmām eļļu pievada zem spiediena. Eļļas sūknis eļļu no kartera vāceles ar eļļas uztvērēju dzen caur pilnplūsmas filtru uz galveno eļļas maģistrāli un pa vertikālu kanālu uz sadales vārpstu. No galvenās maģistrāles kartera šķērssienās eļļa ieplūst kloķvārpstas

pamatgultņos un tālāk pa kanāliem uz klaņu gultņiem. Darba apstākļos kloķvārpstas gultņiem pievadītai eļļai ir šķidrās berzes raksturs, un tādēļ ir jābūt atstarpei starp gultni un vārpstas rēdzi. Slodzes iespaidā vārpstas rēdze novietojas pret gultņa simetrijas asi ekscentriski. Starp gultni un vārpstas rēdzi izveidojas ķīlveida sprauga. Apakšējā gultņa daļā starp berzes virsmām ir eļļas absorbcijas plēvīte. Vārpstai griežoties, rēdzei pielipušais eļļas slānītis viskozitātes spēku iespaidā ņem līdzīgi citus eļļas slāņus, kas pārvietojas no spraugas platākās daļas uz šaurāko. Eļļas plūsmas ātrums šķērsgriezumā pie rēdzes ir vienāds ar aploces ātrumu, pie gultņa – līdzīgs nullei. Eļļa gultnī pārvietojas rēdzes griešanās virzienā. Nokļūstot šaurākajā spraugā, eļļai ir tieksme no gultņa iztecēt ass virzienā, ko traucē eļļas iekšējais berzes spēks. Jo šī sprauga ir mazāka, iztecēšanai nepieciešams lielāks eļļas spiediens un tā lielākā vērtība ir spraugas vismazākajā daļā. Ja iztecējušās eļļas daudzums ir vienāds ar vārpstas rēdzes atnesto eļļas daudzumu, eļļas slānī rodas spiediena līdzsvars.

Vārpstas noteiktā griešanās ātruma, hidrodinamiskā spiediena horizontālo komponenšu rezultātā vārpsta rotē griešanās virzienā. Ja hidrodinamiskā spiediena vertikālo komponenšu summa ir vienāda ar ārējo spēku kas darbojas uz vārpstu, tad tā sāk atrauties no gultņa. Starp gultni un rēdzi veidojas eļļas slānītis, kas atdala gultni no rēdzes. Vārpstai rotējot ātrāk, eļļas slānīša biezums ir lielāks un, veidojoties šķidrai berzei, berzes virsmas pilnīgi atdalīsies. Hidrodinamiskā spiediena raksturs eļļas slānī ir 2 – 3 reizes lielāks par vidējo spiedienu gultnī. Pārējā gultņa daļā eļļas spiediens ir vienāds ar spiedienu eļļas maģistrālē.



5.1. att. Eļļas plēvītes veidošanās un rieuva iespaids uz iespējamo gultņu noslodzi: a – Eļļas plēvītes veidošanās vārpstas gultņa saskares virsmā; b – garenrievu (garenvirzienā) (—) – bez rievas, (— · — · —) – ar necaurejošu rieuvo, (— —) – ar caurejošu rieuvo; c – apļveida rievo, (—) – bez rievas, (— —) – ar rievo.

5.3. Eļļas spiedienu stabilizējošie vārsti

Galvenā maģistrālē, lai sistēmā nonāktu pietiekošs eļļas daudzums, jāuzturt spiediens atkarībā no konstruktīvām īpatnībām $0,25 - 0,4 \text{ MPa}$. Par eļļas spiediena samazināšanos zem instrukcijā noteiktās normas tiek sniegtā informācija vadības displejā. Atkarībā no eļļas sūkņa zobratu rotācijas frekvences un eļļas viskozitātes un pretestības, kāda ir eļļas galvenā maģistrālē, ir atkarīgs spiediens. Spiediena regulēšanai ir iebūvēti vārsti.

Redukcijas vārsts novērš, pēc auksta motora iedarbināšanas, spiediena lielu palielināšanos pie viskozas eļļas un līdz ar to pārmērīgi lielas pretestības. Redukcijas vārsts ir pievienots sūkņa spiedkanālam. Vārsts atveras, ja eļļas spiediens pieauga, un daļa eļļas noplūst karterī.

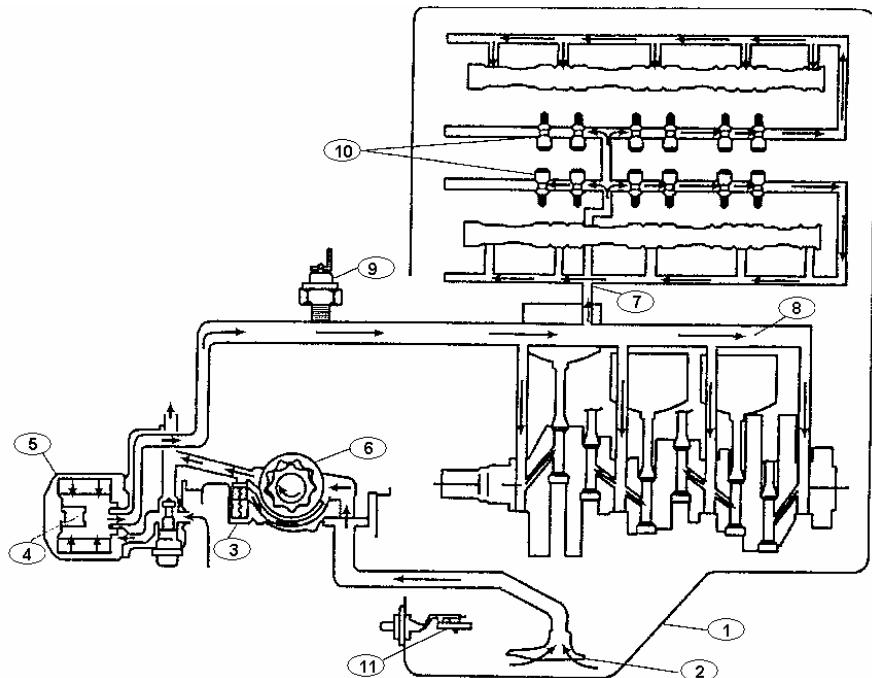
Noplūdes vārsta uzdevums ir, neatkarīgi no eļļas patēriņa un sūkņa ražīguma, eļļošanas sistēmā uzturēt patstāvīgu spiedienu.

Pārplūdes vārsts parasti ir saistīts ar filtru un ļauj eļļai plūst uz eļļošanas vietām iedarbinot motoru vai, ja filtrs ir aizsērējis.

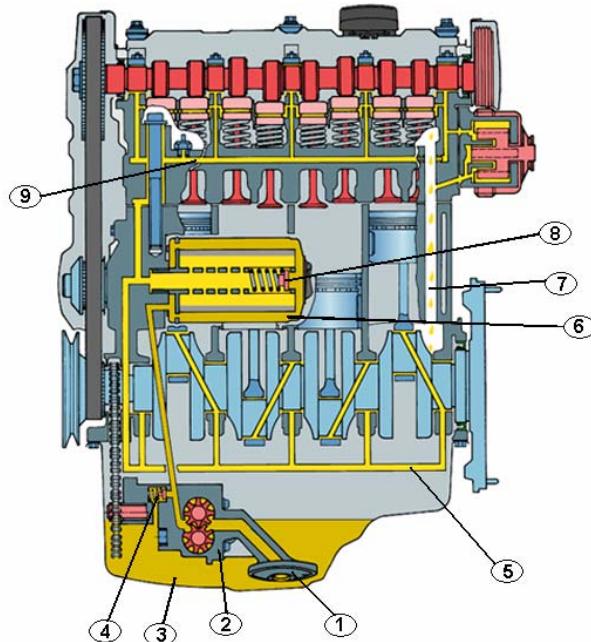
Termostatvārstu izmanto, lai regulētu eļļas plūsmu caur eļļas radiatoru atkarībā no eļļas sasilšanas temperatūras.

5.4. Eļļošanas sistēmas tipi

Visplašāk tiek izmantota kombinētā eļļošanas sistēma (sk. 5.2. un 5.3. att.)



5.2. att. Kombinētā eļļošanas sistēma: 1 – karteris; 2 – eļļas uztvērējs; 3 – redukcijas vārststs; 4 – pārplūdes vārststs; 5 – filtrs; 6 – eļļas sūknis; 7 – eļļas kanāli; 8 – eļļas maģistrāle; 9 – eļļas spiediena devējs; 10 – hidrokompensatori; 11- eļļas līmeņa rādītājs.

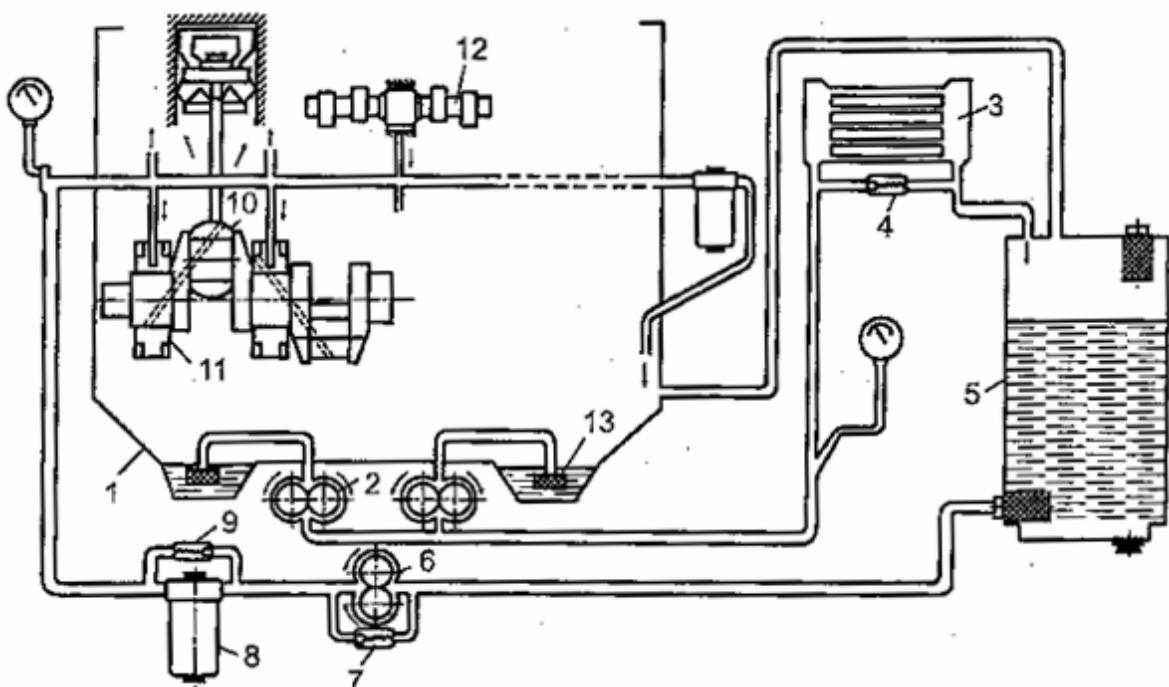


5.3. att. Kombinētā eļļošanas sistēma: 1 – eļļas uztvērējs; 2 – eļļas sūknis; 3 – karteris; 4 – redukcijas vārststs; 5 – eļļas maģistrāle; 6 – filtrs; 7 – atplūdes kanāls; 8 – pārplūdes vārststs; 9 – eļļas kanāli.

Šajā sistēmā visvairāk noslogotajām berzes virsmām eļļas sūknis pievada eļļu zem spiediena, bet mazāk noslogotām virsmām – ar izšķaidīšanu un pašteci. Šajā sistēmā ir viena eļļas vācele, kurā ir eļļa, un viensekcijas vai divsekcijas sūknis atkarībā no konstrukcijas, kurš eļļu padod berzes virsmām.

Dvītaktu mazlitrāžas motoros pielieto sistēmu, kur eļļa tiek sajaukta ar benzīnu attiecībā 1 : 20 un tā eļļo cilindru sienas un gultņus. To pielieto motociklu motoros, zāģu, plāvēju u.c. motoros.

Sporta vieglajos automobiļos pielieto eļļošanas sistēmu ar sauso karteri (sk. 5.4. att.).

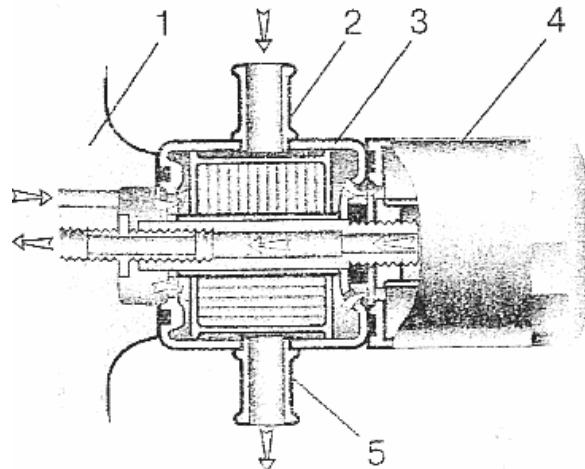


5.4. att. Eļļošanas sistēma ar sauso karteri: 1 – karteris; 2, 6 – eļļas sūknī; 3 – eļļas radiators; 4 – termostatvārsts; 5 – eļļas tvertne; 7 – redukcijas vārsts; 8 – filtrs; 9 – pārplūdes vārsts; 10 – klaņa gultņa rēdze; 11 – pamatgultņu rēdze; 12 – sadales vārpsta; 13 – eļļas uztvērējs.

5.5. Eļļošanas sistēmas sastāvdaļas

Motora eļļu caur ielietni ielej kartera vācelē. Līdz eļļas mērstieņa augšējai atzīmei. Kartera vācelē ir ievietots eļļas uztvērējs, caur kuru eļļa ar sūknī palīdzību tiek padota uz eļļas filtru un tālāk uz eļļas galveno maģistrāli, no kurienes eļļa caur blokkarterī esošiem urbumiem nonāk uz kloķvārpstas

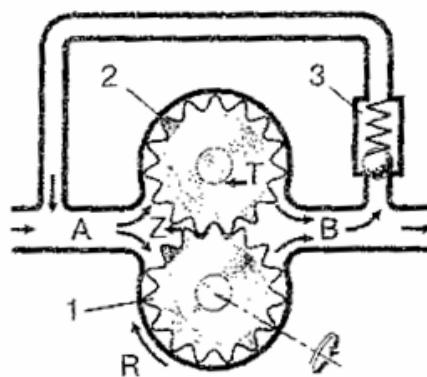
pamatgultņiem un sadales vārpstas gultņiem. Eļļas spiedienu kontrolē ar manometru. Eļļas dzesēšanai izmanto eļļas radiatoru, kurš vecākās konstrukcijās izveidots atsevišķi, bet jaunākās konstrukcijās var būt apvienots ar eļļas filtru un dzeses šķidruma dzesēšanu.



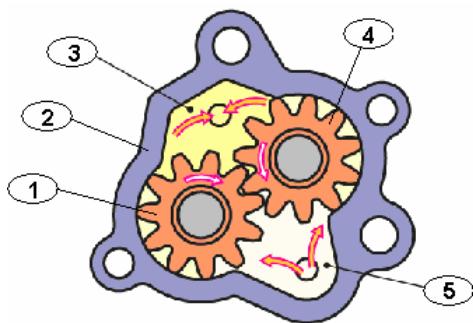
5.5. att. Šķidruma tipa eļļas dzesēšana: 1 – cilindru bloks; 2 – dzeses šķidruma pievada uzgalis; 3 – dzesētājs; 4 – eļļas filtrs; 5 – dzeses šķidruma atvada uzgalis.

5.5.1. Eļļas sūknī un eļļas uztvērēji

Sūknis padod eļļu zem spiediena motora berzes virsmām. Vecāku konstrukciju motoros galvenokārt pielietoja viensekciju vai divsekciju zobratru tipa sūknus ar ārējo sazobi.



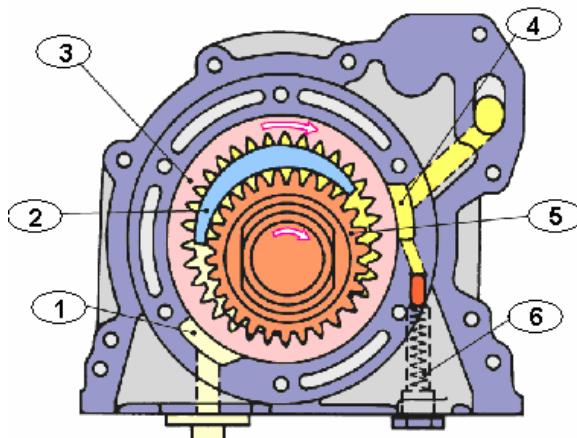
5.6. att. Zobratu tipa sūknā ar ārējo sazobi darbība: 1 – dzenošais zobratrs; 2 – dzītais zobratrs; 3 – redukcijas vārststs; A – zemspiediena puse (iesūkšana); B – spiediena puse (padeve).



5.7. att. Zobratu tipa sūknis ar ārējo sazobi: 1 – dzītais zobrahs; 2 – sūkņa korpuiss; 3 – eļļas padeves telpa; 4 – dzenošais zobrahs; 5 – ieplūdes telpa.

Sūknis sastāv no korpusa 2 (sk. 5.7. att.) kurā vārpsta piedzen dzenošo zobratu 4. Dzenošais zobrahs ir sazobē ar dzīto zobratu 1, kurš var brīvi griezties uz savas ass. Zobrati griežās pretējos virzienos, saņemot eļļu no ieplūdes telpas 5, un padod eļļu uz padeves telpu 3 gar korpusa 2 iekšējām sieniņām. Zobratu zobiem esot sazobē, eļļu izspiež no zobratru starpām gar zobratru un korpusa atstarpi un padod uz eļļošanas sistēmu.

Mūsdieni motoros plaši pielieto eļļošanas sūknus ar iekšējo sazobi (sk. 5.8. att.).



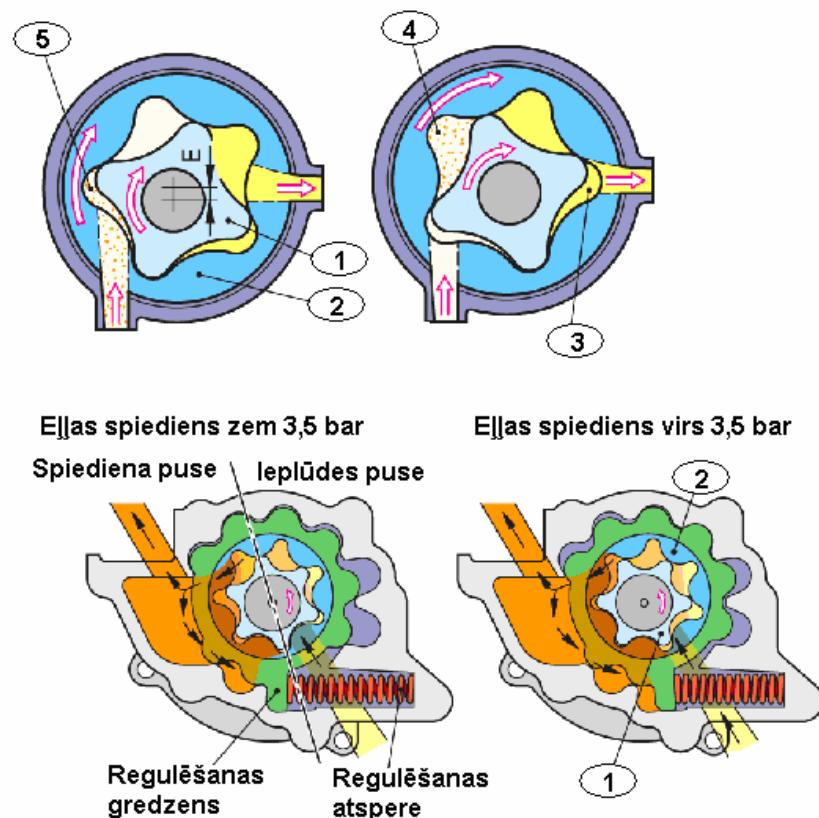
5.8. att. Zobrattipa sūknis ar iekšējo sazobi: 1 – sūckanāla telpa; 2 – mēnesveida izcilnis; 3 – vainagveida zobrahs; 4 – spiedtelpa; 5 – dzenošais zobrahs; 6 – redukcijas vārststs.

Šo sūkņu priekšrocība ir viņu kompaktums un lielāka ražība. Zobratu zobi augstums samazinās 2 – 3 reizes, jo skaits ir lielāks un rotācijas ātrums arī ir lielāks, līdz ar to samazinās spiediena samazināšanās zobratru galos. Šos sūkņus

parasti uzstāda cilindru bloka priekšgalā. Dzenošais zobrahs 5 ir tieši saistīts ar kloķvārpstu. Šajā konstrukcijā nav nepieciešama speciāla sūkņa piedziņa, kā tas ir sūkņiem ar ārējo sazobi, kur sūkni piedzen ar zobrahu palīdzību vai no kloķvārpstas, sadales vārpstas, vai arī starpvārpstas, vai arī, ja sūknis ir kartera vācelē, piedziņa var būt ar kēdes palīdzību.

Sūkņa ar iekšējo sazobi darbības princips ir sekojošs: dzenošais zobrahs 5 (sk. 5.8. att.) ir sazobē ar ekscentriski novietota vainagzobrata 3 iekšējiem zobiem. Vainagzobrahs sūkņa korpusā var griezties. Mēnesveida izcilnis 2 atrodas starp zobrakiem, kas ieplūdes dobumu 1 atdala no spiediena telpas 4. Zobrahu zobiem nonākot sazobē, no zobstarpām eļļa tiek izspiesta un no spiedtelpas dobuma tiek padota uz eļļošanas sistēmu.

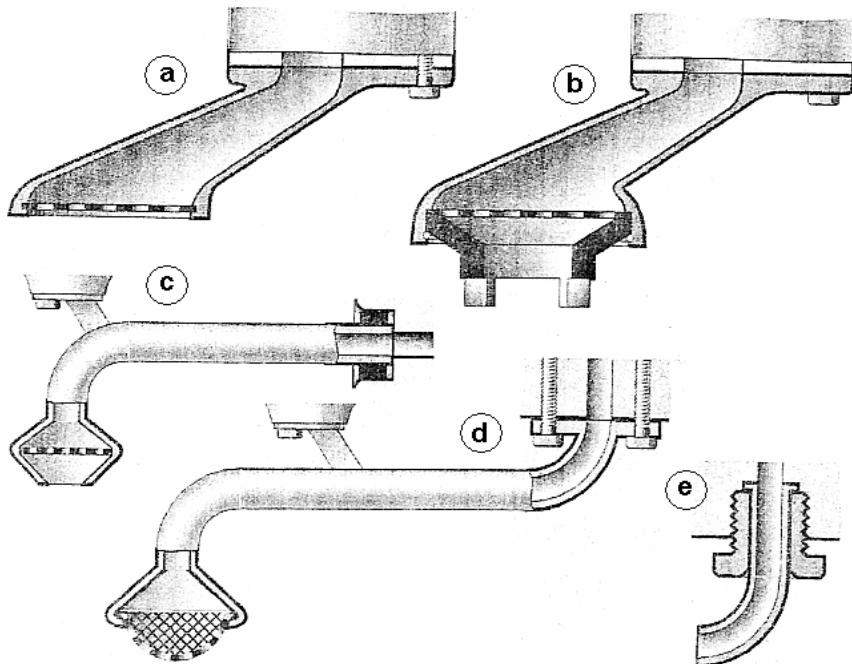
Dažu konstrukciju motoriem izmantoti rotortipa eļļas sūkņi (sk. 5.9.att.). Sūkņi var būt novietoti motora blokā vai arī kopā ar eļļas uztvērēju vācelē.



5.9. att. Rotortipa sūknis: 1 – dzenošais zobrahs; 2 – dzītais zobrahs; 3 – spiedtelpa; 4 – starptelpa; 5 – sūctelpa.

Piedziņa sūknim ir ar kēdi vai zobsiksnu no sadales mehānisma. Dzenošā zobraста vārpsta ir neliela diametra un garuma. Vienā galā ir zvaigznīte jeb skriemelis, bet otrā – dzenošais zobrasts 1, parasti ar četriem izciļņiem, kas griežoties pakāpeniski ieiet piecos iedobumos dzītā zobraстā 2. Šajā konstrukcijā eļļas ieplūde un izplūde notiek caur urbumiem korpusā.

Lai eļļošanas sistēma labi darbotos, liela nozīme ir eļļas uztvērējam, kas eļļu no kartera vāceles padod sūknim, neļaujot arī iekļūt rupjākiem mehāniskiem piemaisījumiem. Šie eļļas uztvērēji atšķiras pēc pievadcauruļvadu un viņu nostiprinājumiem, kā arī paša eļļas uztvērēja konstrukcijas, kur kā pamatelements, parasti, ir uztvērējsietiņš. Cauruļvadi daudzu motoru konstrukcijās ir izveidoti elastīgi, lai pie kartera deformācijas tie nesalūztu (sk. 5. 10. att.).

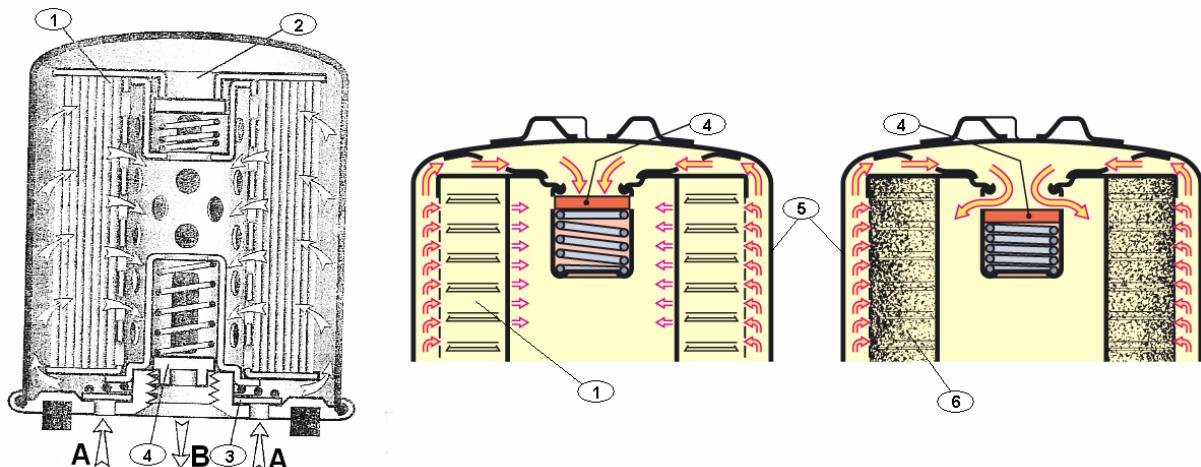


5.10. att. Eļļas uztvērēju veidi: a – alumīnija liets eļļas uztvērējs; b – alumīnija liets ar gumijas uztveres deflektoru; c – uztvērējs ar caurulīti, kas noblīvēts ar gumijas gredzenu; d – atloka veida eļļas uztvērēja stiprinājums; e – stiprinājums ar atloku.

Lielākā daļā eļļošanas sistēmās, eļļas spiedienu uztur ar redukcijas vārsta palīdzību. Attēlā 5.9. pārsniedzot pieļaujamo spiedienu virs 3,5 bāri, eļļa tiek novadīta atpakaļ uz ieplūdi.

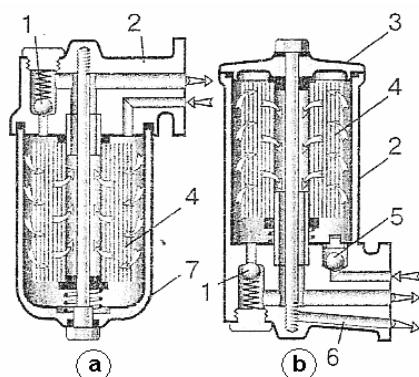
5.5.2. Eļļas filtri un radiatori

Motora darba laikā eļļa piesārnojas ar piedeguma daļiņām, berzes virsmu nodiluma mehāniskām daļiņām, kas pasliktina eļļas kvalitāti, tādēļ ir nepieciešama eļļas tīrīšana. Mūsdienu motoros uzstāda pilnplūsmas eļļas filtrus, caur kuriem plūst visa eļļas sūkņa pievadītā eļļa. Pašlaik ļoti plaši tiek izmantoti neizjaucamie eļļas filtri (sk. 5.11. att.).



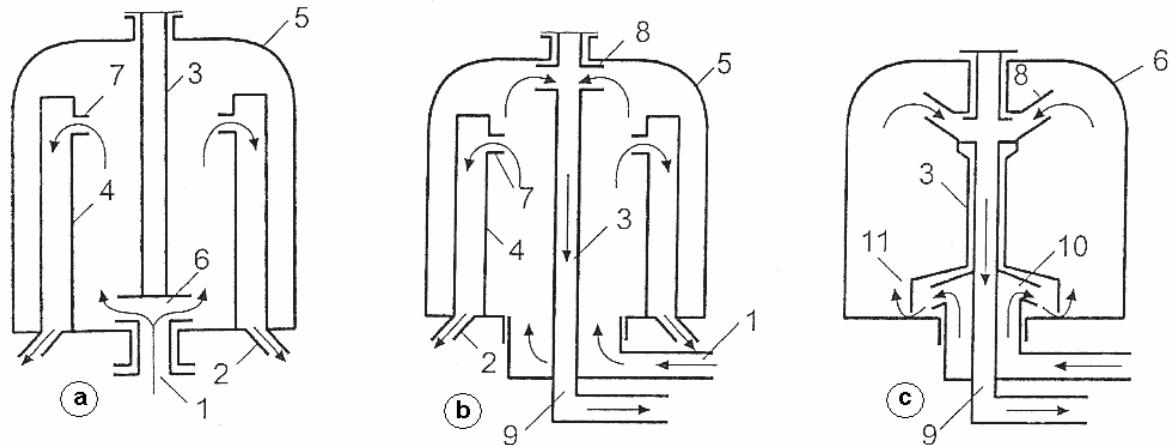
5.11. att. Filtra shēma: 1 – filtrējošais elements; 2 – pārplūdes vārst; 3 – noslēdzējvārst; 4 – pretvārst; 5 – filtra korpus; 6 – aizsērējis filtrējošais elements.

Šie filtri sastāv no korpusa 5, filtrējošā elementa 1 un iebūvētiem vārstiem 2, 3, 4. Vecākās konstrukcijās plašāk izmantoja filrus ar maināmiem filtrējošiem elementiem (sk. 5.12. att.).



5.12. Filtrs ar maināmu filtrējošo elementu: a – ar apakšējo filtrējošā elementa novietojumu; b – ar augšējo filtrējošā elementa novietojumu; 1 – pārplūdes vārst; 2 – filtra korpus; 3 – vāks; 4 – filtrējošais elements; 5 – pretdrenāžas vārst; 6 – eļļas maģistrāle eļļas noplūdei uz karteri; 7 – filtrelementa korpus.

Pēc eļļas attīrīšanas paņēmienā izšķir filtrus un centrifūgas. Centrifūgas pēc piedziņas veida iedala: reaktīvās, aktīvi – reaktīvās un vecu konstrukciju motoros – mehāniskās. Pilnplūsmas reaktīvās centrifūgas pamatsastāvdaļa ir rotors (sk. 5.13. att.).



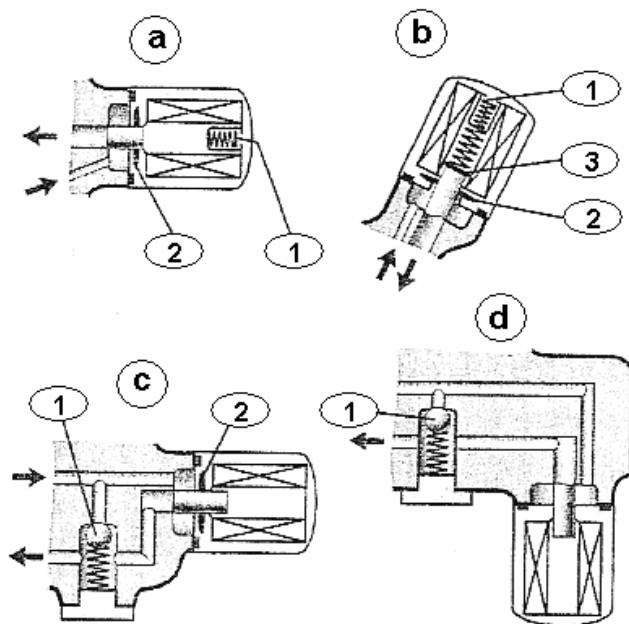
5.13. att. Centrifūgas darbības shēma: a – daļplūsmas reaktīvā; b – pilnplūsmas reaktīvā; c – pilnplūsmas aktīvi – reaktīvā.

Rotora korpusā reaktīvai centrifūgai (sk. 5.13. att. b) ir ieskrūvētas divas sprauslas, kuras ar rotora iekšējo telpu savieno kanāli. Rotors rotē ap asi, kas nostiprināta centrifūgas korpusā. Rotoru nosedz vāks. Eļļa no sūkņa, plūstot pa gredzenveida kanāliem un radiāliem urbumiem, ieplūst rotora iekšpusē. Neliela daļa eļļas izplūst pa sprauslām. Spiediens uz sprauslu izplūdes urbumu pakalējām sienām izraisa eļļas strūklu reakciju, un rotors sāk griezties eļļas strūklām pretējā virzienā. Rotoram rotējot kopā ar eļļu, centrītēs spēks atdala mehāniskos piemaisījumus. Attīrītā eļļa izplūst no rotora pa ass urbumiem un caurulīti. Korpusā ir iebūvēts pārplūdes vārststs, kas ļauj eļļu padot uz eļļas maģistrāli, ja filtrs ir aizsērējis. Rotora griešanās ātrums ir $6000 - 8000 \text{ min}^{-1}$. Šo konstrukciju centrifūgus izmanto vecāko konstrukciju motoros.

Pilnplūsmas aktīvi – reaktīvā centrifūga (sk. 5.13. att. c), korpusā sprauslu nav, bet uz ass pretī radiāliem ieplūdes urbumiem nostiprina uzmavu 11, kurā izveidoti tangensiāli kanāli, pa kuriem eļļa divu strūklu veidā ieplūst rotora korpusa pagarinājuma iekštelpā. Eļļas tangensiālo strūklu aktīvais spiediens

iedarbojas uz rotoru un sāk to griezt. Eļļa ieplūst pa urbumiem rotorā un attīrās. Rotora rotāciju palielina reaktīvais spēks, kas veidojas attīrītai eļļai plūstot rotora augšgalā, un tālāk eļļa caur augšējiem urbumiem pa caurulīti aizplūst uz eļļas maģistrāli.

Mūsdieni vieglo automobiļu motoros izmanto neizjaucamus eļļas filtrus (sk. 5.11. att.). Šajās filtru konstrukcijās vārstu skaits ir atkarīgs no motora konstrukcijas. Ir trīs veidu vārsti. Noslēdzējvārsts, kas neļauj eļļai atplūst no filtra karterī, ja motors nedarbojas. Pārplūdes vārsts, kas nodrošina eļļas plūsmu apejot filtrējošo elementu, ja eļļas filtrs ir aizsērējis, vai auksta motora gadījumā, kad eļļa vēl ir bieza. Pretvārsts nodrošina, lai eļļa neiztecētu no filtra, kad tas noņemts no motora.



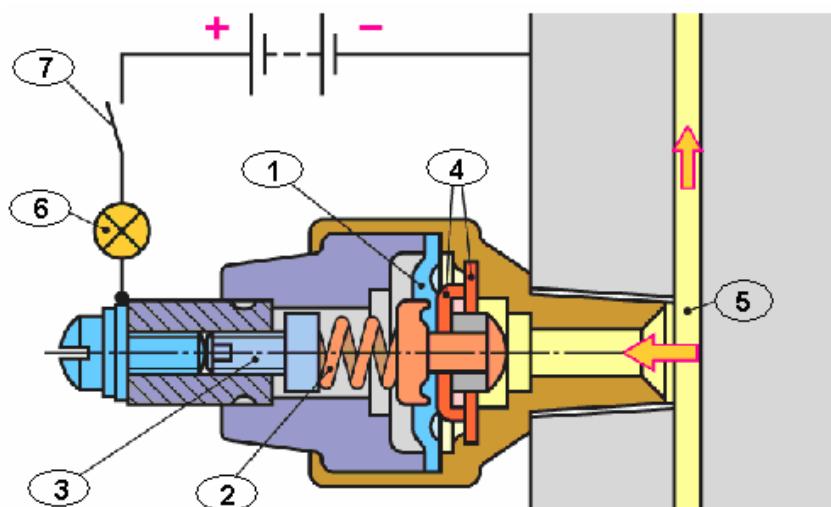
5.14. att. Filtru novietojumu veidi: a – tradicionālais; b – vertikālais novietojums ar pretvārstu; c – pārplūdes vārsts ārpus filtra; d – filtrs bez vārstiem; 1 – pārplūdes vārsts; 2 – noslēdzējvārsts; 3 – pretvārsts.

Motoram darbojoties eļļa no sūkņa plūst filtra iekšpusē cauri noslēdzēja vārstam uz filtrējošo elementu un tālāk plūst uz izejas uzugali. Ja filtrs aizsērē un spiediena starpība ir $0,05 - 0,06 \text{ MPa}$, tad atveras pārplūdes vārsts un eļļa plūst garām filtrējošam elementam.

Dažos motoros tiek uzstādīti maināmie filtrējošie elementi, kurus novieto patstāvīgā filtra korpusā. Šo filtru konstrukcijās pārplūdes vārstības neatrodas filtrējošā elementā, bet gan atsevišķi, un šie filtri nodrošina kvalitatīvāku eļļas attīrišanu nekā neizjaucamie filtri.

Ekspluatējot motoru palielinātas slodzes apstākļos vai paaugstinātā apkārtējās vides temperatūrā, eļļa stipri sakarst, un lielas jaudas motoros temperatūras uzturēšanai pielieto eļļas radiatorus. Tas būtiski ir arī augsti forsētiem motoriem un dīzeļmotoriem. Pēc siltuma atvadīšanas veida agrāk plaši pielietoja eļļas radiatorus, kurus novietoja blakus šķidrumdzēses radiatoram. Eļļas radiators ieslēgts paralēli eļļas sūknim un tam cauri plūst daļa no sūkņa pievadītās eļļas. Eļļas radiatoru ieslēdz ar krānu un radiatora vārstību ierobežo plūsmu uz eļļas radiatoru. Eļļas spiediens sistēmā nekļūst mazāks par minimāli pieļaujamo. Mūsdienās plaši tiek izmantoti šķidruma radiatori, kas novietoti zem filtra (sk. 5.5. att.).

Eļļas spiedienu sistēmā kontrolē pēc eļļas spiediena mēritāja un signālpuldzītes uz displeja kontrolmērinstrumenta paneļa (sk. 5.15. att.). Vidējais spiediens iesildītam motoram pie vidēja braukšanas ātruma ir 0,2 – 0,4 MPa.

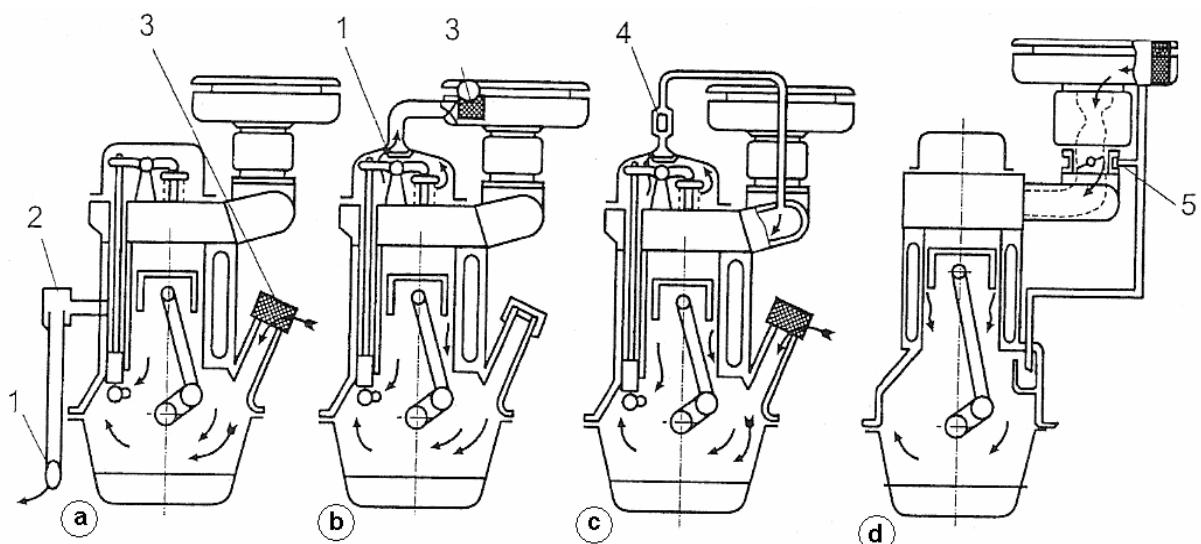


5.15. att. Spiediena mērišana eļļas sistēmā: 1 – membrāna; 2 – atspere; 3 – regulēšanas skrūve; 4 – kontakti; 5 – eļļas maģistrāle; 6 – eļļas spiediena kontrolpuldzīte; 7 – slēdzis.

Ja spiediens samazinās līdz 0,04 – 0,08 MPa, tad kontakti 4 (sk. 5.15. att.) saslēdzas un kontrolmēraparātu panelī iedegas signālpuldzīte, vai arī tiek dota cita veida informācija.

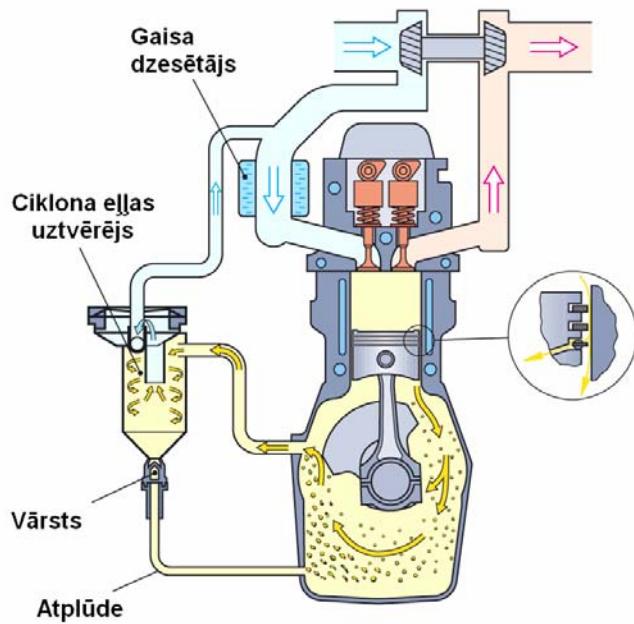
5.5.3. Kartera ventilācija

Darbojoties motoram, kartera vācelē no degkameras gar virzuļu gredzenu neblīvumiem ieplūst atgāzes un degvielas tvaiki. Spiediens karterī palielinās, pasliktina eļļas kvalitāti. Vecāku konstrukciju motoros pielietoja valēju kartera ventilāciju (sk. 5.16. att. a).



5.16. att. Kartera ventilācijas veidi: a – valēja; b,c,d – slēgta; 1 – ežekcijas uzgalis; 2 – eļļas uztvērējs; 3 – uztvērējsi; 4 – vārsts; 5 – aizvars.

Valējās konstrukcijās kartera gāze izplūst atmosfērā caur spiediena izlīdzinātāju, kurš pievienots blokkarterim, jeb ežekcijas caurulītei. Šāda sistēma nenovērš atmosfēras piesārņošanos, tādēļ mūsdienu sistēmās pielieto slēgtās piespiedu kartera ventilācijas sistēmas (sk. 5.16. att. b,c,d un 5.17. att.).



5.17. att. Slēgtā piespiedu kartera ventilācija

Atgāzes no kartera pēc eļļas pilienu atdalīšanas nokļūst atpakaļ motora cilindros, un degvielas tvaiki un tvana gāze sadeg. Ja netiek veikta, vai arī ja bojāta kartera ventilācija, tad karterī palielinās spiediens un eļļu var izspiest gar blīvslēgiem, kā arī samazinās eļļas kvalitāte.

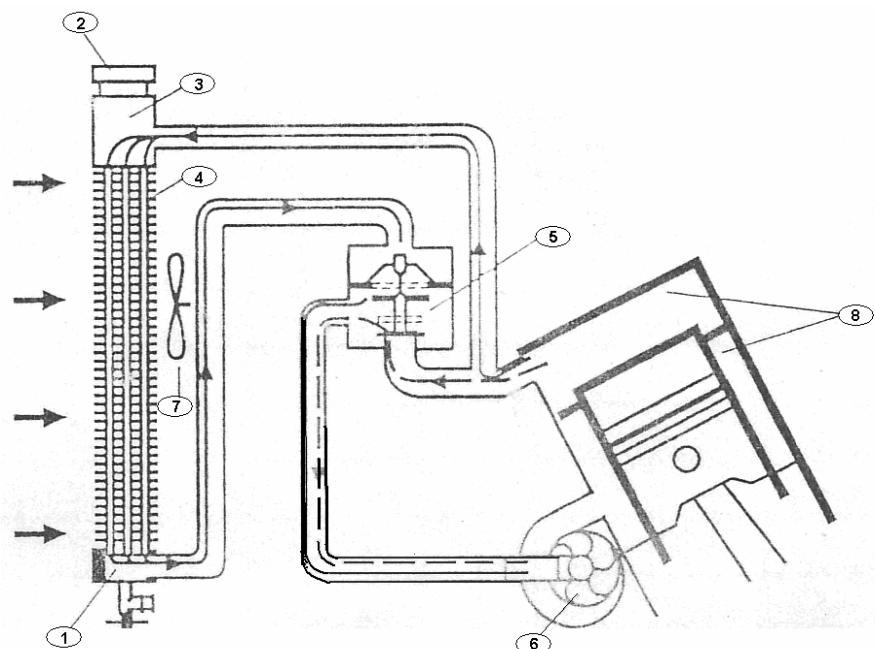
6. Dzeses sistēma

6.1. Dzeses sistēmas uzdevums, klasifikācija un darbības principi

Dzeses sistēmas uzdevums ir uzturēt motora darbības optimālo temperatūru. Šķidrumdzeses motoram lielāko siltuma daļu uzņem dzeses sistēma, mazāku eļļošanas sistēma un apkārtējā vide tieši no motora ārējās virsmas. Gaisdzeses sistēmā gaisa intensīvā plūsma aizvada siltumu no motora. Neieturot motora optimālo temperatūru, palielinās detaļu dilšana. Pārkarsušam motoram var notikt arī detaļu iesprūšana jeb lūzumi, samazinās pildījuma koeficients un jauda, palielinās piededžu veidošanās un arī degvielas patēriņš. Arī pārdzese samazina jaudu, pasliktina degmaisījuma veidošanos, palielina degvielas patēriņu, dilšanu un piededžu veidošanos.

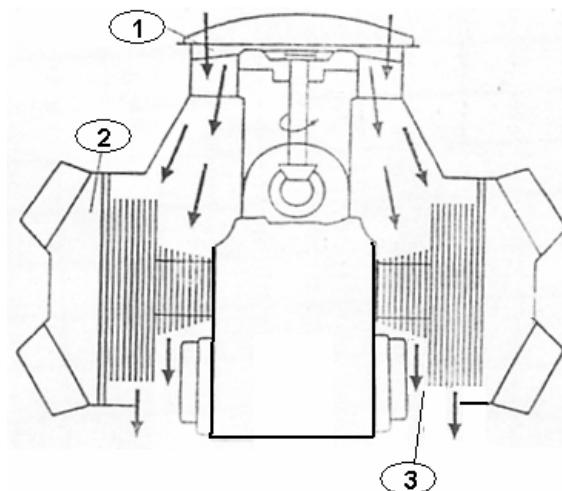
6.2. Dzese sistēmu klasifikācija

Pēc siltuma novadītāja dzeses sistēmas iedala: šķidruma dzesēšanas sistēmās (sk. 6.1. att.) un gaisa dzesēšanas sistēmās.



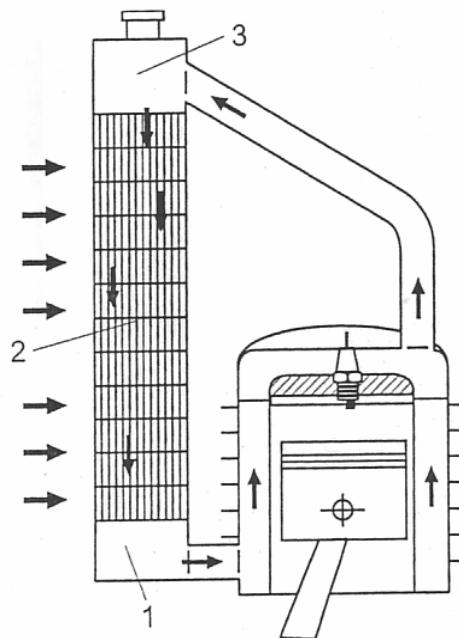
6.1. att. Piespiedu šķidrumdzeses sistēma: 1 – radiatoria apakšējā tvertne; 2 – radiatoria vāciņš; 3 – radiatoria augšējā tvertne; 4 – radiatoria serdenis; 5 – termostats; 6 – šķidruma sūknis; 7 – ventilators; 8 – dzeses apvalks.

Gaisdzeses sistēmā siltumu no motora cilindru sienām un galvas novada ar gaisa plūsmas palīdzību. Dzeses virsmas palielināšanai cilindru sienas izveidotas ar ribotu ārējo virsmu (sk. 6.2. att.).



6.2. att. Gaisdzeses sistēma: 1 – ventilators; 2 – cilindru galva; 3 – cilindri.

Šķidrumdzeses sistēmas pēc darbības principa iedalās termosifona (sk. 6.3. att.) un piespiedu šķidrumdzeses sistēmā (sk. 6.1. att.).

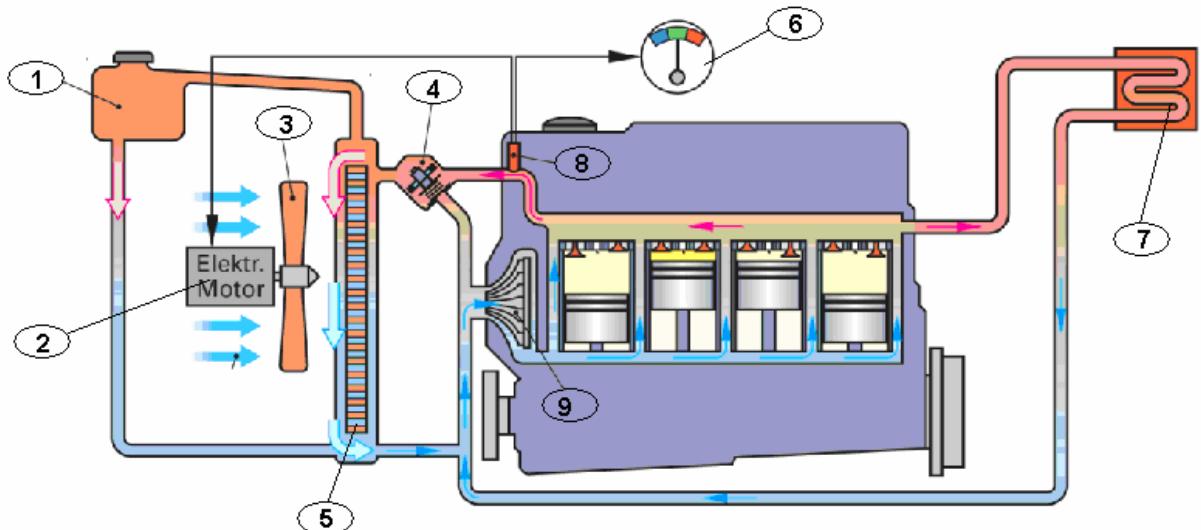


6.3. att. Termosifona šķidrumdzeses sistēma: 1 – radiatoria apakšējā tvertne; 2 – radiatoria serdenis; 3 – radiatoria augšējā tvertne.

Termosifona sistēmā noris dzeses šķidruma dabiskā cirkulācija. Termosifona dzeses sistēma tika izmantota vecākas konstrukcijas motoros un

šajā gadījumā šķidrums cirkulē karstā un aukstā dzeses šķidruma blīvuma starpības ietekmē. Šai sistēmai ir liels tilpums.

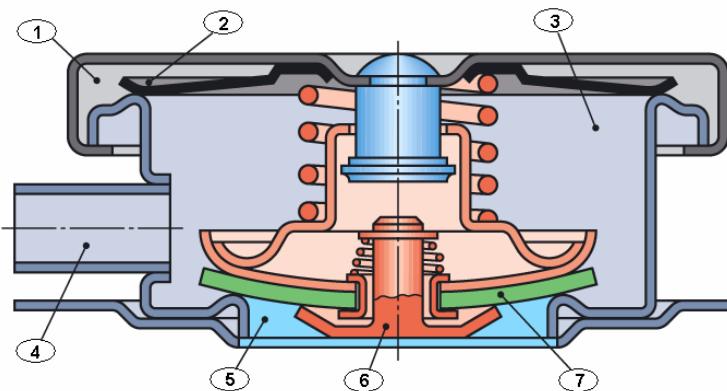
Piespiedu šķidrumdzeses sistēmā siltumnesējs – šķidrums cirkulē sūkņa darbības iespaidā (sk. 6.1. att. 6).



6.4. att. Šķidrumdzeses piespiedu slēgtā sistēma izmantojot antifrīzu un izplešanās trauku: 1 – izplešanās trauks; 2 – elektromotors; 3 – ventilators; 4 – termostats; 5 – radiators; 6 – temperatūras rādītājs; 7 – apsildes radiators; 8 – termodevējs; 9 – sūknis.

Šķidrums, apskalojot cilindrus, degkameras, izplūdes vārstus, uzņem siltumu un aizvada uz radiatoru 5 (sk. 6.4. att.). Ventilatora 6 radītā gaisa plūsma un kustībā esošā spēkrata gaisa pretplūsma dzesē radiatoru.

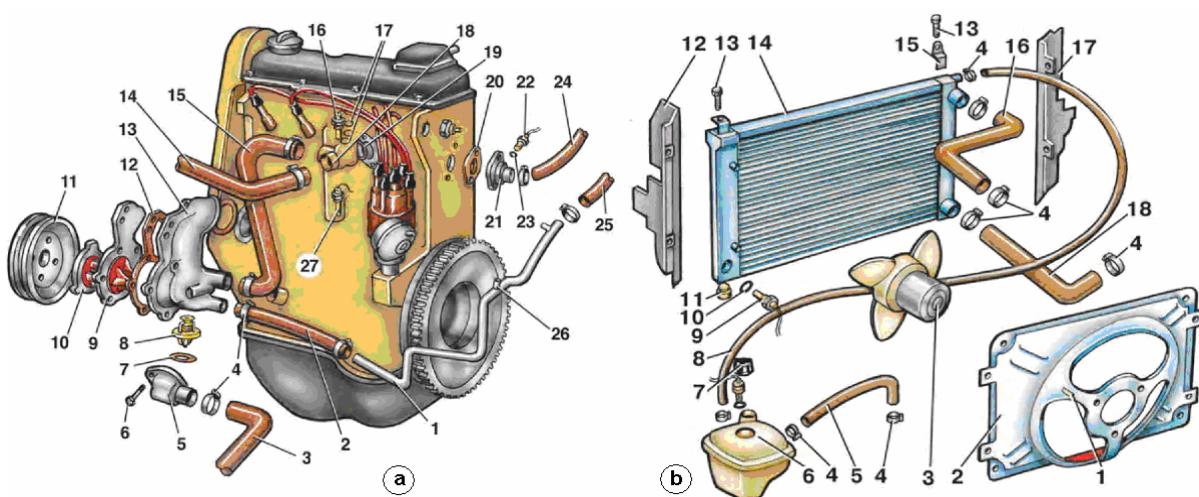
Konstruktīvi šķidrumdzeses sistēmas iedalās valējās un slēgtās. Valējās tika izmantotas vecāku konstrukciju motoros, un šīs sistēmas bija tieši savienotas ar atmosfēru. Slēgtā ir hermētiski noslēgta un ar atmosfēru savienojas tikai caur tvaika – gaisa vārstu (sk. 6.5. att.). Spiediens šai sistēmā ir augstāks par atmosfēras spiedienu. Atbilstoši paaugstinātam spiedienam ir arī augstāka dzeses šķidruma vāršanās temperatūra. Gaisa – tvaika vārsts var būt arī izplešanās trauka vāciņā.



6.5. att. Tvaika – gaisa vārsta konstrukcija: 1 – noslēdzēj vāciņš; 2 – atsperes plate; 3 – īscaurule; 4 – pārplūdes caurule; 5 – dzesēšanas šķidrums; 6 – gaisa vārstītājs; 7 – tvaika vārsts.

Visplašāk izmanto slēgto piespiedu dzesēšanas sistēmu, jo šeit neveidojas arī tvaika korķi, kas traucē normālu dzesētājšķidruma cirkulāciju.

6.3. Piespiedu slēgtās šķidrumdzeses sistēmas galvenās sastāvdaļas un darbības principi



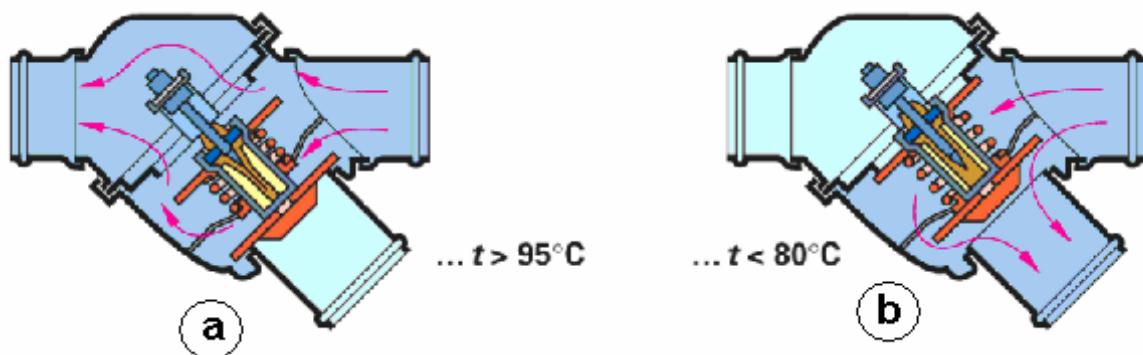
6.6. att. Dzeses sistēmas sastāvdaļas.

Galvenās sastāvdaļas ir dzesētājpavalks, radiators, sūknis, ventilators, motora temperatūras kontroles un regulēšanas ierīces, termostats, izplešanās trauks. Motora dzesētājpavalks ar radiatoru tiek savienots ar caurulēm. Dzesētājšķidrumu antifrižu, kuru izmanto sistēmās ar izplešanās trauku, jo šķidruma izplešanās koeficients ir lielāks kā ūdenim, iepilda izplešanās trauka

tvertnē, kur ir atzīmes „max” un „min”. Auksta motora šķidruma līmenim jābūt tuvu „max” atzīmei, bet nedrīkst būt zemāks par „min” atzīmi. Motoram darbojoties no kloķvārpstas ar siksnes pievadu tiek darbināts sūknis, kurš dzeses šķidrumu pa pievadcauruli no apakšējās radiatoria tvertnes novada blokkartera sadales caurulē un pa urbumiem ieplūst cilindru bloka un galvas apvalkā, dzesē vārstus un izplūdes kanālus. Sakarsētais šķidrums pa augšējo cauruli ieplūst radiatoria augšējā tvertnē un tālāk, izplūstot caur radiatoria serdeņa caurulēm, nonāk radiatoria apakšējā tvertnē. Gaisa plūsmu cauri radiatoram rada ventilators, kuru vai nu kopīgi ar šķidrumdzeses sūknī piedzen no kloķvārpstas, vai arī piedzen elektromotors. Atdzesētais šķidrums nonāk sūknī.

Lai motoru ātrāk varētu uzsildīt pēc iedarbināšanas un samazināt degvielas patēriņu, dzesēšanas sistēmā izmanto termostatu, kas izmaina dzeses šķidruma plūsmu uz radiatoru atkarībā no motora temperatūras. Aukstam motoram termostata vārsts ir aizvērts un cirkulācija notiek pa mazo loku (sk. 6.7. att.).

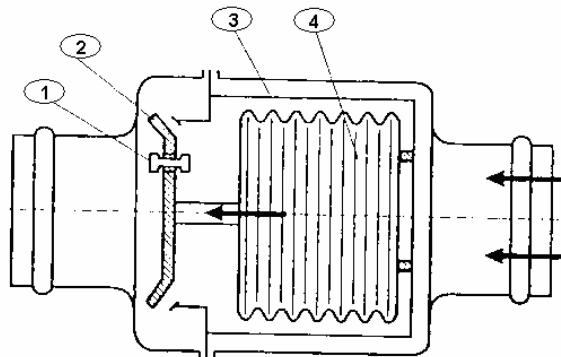
Izšķir divu tipu termostatu vārstus: ar šķidro elementu etilspirtu vai ēteri (sk. 6.8. att.) un cieto elementu varu vai alumīnija pulveri un cerezīnu (sk. 6.9. att.).



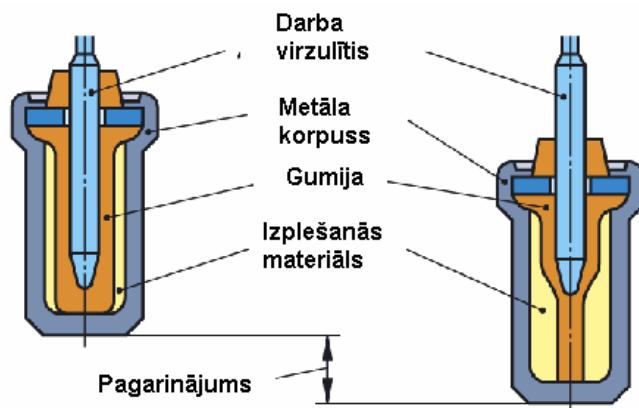
6.7. att. Termostata darbības princips: a – pa lielo loku; b – pa mazo loku.

Radiatoria uzdevums ir novadīt dzesējošā šķidruma siltumu apkārtējam gaisam. Konstruktīvi radiators sastāv no augšējās un apakšējās tvertnes pie vertikāla radiatoria novietojuma, vai siltās un aukstās pusēs tvertnes pie horizontāla radiatoria novietojuma. Tvertnes savā starpā savienotas ar dzesējošo

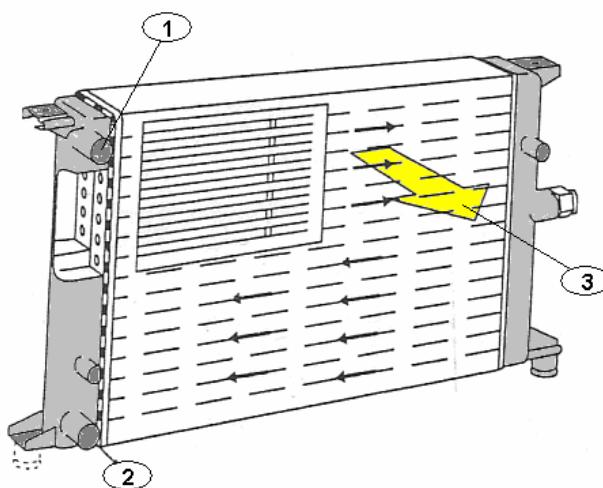
daļu – serdeni. Šobrīd plaši izmanto radiatorus ar šķērsvirziena šķidruma plūsmu (sk. 6.10. att.).



6.8. att. Termostats ar šķidro pildījumu: 1 – gaisa izplūdes vārststs;
2 – termostata vārststs; 3 – elastīgā elementa ietvars; 4 – elastīgais elements.



6.9. att. Termostats ar cietā pildījuma izplešanās materiālu.



6.10. att. Horizontāla novietojuma radiators: 1 – karstā šķidruma pievads;
2 – atdzesēta šķidruma atvads; 3 – gaisa plūsma.

Dzeses sistēmas efektivitāte atkarīga no gaisa un dzeses šķidruma plūsmas ātruma. Slēgtajā dzeses sistēmā vāciņš hermētiski noslēdz radiatoru, un ar atmosfēru sistēma saistīta caur gaisa – tvaika vārstu. Lai dzeses sistēmā nerastos liels spiediens, kas pārsniedz $0,03 - 0,07$ MPa virs atmosfēras spiediena, tvaika vārstam atveroties, tas izplūst atmosfērā. Gaisa vārsts ielaiž sistēmā gaisu, ja sistēmā rodas retinājums, šķidrumam atdziestot. Tvaikam kondensējoties, spiediens ir zem $0,001 - 0,013$ MPa. Mūsdienu spēkratu motoriem radiatoria augšējā tvertne tieši vai caur tvaika – gaisa vārstu savienota ar izplešanās tvertni, un vārsts iebūvēts tvertnes vāciņā. Izplešanās trauki izgatavoti no plastmasas, lai vieglāk varētu kontrolēt dzeses šķidruma līmeni, kas nedrīkst būt zemāks par minimālo.

Dzeses sūknis dzen dzeses šķidrumu pa sistēmu. Plaši tiek pielietoti centrbēdzes spārniņu tipa sūkņi. Spārniņu rats uzpresēts vārpstai, kura griežas gultņos. Vārpsta tiek piedzīta no motora kloķvārpstas. Spārniņu ratam griežoties, centrbēdzes iespaidā dzesētājšķidrums no centra uz malām ar spiedienu padod uz dzesētājapvalku (blokkarteri). Rotora centrā rodas retinājums, un šeit tiek iesūkts dzesētājšķidrums no radiatoria. Sūkņa blīvslēgs neļauj dzeses šķidrumam izplūst no sūkņa gar vārpstu. Ar atsperes palīdzību blīvslēga detaļas notur kontaktā, tām dilstot. Ja dzeses šķidrums noplūst gar blīvslēgu, tad tas iztek pa drenāžas urbumu. Dzesētājšķidruma sūkni piedzen ar ķīlsiksnas vai zobsiksnas pārvadu no kloķvārpstas.

Ventilators pastiprina gaisa plūsmu caur radiatoru un sekmē dzesēšanas šķidruma dzesēšanu. Ventilators ir tieši novietots aiz radiatoria. Sūkni un arī ventilatoru piedzen no kloķvārpstas. Ventilators patēri $5 - 8$ % motora jaudas. Motoram strādājot ar nelielu slodzi un, ja temperatūra apkārtējā vidē ir zema, ventilatoru atslēdz. Daudziem motoriem ventilatoru piedzen ar elektromotoru, kuru atkarībā no iekšdedzes motora temperatūras ieslēdz vai izslēdz termoslēdzis, kas novietots radiadora tvertnē. Lai paaugstinātu spēkrata ekspluatācijas ekonomiskumu, uzstāda ventilatoru ar regulējumu griešanās

ātrumu. Griešanās ātrumu atkarībā no motora siltuma režīma var automātiski regulēt ar elektromagnētisko sajūgu, hidrodinamisko sajūgu, ar ventilatora autonomo piedziņu no elektromotora, kuru ieslēdz termodevējs.

Termostats samazina vai pārtrauc dzeses šķidruma cirkulāciju caur radiatoru, ja optimālā temperatūra zemāka par normālo. Termostati var būt vienvārstu vai divvārstu. Uzsilstot pildījumam, tas izplešas un atver termostata vārstu.

Dzeses šķidruma kontrolei izmanto termometru, kurš ievietots radiators tvertnē, vai motora galvas dzesētājapvalkā, bet rādītājs un signālpuldzīte atrodas uz kontrolmērinstrumentu paneļa. Signālpuldzīte iedegas ja tiek pārsniegta optimālā temperatūra.

6.4. Motora temperatūras regulēšana

Temperatūras regulēšanas iespējas:

- izmainot dzeses šķidruma cirkulācijas intensitāti;
- izmainot gaisa cirkulācijas intensitāti;
- izmainot dzeses šķidruma un gaisa cirkulācijas intensitāti.

6.4.1. Dzeses šķidruma cirkulācijas intensitātes regulēšana

Dzeses šķidruma temperatūras režīmu regulē ar termostatu, kas pārtrauc šķidruma plūsmu caur radiatoru vai samazina to atkarībā no motora darba temperatūras. Pie auksta motora cirkulācija caur radiatoru nenotiek. Dzeses šķidrums plūst pa mazo loku, veicinot ātrāku motora uzsilšanu.

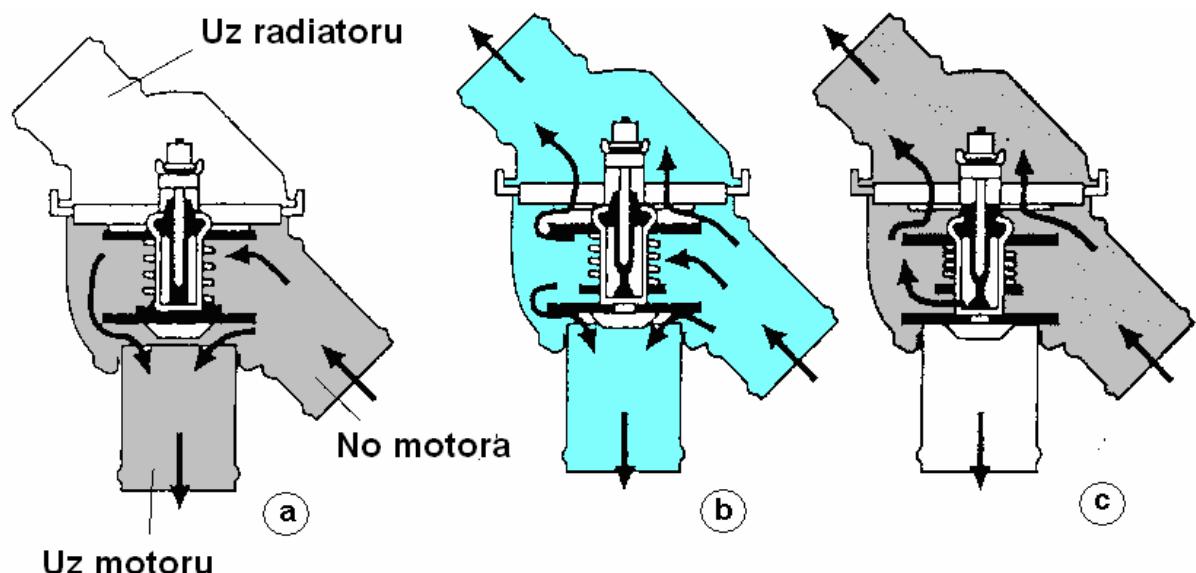
Termostatu, kas ir automātisks temperatūras regulators, uzstāda starp dzeses apvalku un radiatoru.

Tiek izmantoti divu tipu termostati:

- ar šķidro pildījumu;
- ar cieto pildījumu.

Termostatā ar šķidro pildījumu gofrētā elastīgajā elementā ir iepildīts ēteris vai etilspirta šķīdums ūdenī. Elastīgais elements saistīts ar vārstu, kurš atveras sasniedzot noteiktu temperatūru.

Termostatā ar cieto pildījumu, pildījuma masa aptver iekšpusē ievietotu gumiju, kuras vidū ir virzulītis ar stiepni, kas saistīts ar vārstu. Kā cietais pildījums var būt naftas vasks cerezīns un alumīnija vai vara pulveris. Pielieto viena vai divu vārstu sistēmu.



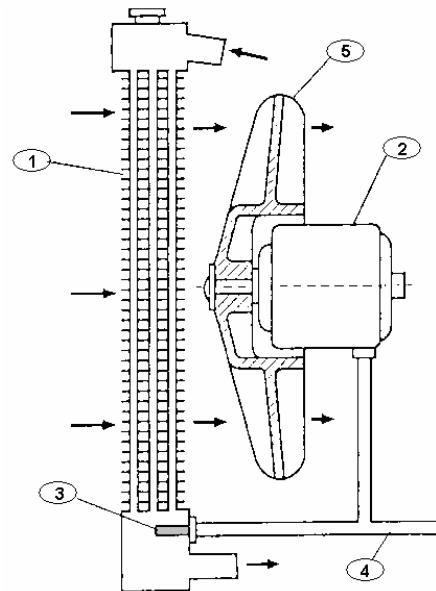
6.10. att. Divvārstu sistēma: a – aukstam motoram; b – normālā režīmā; c – viss dzeses šķidrums plūst uz radiatoru.

6.4.2. Gaisa cirkulācijas intensitātes regulēšana

Motora temperatūras regulēšanai iespējami vairāki paņēmieni:

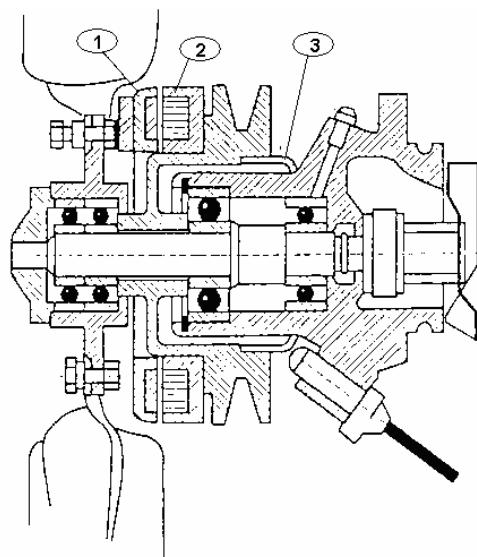
- pielietojot žalūzijas;
- pielietojot ventilatora elektromotora piedziņu;
- pielietojot elektromagnētisko ventilatora piedziņu;
- pielietojot mehānisko piedziņu;
- pielietojot hidrodinamisko piedziņu;
- pielietojot viskosajūgu.

Mūsdieni motoros plaši pielieto ventilatoru piedziņai elektromotorus ar automātisko ieslēgšanos un izslēgšanos, kurus regulē radiatora tvertnē ievietotais termodevējs (sk. 6.11. att.).



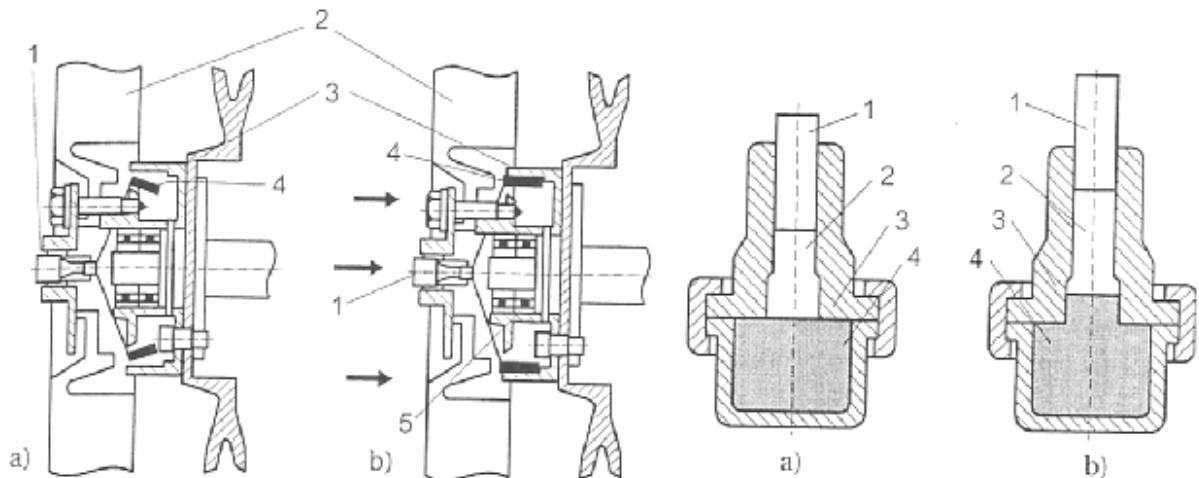
6.11. att. Ventilatora shēma ar elektromotoru: 1 – radiators; 2 – elektromotors; 3 – termodevējs; 4 – pievads; 5 – ventilators.

Izmanto arī elektromagnētisko ventilatora piedziņas veidu. Šeit elektromotors ir pie skriemeļa un enkurs pie lāpstījām. Strāvu elektromagnēts padod caur slīdkontaktu (sk. 6.12. att.).



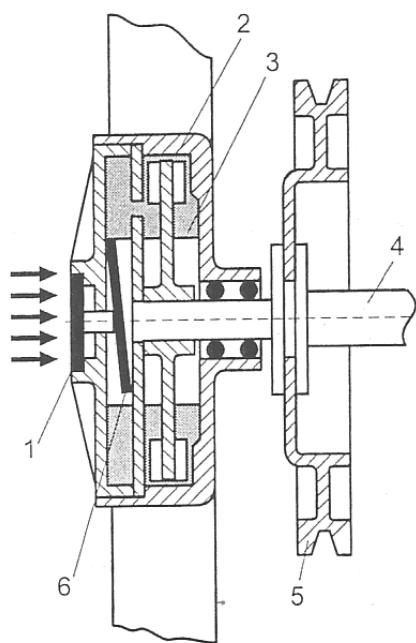
6.12. att. Elektromagnētiskā ventilatora piedziņa: 1 – enkurss; 2 – elektromagnēts; 3 – slīdkontakts.

Pielieto arī mehānisko ventilatora piedziņu ar termoelementa palīdzību, kurš ir līdzīgs termostata cietam elementam (sk. 6.13. att.).



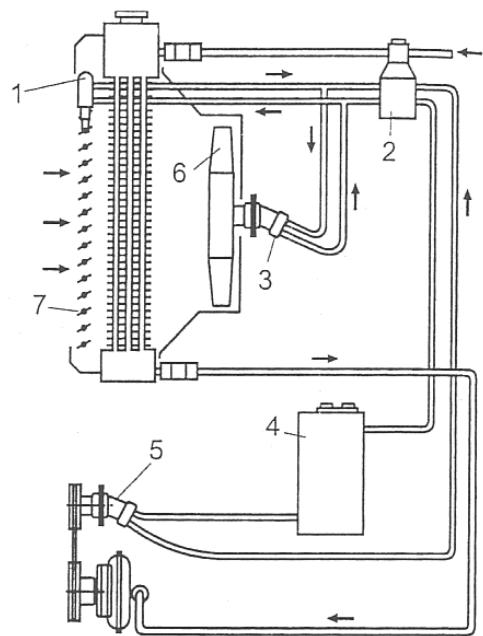
6.13. att. Mehāniskā ventilatora piedziņa: a – izslēgts; b – ieslēgts;
1 – termoelements; 2 – ventilators; 3 – piedziņas skriemelis; piedziņas uzlikas;
5 – atspere.

Tiek pielietota arī viskosajūga ventilatora ieslēgšana un izslēgšana (sk. 6.14. att.).



6.14. att. Viskosajūga piedziņa: 1 – bimetāla plāksnīte; 2 – ventilatora disks;
3 – silikona pildījums; 4 – vārpsta; 5 – skriemelis; 6 – vārsts.

Izmanto arī ventilatora hidropiedziņu.



6.15. att. Ventilatoria hidropiedziņa: 1 – žalūziju vadīkla; 2 – regulators;
3 – hidromotors; 4 – eļļas tvertne; 5 – sūknis; 6 – ventilators; 7 – žalūzijas.

7. Karburatormotoru barošanas sistēma

7.1. Karburatormotora barošanas sistēmas shēma un darbības principi

Barošanas sistēma sagatavo nepieciešamo degmaisījuma sastāvu atbilstoši dažādiem režīmiem un ievada noteiktu degmaisījuma daudzumu cilindros. Barošanas sistēmā ietilpst degvielas padeve, gaisa padeve uz degmaisījuma sagatavošanas ierīci – karburatoru, degmaisījuma ievade cilindros un arī sistēma, kas izvada sadegušās gāzes atmosfērā.

Karburatoram jāsagatavo degmaisījums, kas nodrošina motora iedarbināšanu, brīvgaitu, ekonomisku darbību vidējā slodzē, kā arī maksimālu jaudu pie pilnas slodzes un stabilu darbību paātrinājuma režīmā.

Degmaisījuma kvalitatīvo sastāvu raksturo gaisa pāruma koeficients α , tas ir cilindrā faktiski ievadītā gaisa daudzums $L_{f\text{-}kg}$, attiecībā pret teorētiski nepieciešamo gaisa daudzumu $L_{0\text{-}kg}$:

$$\alpha = \frac{L_f}{L_0} \quad [13]$$

Degmaisījumu pēc sastāva var iedalīt:

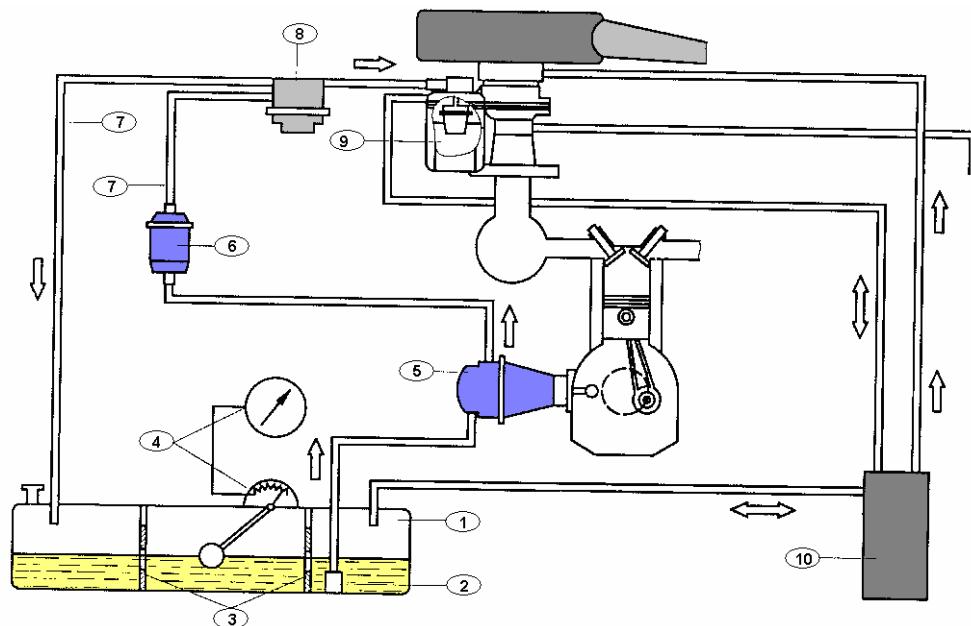
- normālā degmaisījumā, kad viena daļa benzīna sajaukta ar 15 daļām gaisa, tad gaisa pāruma koeficients $\alpha = 1$ ($L_f/L_0 = 1$);
- treknā degmaisījumā, kad $\alpha < 1$ un ir gaisa iztrūkums ($L_f < L_0$);
- liesā degmaisījumā, kad $\alpha > 1$ un ir gaisa pārpalikums ($L_f > L_0$).

Kad degmaisījums ir patreknināts 5 – 15 %, tad $\alpha = 0,85 – 0,95$. Paliesināts degmaisījums ir, ja gaisa pārpalikums ir līdz 20 % un $\alpha = 1,1 – 1,2$. Ja $\alpha > 1,3$, tad degmaisījums neuzliesmos (neaizdegsies).

Motora darbībai nepieciešamo degvielu iepilda tvertnē. No tvertnes degvielu pa cauruļvadu uzsūc diafragmas tipa sūknis un tālāk to padod uz filtru, kur tiek atdalīti piemaisījumi. No filtra degvielu pa cauruļvadu padod uz karburatoru. Vienlaicīgi karburatorā caur gaisa filtru ieplūst gaiss un veidojas

degmaisījums, kas turpinās ieplūdes kolektorā (caurulvadā). Gaisa plūsma, izsmidzinot degvielu, veido nepieciešamo degmaisījuma sastāvu karburatorā. Ieplūdes caurulvadā degmaisījums sasilst, jo caurulvads tiek sildīts vai nu ar izplūdes gāzēm, vai arī dzeses šķidrumu, tādējādi degmaisījums labāk iztvaiko. Cilindrā degmaisījums sajaucas ar atliku gāzēm un veidojas darbmaisījums. Svarīgi ir palielināt cilindru pildījumu un samazināt ieplūdes kanāla garumu, tādēļ uzstāda vairākkameru karburatorus. No karburatora cilindrā degmaisījums ieplūst caur ieplūdes vārstiem, bet atgāzes no cilindra izplūst atmosfērā caur izplūdes vārstiem, izplūdes caurulvadiem un trokšņu slāpētāju, kā arī mūsdienu konstrukcijās – arī caur katalizatoru.

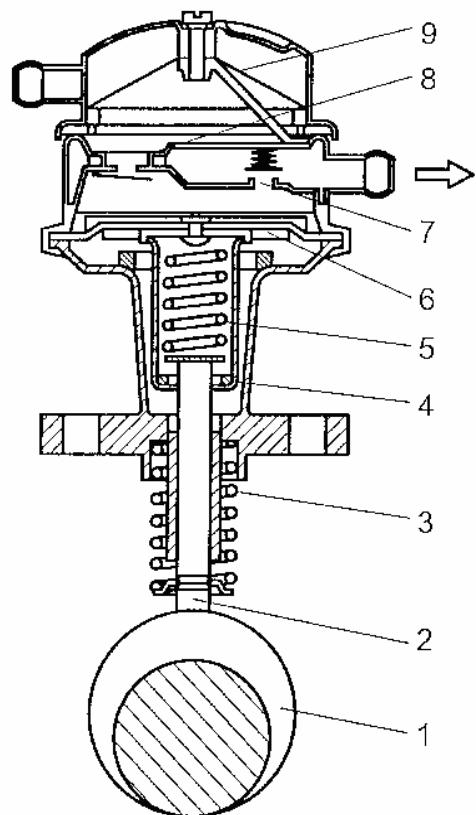
Jaunāko konstrukciju karburatoriem daļa no degvielas, ko sūknis no tvertnes padod uz karburatora pludiņkameru, caur noplūdes degvielas regulēšanas vārstu 8 (sk. 7.1. att.) un noplūdes caurulīti aizplūst atpakaļ uz tvertni, veicinot gaisa aizvadīšanu no sistēmas. Degvielas tvaiku uztveršanai parasti izmanto aktīvās ogles filtru 10, kur kondensējas benzīna tvaiki, kas ieplūst no tvertnes.



7.1. att. Karburatormotoru degvielas padeves sistēma: 1 – degvielas tvertne; 2 – degviela; 3 – starpsienas; 4 – degvielas līmeņrādis; 5 – membrānas tipa sūknis; 6 – degvielas filtrs; 7 – degvielas caurulvadi; 8 – noplūdes degvielas regulēšanas vārsts; 9 – karburatora pludiņkamera; 10 – aktīvās ogles filtrs.

7.1.1. Degvielas sūknis

Degvielas sūknis pievada degvielu no tvertnes karburatoram. Motoros plaši pielieto diafragmas tipa degvielas sūknus. Diafragmas benzīna sūknis tiek darbināts no sadales vārpstas ekscentra (sk. 7.2. att.).

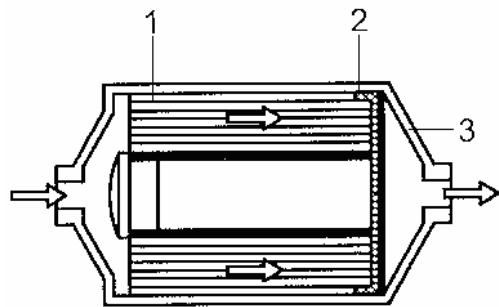


7.2. att. Diafragmas tipa benzīna sūknis: 1 – sadales vārpstas ekscentrs; 2 – bīdītājs; 3 – bīdītāja atspere; 4 – uzmava; 5 – diafragmas atspere; 6 – diafragma; 7, 8 – vārsti; 9 – sietiņš.

7.1.2. Degvielas filtrs

Degvielas filtra uzdevums ir no degvielas atdalīt mehāniskos piemaisījumus. Priekšattīrīšanas filtrus, kas ir sietiņtipa, ievieto degvielas tvertnes ielietnē un novadcaurulē.

Mūsdienu konstrukcijās kā galveno filtrējošo elementu izmanto kartona tipa filtru ar spraugu lielumu 0,1 mm. Aizsargfiltru novieto pirms karburatora adatvārsta (sk. 7.3. att.)

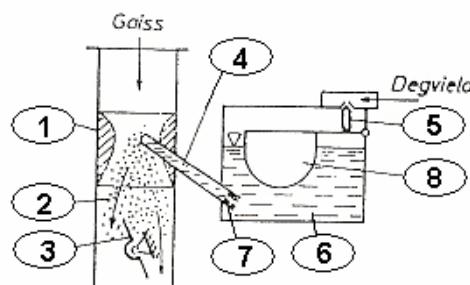


7.3. att. Degvielas filtrs: 1 – kartona filtrelementi; 2 – metāla sietiņš; 3 – filtra korpuss;

7.1.3. Karburatori

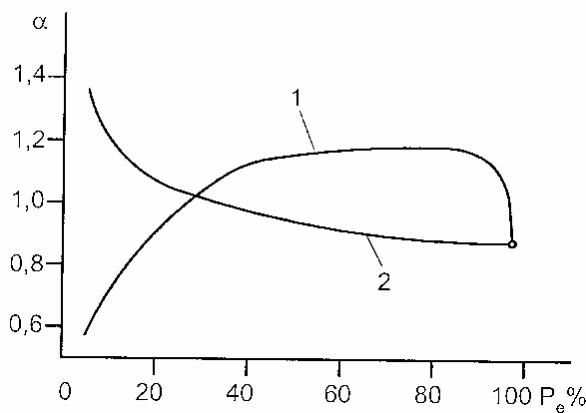
7.1.3.1. Elementārais karburators sastāv no pludiņkameras 6 un samaisīšanas kameras 2 (sk. 7.4. att.). Gaiss caur gaisa tīrītāju nokļūst difuzorā 1. Samaisīšanas kamerā 2 degviela ar gaisu sajaucas un gar droseļvārstu 3 ieplūst ieplūdes cauruļvadā, un tālāk caur ieplūdes vārstu ieplūst cilindrā.

Karburatora pludiņkamerā 6 ar slēgvārsta 5 palīdzību tiek uzturēts noteikts degvielas līmenis. Degviela caur galveno žikleri 7 ieplūst smidzinātājā 4. Par cik elementārā karburatorā nav gaisa vārsta, tad pretestība gaisa ieplūdes caurulē ir minimāla un arī plūsmas ātrums nemainās. Pretestība veidojas difuzora 1 sašaurinājumā, jo palielinās gaisa plūsmas ātrums un samazinās spiediens. Sašaurinājumā ir ievietots smidzinātājs 4. Spiediena starpības rezultātā starp pludiņkameru un difuzoru, paaugstinās līmenis smidzinātājā, un degviela izplūst difuzorā, kur to uztver gaisa plūsma. Šeit darbības princips balstās uz pulverizatora principa.



7.4. att. Elementārs karburators: 1 – difuzors; 2 – samaisīšanas kamera; 3 – droseļvārsts; 4 – smidzinātājs; 5 – adatvārsts; 6 – pludiņkamera; 7 – žikleris.

Smidzinātājs ir neliela caurulīte jeb kanāls, pa kuru notiek degvielas iesmidzināšana. Žikleris ir kalibrēts urbums ar noteiktu caurlaides spēju. Iesūkšanas gājienā caur karburatoru uz cilindru tiek sūkts gaiss un difuzorā gaisa plūsmas ātrums pieaug, kas izsauc retinājuma veidošanos smidzinātāja galā. Pludiņkamera ir saistīta ar atmosfēru, un spiediena starpības ietekmē degviela izplūst no smidzinātāja. Degmaisījuma ieplūdi cilindrā regulē ar droseļvārstu. Elementārā karburatorā sagatavotais degmaisījums mainās atkarībā no retinājuma difuzorā. Palielinoties slodzei droseļvārstu atver, un elementārais karburators gatavo treknāku degmaisījumu. Ja droseļvārsta atvēruma ir līdz 50 %, degmaisījuma sastāvs mainās ļoti strauji, bet no 50 – 100 % maiņa ir ļoti maza (sk. 7.5. att.).



7.5. att. Karburatoru raksturlīknes: 1 – ideāls karburators; 2 – elementārs karburators.

Šādi karburatori darbojoties brīvgaitā un mazā slodzē sagatavo liesu degmaisījumu, bet vidējā slodzē – treknu degmaisījumu, tieši pretēju nepieciešamajam. Tādēļ normāla darbība ir tikai pie 30 % atvēruma un pie pilna droseļvārsta atvēruma.

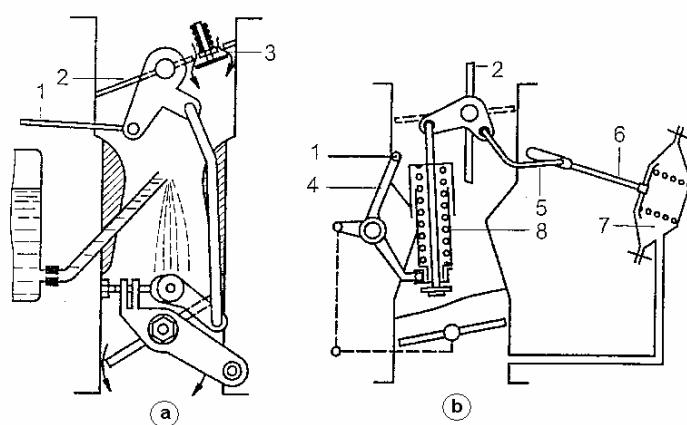
Elementārais karburators sagatavo pārāk treknu degmaisījumu motoram darbojoties pie vidējas slodzes, bet brīvgaitā degmaisījums ir pārāk liess. Paātrinājuma režīmā šis karburators nedarbojas.

Lai motoram sagatavotu visos režīmos nepieciešamā sastāva degmaisījumu, karburatoru apgādā ar vairākām palīgierīcēm: galveno

dozētājsistēmu, brīvgaitas sistēmu, ekonomaizeru, ekonostatu, paātrinātājsūknī, iedarbināšanas ierīci – gaisa vārstu. Palīgierīces attiecīgajos režīmos veic degmaisījuma kompensēšanu.

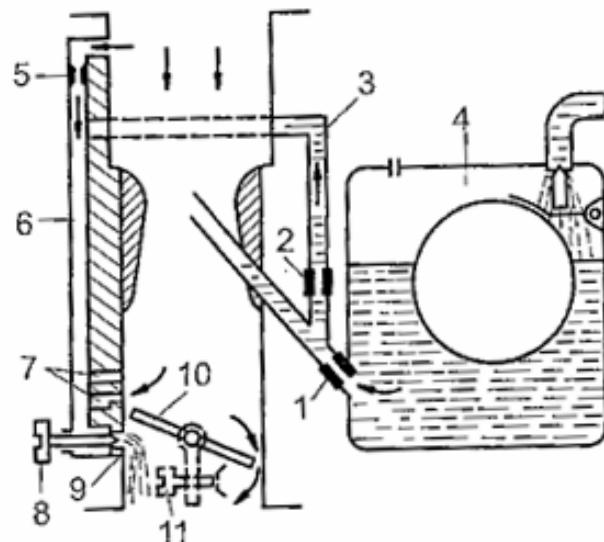
Elementāru karburatoru papildina ar galveno dozētājsistēmu, ar kuras palīdzību var iegūt liesu degmaisījumu ($\alpha = 1,15$), šāds degmaisījums nepieciešams vidējas slodzes gadījumā. Degmaisījuma kompensācijai izmanto retinājuma maiņu difuzorā, degvielas pneimatisko bremzēšanu u.c.՝

7.1.3.2. Motora iedarbināšanas režīmā kloķvārpstas griešanās frekvence ir maza un gaisa plūsma nenodrošina difuzorā vajadzīgā retinājuma veidošanos, lai darbotos galvenā un brīvgaitas dozētājsistēmas. Aukstam motoram lielākā daļa degvielas noklāj ieplūdes cauruļvada sieniņas, veidojot degvielas plēvīti, līdz ar to cilindrā nonāk maza daļiņa degvielas. Tādēļ auksta motora iedarbināšanai ir vajadzīgs ļoti trekns degmaisījums ($\alpha = 0,4 - 0,6$). Lai retinājums difuzorā palielinātos, gaisa ieplūdē ir izveidots gaisa vārsts. Gaisa vārsts ir savienots ar droseļvārstu, un, pieverot gaisa vārstu, nedaudz atveras droseļvārsti. Pie iedarbināšanas vienlaicīgi darbojas brīvgaitas un galvenā dozētājsistēma, kas veido ļoti treknu degmaisījumu. Pārmērīgi trekna degmaisījuma veidošanos novērš automātiskais vārsts 3 (sk. 7.6. att.), kas pie noteikta retinājuma ielaiž samaisīšanās kamerā gaisu. Pēc iedarbināšanas gaisa vārsts 2 tiek atvērts.



7.6. att. Degmaisījuma liesināšanas paņemieni: a – sviru tipa vārsts; b – pusautomātiskais vārsts; 1 – pievadtrošite; 2 – gaisa vārsts; 3 – automātiskais vārsts; 4 – pievadsvira; 5 – stiepnis; 6 – diafragmas vārsts; 7 – diafragmas mehānisms; 8 – teleskopiskā ierīce.

7.1.3.3. Brīvgaita. Brīvgaitas sistēma sagatavo nepieciešamo degmaisījuma sastāvu, ja motors darbojas ar mazu kloķvārpstas griešanās frekvenci. Gaisa plūsmas ātrums uz cilindru ir mazs, jo droseļvārsts ir pievērts, un līdz ar to retinājums difuzorā ir mazs un degviela no galvenās dozētājsistēmas neizplūst. Retinājums aiz pievērtā droseļvārsta izplūdes urbuma galā ir liels, un tādēļ degviela no galvenās dozētājsistēmas ieplūst brīvgaitas sistēmā. Šāda sistēma ir neautonoma.

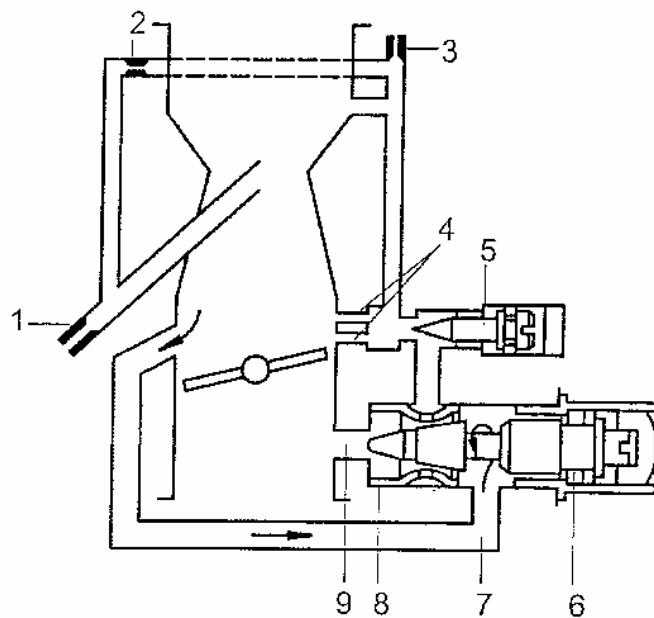


7.7. att. Brīvgaitas sistēmas shēma: 1 – galvenās dozētājsistēmas degvielas žikleris; 2 – brīvgaitas sistēmas žikleris; 3 – degvielas kanāls; 4 – pludiņķamera; 5 – brīvgaitas gaisa žikleris; 6 – emulsijas kanāls; 7 – izplūdes pārejas urbums; 8 – kvalitātes regulēšanas skrūve; 9 – emulsijas izplūdes kanāls; 10 – droseļvārsts; 11 – droseļvārsta atvēruma (kvantitātes) regulēšanas skrūve.

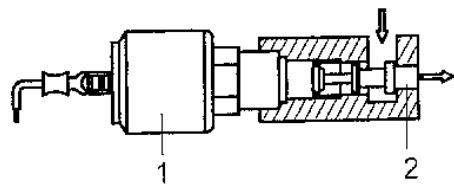
Retinājuma iespaidā degviela plūst pa degvielas galveno žikleri 1 (sk. 7.7. att.) un brīvgaitas degvielas žikleri 2, bet gaiss ieplūst pa žikleri 5. Kanālā 6 veidojas emulsija, kura retinājuma iespaidā plūst uz emulsijas izplūdes urbumiem 7. Pie pievērtā droseļvārsta minimālā brīvgaitas režīmā emulsija izplūst tikai pa apakšējo izplūdes urbumu, bet caur augšējo urbumu brīvgaitas sistēmā ieplūst gaiss, veicinot emulsijas sastāva veidošanos. Palielinot brīvgaitas kloķvārpstas griešanās ātrumu un droseļvārsta atvērumu, palielinās gaisa plūsma karburatorā, un arī augšējais urbums atrodas zem droseļvārsta, kur ir lielāks

retinājums, un gaiss vairs neieplūst šajā urbumā. Tas novērš degmaisījuma paliesināšanos, pārejot no brīvgaitas režīma uz slodzes režīmu, un emulsija izplūst pa abiem urbumiem. Motoram darbojoties brīvgaitā, emulsijas kvalitāti regulē ar skrūvi 8, bet droseļvārsta atvērumu – ar kvantitātes regulēšanas skrūvi 11, kura neļauj droseļvārstam pilnīgi aizvērties, izmainot pie reizes arī kloķvārpstas apgriezienus.

Pies piedu brīvgaitas ekonomāizeru izveido autonomajā brīvgaitas sistēmā. Ekonomāizers automātiski pārtrauc degmaisījuma izplūdi no sistēmas, ja motors darbojas pies piedu brīvgaitas režīmā, automobili bremzējot ar motoru. Pies piedu brīvgaitas ekonomāizers novērš palielinātu toksiskumu atgāzēs, kas veidotos sakarā ar pasliktinātu darba maisījuma kvalitāti un tā sadegšanas procesu, kā arī samazina degvielas patēriņu. Šī sistēma sastāv no degmaisījuma izplūdes slēgvārsta ar elektropneimatisko pievadu un elektronisko vadību. Darbību vada atkarībā no kloķvārpstas griešanās frekvences un droseļvārsta atvēruma, ko fiksē droseļvārsta atvēruma devējs.



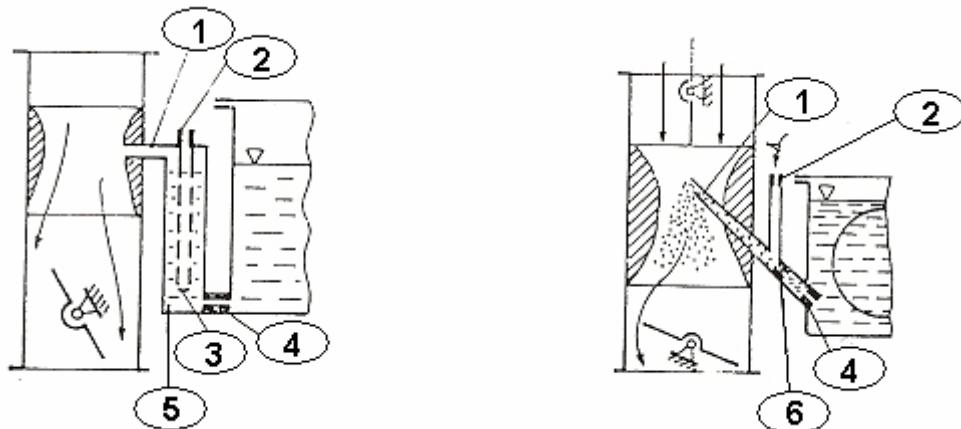
7.8. att. Autonomā brīvgaitas sistēma: 1 – degvielas žikleris; 2 – brīvgaitas žikleris; 3 – gaisa žikleris; 4 – pārejas sistēmas kanāli; 5, 6 – regulēšanas skrūves; 7 – gaisa kanāls; 8 – smidzinātājs; 9 – degmaisījuma izsmidzināšanas urbums.



7.9. att. Elektromagnētiskais vārsts: 1 – elektromagnētiskais vārsts; 2 – brīvgaitas kanāls.

Piespedu brīvgaitas režīmā, ja motora apgriezieni ir virs 1200 min^{-1} , vārsts noslēdzas pārtraucot degmaisījuma padevi.

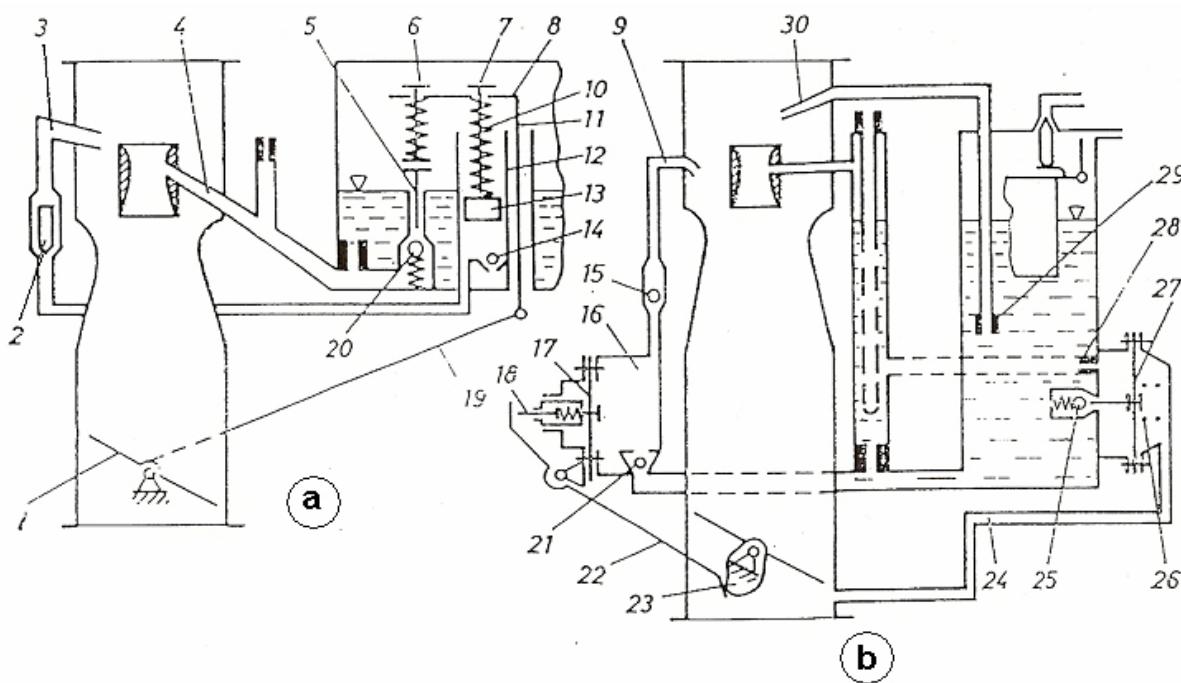
7.1.3.4. Vidēja slodze. Palielinoties droseļvārsta atvērumam vidējā slodzē, palielinās retinājums un gaisa plūsma difuzorā. Degviela ieplūst emulsijas caurulē un caur emulsijas urbumiem tai piejaucas gaiss. Līdz ar brīvgaitas sistēmu sāk darboties galvenā dozētājsistēma.



7.10. att. Galvenā dozētājsistēma ar pneimatisko bremzēšanu: 1 – smidzinātājs; 2 – gaisa žikleris; 3 – emulsijas caurulīte; 4 – degvielas žikleris; 5 – kompensācijas aka; 6 – žikleris.

Galvenās dozētājsistēmas gaisa žiklerī 2 (sk. 7.10. att.) plūstošais gaiss samazina retinājumu smidzinātājā 1, bet emulsijas veidošanas caurulītē 3 bremzē degvielas izplūdi, jo emulsijas masa caurulītē ir mazāka par degvielas masu. Šajā gadījumā degmaisījuma sastāvu kompensē pneimatiski bremzējot degvielas izplūdi.

7.1.3.5. Maksimālā slodze. Degmaisījuma patreknināšanai un maksimālās jaudas iegūšanai, lieto papildierīces.



7.11. att. Ekonaizera, ekonostata un paātrinātājsūkņa konstrukcijas shēmas: a – K – 90; b – ДААЗ – 2108; 1 – droseļvārsts; 2, 14, 15, 20, 21 un 25 – vārsti, 3, 4, 9 un 30 – smidzinātāji; 5 – bīdītājs; 6 un 18 – bīdstieņi, 7 – kāts; 8 – plāksnīte, 10 un 26 – atsperes, 11 – stiepnis; 12 – cilindrs; 13 – virzulis; 16 – kamera, 17 un 27 – diafragmas, 19 un 22 – sviras; 23 – izcilnis; 24 – kanāls, 28 un 29 – žikleri.

Ekonaizers 6 (sk. 7.11. att.) darbojas motora maksimālās slodzes režīmā, pie pilnīgi atvērta droseļvārsta. Ekonaizers ievada vairāk degvielas pie $\frac{3}{4}$ atvērta droseļvārsta, atverot speciālu vārstu. Ekonaizers ievada difuzorā degvielu caur galveno dozētājsistēmu. To var piedzīt mehāniski vai pneimatiski. Jaudas ekonaizers 28 ļauj iegūt paterekninātu degmaisījumu un pilnu jaudu.

Ekonostats 30 ir vienkāršākais ekonaizera veids, kurš darbojas bez vārsta un piedziņas mehānismu palīdzības uz retinājuma pamata. Degviela retinājuma iespaidā no pludiņkameras, caur ekonostata žikleri 29 un smidzinātāju 30 ieplūst difuzorā.

Lai ekonostats nesāktu priekšlaicīgi patereknināt degmaisījumu, smidzinātāja galu novieto ievērojami augstāk par degvielas līmeni pludiņkamerā. Ekonostats līdzīgi kā ekonaizers patereknina degmaisījumu

pilnas slodzes gadījumā. Ekonostatam nepieciešams retinājums rodas tad, kad droseļvārsts ir pilnīgi atvērts un gaiss plūst ar lielu ātrumu caur karburatoru.

Degviela ieplūst ekonostatā no pludiņkameras caur ekonostata degvielas ūzklēri.

7.1.3.6. Paātrināšanās režīms. Paātrinātājsūknis iesmidzina smidzināšanas kamerā degvielas papilddevu, ja motoram strauji pieaug slodze un strauji tiek atvērts droseļvārsts. Ja paātrinātājsūknis 17 un 7 (sk. 7.11. att) nedarbojas, tad strauji atverot droseļvārstu, degvielas ieplūde samaisīšanās kamerā lielāka blīvuma un inerces dēļ atpaliek no gaisa ieplūdes, un degmaisījums kļūst liesāks. Pielieto virzultipa 7 un diafragmas tipa 17 paātrinātājsūkņus. Virzultipa paātrinātājsūkņi sastāv no cilindra 12, kurā caur lodīšu vārstu 14 no pludiņkameras ieplūst degviela. Virzulis ir ar plāksnīti un atspeli. Strauji nospiežot droseļvārstu ar sviru 19 un stiepni 11, plāksnīte pārvietojas uz leju, saspiež atspeli un pārvieto uz leju virzuli. Spiediena iespaidā ieplūdes vārsts 14 aizveras, un degvielu caur spiedvārstu 2 un smidzinātāju 3 iesmidzina karburatora smidzināšanas kamerā. Atspērīte iedarbojoties uz virzuli nodrošina vienmērīgu un ilgstošu iesmidzināšanu. Iesmidzinot šo papilddevu, tiek nodrošināta degmaisījuma patreknināšanās un kloķvārpstas griešanās frekvences pieaugums.

Diafragmas tipa paātrinātājsūkni iebūvē pludiņkameras sienā. Šeit degviela caur lodīšvārstu 21 ieplūst paātrinātājsūkņa kamerā 16. Ja strauji atver droseļvārstu, ekscentrs, kurš ir nostiprināts uz ass, pagriež sviru. Sviras otrs gals pārvieto atspērīgu bīdstieni 18, saspiežot atspeli. Atspere ar bīdstieni diafragmu izliec pa labi un padod degvielas papildporciju no kameras 16 uz spiedvārstu 15 un tālāk uz smidzinātāju 9, kas iesmidzina degvielu smidzināšanas kamerā, patrekninot degmaisījumu.

Pludiņkameras debalansēšanai pielieto speciālas ierīces. Atlaižot akseleratora paminu, uz droseļvārsta ass nostiprinātā svira ar stiepni atver

debalansēšanas vārstu, un benzīna tvaiki no pludiņkameras iepļūst benzīna tvaiku absorbētājā. Līdz ar to tiek samazināta atmosfēras piesārņošana.

7.1.3.6. Degmaisījuma iedalījums. Degmaisījumus pēc tā sastāva iedala:

- normāls degmaisījums, kur viena benzīna daļa ir sajaukta ar 15 daļām gaisa. Tas ir teorētiski ideālais variants pilnīgai degvielas sadedzināšanai. Gaisa pāruma koeficients $\alpha = 1$;
- trekns degmaisījums, kur ir līdz 20 % liels gaisa iztrūkums ($\alpha = 0,8 - 0,95$). Šajā režīmā motors var attīstīt vislielāko jaudu, un sadegšanas process norit ar vislielāko pieļaujamo ātrumu. Uz viena kg benzīna ir aptuveni 13 – 15 kg gaisa;
- ļoti trekns degmaisījums, kur gaisa iztrūkums ir virs 20 % ($\alpha < 0,8$). Uz viena kg benzīna ir mazāk par 13 kg gaisa. Šajā režīmā ir palielināts degvielas patēriņš;
- liess degmaisījums, kur ir līdz 15 % liels gaisa pārākums ($\alpha = 1 - 1,15$). Šeit uz viena kg benzīna ir 15 – 17 kg gaisa. Šajā režīmā arī ir vismazākais degvielas patēriņš;
- ļoti liess degmaisījums. Šajā degmaisījumā gaisa pāruma koeficients ir virs 15 % ($\alpha > 1,15$). Uz viena kg benzīna ir vairāk kā 17 kg gaisa. Degmaisījums sadeg lēni.

7.1.3.7. Degmaisījuma sastāvs motora darbības dažādos režīmos.

Iedarbinot aukstu motoru, kloķvārpstas griešanās frekvence ir maza, un gaisa plūsma karburatorā arī ir maza, lai nodrošinātu kvalitatīvu degvielas izsmidzināšanu. Daļa degvielas kondensējas uz iesūkšanas cauruļvada. Tādēļ, lai degmaisījums nebūtu par liesu, karburators sagatavo ļoti treknū degmaisījumu ($\alpha = 0,3 - 0,4$). To panāk ar gaisa vārsta aizvēršanu. Šajā režīmā darbojas galvenā dozētājsistēma un brīvgaitas sistēma.

Jo zemāka ir motora un apkārtējās vides temperatūra, un sliktāka degvielas iztvaikošanas spēja, jo treknākam jābūt degmaisījumam.

Brīvgaitas režīmā kloķvārpstas griešanās frekvence vēl nav liela un arī temperatūra nav augsta. Degvielas izsmidzināšanās un iztvaikošana ir slikta, turklāt darbmaisījumā ir daudz atliku gāzu, un darbmaisījums slikti sadeg. Tādēļ brīvgaitā jānodrošina trekns degmaisījums ($\alpha = 0,5 - 0,8$). To panāk ar brīvgaitas sistēmas palīdzību.

Vidējas slodzes režīmā gaisa plūsmas ātrums palielinās, jo droseļvārsts ir pavērts. Darba temperatūra motorā paaugstinās. Atliku gāzu procentuālais daudzums samazinās, līdz ar to sadegšanas apstākļi uzlabojas. Šajā režīmā tiek sagatavots ekonomisks degmaisījums – liess ($\alpha = 1,15$).

Pilnas slodzes režīmā – kad motoram jāattīsta maksimālā jauda, jāsagatavo trekns degmaisījums ($\alpha = 0,9$). Šeit degmaisījums sadeg ar vislielāko ātrumu.

Paātrināšanās režīmā, kad palielina motora kloķvārpstas griešanās frekvenci, degmaisījumam jābūt treknam, lai būtu labs dinamiskums un palielinātos kloķvārpstas griešanās frekvence strauji atverot droseļvārstu.

7.1.3.8. Karburatoru konstrukciju iedalījums.

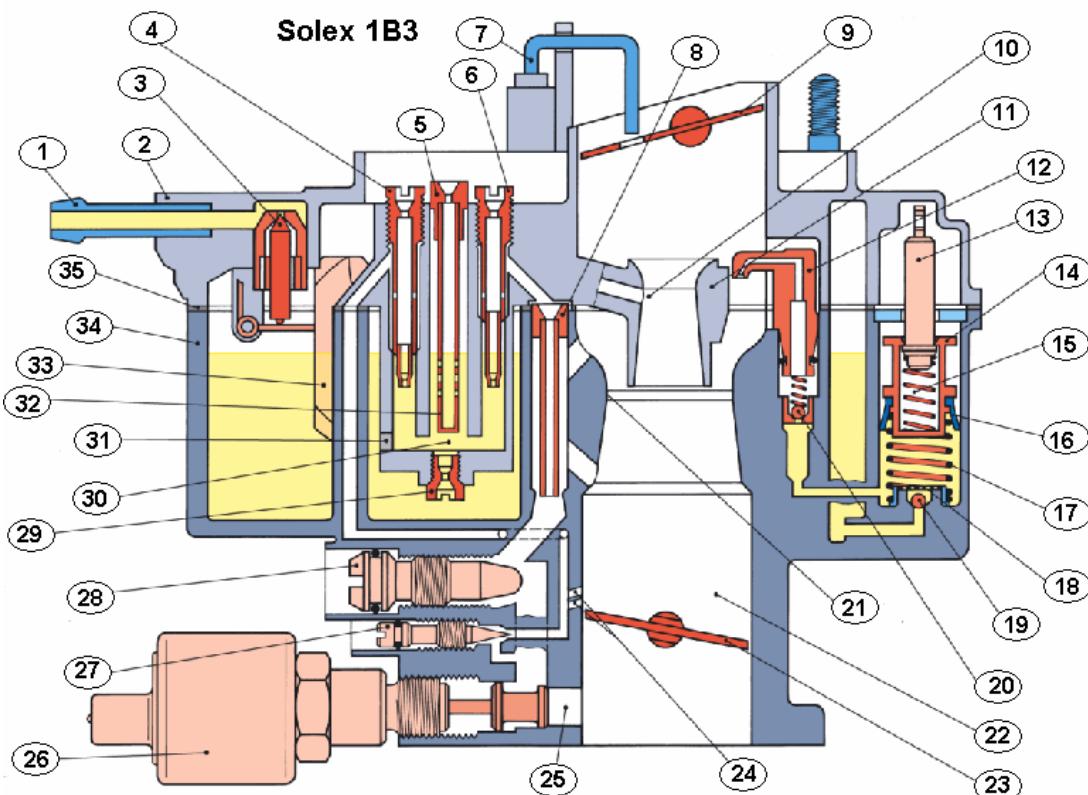
Pēc degmaisījuma plūšanas virziena iedala karburatorus ar augšupplūstošu, lejupplūstošu un horizontāli plūstošu degmaisījumu.

Pēc samaisīšanās kameru skaita izšķir vienkameru un daudzkameru karburatorus. Parasti daudzkameru karburatoriem ir viena pludiņķamera un vairākas samaisīšanās kameras ar droseļvārstiem.

Pēc darbības rakstura daudzkameru karburatorus var iedalīt karburatoros ar droseļvārstu paralēlo atvēršanos un secīgo atvēršanos.

Vienkameras karburatoram bieži vien var būt nepietiekoša degmaisījuma caurlaide. Palielināt tās diametru nevar, jo pasliktināsies degmaisījuma sagatavošanas kvalitāte. Līdz ar to lielākas jaudas motoros izmanto daudzkameru karburatorus, kuri nodrošina labu pildījumu. Parasti izmanto paralēlas darbības divkameru karburatorus, kur abas kameras darbojas vienlaicīgi. Karburatoram, kur droseļvārstus atver pakāpeniski, ir izveidota primārā un sekundārā samaisīšanās kamera. Brīvgaitas, mazas un vidējas

slodzes režīmā, sakarā ar caurplūstošā gaisa mazāku caurplūdi, darbojas tikai primārā kamera, bet sekundārās kameras droseļvārsts ir aizvērts. Primārā samaisīšanās kamera ir apgādāta ar motora iedarbināšanas, brīvgaitas, galvenās dozētājsistēmas un bagātināšanas ierīcēm, kuras sagatavo nepieciešamo degmaisījumu dažādiem motora režīmiem. Motora slodzei pieaugot, tiek atvērts sekundārās kameras droseļvārsts, un degmaisījumu sagatavo arī otra kamera. Tādējādi tiek uzlabota degmaisījuma sagatavošana pie maksimālas slodzes un tiek iegūta maksimāla jauda.



7.12. att. Karburatora Solex uzbūves shēma: 1 – degvielas ieplūde; 2 – karburatora vāks; 3 – adatvārsts; 4 – brīvgaitas gaisa žikleris; 5 – kompensācijas akas gaisa žikleris; 6 – papildus gaisa žikleris; 7 – gaisa balansēšanas caurulīte; 8 – papildus maisījuma caurulīte; 9 – gaisa vārsts; 10 – ieplūde galvenā difuzorā; 11 – difuzors; 12 – iesmidzināšanas caurulīte; 13 – paātrinātājsūkņa virzuļa kāts; 14 – sūkņa virzulis; 15 – sūkņa atspere; 16 – sūkņa manšete; 17 – atspiedējatspere; 18 – sietiņš; 19 – iesūkšanas vārsts; 20 – spiedvārsts (pretvārsts); 21 – lielais difuzors; 22 – samaisīšanās kamera; 23 – drosele; 24 – pārejas sistēmas urbumi; 25 – ieplūdes kanāls brīvgaitas degvielas padevei; 26 – elektromagnētiskais vārsts; 27 – kvalitātes regulēšanas skrūve; 28 – kvantitātes regulēšanas skrūve; 29 – galvenais žikleris; 30 – kompensācijas akas apakšējā daļa; 31 – aizpresēts urbums; 32 – emulsijas caurulīte; 33 – pludiņš; 34 – pludiņkameras korpuiss; 35 – vāka blīve.

8. Gāzmotoru barošanas sistēma

Motoros par degvielu izmanto deggāzi. Tās var būt gāzes, kas iegūtas naftas pārstrādes procesā – sašķidrinātās gāzes, propāns, butāns u.c. Dabasgāze – saspiestā gāze, kuras pamatsastāvā ir 95 – 99 % metāns. Gāzes tiek glabātas speciālos balonos stipri saspiestā vai sašķidrinātā veidā. Gāzu un gaisa maisījuma siltumspēja ir mazāka nekā benzīna un gaisa siltumspēja. Sakarā ar to, pielietojot sašķidrināto gāzi – propānu butānu, motora jauda samazinās par 5 – 10 %, bet pielietojot saspieso gāzi (metānu) – par 15 – 20 %. Samazināšanos var novērst tikai ar kompresijas pakāpes palielināšanu, izmainot degkameras augstumu.

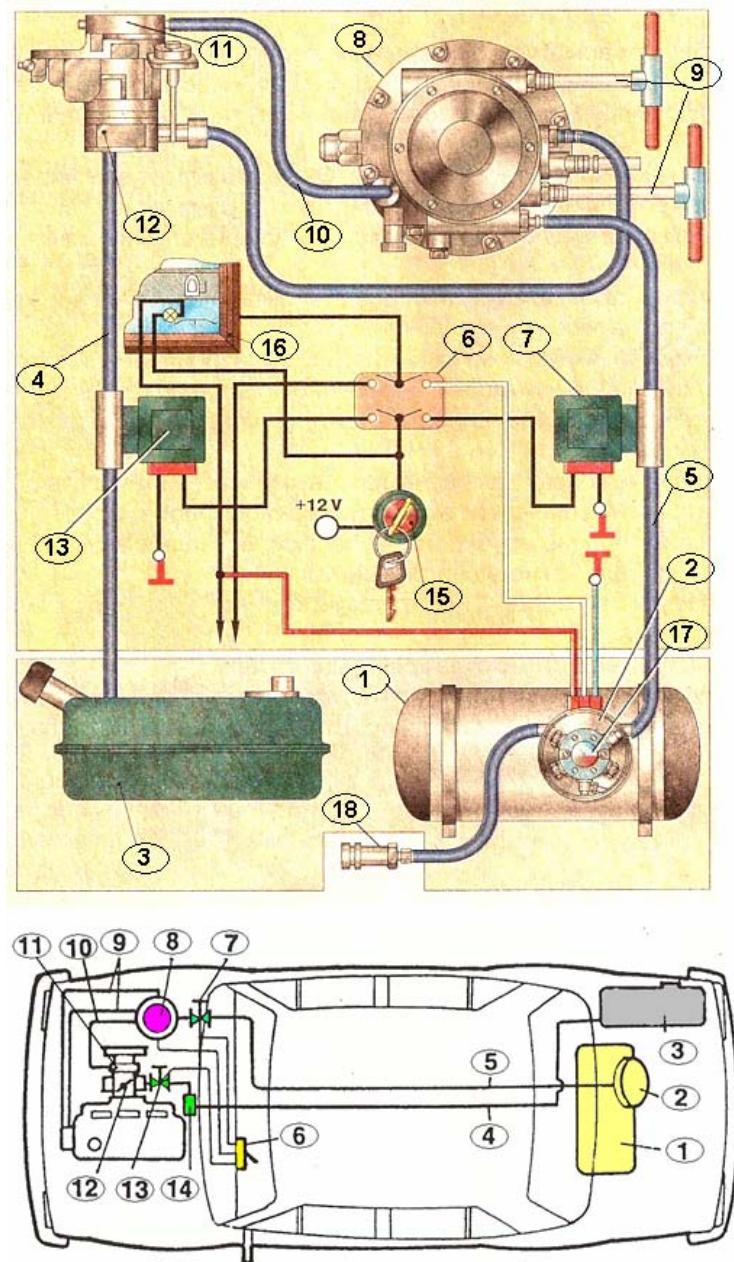
Gāzes un gaisa maisījums sadeg pilnīgāk nekā benzīna un gaisa maisījums, līdz ar to atgāzēs ir mazāk toksisko vielu. Gāzei ir labāka detonācijas noturība. Samazinās piededžu veidošanās un ilgāk saglabājās eļļas kvalitātes īpašības.

Pie trūkumiem var minēt – apgrūtinātu motora iedarbināšanu. Motora iedarbināšanai, parasti, jāizmanto gaisa un benzīna maisījums. Bez tam automobiļiem, kas aprīkoti ar gāzes barošanas sistēmu, ir lielāka masa, sakarā ar papildus sastāvdaļu uzstādīšanu (gāzes balonu un armatūra). Svarīgi ir rēķināties ar gāzes sprādzienbīstamību, jo sašķidrinātā gāze ir smagāka 1,5 – 2 reizes par gaisu un tā nosēžas telpas apakšējās daļās (bedrēs), toties saspiesētā gāze 1,6 reizes vieglāka par gaisu, un pie izplūdes paceļas augšpusē un neveido sprādzienbīstamu maisījumu. Zemākā robeža, pie kuras uzliesmo saspiesētā gāze maisījumā ar gaisu, ir 5 % no tilpuma, tajā pašā laikā propānam tas ir 2,4 %, butānam – 1,8 %. Tas izsaka to, ka, lai saspiesētā gāze izraisītu sprādzienu, tai jāsakoncentrējas 2,5 reizes vairāk nekā sašķidrinātai gāzei.

Gāzes iekārtas komplektā ietilpst reduktors (iztvaicētājs) 8 (sk. 8.1. att.), elektromagnētiskie vārsti gāzes un benzīna atslēgšanai, kas atšķiras pēc konstruktīvās uzbūves. Gāzes elektromagnētiskais vārsts ir izveidots kopā ar

filtru. Trīspozīciju vārsts *gāze* – 0 – benzīns pārslēdz degvielas veidu. „0” pozīcijā elektromagnētisko vārstu tinumi ir atslēgti no strāvas.

8.1. Gāzmotora darbība ar sašķidrināto gāzi



8.1. Automobiļa gāzmotora barošanas sistēma: 1 – gāzes balons; 2 – armatūra; 3 – degvielas tvertnes; 4 – benzīna cauruļvads; 5 – gāzes cauruļvads; 6 – degvielas pārslēdzējslēdzis; 7 – gāzes noslēdzējvārsti; 8 – gāzes reduktors (iztvaicētājs); 9 – dzeses šķidruma cauruļvads; 10 – gāzes pievads karburatoram; 11 – gāzjaucis; 12 – karburators; 13 – benzīna elektromagnētiskais vārsts; 14 – benzīna sūknis; 15 – aizdedzes slēdzis; 16 – degvielas līmeņa rādītājs; 17 – vāks; 18 – gāzes uzpildes uzgalis.

Gāzes balonā gāzes maksimālais spiediens ir 1,6 MPa, minimālais pie kura darbojas motors – 0,2 MPa. Pēc drošības noteikumiem balonu nedrīkst piepildīt vairāk par 80 %. Armatūras blokā ir gāzes daudzuma distances rādītājs, kas nodod informāciju uz benzīna līmeņa rādītāju kombinācijā ar citiem rādītājiem.

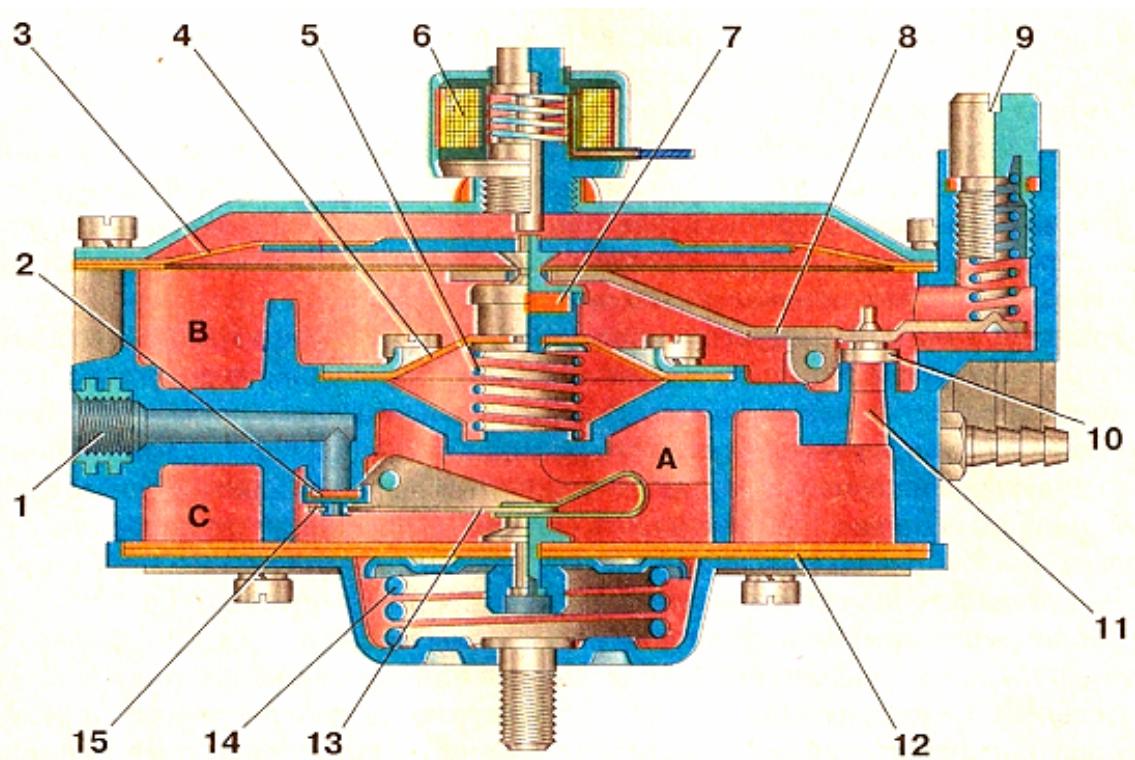
Armatūras blokā uzstādīts uzpildes – patēriņšanas, kontroles – aizsardzības armatūras bloks. Uzpildei ir uzgalis ar ventili patēriņšanai, kā arī gāzes sašķidrinātās daļas līmeņa rādītājs un līmeņa ierobežotājs. Uzpildes uzgalī ir ievietots pretvārsts, kurš novērš gāzes izplūdi.

Reduktors iztvaicētājs pārvērš sašķidrināto gāzes daļu gāzveida stāvoklī un samazina gāzes spiedienu atkarībā no motora darba režīma. Brīvgaitā un mazā slodzē spiediens ir 50 – 100 Pa lielāks par atmosfēras spiedienu un pilnas slodzes režīmā 200 – 300 Pa lielāks par atmosfēras spiedienu. Gāzes padeve atkarībā no motora apgriezieniem un slodzes mainās automātiski ar reduktora palīdzību, tālāk gāze tiek padota uz gāzjauci, kas atrodas virs karburatora, un šeit gāze sajaucas ar gaisu noteiktās attiecībās.

Elektromagnētiskie vārsti kalpo gāzes vai benzīna padeves pārtraukšanai pie izslēgtas aizdedzes un gāzes maģistrāles atslēgšanai avārijas situācijā. Benzīna elektromagnētiskais vārsts atjauno benzīna padevi, ja beigusies gāze, kā arī, iedarbinot aukstu motoru, pie temperatūras zem 0° C.

Spiediena reduktors – iztvaicētājs ir automātisks divpakāpju diafragmas tipa spiediena regulators. Tā korpusā ir izveidots iztvaicētājs.

Caur ieplūdes kanālu 1 (sk. 8.2. att..) un vārstu 15 sašķidrinātā gāze ieplūst telpā A, kur spiediens samazinās līdz 0,05 – 0,07 MPa. Gāzes spiediena iespaidā izliecas diafragma 12, pagriežot sviru 13, un vārsts 15 piespiežas ligzdai 2. Izlietojot pirmās pakāpes telpas A gāzi, spiediens samazinās zem 0,05 MPa, atspere 14 atgriež diafragmu izejas pozīcijā, vārsts 15 atveras un gāze no jauna ieplūst primārās pakāpes telpā A. Telpa C ir gredzenveida: ūdens siltummainis – gāze iztvaicētājs. Otrās pakāpes telpā B un gāzjaucī gāze nokļūst pa kanālu 11 caur vārstu 10.



8.2. att. Reduktors – iztvaicētājs „Lorato”: A – pirmās pakāpes telpa; B – otrās pakāpes telpa; C – siltummaiņas telpa; 1 – ieplūdes kanāls; 2 – ieplūdes vārsta ligzda; 3 – otrās pakāpes diafragma; 4 – atslodzes ierīces diafragma; 5, 14 – atsperes; 6 – elektromagnētiskā ierīce; 7 – patstāvīgais magnēts; 8, 13 – sviras; 9 – otrās pakāpes regulēšanas skrūve; 10 – otrās pakāpes vārsts; 11 – kanāls; 12 – pirmās pakāpes diafragma; 15 – pirmās pakāpes vārsts.

Gāzjaucī esošā diafragma retinājuma iespaidā izliecas uz reduktora centru, līdz ar to pārvietojot sviru 8. Vārsts 10 atveras un regulē gāzes padevi otrā pakāpē. Ja retinājums gāzjaucī un attiecīgi arī otrās pakāpes telpā B palielinās, diafragma 3, izliecoties uz leju, dod iespēju lielākam gāzes daudzumam ieplūst caur vārstu 10 otrajā pakāpē, un otrādi, kad retinājums samazinās, diafragma pacelās uz augšu, pārvieto sviru 8 un vārsts 10 ierobežo gāzes plūsmu.

Kad motors nestrādā, atspere 5 iedarbojoties uz sviru 8 nodrošina pilnīgu vārsta 10 hermētiskumu.

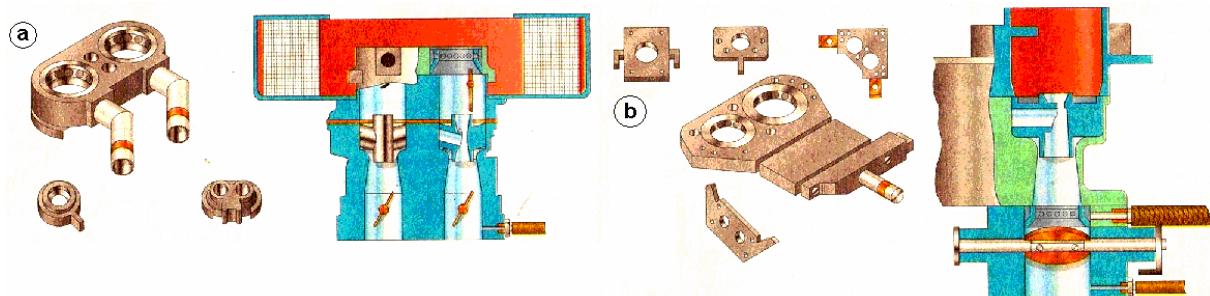
Iedarbinot motoru savu darbību sāk atslodzes ierīce, kas atšķiras no līdzīgām ierīcēm ar magnētu. Diafragma 4, kas tiek vadīta no ieplūdes cauruļvada retinājuma, jeb arī karburatora retinājuma aiz droseles, saspiež atsperi 5 līdz atbalstam. Uz diafragmas nostiprināts patstāvīgs magnēts 7, kas

pievelk sviru 8, kura nodrošina vārsta 10 atvēršanos. Šāda atslodzes ierīce uzlabo motora iedarbināšanu jebkuros klimatiskos apstākļos. Vārstu 10 pirms iedarbināšanas var savlaicīgi ar elektromagnētiskās ierīces palīdzību atvērt, bet to izmanto tikai gadījumos, kad elektriskās jeb mehāniskās ierīces nenodrošina motora iedarbināšanu.

Ar skrūvi 9 regulē spiedienu uz sviras 8 īso plecu. Ar šo skrūvi ieregulē brīvgaitas apgriezienus, darbojoties ar gāzi.

8.2. Gāzes iekārtas ar saspiestu gāzi

Gāzjaučus var uzstādīt virs karburatora (sk. 8.3. att. a) un karburatora vidū (sk. 8.3. att. b).

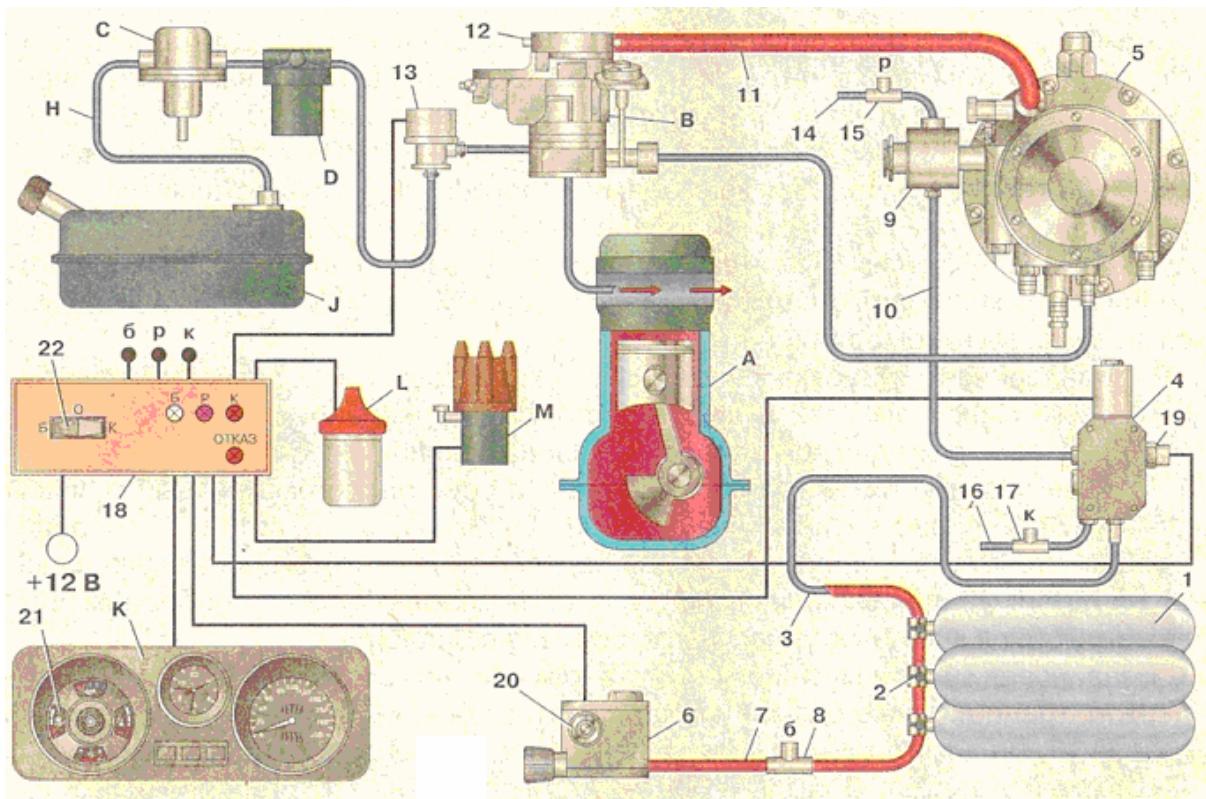


8.3. att. Gāzjauču konstrukcijas un novietojums: a – novietojums virs karburatora; b – novietojums karburatora vidū.

Gāzmotora iekārtās, kas darbojas ar saspiesto gāzi (metānu), balonu spiediens ir 20 MPa un spiedienu kontrolē ar augstspiediena manometru.

Uz vieglā automobiļa var uzstādīt 1 līdz 3 balonus. 8.4. attēlā ir attēlota shēma ar trīs augstspiediena baloniem. Katrs balons ir izgatavots no metāliska korpusa, kas pārklāts ar stiklšķiedras armētu slāni. Tas palielina izturību un samazina tā svaru. Balonu iekšpuse ir pārklāta ar pretkorozijas vielu. Balonus nostiprina, lai tiem nebūtu iespējas pārvietoties automobiļa kustības laikā. Gāzes rezerve balonos ir pietiekama 250 km noskrējienam. Katram balonam ir siks ventilis 2, kuram ir ātrdarbīgs vārststs un drošības membrāna (pēc temperatūras). Tas pasargā pret balona iespējamo plīsumu. Ventilim ir drenāžas kanāli, pa kuriem gāze tiek izvadīta ārus automobiļa, ja gāze noplūst caur elastīgām

drenāžas gofrētām caurulēm 7. Cauruļvadā ir iemontēts devējs 8, kas signalizē par gāzes noplūdi.



8.4. att. Saspiestas gāzes iekārtas shēma: 1 – balons; 2 – balona ventilis; 3, 10 – augstspiediena cauruļvadi; 4 – gāzes elektromagnētiskais vārstītājs; 5 – divpakāpju reduktors sildītājs (zemspiediena); 6 – uzpildes ierīce; 7 – gofrēta caurule; 8, 15, 17 – gāzes noplūdes devēji; 9 – augstspiediena reduktors; 11 – zemspiediena cauruļvads; 12 – gāzjaucis; 13 – benzīna – elektromagnētiskais vārstītājs; 14 – augstspiediena reduktora atvadcaurule (noplūdes); 16 – drenāžas caurule gāzes elektromagnētiskam vārstam; 18 – elektronierīce; 19 – gāzes spiediena devējs; 20 – motora iedarbināšanas bloķēšanas devējs; 21 – degvielas tvertnē atrodošā degvielas daudzuma un balona gāzes spiediena (daudzuma) rādītājs; 22 – trīspozīciju pārslēdzējs „benzīns – 0 – gāze”; 23 – vakuumcaurulīte; A – motors; B – karburators; C – benzīna sūknis; D – filtrs; H – benzīna cauruļvads; J – benzīna tvertne; K – automobiļa kontrolmēraparātu panelis; L – indukcijas spole; M – aizdedzes devējs; N – degvielas līmeņa rādītājs.

Balonus uzpilda vienlaicīgi caur uzpildes ierīci 6, kurā arī ir drenāžas kanāli, lai atvadītu gāzi noplūdes gadījumā. Uzpildes ierīces korpusā ir ievietots filtrs, kas iztur 20 MPa spiedienu, uzpildes ventilis un motora iedarbināšanas

bloķēšanas devējs 20, gadījumam, ja uzpildes kompresorstacijas cauruļvads nav atvienots no automobiļa gāzes uzpildes ierīces.

Baloni savienoti ar augstspiediena cauruļvadiem 3, kas pāriet gāzes maģistrālē. Cauruļvadi ir ar 2 mm biezu sieniņu no nerūsējošā tērauda, kas paredzēti 20 MPa lielam spiedienam. Divpakāpju reduktors – sildītājs ir līdzīgs sašķidrinātās gāzes reduktoram, bet papildus šeit ir augstspiediena reduktors 9, kas izgatavots no vara. Augstspiediena reduktors pazemina spiedienu no 20 līdz 0,5 – 1,2 MPa. Apsilda augstspiediena reduktoru no zemspiediena reduktora. Augstspiediena reduktora uzgalis apgādāts ar filtru, bet uz korpusa ir devējs 15, kas fiksē gāzes noplūdi un ar uzgaļa palīdzību gāze no noplūdes cauruļvada tiek izvadīta ārpus automobiļa. Gāzes iekārtā ir cauruļvads 11 un gāzes jaucējs 12, kas novietots virs karburatora. Gāzes iekārtā ir gāzes elektromagnētiskais vārstīšanas devējs 4, kas aprēķināts uz 29 MPa, filtrs, devējs 17, kas nosaka gāzes noplūdi ar uzgali, lai pieslēgtos elastīgai noplūdes caurulei 16, gāzes spiediena (daudzuma) devējs 19; kas parāda, cik gāzes palicis balonos.

Benzīna barošanas sistēma ir tradicionālā: karburators, elektromagnētiskais benzīna vārstīšanas devējs 13, filtrs *D*, benzīna sūknis *C*, benzīna vads *H* un benzīna tvertne *J*. Benzīna līmeni tvertnē uzrāda rādītājs 21.

Šajā gāzbalona iekārtā ir elektroniskā ierīce 18, kura sevī ieslēdz aizdedzes momenta korekciju. Momentāni iespējams pāriet no darba ar benzīnu uz darbu ar gāzi un pielāgoties motora kloķvārpstas frekvencei. Pie zemas griešanās frekvences, motoram strādājot ar gāzi, elektriskā ierīce palielina aizdedzes apsteidzes leņķi, bet pie lielas griešanās frekvences – samazina.

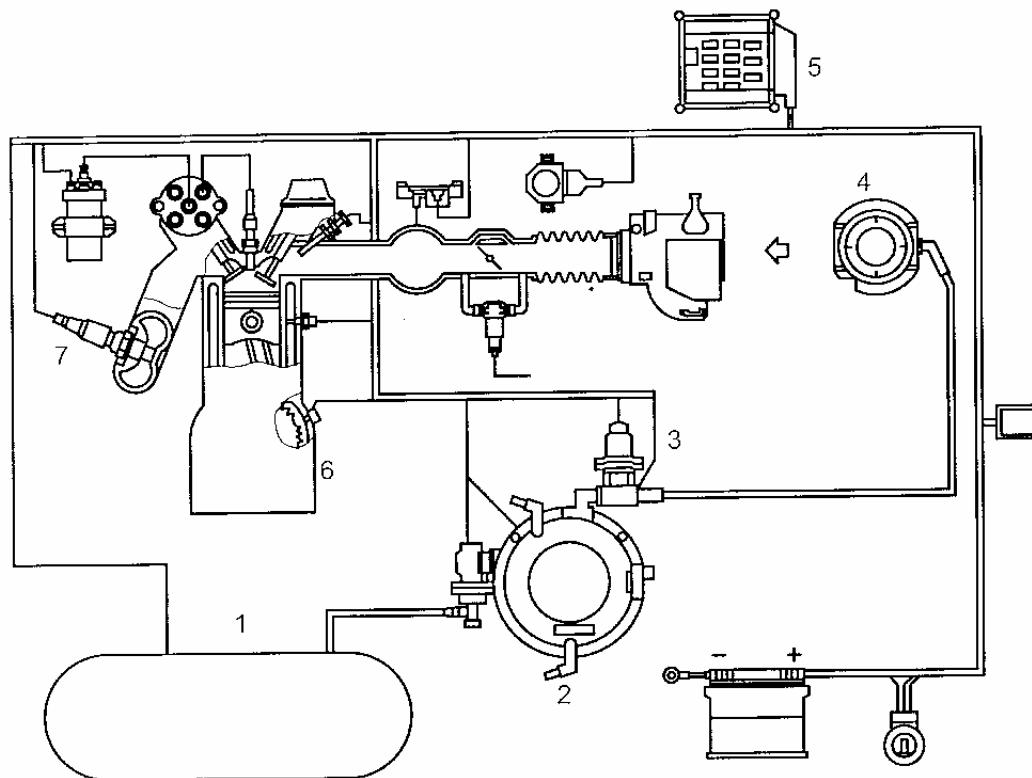
Automātiskā elektroniskā ierīce apstrādā no devējiem saņemto informāciju un nodrošina:

- skaņas un gaismas signalizāciju autovadītāja salonā par gāzes noplūdi, un parāda tieši tās noplūdes vietu (bagāžas nodalījumā, augstspiediena reduktorā vai elektromagnētiskā gāzes vārstā);

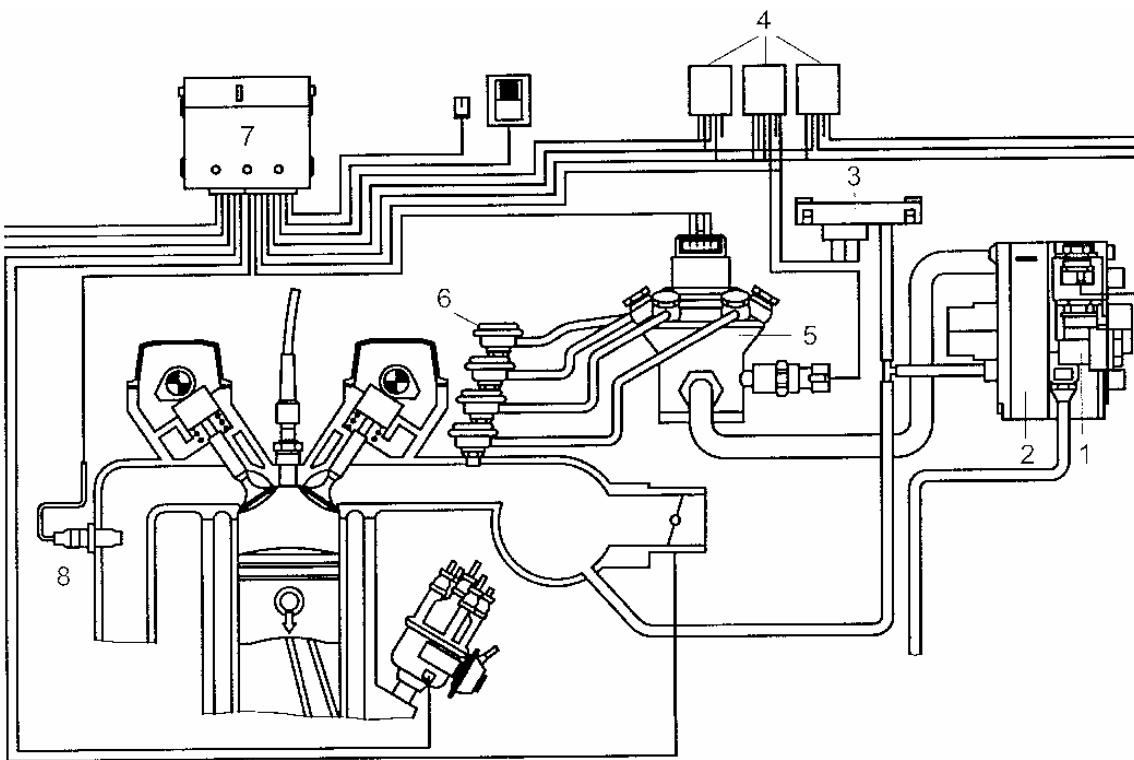
- saskaņot gāzes spiediena devēja un benzīnrādītāja rādījumus uz automobiļa kontrolmērinstrumentu paneļa;
- elektromagnētiskā gaisa vārsta izslēgšanos pie motora izslēgšanas;
- motora bloķēšanu, ja nav atvienota uzpildes ierīce;
- pārslēgšanos uz citu degvielu.

Saspieštās gāzes iekārtā gāze no balona 1 caur ventili 2 nokļūst maģistrālā cauruļvadā 3, pa kuru noplūst uz elektromagnētisko vārstu 4, kurā ir arī filtrs. Filtrā gāze attīrās no mehāniskiem piemaisījumiem un uzsildīta ieplūst augstspiediena reduktorā 9. Šeit spiediens samazinās līdz 0,5 – 1,2 MPa. Turpmākā sistēmas darbība ir līdzīga sašķidrinātās gāzes sistēmas darbībai.

Mūsdienu iesmidzināšanas sistēmas arī var tikt aprīkotas ar gāzes barošanas iekārtām (sk. 8.5. att.)



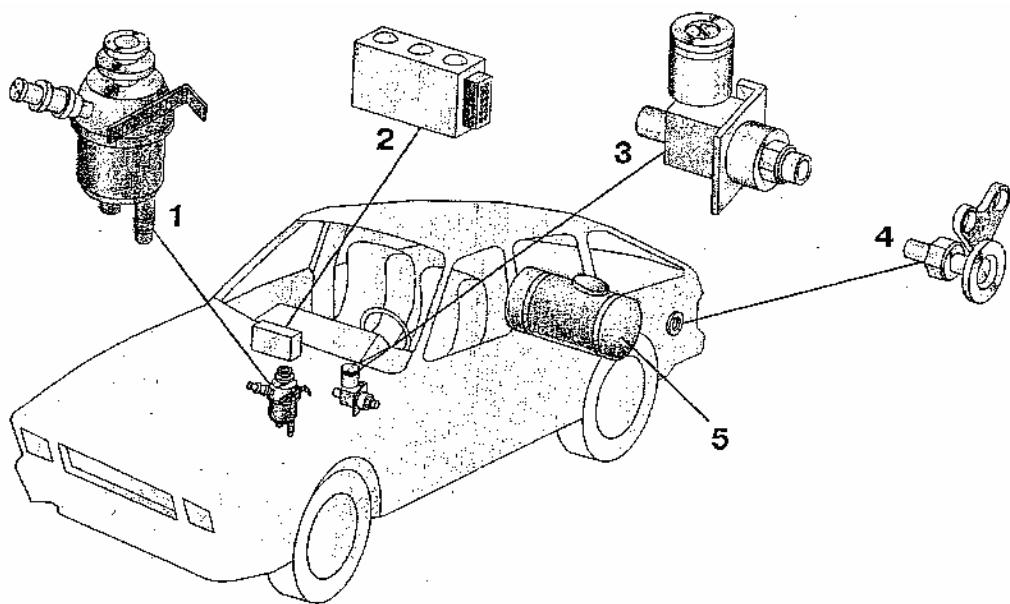
8.5. att. Gāziekārta ar elektronisko iesmidzināšanas sistēmu aprīkotam motoram: 1- gāzes balons; 2 – reduktors; 3 – dozators; 4 – maisītājs; 5 – elektroniskais vadības bloks (EVB); 6 – kloķvārpstas apgriezienu devējs; 7 – lambda zonde.



8.6. Daudzsprauslu gāzes iekārta: 1 – gāzes vārsts; 2 – reduktors; 3 – retinājuma devējs; 4 – releji; 5 – gāzes sadalītājs; 6 – sprauslas; 7 – mikroprocesors; 8 – lambda zonde.

Automobiļa dinamiskās īpašības uzlabojas, bet degvielas patēriņš un toksiskums samazinās. Iesmidzināšanas sistēma, kas aprīkota ar gāzes iekārtu, atšķiras no karburatoriekārtām ar to, ka degviela caur jaucēju netiek iesūkta motorā no reduktora, bet ieplūst zem spiediena ieplūdes cauruļvadā (kolektorā) ar centrālo iesmidzināšanas sprauslu. Sprausla ir ātrdarbojošs elektromagnētisks vārsts, kas tieši dozē degvielas padevi katrā cilindrā ieplūdes taktā. Gāze tiek ievadīta kopā ar gaisu. Sprauslu vada elektroniskais vadības bloks atkarībā no motora noslodzes un kloķvārpstas griešanās frekvences.

No vienpakāpes diferenciāla reduktora gāze plūst uz sprauslu. Automobiļa salonā izveidots vadības bloks, lai atvieglotu degvielas iesmidzināšanas ieregulēšanu atbilstoši izstrādātai sistēmai.

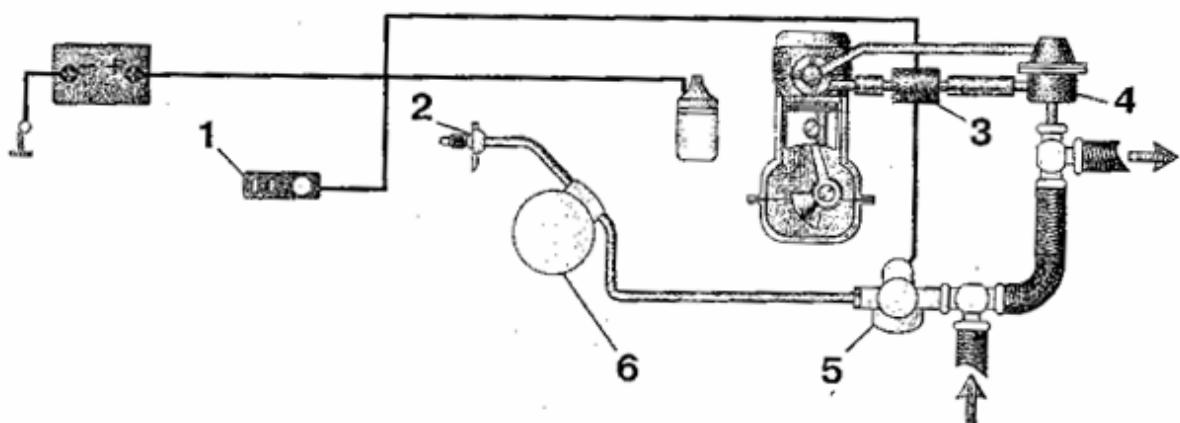


8.7. att. Iesmidzināšanas sistēmas gāzes iekārtas izvietojums automobilī:

1 – vienpakāpes zemspiediena reduktors; 2 – elektroniskais vadības bloks;
3 – elektromagnētiskais gāzes vārstī ar filtru; 4 – uzpildes ierīce; 5 – balons ar
armatūru.

Galvenie gāzbalonu sistēmas elementi iesmidzināšanas sistēmā ir:

- vienpakāpes zemspiediena reduktors;
- elektromagnētiskā gāzes centrālā iesmidzināšanas sprausla;
- pārējās ierīces – balons, vārstī, armatūra ir līdzīga kā
karburatormotoru gāzes iekārtās.



8.8. att. Iesmidzināšanas sistēmas gāzes iekārtas darbības princips:

1 – elektroniskais vadības bloks; 2 – uzpildes ierīce; 3 – elektromagnētiskā sprausla;
4 – vienpakāpes zemspiediena reduktors; 5 – elektromagnētiskais gāzes vārstī ar filtru;
6 – balons ar armatūru.

Gāze no balona 6 (sk. 8.8. att.) plūst uz maģistrālo cauruļvadu un tālāk ieplūst elektromagnētiskā vārsta filtrā 5. Tad gāze caur sildītāju, kas tiek apsildīts no dzeses sistēmas, plūst uz diferenciālo vienpakāpes gāzes reduktoru 4. Reduktora ir vakuumā vadības telpa, kas savienota ar ieplūdes kolektoru. Reduktors ar gumijas cauruli savienots ar elektromagnētisko sprauslu 3, ko vada elektroniskais vadības bloks 1. Bloks nodrošina pāreju no vienas degvielas uz citu, automātiski koriģē gāzes padevi motora kolektorā un veic dzesēšanu. Pielietojot šo sistēmu, kaitīgo izmešu daudzums gāzēs ir: CO – 0,15 %, CH – 180 ppm.

9. Neutralizatori – katalizatori

9.1. Izplūdes gāzu kaitīgo sastāvdaļu veidošanās procesi dažādos motora darbības režīmos

Viena kilograma benzīna sadedzināšanai teorētiski jāpatērē 15 kg gaisa. Šajā sadegšanas procesā veidojas CO₂, slāpekļa un ūdens tvaiki. Praktiski nav iespējams panākt ideālu degmaisījuma sastāvu, un līdz ar to degmaisījums sadeg nepilnīgi un veidojas CO₂, CO, C_nH_m, NO_x, O₂, SO₂ u.c. Pie liela mitruma un augstās temperatūrās veidojas sērskābe un slāpekļskābe. CO veidojas, kā nepilnīgas sadegšanas produkts skābekļa nepietiekamības rezultātā. Tā daudzumu visvairāk ietekmē degmaisījuma sastāvs un degvielas dozētājsistēmas tehniskais stāvoklis un regulējums. CO veidojas, ja motors darbojas ar treknu degmaisījumu. CO veidošanās procentuālais daudzums ir atkarīgs no gaisa pāruma koeficienta. Optimālais procentuālais daudzums atgāzēs Otto motoros ir 1,2 – 1,4 %, dīzeļmotoros – 0,2 – 0,3 %.

Slāpekļa oksīdu NO_x rašanos veicina degmaisījuma augstā sadegšanas temperatūra slāpekļa un skābekļa klātbūtnē (kā gaisa sastāvdaļas). Lielākais NO_x daudzums izdalās automobiļa paātrinājuma režīmos. Lielāko daļu no slāpekļa savienojumiem sastāda slāpekļa oksīds NO, kas pārvēršas par slāpekļa dioksīdu NO₂. Motoram darbojoties ar gaisa pāruma koeficientu, kas tuvu 1, NO_x koncentrācija atgāzēs ir vislielākā. Optimālais NO daudzums veidojas liesa degmaisījuma zonā, kad gaisa pāruma koeficients ir no 1,1 – 1,2. No izplūdes cauruļvada izplūstošais slāpekļa oksīds NO gaisā ātri oksidējas un pārvēršas par indīgu vielu – slāpekļa dioksīdu NO₂. Šī viela ļoti kaitīgi iedarbojas uz cilvēka elpošanas orgāniem, bet saistībā ar ūdeni veido slāpekļskābi, kas iznīcina visu dzīvo.

Nesadegušo oglūdeņražu C_nH_m rašanās avots ir pilnīgi vai daļēji nesadegušais degmaisījums. Kā iemesls tam var būt aizdedzes sistēmas darbības traucējumi, pārlieku liess vai trekns degmaisījums, vāja degmaisījuma

sajaukšanās un izsmidzināšana (zema darba temperatūra vai nekvalitatīva degviela). Pie nepilnīgas motora noslodzes, degšanas procesa efektivitāte samazinās, un ir palielināts oglūdeņraža sastāvs atgāzēs. Degkameras un izplūdes cauruļvada forma būtiski ietekmē C_nH_m veidošanos. Mazākais C_nH_m sastāvs ir pie gaisa pāruma koeficienta $\alpha = 1,1 - 1,2$.

Oglekļa dioksīds CO_2 nav toksisks, tomēr lielās koncentrācijās tas var veicināt metāla koroziju. Nepastāv neviens motora darbības režīms, kur visu kaitīgo vielu daudzums būtu minimāls. No ekoloģiskā viedokļa vislabāk pielietot nedaudz noliesinātu degmaisījumu, kurā ir neliels CH daudzums.

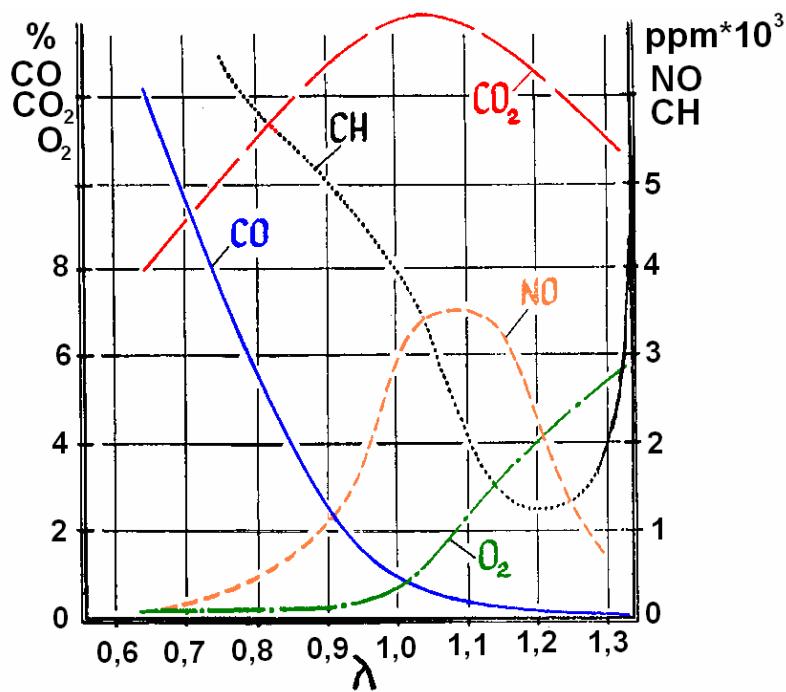
Automobiļa izplūdes gāzu sastāvs atkarīgs no motora regulējuma (sk. 9.1. tab.).

9.1. tabula.

Motora regulējuma ietekme uz izplūdes gāzu sastāvu

Atgāzu sastāvdaļa	Atgāzu koncentrācija (%)			
CO	1,5 ... 10	0,2 ... 1,5	0,02 ... 0,05	1,0 (0,3*)
NO_x	0 ... 0,15	0,2 ... 0,35	0,3 ... 0,02	0,25 (0,35*)
C_nH_m	0,6 ... 0,5	0,3 ... 0,15	0,1 ... 0,4	0,35 (0,03*)
Motora raksturojums	Bojāts vai nenoregulēts motors, treknis degmaisījums	Noregulēts motors	Pārlieku liess degmaisījums	Ar skābekļa devēju aprīkots automobilis
* - automobilis aprīkots ar katalizatoru – neutralizatoru				

Gaisa pāruma koeficientu ar elektronisko vadību un lambda zondes palīdzību panāk steheometrisku, t.i. ar benzīna un gaisa attiecību 1: 14,7 – 14,8 ($\alpha = 1$).



9.1. att. Atgāzu sastāvs atkarībā no gaisa pāruma koeficiente

CO mēra tilpuma procentos (*vol %*), bet C_nH_m mēra miljonās daļas (*ppm – parts per million*).

Salīdzinot ar tilpuma procentiem (*vol %*) attiecība ir sekojoša:

- 100 vol % - 1000000 ppm;
- 10 vol % - 100000 ppm;
- 1 vol % - 10000 ppm;
- 0,1 vol % - 1000 ppm;
- 0,01 vol % - 100 ppm.

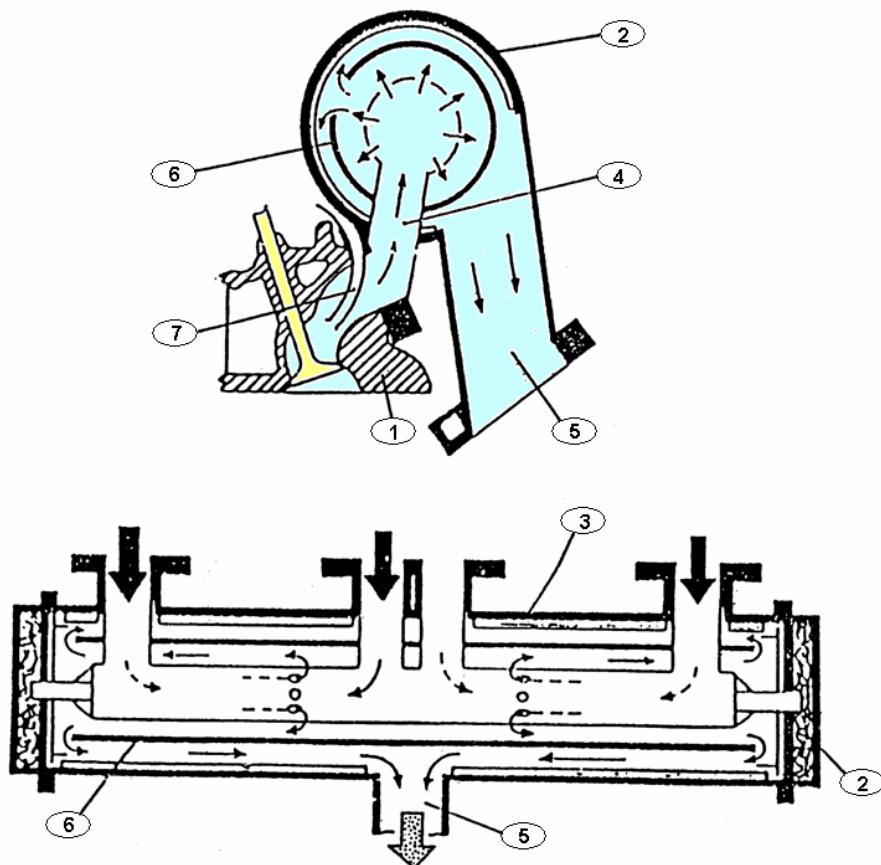
Izplūdes gāzu kaitīgo sastāvdaļu samazināšanas veidi:

- pilnveido motora un izplūdes sistēmas konstrukciju – degvielas tvaiku uztveršana, degkameru konstrukcijas, kartera ventilācijas sistēmas pilnveidošana;
- karburācijas procesa pilnveidošana un degvielas iesmidzināšanas sistēmas ieviešana;
- atgāzu recirkulācijas sistēmas pielietošana;
- ekoloģiski tīrāku degvielu pielietošana (gāzes, biodegvielas).

Atgāzu attīrišanu ļoti būtiski ietekmē to temperatūra. Brīvgaitā temperatūra ir 200 – 400 °C, bet citos režīmos – 400 – 600 °C. Atgāzu kaitīgo komponenšu samazināšanu panāk ar CO un CH oksidēšanu (skābekļa pievienošanu) jeb gāzu sadedzināšanu un NO_x reducēšanu (skābekļa atdalīšanu).

9.2. Termoreaktori

Kaitīgo atgāzu komponentes ir iespējams samazināt termiski un katalītiski. Izmantojot termisko pārveidošanu, atgāzu oksidēšanās tiek veikta termoreaktorā. Termoreaktorā tiem tiek samazināta C_nH_m un CO koncentrācija atgāzēs. C_nH_m oksidēšanai nepieciešams 50 ms un 600 °C temperatūra, CO oksidēšanai – 50 ms un 700 °C temperatūra. Praktiski termoreaktorā notiek atgāzu pilnīga sadedzināšana. Termoreaktors ir paplašināts izplūdes cauruļvads, kas pievienots cilindru galvai (sk. 9.2. att.).



9.2. Termoreaktora konstrukcija: 1 – cilindru galva; 2 – termoreaktora korpuiss; 3 – čuguna korpuuss; 4 – atveres atgāzu pievadišanai; 5 – atvere atgāzu aizvadīšanai; 6 – metāla čaula; 7 – kanāls papildu gaisa pievadišanai.

Termoreaktorā notiek pilnīgāka atgāzu sadedzināšana. CO un C_nH_m pilnīgākai sadedzināšanai pa papildus gaisa kanālu 7 (sk. 9.2. att.) tiek pievadīts gaiss. It sevišķi, tas ir būtiskāk motoram darbojoties ar treknāku degmaisījumu, kad skābekļa ir mazāk. Tā kā CO un C_nH_m sadedzināšanai vajadzīga augsta temperatūra, lai panāktu atgāzu reaktora ātrāku darbības sākumu, pēc auksta motora iedarbināšanas izmanto inerces termoreaktorus.

Termoreaktora darbības pamatā ir metāla čaula, gar kuru plūst atgāzes, bet tam apkārt ir siltumizolējošs čuguna korpušs ar atverēm atgāzu pievadīšanai un aizvadīšanai.

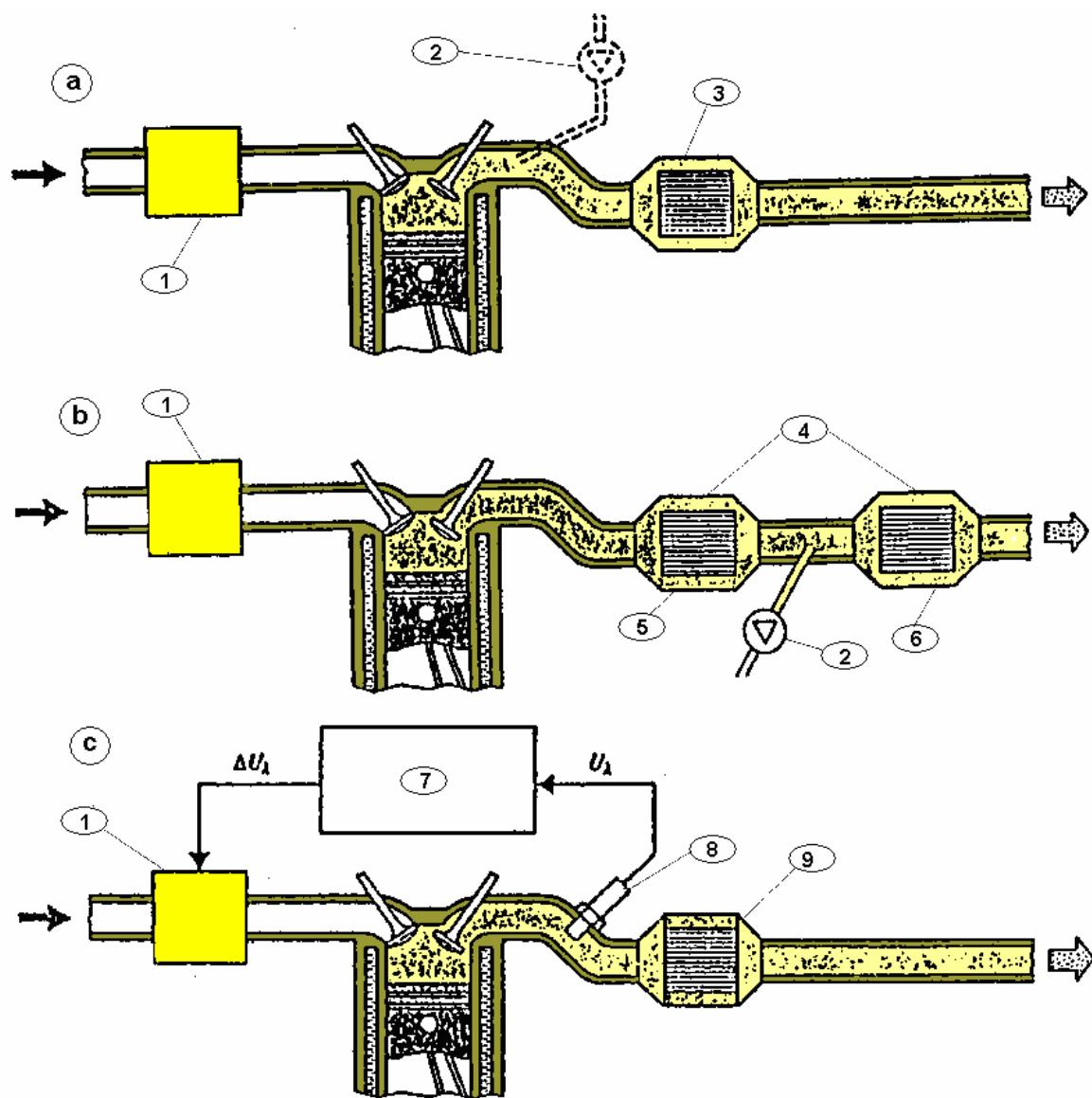
Termoreaktora efektīva darbība ir atkarīga no darba temperatūras, skābekļa daudzuma atgāzēs un tā sajaukšanās intensitātes, un reaktora tilpuma. Darba temperatūru nosaka izplūdes gāzu temperatūra, iespējamie siltuma zudumi reaktorā un sadegušo gāzu daudzums. Darbojoties ar paliesinātu degmaisījumu un pie nelieliem droseļvārsta atvērumiem samazinās CO pārveidošanas efektivitāte. Pie motora darbības ar treknu degmaisījumu, termoreaktors dod iespēju panākt mazāk toksiskas atgāzes nekā darbojoties ar liesu degmaisījumu bez termoreaktora. Darbojoties ar liesu degmaisījumu pie mazām slodzēm, samazinās C_nH_m pārveidošanas efektivitāte.

Termoreaktora pielietojumu ierobežo, papildus 10 – 20 % gaisa pievadīšana ar speciālu sūkni, arī pie nepieciešamās temperatūras režīma nevar panākt pilnīgu atgāzu pārveidošanu, jo svaigais gaiss ar atgāzēm sajaucas neviensmērīgi.

9.3. Katalītiskie atgāzu pārveidotāji

Šajā gadījumā atgāzes tiek neutralizētas atgāzu pārveidotājā. Katalītiskai atgāzu pārveidošanai nepieciešama vismaz 250 °C temperatūra, bet NO_x pārveidošanai – 400 °C temperatūra. Ja katalizatora darba temperatūra ir virs 300 °C, katalizators pārveido pusī (50 %) no atgāzēm. Optimāla katalizatora darba temperatūra ir no 400 -800 °C.

Katalīzes pamatā ir ķīmisko elementu absorbcija uz darba virsmas ar augstu ķīmisko aktivitāti, ķīmiskās reakcijas un reāgentu aizplūšana no atgāzu pārveidotāja. Katalizatora temperatūra nedrīkst pārsniegt 1000 °C, jo virs šīs temperatūras katalizators tiek bojāts.



9.3. Katalītiskie pārveidotāji: a – oksidējošais katalītiskais pārveidotājs; b – divsekciju katalītiskais pārveidotājs; c – trīskomponenšu katalītiskais neutralizators; 1 – degvielas padeve; 2 – papildu gaisa padeve; 3 – oksidējošais CO C_nH_m atgāzu pārveidotājs; 4 – divsekciiju atgāzu katalītiskais pārveidotājs; 5 – NO_x reducējošā daļa; 6 – CO – CH oksidējošā daļa; 7 – elektroniskais vadības bloks (EVB); 8 – skābekļa devējs; 9 – trīskomponenšu CO, C_nH_m un NO_x katalītiskais atgāzu neutralizators.

Sastopami triju veidu katalītiskie pārveidotāji:

- oksidējošie katalītiskie pārveidotāji;
- divsekciju katalītiskie pārveidotāji;
- trīskomponenšu katalītiskie neutralizatori.

Sākotnēji tika izmantoti oksidējošie divu ceļu katalītiskie atgāzu pārveidotāji, kuri samazina tikai CH un CO daudzumu atgāzēs. Atgāzu toksiskuma samazināšanai izmanto papildus gaisa pievadīšanu katalītiskajam neutralizatoram ar speciāla sūkņa palīdzību, vai arī gaisa pievadīšanu izplūdes kolektorā. Šī sistēma nodrošina izplūdes gāzu papildus sadedzināšanu ar speciāla vārsta palīdzību.

Kā katalizatorus parasti izmanto dārgmetālus (platīnu Pt, palādiju Pd u.c.). Cēlmetāli ir noturīgi pret augstām temperatūrām. Palādijam ir lielāka aktivitāte pret CO, bet platīnam pret parafīnoglūdeņražiem. Minimālā darba temperatūra, lai notiku efektīva darbība ir 250 – 300 °C.

Oksidējošie atgāzu pārveidotāji nenodrošina NO_x koncentrācijas samazināšanos. Šo procesu panāk pielietojot atgāzu recirkulāciju.

Divsekciju trīskomponenšu katalītiskie atgāzu pārveidotāji sastāv no NO_x reducējošās daļas un CO, C_nH_m oksidējošās daļas. Reakcijas NO_x samazināšanai reducējot par N_2 tiek izmantoti atgāzēs esošie CO, CH un H_2 . Efektīvai NO_x reducēšanai nepieciešams trekns degmaisījums, kas satur mazāku skābekļa saturu, jo skābekļa klātbūtne veicina oksidēšanu.

Divsekciju katalizatorā NO_x reducēšanai izmanto rūtiju (Ru) un rādiju (Rh). Pirmā sekcija ir izveidota NO_x reducēšanai par N_2 .

Šiem katalizatoriem ir vairāki trūkumi. Izmantojot treknu degmaisījumu, palielinās degvielas patēriņš. Oksidējošā (otrajā sekcijā) daļa no NO_x reducēšanās gala produktiem NH_3 tiek oksidēti atkal par NO_x , līdz ar to šāda veida atgāzu pārveidotājus plaši neizmanto.

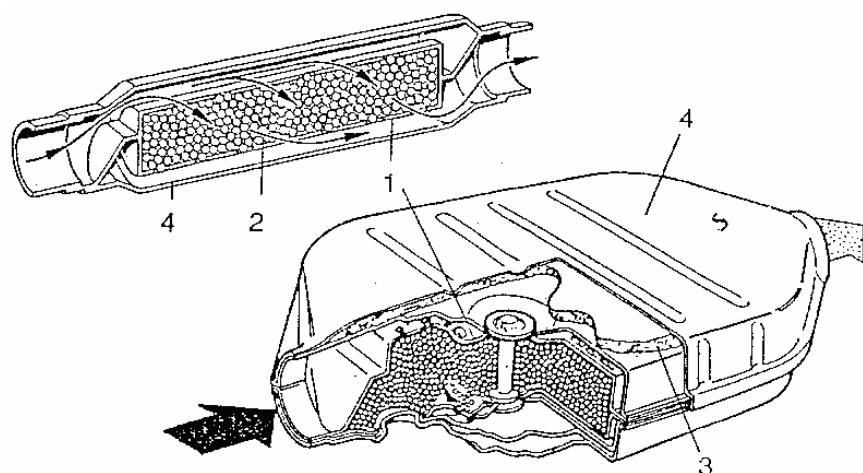
Trīskomponenšu katalītisko neutralizatoru darbības pamatā ir CO un C_nH_m oksidēšana par CO_2 un ūdens tvaikiem (H_2O), un NO_x reducēšana par CO_2 un

N_2 . Ķīmisko procesu ātrākai norisei izmanto katalizatorus. Šeit vienā kamerā pārveido gan CO un CH komponentes, gan arī NO_x komponentes. Lai nodrošinātu šo gāzu vienlaicīgu neutralizēšanu un lai nebūtu jāpievada papildus gaiss, ir nepieciešams noteikts atgāzu sastāvs CO un CH oksidēšanai.

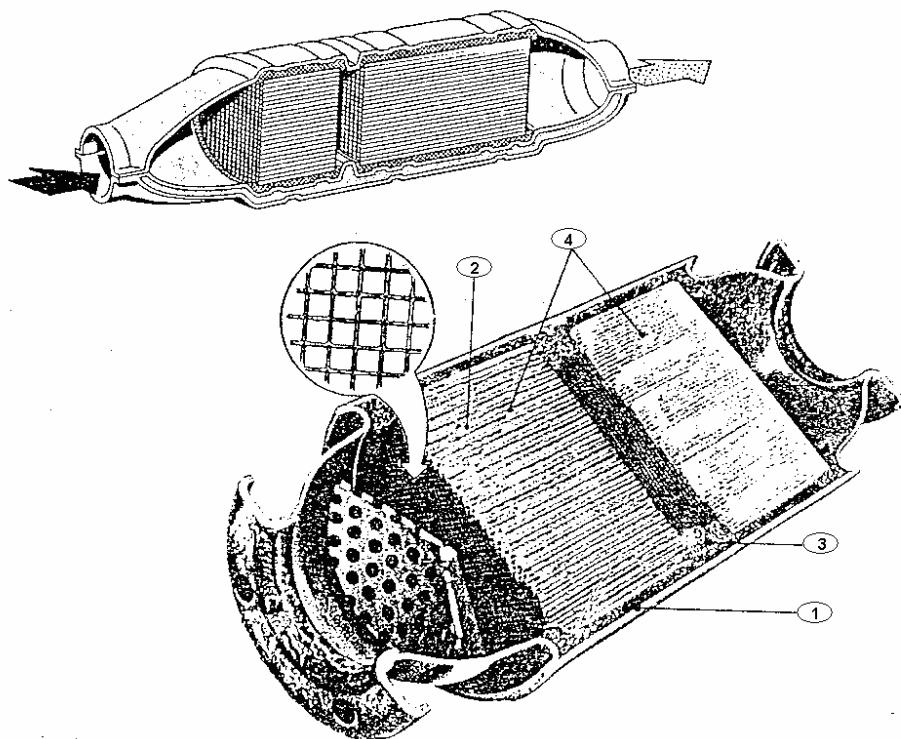
Skābekļa daudzums atgāzēs ir saistīts ar degmaisījuma sastāvu, kas mūsdienu motoros tiek regulēts ar skābekļa devēja un EVB palīdzību, cenšoties panākt steheometrisku degmaisījumu, t.i. ar degvielas un gaisa attiecību 1 pret 14,7 ... 14,8 ($\alpha \sim 1$). Izplūdes gāzu sastāvu regulē EVB ar devēju palīdzību. Lai nodrošinātu efektīvu reducēšanās un oksidēšanās procesa norisi, katalizatoriem pievieno skābekli uzkrājošus savienojumus – cēzija oksīdu CeO_2 vai rēzija oksīdu ReO_2 . Trekna degmaisījuma gadījumā tie atdod skābekli, nodrošinot CO un CH oksidēšanu. Ja degmaisījums tiek noliesināts, atgāzēs parādoties lielākam skābekļa daudzumam, CeO_2 vai ReO_2 reaģē ar skābekli vai NO_x , līdz ar to tiek samazināts skābekļa daudzums un reducēts NO_x .

Pēc konstruktīvā izveidojuma var būt triju veidu katalītiskie neutralizatori:

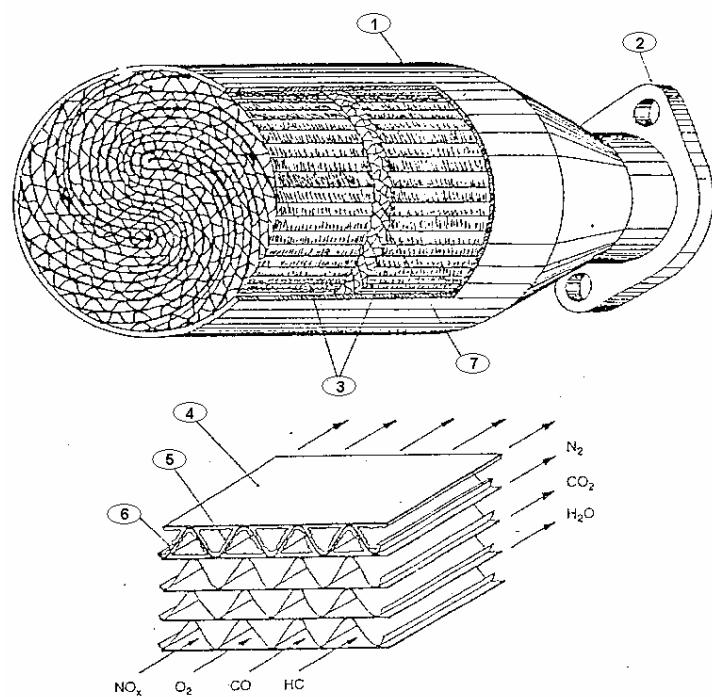
- ar keramikas granulu pildījumu;
- ar monolīto keramikas pamatni;
- ar metālisko pamatni.



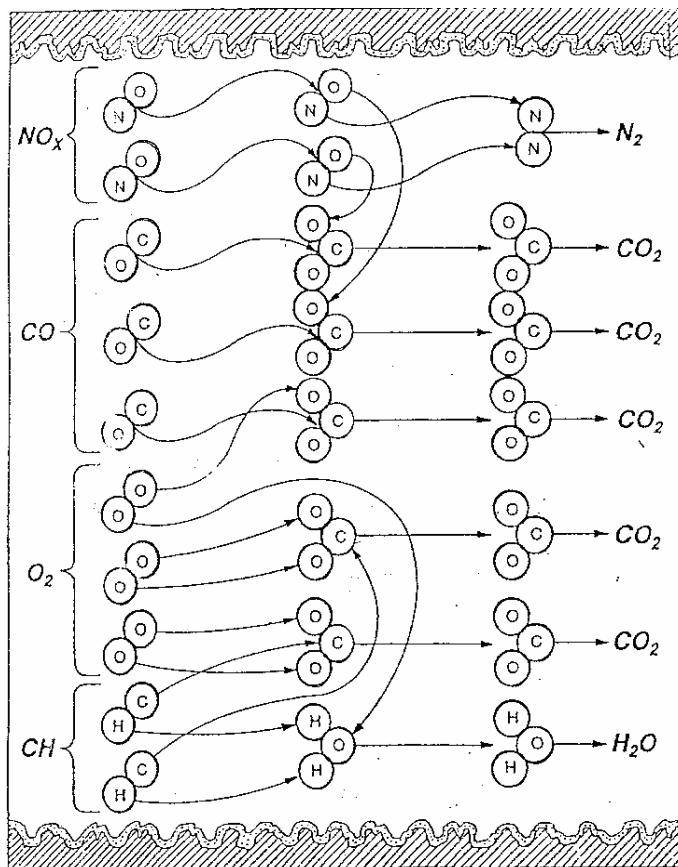
9.4. att. Neutralizators ar granulu pildījumu: 1 – korpuss; 2 – pamats; 3 – izolācija; 4 – apvalks.



9.5. att. Katalītiskais neutralizators ar monolītu keramisko pamatni:
 1 – korpuss; 2 – monolīta keramiskā pamatne; 3 – tērauda stieplu pinums;
 4 – nodalījumi.

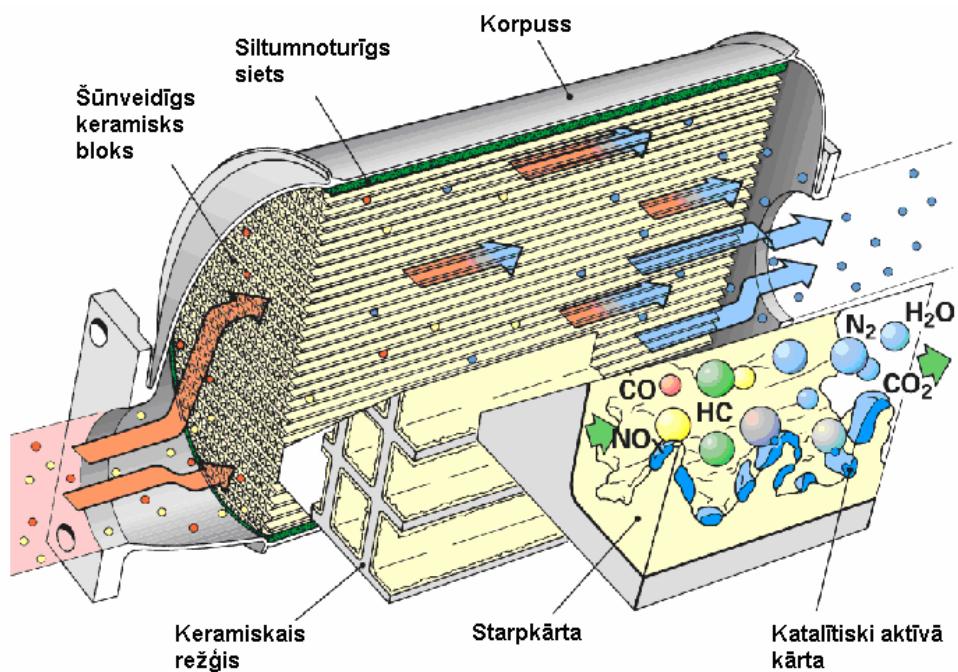


9.6. att. Katalītiskais neutralizators ar metālisko pamatni: 1 – korpuss;
 2 – atmale; 3 – metāla pamatne; 4 – folija; 5 – viļņveida folija; 6 – aktīvais katalizatora
 materiāls; 7 – samaisīšanas kamera.



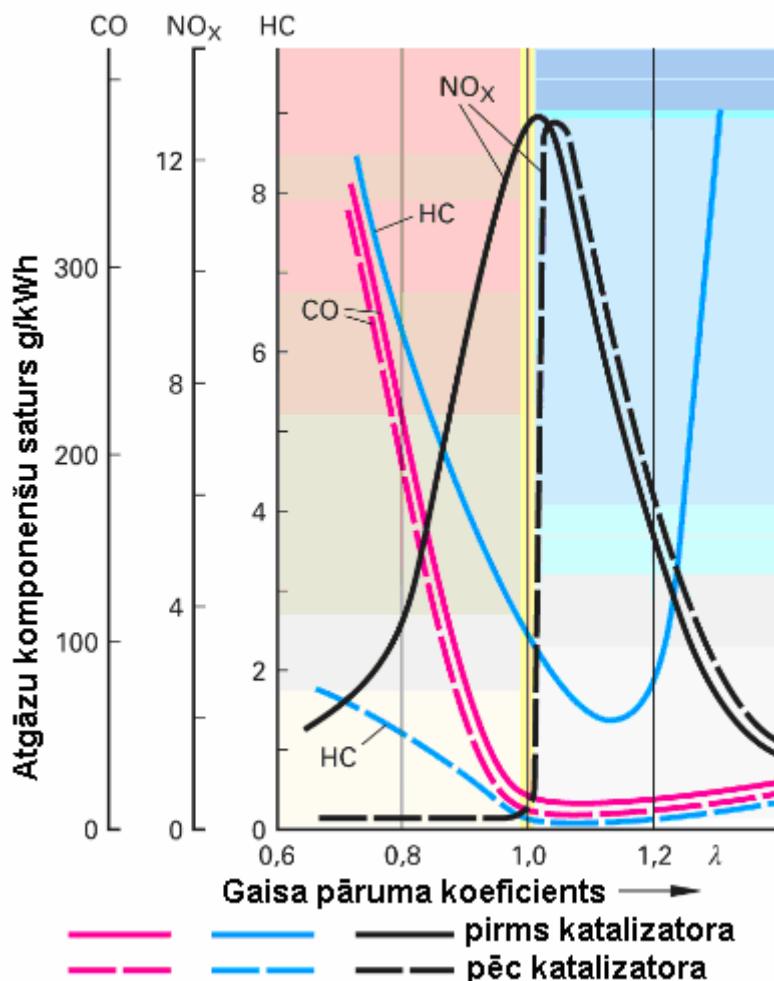
9.7. att. Trīskomponenšu katalītiskā neutralizatora katalīzes pamatprincipi

Trīskomponenšu katalizatorā notiek triju veidu reakcijas. Katalizatora darbības zonā ir $0,955 \leq \alpha \leq 1,05$. Katalizatora šūnas darbība attēlotā 9.8. attēlā.



9.8. att. Katalizatora darbības princips.

Katalizatorā ieplūst kaitīgās gāzes CO, CH un NO_x. Pēc katalīzes procesa norises izplūst CO₂, H₂O un N₂. Atkarībā no gaisa pāruma koeficienta atgāzu sastāvs pirms un pēc katalizatora ir atšķirīgs (sk. 9.9. att.). Līdzīgs sastāvs ir tikai CO gāzei. CH un NO_x līknes ir atšķirīgas pirms un pēc katalizatora. Pie gaisa pāruma koeficienta tuvu 1 kaitīgo izmešu lielums ir vismazākais.



9.9. att. Kaitīgo gāzu sastāvs g/ kWh atkarībā no gaisa pāruma koeficienta pirms un pēc katalizatora.

Dīzeļmotori darbojas ar gaisa pāruma koeficientu, kas lielāks par 1. Galvenās kaitīgo izmešu daļas, kas veidojas dīzeļmotorā, ir CO, CH un cietās daļiņas kvēpu veidā, kā arī var būt sērs. Slāpekļa dioksīds ir viens no būtiskākiem toksiskiem izmešiem, kas veidojas augstu spiedienu un sadegšanas temperatūras rezultātā, kā arī liela sadegšanas ātruma rezultātā. NO_x pieaug, ja ir liels gaisa pāruma koeficients, brīvgaitā un pie mazas slodzes.

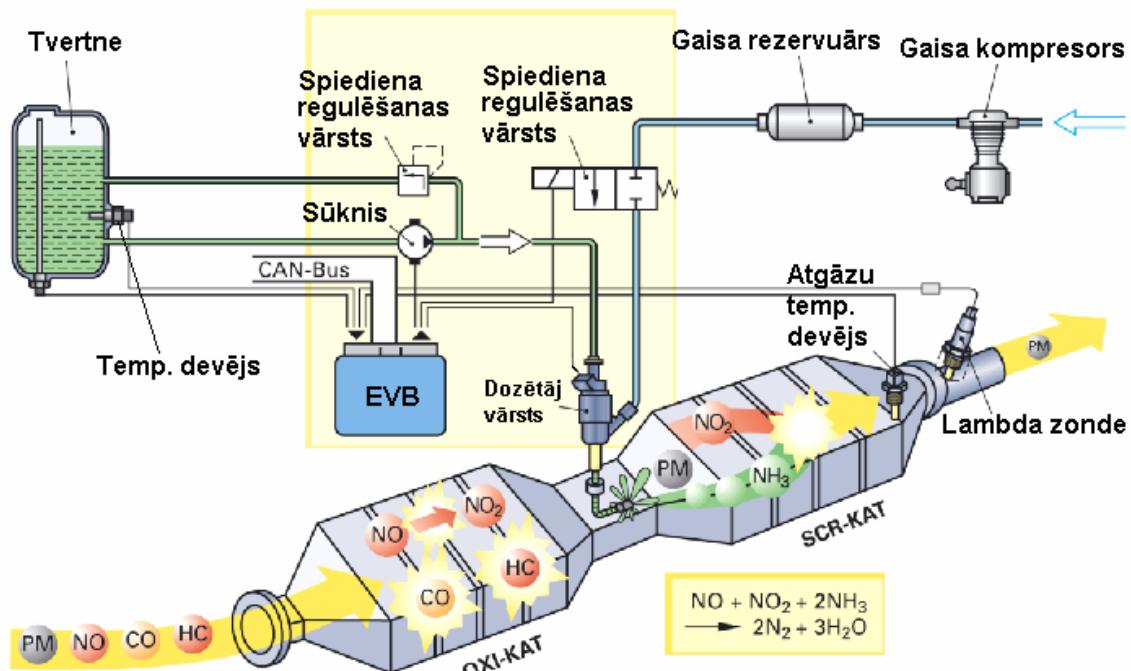
Dīzeļmotoriem toksiskumu samazina uzlabojot degkameras formu, veicot sadedzes procesa kontroli, palielinot sprauslu izsmidzināšanas spiedienu un veicot izsmidzināšanas momenta un daudzuma regulēšanu. Dīzeļmotoriem var izmantot arī trīskomponentu katalizatorus.

Mūsdien dīzeļmotoros izmanto atgāzu recirkulācijas sistēmas, lai samazinātu NO_x sastāvu. Šī sistēma tiek regulēta atbilstoši motora temperatūrai un kloķvārpstas griešanās frekvencei.

Mūsdien kravas automobiļos plaši pielieto selektīvos katalītiskos neitralizatorus (SCR), kas paredzēti visu toksisko izmešu pārveidošanai. Atšķirībā no oksidējošiem katalizatoriem, katalītiskā pārveidošana notiek skābekļa piesaistē, neizjaucot esošās atgāzu molekulas. Reducējošā viela amonjaks labāk reaģē ar skābekli, nevis ar slāpekļa oksīdiem. Katalītiskie neitralizatori ir oksidējošā katalītiskā pārveidotāja un selektīvā katalītiskā neitralizatora kombinācija.

Izplūdes gāzu attīrišana un NO_x reducēšana notiek četrās pakāpēs:

1. pakāpē notiek CO , CH , NO un kvēpu reakcija ar O_2 , veidojoties CO_2 , ūdens tvaikiem H_2O un slāpekļa dioksīdam NO_2 , kas ir SCR katalītiskā neitralizatora sākumprodukti.
2. pakāpes attīrišana urīnvielas katalītiskajā pārveidotājā. Pievadod urīnvielas šķīdumu, veidojas amonjaks NH_3 .
3. pakāpes attīrišana NO_x reducējošā katalizatorā. NO un NO_2 reakcijā ar NH_3 veido H_2O un N_2 .
4. pakāpes attīrišana amonija bloķēšanai veic amonjaka pārpalikuma oksidēšanu.



9.10. att. Selektīvais katalītiskais pārveidotājs.

Šajā katalizatorā var pārveidot NO_x līdz 80 %. Kontroli veic ar λ NO_x devēju. Ar šo sistēmu var samazināt toksiskos izmešus līdz Euro – 5 normatīviem bez papildus cieto daļiņu filtriem.

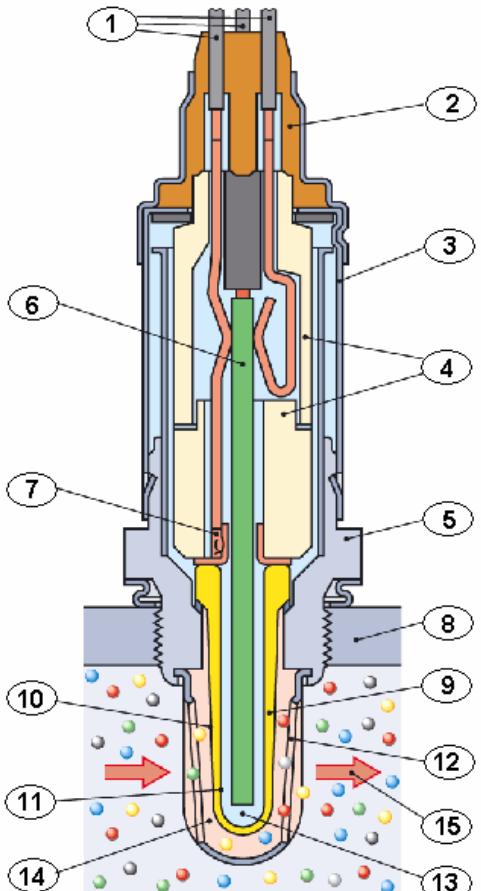
9.4. Skābekļa devēji

Izmantojot skābekļa devēju, efektivitāte izmešu samazināšanai sasniedz līdz 98 %. Degmaisījuma sastāva koriģēšanu veic ar skābekļa devēju, lai sasniegtu steheometrisku degmaisījumu, kurā $\alpha \sim 1$, jeb benzīna un gaisa attiecība ir 1 : 14,7-14,8.

Devējus ievieto izplūdes kolektorā vai izpūtēja sākumdaļā. Mūsdienu automobiļos izmanto divus skābekļa devējus, vienu pirms katalizatora, bet otru pēc katalizatora. Pirmais skābekļa devējs, kas atrodas pirms katalizatora, padod signālu uz EVB. Ja izplūdes gāzēs skābekļa saturs ir zems (treknis degmaisījums), tad tiek padots signāls līdz 800 mV un tiek samazināts degvielas iesmidzināšanas laiks. Ja gaisa pāruma koeficients ir 1, voltāža ir robežās no 400 mV līdz 500 mV. Devēja temperatūra nedrīkst būt augstāka par 850 – 900 °C. Ja

skābekļa saturs atgāzēs ir par lielu, vadības blokam padod mazāku impulsu (50 mV), un tiek palielināts iesmidzināšanas laiks.

Lai devējs normāli darbotos, tā temperatūrai jābūt vismaz $300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pēc katalizatora esošais kontrolējošais devējs veic izplūdes gāzu monitoringu.

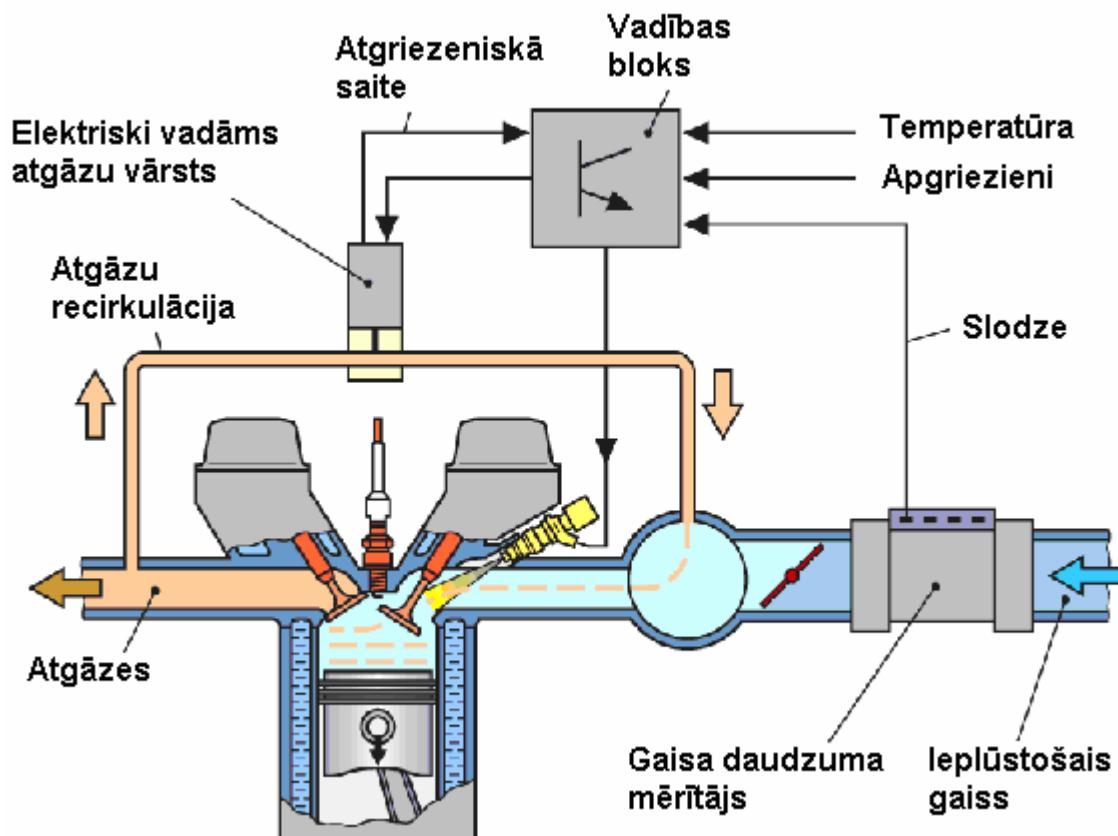


9.11. att. Skābekļa devējs: 1 – izvadi; 2 – izolācija; 3 – aizsargčaula; 4 – keramiskais balsts; 5 – korpus; 6 – sildītājs; 7 – platīna kontaktdaļa; 8 – izplūdes kolektors; 9 – keramiskais elements; 10 – elektriskā lādiņa „-“ slānis; 11 – elektriskā lādiņa „+“ slānis; 12 – aizsargapvalks; 13 – gaisa saskares virsma; 14 – izplūdes gāzu saskares virsma; 15 izplūdes gāzes.

Cirkonija devēja darba elements ir pārklāts ar platīnu. Devēja ārējā virsma ir saistīta ar izplūdes gāzēm, bet devēja iekšējā virsma ir saistīta ar atmosfēras gaisu. Šī devēja pamatā ir ar skābekli piesātināts keramisks savienojums (ZrO_2). Šajā keramiskajā savienojumā notiek skābekļa jonu difūzija. Ja skābekļa daudzums abās pusēs šim elementam ir vienāds, izveidojas signāls, kur vērtība ir

tuvu nullei. Ja skābekļa daudzums izmainās, parādās skābekļa jonu plūsma, kas rada strāvu.

Pie lielāka NO_x daudzuma, daļu gāzu no izplūdes sistēmas ievada ieplūdes cauruļvadā, un ar svaigo degmaisījumu tas nokļūst cilindrā. Pārlieku liela atgāzu daudzuma pievadīšana ieplūdes cauruļvadā var negatīvi ietekmēt sadegšanas procesu cilindrā.



9.12. att. Atgāzu recirkulācijas sistēma ar elektronisko vadību

Šāda sistēma parasti tiek kopīgi vadīta ar degvielas iesmidzināšanas sistēmu un aizdedzes sistēmu atkarībā no motora darba režīma, līdz ar to iespējams iegūt degvielas ekonomiju.

10. Otto motoru degvielas iesmidzināšanas sistēmas

Mūsdienу Otto motoru iesmidzināšanas sistēmu priekšrocības, salīdzinājumā ar karburatoriem ir sekojošas:

- vienāds degmaisījuma sadalījums pa cilindriem;
- labāka motora pieskaņošanās konkrētam darba režīmam;
- lielāka motora jauda;
- ekonomiskāks motora degvielas patēriņš;
- vieglāka iedarbināšana un uzsildīšana;
- zemāks atgāzu tokiskskums.

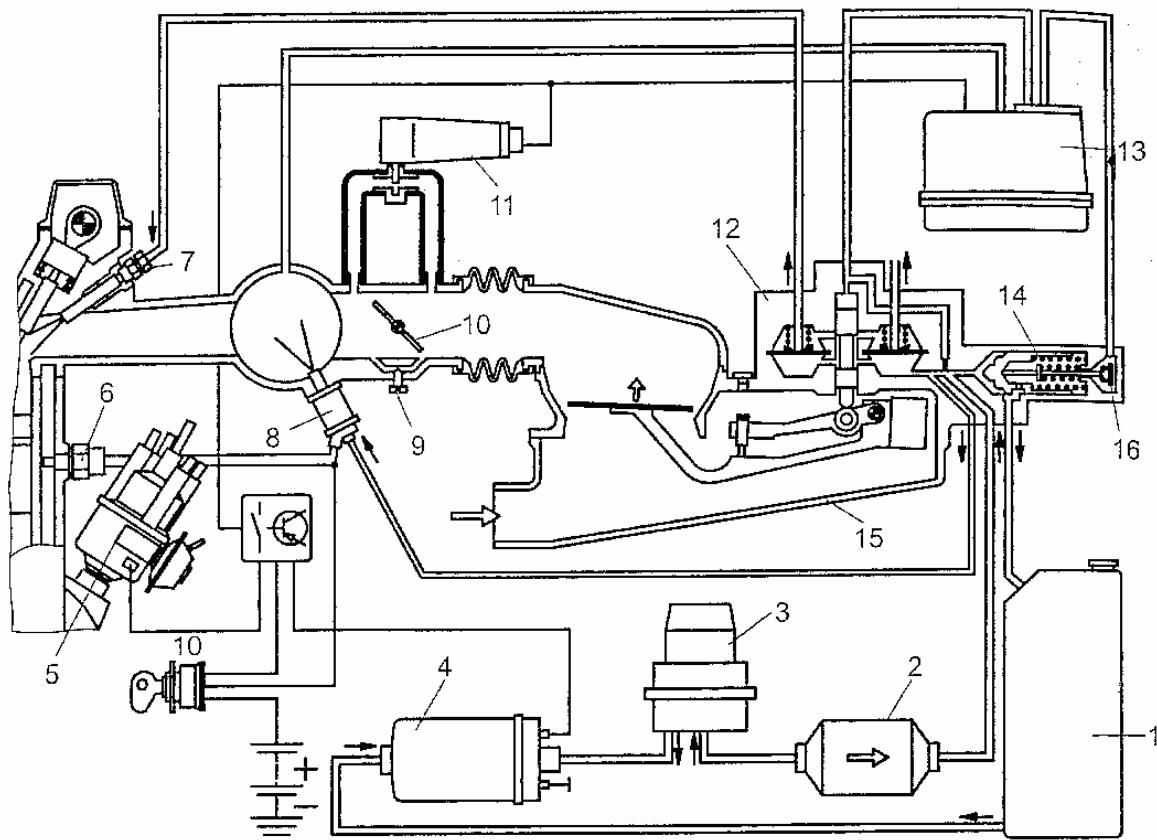
Degvielas iesmidzināšanas sistēmas klasificē pēc degvielas iesmidzināšanas paņēmienā. Izšķir: nepārtraukto degvielas iesmidzināšanu, kur degvielas daudzums tiek regulēts mainot degvielas spiedienu. Pārtrauktā iesmidzināšana, kur degvielas daudzums tiek regulēts mainot iesmidzināšanas ilgumu. Pārtrauktā degvielas iesmidzināšana, mainot iesmidzināšanas ilgumu un saskaņojot iesmidzināšanas momentu ar ieplūdes vārstā atvērto stāvokli.

Pēc degvielas iesmidzināšanas principa iedala:

- individuālo sprauslu iesmidzināšana, kur degviela tiek iesmidzināta katras cilindra virs virzuļa telpā;
- centrālā iesmidzināšana, kur degviela tiek iesmidzināta ieplūdes kolektorā tieši virs droselvārsta no vienas vai divām (daudzcilindru V-veida motoros) sprauslām.

10.1. Nepārtrauktās iesmidzināšanas sistēma K - Jetronic

Pie šīs sistēmas tiek pieskaitīta BOSCH firmas daudzsprauslu mehāniskā iesmidzināšana. Vienkāršākā hidromehāniskā sistēma ir K – Jetronic, kura plaši tika izmantota pagājušā gadsimta 70 – 80. gados. Degviela nepārtraukti tiek iesmidzināta, katras cilindra ieplūdes kanālā neatkarīgi no ieplūdes vārsta atvērtā stāvokļa.



10.1. att. K – Jetronic degvielas iesmidzināšanas sistēma: 1 – degvielas tvertne; 2 – filtrs; 3 – hidroakumulators; 4 – degvielas elektrosūknis; 5 – pārtraucējs sadalītājs; 6 – termo-laika slēdzis; 7 – sprausla; 8 – iedarbināšanas sprausla; 9 – regulēšanas skrūve; 10 – droseļvārsts; 11 – papildus gaisa padeves ierīce; 12 – degvielas regulators – dalītājs; 13 – vadības spiediena regulators; 14 – primārā spiediena regulators (vārsts); 15 – gaisa daudzuma mērītājs; 16 – papildus slēgvārsts.

Uzlabotā K – Jetronic sistēma var veikt atgāzu neutralizāciju, izmantojot skābekļa devēju, elektronisko vadības bloku, atgāzu neutralizatorus un citas operācijas. Pamatfunkcijas, ko izpilda K – Jetronic sistēma, ir gaisa daudzuma noteikšana, degvielas padeve un degvielas daudzuma normēšana.

Elektriskais degvielas sūknis 4 (sk. 10.1. att.) padod degvielu no tvertnes 1 uz hidroakumulatoru 3, filtru 2, primārā spiediena regulatoru 14 un degvielas dalītāju 12. Sūknis attīsta spiedienu līdz 5 bāriem. Degviela no degvielas dalītāja nokļūst uz sprauslām, kuras atveras pie ~ 3 bar spiediena.

Motora cilindros ieplūstošais gaiss tiek regulēts ar droseļvārsta atvērumu. Gaiss plūst caur gaisa daudzuma mērītāju 15, paceļot mērītāja vārstu. Šis

mērītājs darbojas pēc svārsta principa. Ieplūstošā gaisa daudzums ir pamat faktors iesmidzinātās degvielas daudzuma noteikšanai. Mērītājs nosaka kopējo cilindros iesūkto gaisu. Galvenā mērītāja pamatsastāvdaļa – piltuvveida gaisa kanāls un mērītāja kustīgais vārststs, kurš piestiprināts pie sviras gala. Svira var pagriezties ap rotācijas asi. Mainoties gaisa plūsmas intensitātei, mainās vārsta pacelšanās augstums un svira izmaina savu stāvokli.

Svirai iedarbojoties uz degvielas dalītāja vadības plunžeri, tiek noteikts degvielas iesmidzināšanas pamatdaudzums. Ar plunžera palīdzību tiek atvērti vai aizvērti caurplūdes logi, caur kuriem degviela tiek padota uz sprauslām.

Lai nodrošinātu vieglāku atkārtotu iedarbināšanu siltam motoram, degvielas hidroakumulators 3, vēl ilgāku laiku pēc motora apstādināšanas, uztur spiedienu degvielas padeves sistēmā.

Degvielas filtrēšanai izmanto papīra filtru 2. Uzstādot filtru jāievēro atzīme par degvielas plūšanas virzienu. Primārā spiediena regulators 14 nodrošina nemainīgu spiedienu degvielas padeves maģistrālē ~ 5 bāri. Tā kā sūkņa ražība ir lielāka, liekā degviela atspiežot plunžeri aizplūst atpakaļ uz tvertni.

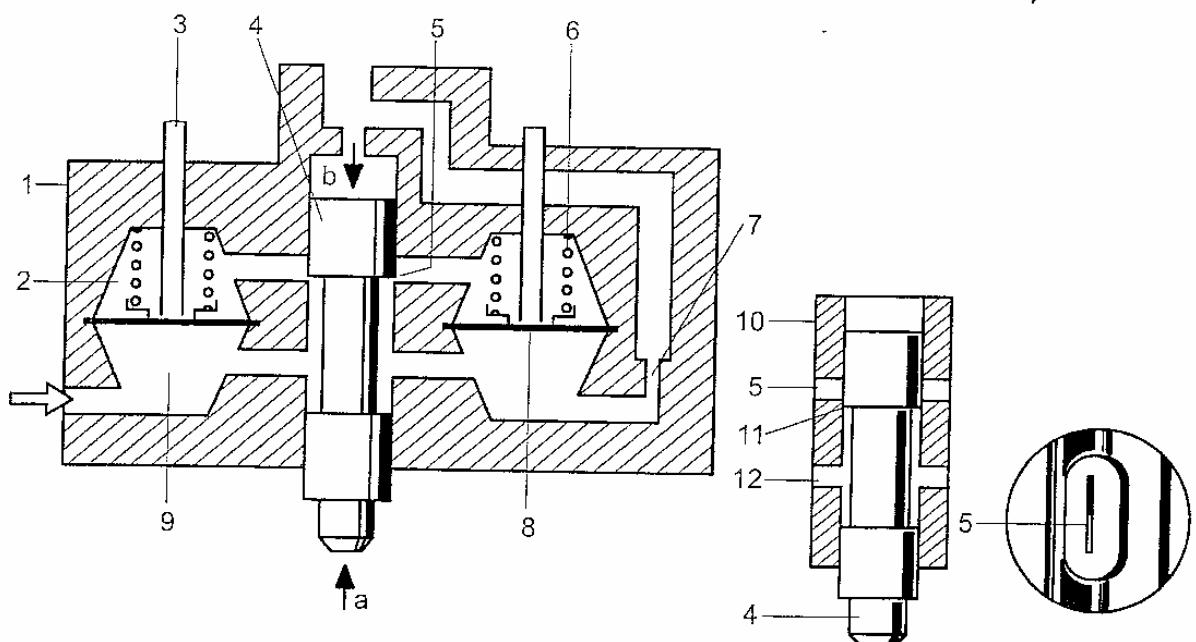
Mainoties motora darba režīmam, izmainās caurplūdes logu šķērsgriezuma laukums. Starp gaisa daudzuma mērītāja vārsta pacēluma augstumu un caurplūdes logu izmēriem ir tieša likumsakarība. Lai nodrošinātu vadības plunžera pārvietošanos atbilstoši gaisa daudzuma mērītāja vārsta un ar to saistītās sviras kustībai, kā arī nodrošinātu plunžera kustību uz leju, no augšas uz to iedarbojas vadības spiediens. Vadības spiedienu izmanto degmaisījuma patreknināšanai. Motora darbības laikā degviela no degvielas regulatora – dalītāja plūst uz vadības spiediena regulatoriem, bet pēc tam uz iesmidzināšanas sprauslām.

Vadības spiedienu padod no degvielas padeves maģistrāles caur kalibrētu urbumu. Motora iedarbināšanas laikā vadības spiediens ir 0,5 bāri. Motoram iesilstot, ar vadības spiediena regulatora palīdzību spiediens palielinās līdz 3,7 bāri. Līdz ar to, ja vadības spiediens ir 0,5 bāri, tiek padots lielāks degvielas

daudzums uz sprauslām, bet, ja spiediens ir 4,7 bāri, tad tiek padots mazāks degvielas daudzums, jo regulatora plunžeris izmaina savu stāvokli, un attiecīgi tiek padots mazāks degvielas daudzums.

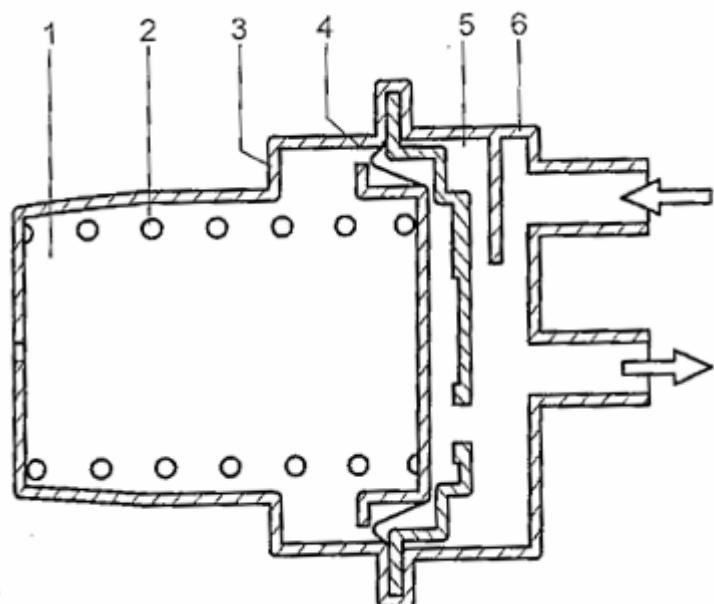
Lai saglabātu spiedienu degvielas padeves maģistrālē pie izslēgta motora, atplūdes maģistrālē no vadības spiediena regulatora uz primāro spiediena regulatoru ievieto slēgvārstu 16. Kad motoru izslēdz, primārā spiediena regulatora plunžeris atgriežas izejas pozīcijā, atspere aizver slēgvārstu.

Lai, mainoties caurplūdes logu šķērsgriezuma laukumam, nodrošinātu noteiktu spiediena kritumu degvielas padeves kanālos, jeb, lai padodamās degvielas daudzums būtu proporcionāls, izmanto līnijas spiediena regulatorus. Katrā darba režīmā jāpanāk noteikta degvielas spiediena starpība starp regulatora augšējām un apakšējām kamerām. Šī starpība tiek uzturēta 0,1 -0,5 bāru robežās. Līnijas spiediena regulatori atrodas regulatora dalītāja korpusā. Augšējā kamera no apakšējās ir atdalīta ar membrānu un no augšpuses uz to iedarbojas atspere. Līnijas spiediena regulatori, jeb diferenciālo vārstu apakšējās kamerās ir savstarpēji savienotas, un degviela tiek padota ar sistēmas primāro spiedienu. Augšējās kamerās centrā virs membrānas ir degvielas padeves kanāls sprauslai. Kameru skaits atbilst cilindru skaitam. Augšējās kamerās ir savstarpēji izolētas un ieeja saistīta ar caurplūdes logu izplūdes kanālu, bet izeja – ar konkrēto iesmidzināšanas sprauslu. Ieplūstot lielākam degvielas daudzumam augšējā kamerā, membrāna tiek atspiesta tālāk no izplūdes kanāla gala, līdz ar to palielinās caurplūdes laukums regulējamā šķēlumā. Ja degvielas padeve samazinās, šķērsgriezuma laukums tiek samazināts. Augšējās kamerās esošās atsperes spiediena spēks uz membrānu ir apmēram 0,01 MPa.



10.2.att. Degvielas regulatora – dalītāja shēma: 1 – korpuss; 2 – augšējā kamera; 3 – degvielas padeve sprauslai; 4 – plunžeris; 5 – caurplūdes logs (drosele); 6 – atspere; 7 – drosele; 8 – membrāna; 9 – apakšējā kamera; 10 – ietvere; 11 – vadčaula; 12 – degvielas padeves kanāls.

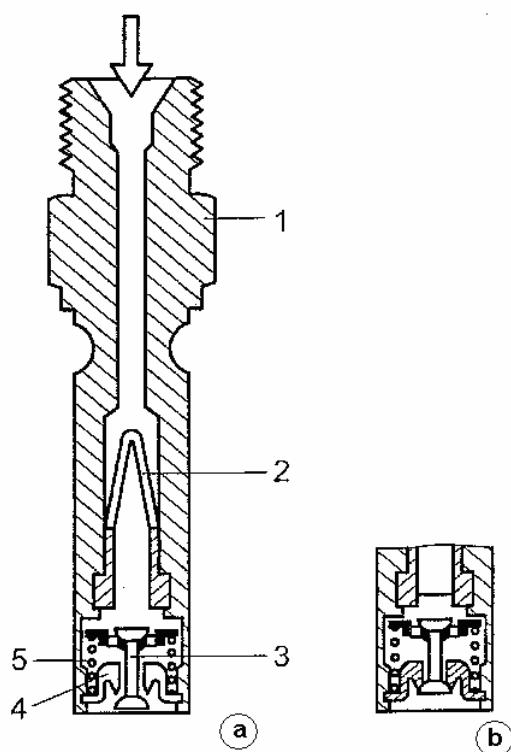
Lai nodrošinātu silta motora iedarbināšanu ir ierīkots degvielas hidroakumulators.



10.3.att. Hidroakumulatora shēma: 1 – atsperes kamera; 2 – atspere; 3 – atbalsts; 4 – membrāna; 5 – benzīna darba kamera; 6 – korpuss.

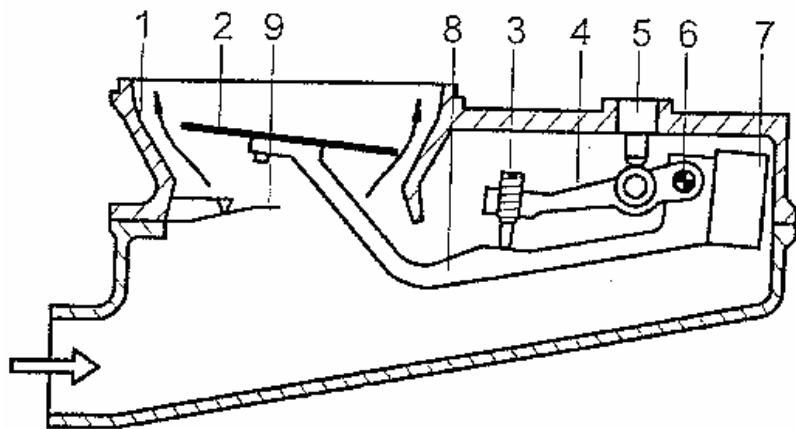
Hidroakumulatorā izveidotas divas ar elastīgu membrānu atdalītas kameras. Viena ir kā degvielas uzkrājējs (akumulators), bet otra kā kompensējošais tilpums, kas saistīts ar atmosfēru. Iedarbojoties uz membrānu un saspiežot atsperi, motoram darbojoties, kameras piepildās ar degvielu, līdz membrānas atbalstaplāksne atduras pret korpusa atbalstsviru.

Iesmidzināšanas sprauslas atveras pie noteikta spiediena (2,8 -3,0 bar). Sprauslas adatas apakšgalā ir izveidots konusa paplašinājums. Degviela tiek iesmidzināta cilindru galvas ioplūdes kanālos, virzot plūsmu uz ioplūdes vārstiem. Sasniedzot atvēršanās spiedienu, tiek saspiesta sprauslas atspere, un adata pārvietojas uz leju. Degviela zem spiediena gar adatas konisko virsmu tiek iesmidzināta ioplūdes kanālā.



10.4. att. Iesmidzināšanas sprauslas shēma: a – darba stāvoklī; b – nestrādājoša; 1 – korpuss; 2 – filtrs; 3 – adata; 4 – adatas ligzda; 5 – atspere.

Motora barošanas sistēmas uzdevums ir padot nepieciešamo degvielas daudzumu atbilstoši cilindros ieplūstošā gaisa daudzumam. Šo uzdevumu veic iepriekš aprakstītais degvielas regulators – dalītājs un gaisa daudzuma mērītājs, kas apvienoti vienā korpusā.



10.5. att. Gaisa daudzuma mērītāja shēma: 1 – piltuvveida kanāls; 2 – diskveida vārsts; 3 – atgāzu toksiskuma regulēšanas skrūve; 4, 8 – sviras; 5 – plunžeris; 6 – ass; 7 – pretsvars; 9 – elastīgs atbalsts.

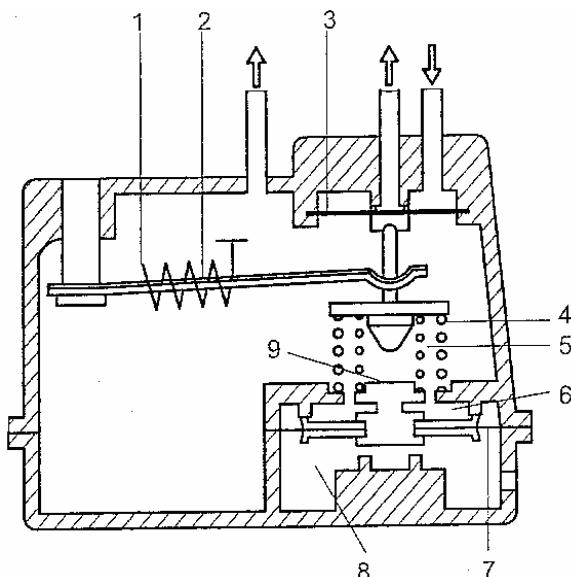
Efektīvai motora darbībai dažādos režīmos ir vajadzīgs atšķirīgs degmaisījuma sastāvs. Pie iedarbināšanas un motora iesildīšanas, kā arī pie maksimālas slodzes un paātrināšanās režīmā jābūt treknākam degmaisījumam. Pie vidējām slodzēm jābūt liesākam degmaisījumam. Pamatnosacījumi ir līdzīgi kā darbībā ar karburatoru.

K – Jetronic sistēmā ir izveidotas dažāda slīpuma gaisa mērītāja piltuvveida gaisa kanāla sieniņas. Pie nemainīga šo sieniņu slīpuma iespējams panākt $\alpha \sim 1$, jeb gaisa un benzīna attiecību $1 : 14,7$ visā gaisa vārsta darbības diapazonā.

Aplūkojot, kā notiek degmaisījuma sastāva korekcija motora dažādos darbības režīmos, redzams sekojošais: degmaisījuma patreknināšana iedarbinot aukstu motoru un pakāpeniska atgriešanās pie normāla sastāva ($\alpha \sim 1$), veicot motora iesildīšanu, K – Jetronic sistēmā tiek veikts, izmainot spiedienu dozatora plunžera augšējā daļā. Šīs funkcijas veic vadības spiediena regulators (sk. 10.6. att.), radot dozatorplunžerim līdz 0,5 bāru lielu pretpiedienu. Vadības spiediena regulators regulē degmaisījuma patreknināšanu, ja motors ir auksts, līdz noteiktai motora temperatūrai. Par cik pretpiediens plunžerim ir mazs, plunžeris pārvietojas augstāk un vairāk degvielas caur caurplūdes logiem plūst uz sprauslām.

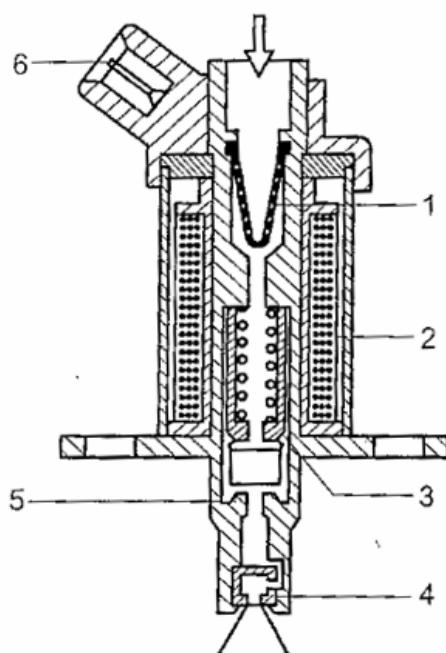
Vadības spiediena regulators sastāv no membrānas tipa vārsta, atsperes un bimetāliskas apsildāmas atsperpaplāksnes. Ja motors ir auksts, tad bimetāliskā atsperpaplāksne vērsta pret vārsta atsperi un tā neiederbojas uz membrānas vārstu. Membrāna ir izliekta uz leju, un palielinās degvielas aplūde no dozatorplunžera augšējās daļas uz degvielas tvertni, līdz ar to spiediens virs plunžera samazinās.

Iedarbinot motoru ar starteri, uz sildošo spirāli tiek padots spriegums, bimetāliskā atspere izliecas uz augšu un noslēdz membrānu. Samazinās degvielas noplūde uz tvertni un spiediens virs plunžera pieaug līdz 4,7 bāriem. Degvielas patreknināšanās beidzas. Tālāk vadības spiedienu regulē tikai atsperes elastības spēks.



10.6. att. Vadības spiediena regulators ar pilnas slodzes membrānas tipa vārstu: 1 – sildošā spirāle; 2 – bimetāliskā atsperpaplāksne; 3 – vārsta membrāna; 4, 5 – atsperes; 6, 8 – augšējā un apakšējā kamera; 9 – atsperes balsts.

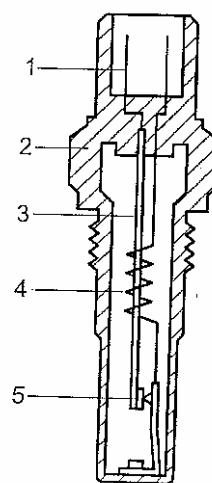
Tomēr vadības spiediena regulators nevar nodrošināt nepieciešamo degmaisījumu pie auksta motora iedarbināšanas. Šim nolūkam nepieciešamo degmaisījuma sastāvu un papildus patreknināšanu panāk ar degvielas iesmidzināšanu caur iedarbināšanas sprauslu. Iedarbināšanas sprausla ir elektromagnētiska un tā novietota tā, lai iesmidzinātā degviela nokļūtu visos cilindros iepļūdes cauruļvada zonā.



10.7. att. Iedarbināšanas sprausla: 1 – filtrs; 2 – elektrotinums; 3 – enkurs; 4 – tangensiāli kanāli; 5 – vārsta ligzda; 6 – kontaktligzda.

Pievadot spriegumu sprauslas tinumam, elektromagnētiskais lauks paceļ vārsta metālisko enkuru un atbrīvo telpu degvielas izplūšanai cauri tangensiāliem urbumiem.

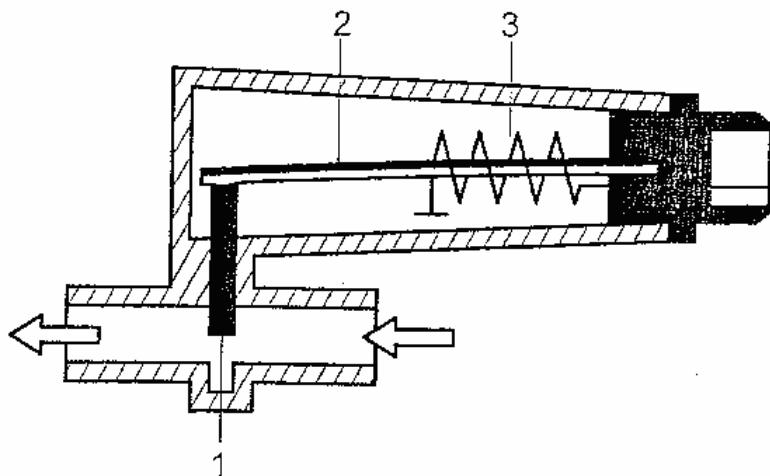
Sprauslas darbību vada ar motora temperatūras devēju un termo laika slēdzi. Termo laika slēdzis regulē iedarbināšanas sprauslas darbības ilgumu pie iedarbināšanas.



10.8. att. Termo laika slēdzis: 1 – elektrokontakti; 2 – korpuiss; 3 – bimetāliska plāksnīte; 4 – sildošā spirāle; 5 – kontakti.

Termo laika slēdža darbības pamatā ir elektriski apsildīta bimetāliska plāksnīte, kas, sasniedzot noteiktu temperatūru, saslēdz vai arī atslēdz kontaktus. Spriegums slēdzim tiek pievadīts, ieslēdzot aizdedzes atslēgu. Kad kontakti ir saslēgti, tad caur iedarbināšanas sprauslu tiek iesmidzināta degviela, kuras daudzums tiek regulēts atkarībā no motora temperatūras. Darbinot aukstu motoru, strāva plūst caur sildošo tinumu, sasilda bimetālisko paplāksni, atslēdz kontaktus un pārtrauc degvielas iesmidzināšanu. Pie auksta motora iedarbināšanas sprausla tiek atslēgta pēc 2 – 8 sekundēm.

Aukstam motoram, darbojoties brīvgaitā, ir aukstas cilindru sieniņas un lielāka berzes pretestība, tādēļ degmaisījumam jābūt treknākam. Degmaisījuma veidošana notiek atkarībā no iesūktā gaisa daudzuma. Lai brīvgaitā pie pievērta droseļvārsta varētu padot papildus gaisa devu, ir izveidota papildus gaisa caurplūdes ierobežotājierīce.



10.9. att. Papildus gaisa kanāls ar gaisa ierobežotājierīci: 1 – slēgvārst; 2 – bimetāliska atspere; 3 – spirāle.

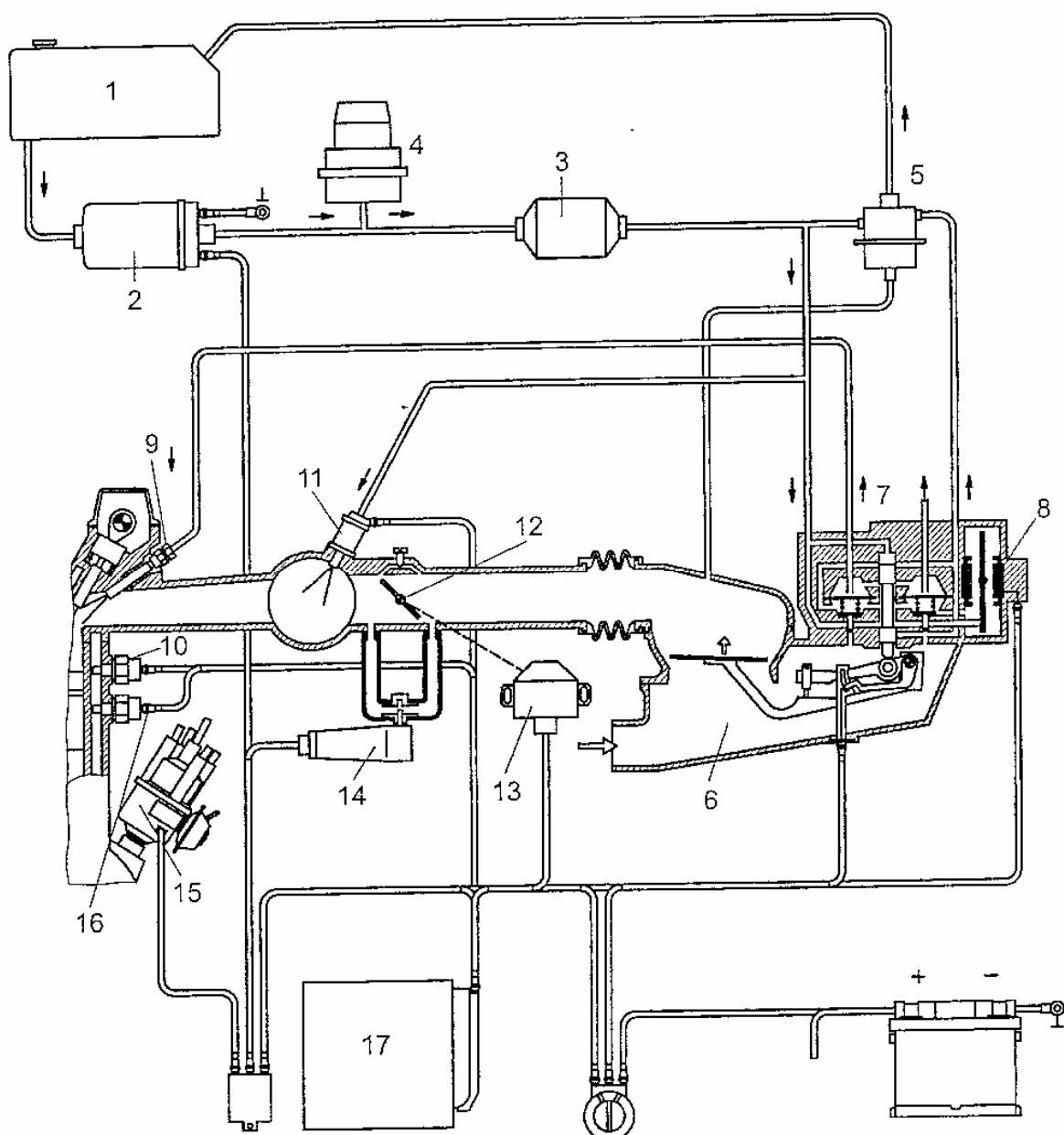
Gaisa caurplūdi neietekmē droseļvārsta stāvoklis. Atkarībā no motora darba temperatūras un darba ilguma ar slēgvārstu 1 (sk. 10.9. att.) palīdzību izmaina vai arī pārtrauc gaisa plūsmu caur papildus kanālu. Proporcionali iesūktā gaisa daudzumam cilindros tiek iesmidzināta degviela. Šo ierīci novieto tā, lai motora siltums tieši ietekmētu tās darbību.

Iepriekš apskatītais vadības spiediena regulators, bez iesildīšanas regulatora funkcijām, var veikt arī degmaisījuma bagātināšanu ar pilnas slodzes diafragmas vārstu, vadoties no retinājuma ieplūdes kolektorā. Šeit ir izveidota papildus kamera 8 (sk. 10.6. att.) ar membrānas vārstu. Iekšējā atspere iedarbojas uz membrānas vārstu. Augšējajā lielajā kamerā tiek pievadīts retinājums no ieplūdes kolektora telpas aiz droseļvārsta. Papildus kamera 8 savienota ar atmosfēru. Ja slodze motoram nav liela, spiediens aiz droseļvārsta ir mazāks par atmosfēras, un diafragma ieņem augšējo pozīcijas stāvokli. Pie lielām slodzēm spiediens regulatora telpā izlīdzinās vai palielinās (motoram ar pūti) virs atmosfēras spiediena. Tad diafragma pārvietojas uz leju, tas izsauc degvielas noplūdi atpakaļ uz tvertni, samazinot degvielas spiedienu uz plunžera augšējo daļu. Tā tiek nodrošināts papildus degmaisījums lielākas jaudas režīmam. Tad, kad membrāna ieņem apakšējo stāvokli, tiek atslogota iekšējā atspere un samazinās spiediens uz vārsta membrānu.

Strauja paātrinājuma režīmos gaisa daudzuma mērītāja vārsts pavirzās pat tālāk par pozīciju, kas atbilst pilnam droseļvārsta atvērumam. Sakarā ar to cilindros tiek iesmidzināta papildus degvielas deva. Arī iepriekš apskatītā diafragma nodrošina to, ka retinājuma iespaidā tā strauji pārvietojas uz leju un nodrošina papildus degvielas devu.

10.2. Degvielas elektromehāniskā iesmidzināšanas sistēma KE – Jetronic

Šī sistēma pamatā balstās uz K – Jetronic sistēmas konstrukcijas bāzes, un tai nav atšķirības bāzes degvielas padeves dozēšanā (iesildītam motoram un paātrinājuma režīmā). Degmaisījuma sastāva korekcija citos režīmos principā atšķiras no K – Jetronic sistēmas, kur iedarbība uz vadības plunžera augšējo daļu ir atšķirīga. Šajā sistēmā spiediens uz plunžera daļu ir pastāvīgs un vienāds ar degvielas sistēmas spiedienu (0,5 – 0,6 MPa). Degmaisījuma sastāva korekcija notiek, izmainot spiediena starpību dozējošos urbumos, izmainot spiedienu degvielas regulatora – dalītāja apakšējās kamerās.



10.10. att. KE – Jetronic iesmidzināšanas sistēma: 1 – degvielas tvertne; 2 – degvielas sūknis; 3 – filtrs; 4 – hidroakumulators; 5 – primārā spiediena regulators; 6 – gaisa daudzuma mērītājs; 7 – degvielas – dalītājs regulators; 8 – elektrohidrauliskais spiediena regulators; 9 – sprauslas; 10 – termo – laika slēdzis; 11 – iedarbināšanas sprausla; 12 – droselvārsts; 13 – droselvārsta stāvokļa devējs; 14 – papildus gaisa regulators; 15 – pārtraucējs – sadalītājs; 16 – temperatūras regulators; 17 – EVB.

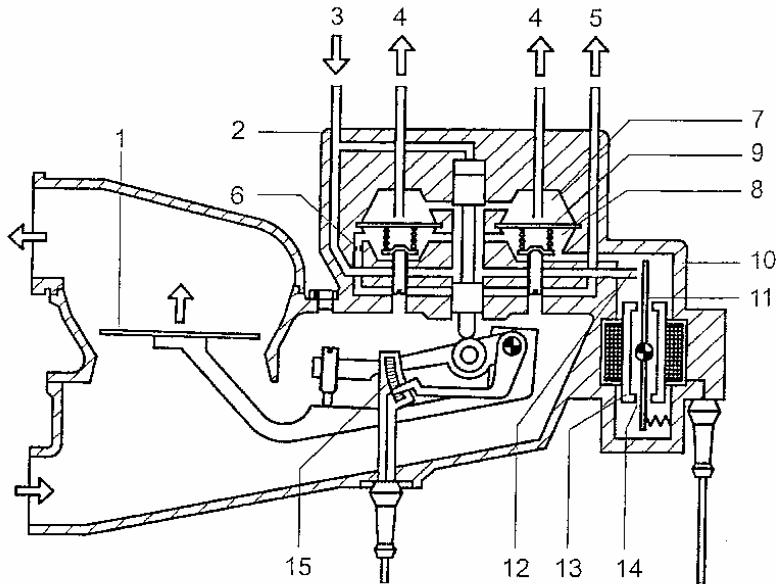
Kā var redzēt 10.10 attēlā, degvielas daudzums, kas nokļūst apakšējās kamerās, tiek regulēts ar metāla membrānu elektrohidrauliskā regulatorā. Motoram strādājot, notiek nepārtraukta degvielas novadīšana no apakšējām kamerām caur kalibrētu urbumu atpakaļ uz degvielas tvertni.

Spiediens apakšējās kamerās un attiecīgi diafragmu pozīcija līnijas (diferencētos) vārstos, un spiediena kritums dozējošos urbumos veidosies no degvielas daudzuma, kas tiek padots apakšējās kamerās, t.i. gala iznākumā no membrānas stāvokļa. Savukārt, tas ir atkarīgs no strāvas lieluma un virziena, kas plūst regulatora tinumos. Strāvas lielums tiek veidots ar EVB palīdzību, vadoties no vairāku elektronisko devēju informācijas.

Pie auksta motora iedarbināšanas, EVB palielina regulatora strāvu no 80 – 120 mA, kas rada pazeminātu spiedienu apakšējās kamerās, līdz ar to degmaisījums tiek patreknināts. Strāvas lielums ir atkarīgs no temperatūras devēja 16. Papildus degmaisījuma patreknināšana notiek ar iedarbināšanas sprauslas palīdzību.

Pēc iedarbināšanas strauji pazeminās strāvas lielums regulatora tinumos līdz 20 – 30 mA. Spiediens apakšējās kamerās pieaug, degmaisījuma sastāvs izveidojas tuvu normālajam. Sasniedzot motora temperatūru 60 – 80 °C, strāvas lielums ir tuvs nullei un elektrohidrauliskais regulators neiedarbojas uz sistēmu (izņemot skābekļa devēja regulēšanas gadījumā).

Paātrināšanās režīms tiek panākts ar gaisa daudzuma mērītāja vārsta lielāku pavēršanu. Lai uzlabotu dinamiskās īpašības neiesildītam motoram, šajā sistēmā tiek nodrošināta papildus patreknināšana atkarībā no droseļvārsta atvēršanās ātruma, tātad no gaisa daudzuma mērītāja atvēršanās ātruma. To panāk, īslaicīgi palielinot strāvu par 5 – 30 mA, kas plūst cauri elektrohidraulisko spiediena regulatoru. Strāvas lielums tiek noteikts ar EVB palīdzību, atkarībā no dzesēs šķidruma temperatūras devēja pretestības un no sprieguma izmaiņas ātruma gaisa daudzuma mērītāja vārsta devējam, kas ir izveidots kā potenciometrs 15 un nostiprināts uz vārsta ass (sk. 10.11. att.).



10.11. att. Degvielas dalītājs ar elektrohidraulisko spiediena regulatoru:

1 – vārstī; 2 – korpuiss; 3 – no degvielas padeves benzīnsūkņa; 4 – uz degvielas padeves sprauslām; 5 – degvielas noplūde no apakšējās kameras; 6 – drosele; 7 – augšējās kameras; 8 – apakšējās kameras; 9 – diafragma; 10 – elektrohidrauliskā spiediena regulatora korpuiss; 11 – kustīgā membrāna; 12 – žikleris; 13 – magnētu tinumi; 14 – gaisa sprauga; 15 – gaisa daudzuma mērītāja vārsta devējs – potenciometrs.

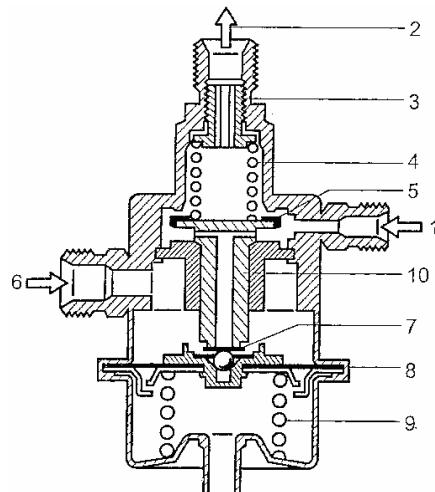
Elektrohidrauliskais spiediena regulators izmaina degvielas spiedienu apakšējās kamerās, koriģējot degvielas daudzumu pie dažādiem motora darba režīmiem. Elektrohidrauliskais spiediena regulators sastāv no degvielas pievadkanāla, žiklera, membrānas, degvielas pievadkanāla uz apakšējām kamerām, magnēta poliem, elektromagnēta tinuma, pastāvīgā magnēta un enkura. Mainot strāvas stiprumu un virzienu elektromagnēta tinumos, iespējams mainīt membrānas nobīdi uz vienu vai otru pusī. Elektrohidrauliskā spiediena regulatorā ir izveidots papildus smalkais degvielas filtrs magnētisko elementu un feromagnētisko netīrumu aizturēšanai.

Elektrohidrauliskais regulators nodrošina arī degvielas padeves pārtraukšanu, ja bremzē ar motoru piespedu brīvgaitas režīmā, un samazina kloķvārpstas griešanās frekvenci. Abos šajos gadījumos vadības bloks izmaina strāvas polaritāti, kas tiek padota regulatoram. Regulatora membrāna pārvietojas

pa labi, un degvielas spiediens apakšējās kamerās pieaug, kas veicina līniju regulatora (vārstu) noslēgšanos un pārtrauc degvielas padevi sprauslām.

10.2.1. Primārā spiediena regulators

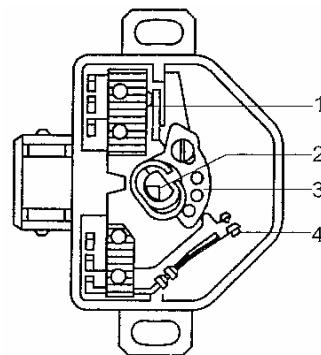
Primārā spiediena regulatora uzdevums ir nodrošināt nemainīgu spiedienu.



10.12. att. Primārā spiediena regulators: 1 – atplūde no regulatora dalītāja; 2 – atplūdes kanāls uz tvertni; 3 – regulēšanas iegrieznis; 4 – prets piediena atspere; 5 – atplūdes vārsta ligzda; 6 – degvielas padeves kanāls; 7 – vārsta plāksnīte; 8 – membrāna; 9 – regulēšanas atspere; 10 – vārsts.

10.2.2. Droseļvārsta stāvokļa devējs

Droseļvārsta stāvokļa devējs dod signālu uz EVB par brīvgaitas un pilnas slodzes režīmiem. Devējs ir saistīts ar droseļvārstu. Kustīgais kontakts ir nostiprināts uz droseļvārsta ass un savieno attiecīgos kontaktus brīvgaitas un pilnas slodzes režīmā.



10.13. att. Droseļvārsta stāvokļa devējs: 1 – brīvgaitas kontakti; 2 – droseļvārsta ass; 3 – ekscentriskā slēdža plate (kulise); 4 – pilnas slodzes kontakti.

10.3. Elektroniskās degvielas iesmidzināšanas sistēmas

Elektroniskās iesmidzināšanas sistēmās mehāniskās ierīces ir aizvietotas ar elektroniskām (BOSCH L, LE, L – 2, LE – 3, LH, LD, Mono – Jetronic, Mono – Motronic, ME – Motronic, MED – Motronic u.c.

Šīs sistēmas var iedalīt:

- ar centrālo iesmidzināšanu virs droseļvārsta – *Mono*;
- ar degvielas iesmidzināšanu katras cilindra ieplūdes kanālā (*L*, *LE -3*, *LH* utt.).

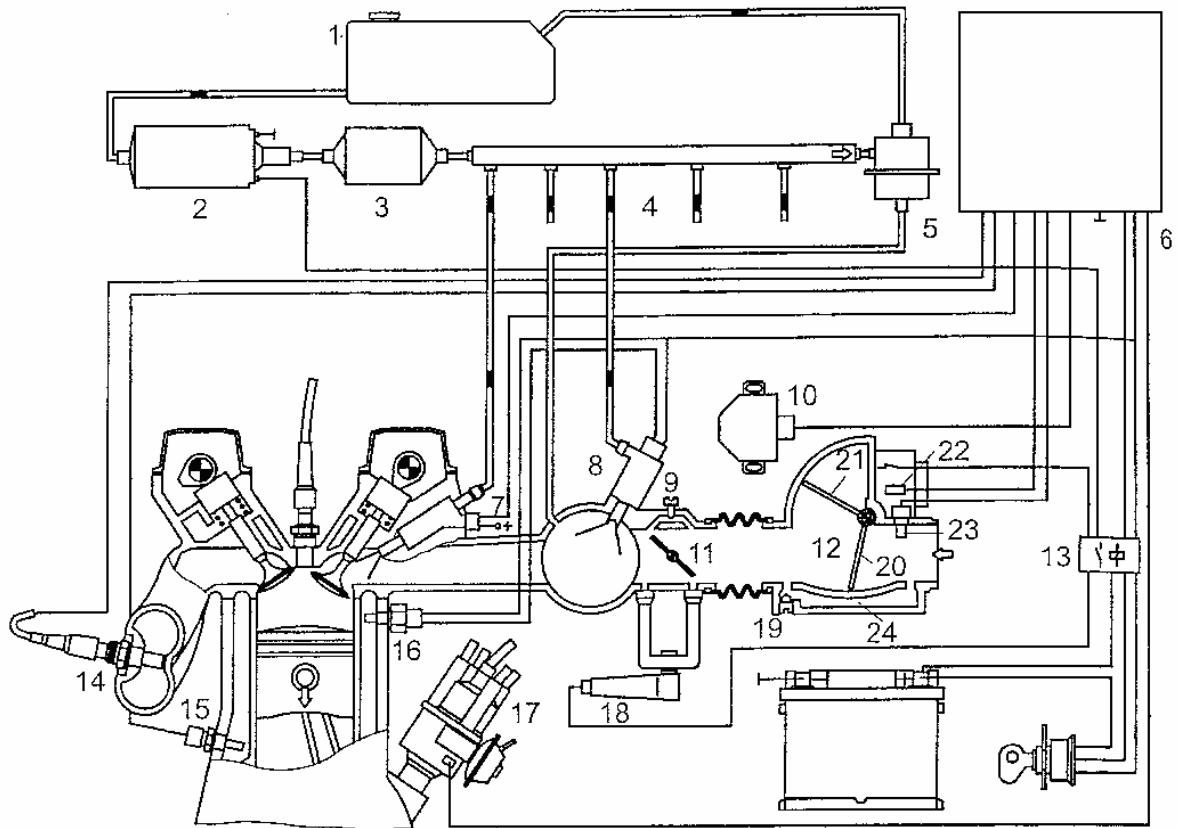
Tā kā dažādu ierīču darbības izmaiņu veic ar elektronisko signālu palīdzību, nav svarīga ierīču novietojuma vieta.

Salīdzinot *L* – Jetronic sistēmu ar *K*, *KE* – Jetronic sistēmu, degvielas sprauslas darbība ir pārtrauktā režīmā, ko vada EVB, un degvielas daudzums tiek izmainīts ar elektromagnētiskām sprauslām. Vēl atšķirīgs šai sistēmai ir gaisa daudzuma mērītājs.

Šajās elektroniskajās sistēmās ar elektronisko vadību tiek nodrošināta vienmērīgāka degmaisījuma padeve uz cilindriem. Degvielas padeves sistēmā ir degvielas elektrosūknis, filtrs, degvielas kopējā maģistrāle, kas nodrošina vienādāku spiedienu un degvielas padevi uz cilindriem. Degvielas maģistrāles pamatfunkcija ir veikt degvielas rezerves veidošanu un pasargāt sistēmu no spiediena izmaiņām.

10.3.1. L – Jetronic degvielas iesmidzināšanas sistēma

L – Jetronic degvielas iesmidzināšanas sistēma ir daudzpunktu elektroniski vadāma degvielas iesmidzināšanas sistēma. Šai sistēmai nav degvielas regulators – dalītājs un vadības spiediena regulators. Pamatā sistēma veic degvielas padevi, degvielas daudzuma regulēšanu un vadības informācijas apstrādi. *L* – Jetronic degvielas iesmidzināšanas sistēma ir ar palielinātu darbības ekonomiskumu, samazinātu kaitīgo izmešu daudzumu un arī uzlabotu automobiļa dinamiku.

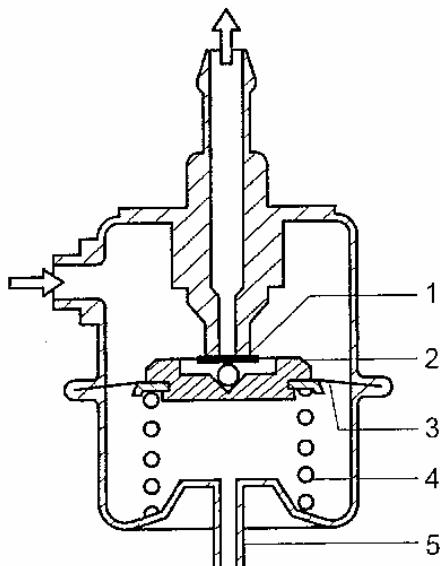


10.14. att. L – Jetronic degvielas iesmidzināšanas sistēma: 1 – degvielas tvertne; 2 – degvielas sūknis; 3 – degvielas filtrs; 4 – degvielas maģistrāle; 5 – spiediena regulators; 6 – elektroniskais vadības bloks (EVB); 7 – iesmidzināšanas sprausla; 8 – iedarbināšanas sprausla; 9 – apgriezienu regulēšanas skrūve; 10 – droseļvārsta stāvokļa devējs; 11 – droseļvārsts; 12 – gaisa daudzuma mērītājs; 13 – relejs; 14 – skābekļa devējs; 15 – dzesēs šķidruma temperatūras devējs; 16 – termo – laika slēdzis; 17 – sadalītājs – pārtraucējs; 18 – papildus gaisa kanāls; 19 – atgāzu toksiskuma regulēšanas skrūve; 20 – plate; 21 – kompensācijas plate; 22 – potenciometrs; 23 – gaisa temperatūras devējs; 24 – papildus gaisa kanāls.

L – Jetronic darbības princips. Elektriskais degvielas sūknis 2 (sk. 10. 14. att.) sūknē degvielu no degvielas tvertnes caur smalko degvielas filtru 3 uz galveno degvielas maģistrāli 4, kas ir savienota ar iesmidzināšanas sprauslām 7. Degvielas maģistrāles galā atrodas spiediena regulators 5, kas uztur sistēmā patstāvīgu spiedienu un nodrošina liekās degvielas noplūdi uz tvertni. Līdz ar to tiek nodrošināta patstāvīga degvielas cirkulācija sistēmā, un tiek izslēgta iespēja sistēmā veidoties gaisa ieslēgumiem.

Izsmidzinātās degvielas daudzums tiek aprēķināts ar EVB 6 palīdzību atkarībā no caurplūstošā gaisa temperatūras, spiediena un tilpuma, motora kloķvārpstas griešanās frekvences, slodzes, kā arī no dzeses šķidruma temperatūras.

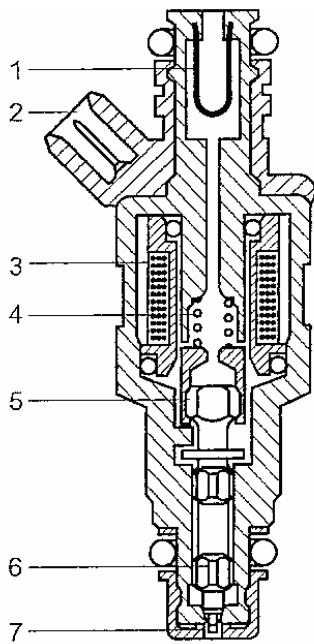
Spiediena regulators uztur nemainīgu spiediena starpību starp spiedienu ioplūdes kolektorā un degvielas padeves sistēmas spiedienu. Šis regulators izveidots pilnplūsma membrāntipa, un tas uztur degvielas maģistrālē 2,5 – 2,8 bāri lielu spiedienu. Regulatora metāla korpusā ievietota membrāna ar vārstu. Kad tiek sasniegts nepieciešamais spiediens, membrāna izliecas uz leju, atveras vārsts un daļa degvielas pa atplūdes kanālu izplūst uz tvertni.



10.15. att. Spiediena regulators: 1 – vārsts; 2 – vārsta ligzda; 3 – membrāna; 4 – atspere; 5 – kanāls uz ioplūdes kolektoru.

Kanāls 5 (sk. 10.15. att.) savienots ar ioplūdes kolektora telpu aiz droseļvārsta. Tādā veidā panāk nemainīgu spiediena kritumu iesmidzināšanas sprauslās atkarībā no droseļvārsta atvēruma.

Degvielas iesmidzināšana ioplūdes kolektora telpā pirms ioplūdes vārsta tiek nodrošināta ar elektromagnētisko sprauslu palīdzību, neatkarīgi no vārstu atvēruma stāvokļa.



10.16. att. Elektromagnētiskā sprausla: 1 – filtrs; 2 – elektrokontakti; 3 – elektrotinums; 4 – atspere; 5 – enkurs; 6 – sprauslas adatvārsts; 7 – adatas galenis.

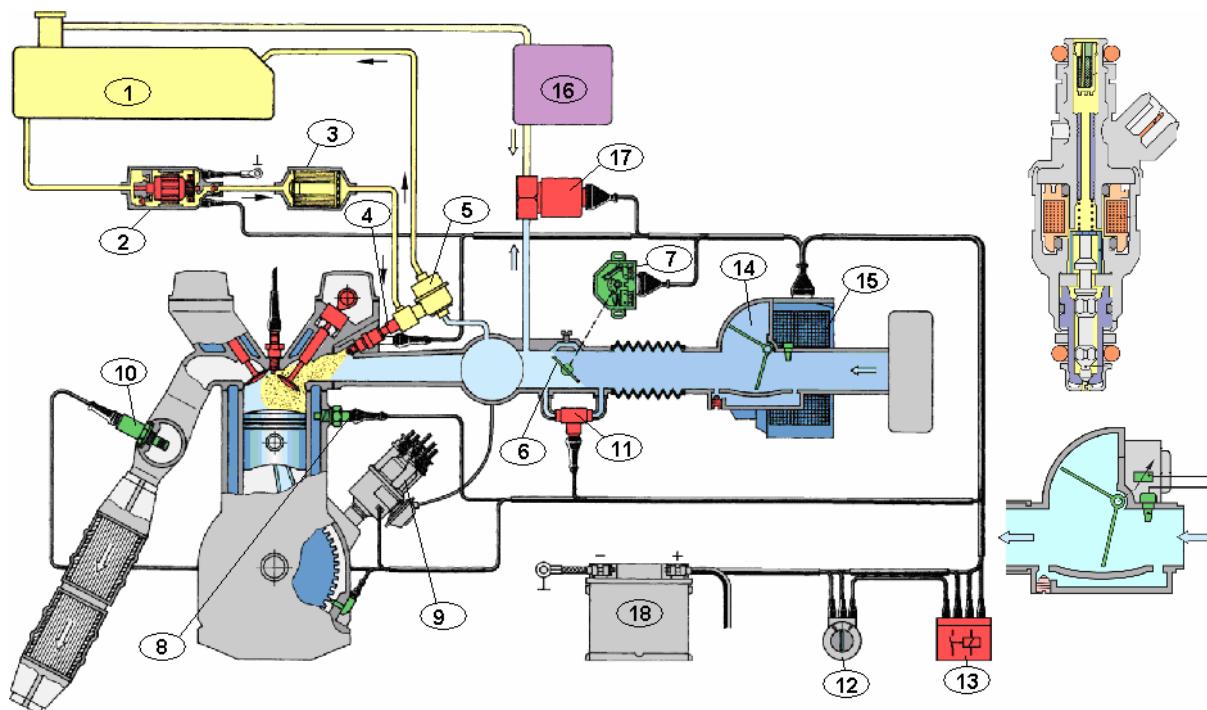
Ja strāva tinuma vijumos neplūst, tad sprauslas adatvārsts atsperes iedarbībā ir piespiests vārsta ligzda, noslēdzot degvielas izplūdes kanālu. EVB, kurš nosaka vajadzīgo degvielas daudzumu attiecīgam motora darba režīmam, padod noteikta garuma elektrisko impulsu uz elektromagnētiskām degvielas sprauslām. Saņemtā signāla iespaidā un tinuma radītā magnētiskā lauka ietekmē, enkurs kopā ar adatvārstu pārvietojas uz augšu, saspiežot atsperi un atverot izplūdes urbumu. Visa darbība notiek līdz 1,5 ms laikā. Lai izsmidzināšana būtu kvalitatīvāka, ir izveidots speciāls galenis.

Galvenais parametrs, pēc kura tiek dozēta degviela, ir ieplūstošā gaisa daudzums, ko nosaka ar gaisa daudzuma mērītāju. Gaisa daudzuma mērītāja korpusā ir gaisa vārsts, kurš nostiprināts uz ass un ass savienota ar potenciometru. Izplūstošais gaiss pārvieto gaisa vārstu pa noteiktu leņķi, pārvarot atsperes spēku. Ar potenciometra starpniecību šis pārvietojums tiek pārvērststs elektriskajā signālā, kuru padod uz EVB. Gaisa daudzuma mērītāja korpusā iebūvēts gaisa temperatūras devējs. Bez tam gaisa mērītājā ir izveidots gaisa papildus apvedkanāls 24 (sk. 10.14. att.). Caur šo kanālu gaiss var apiet

gaisa daudzuma mērītāja vārstu, un līdz ar to tas nerada iedarbību uz gaisa daudzuma mērītāja potenciometru. Ar skrūvi 19 var regulēt motora atgāzu toksiskumu.

10.3.2. L – 3 Jetronic degvielas iesmidzināšanas sistēma

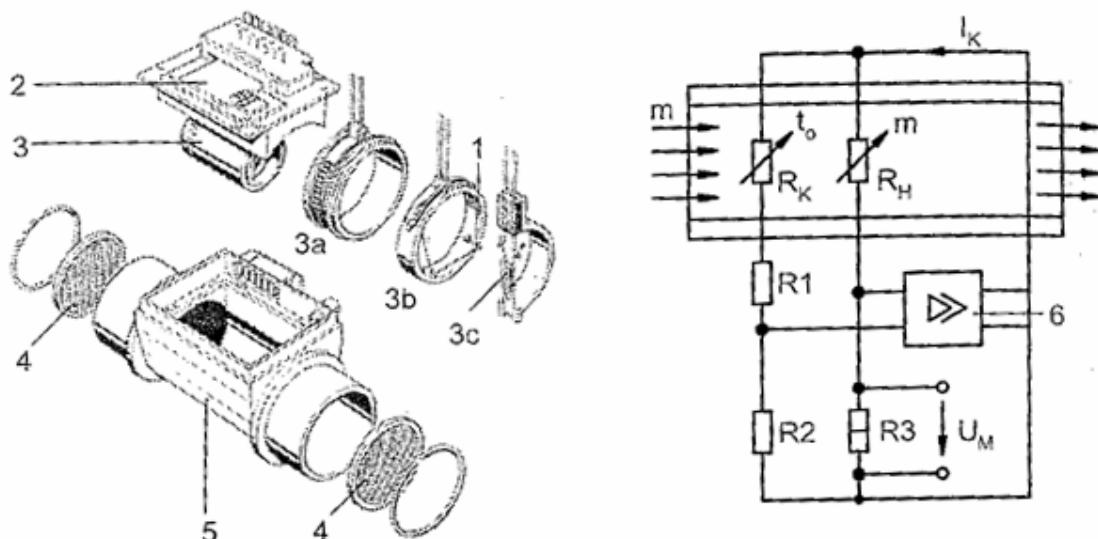
Šī sistēma atšķiras no iepriekš apskatītās ar to, ka EVB darbojas uz ciparu koda pamata, tādēļ to neietekmē apkārtējās vides temperatūra. Šajā sistēmā EVB ir apvienots ar gaisa daudzuma mērītāja korpusu. Vadības bloka sistēmā var noteikt avārijas ieejas signālu un noteikt tā ticamību. Ja ieejas signāla vērtība iziet no ticamības robežas, tad šī signāla vērtība tiek aizstāta ar vadības bloka atmiņā ieprogrammētā signāla vērtību. Bez tam vadības bloks kontrolē borta sistēmas sprieguma svārstības un izlīdzina tās uz elektromagnētisko sprauslu iesmidzināšanas laika rēķina.



10.17. att. L – 3 degvielas iesmidzināšanas sistēma: 1 – degvielas tvertne; 2 – sūknis; 3 – smallaks filtrs; 4 – iesmidzināšanas sprausla; 5 – spiediena regulators un degvielas maģistrāle; 6 – droseļvārsts; 7 – droseļvārsta devējs; 8 - temperatūras devējs; 9 – pārtraucējs sadalītājs; 10 – skābekļa devējs; 11 – papildus gaisa padeves ierīce; 12 – vadības slēdzis; 13 – vadības relejs; 14 – gaisa daudzuma mērītājs; 15 – EVB; 16 – ogles filtrs; 17 – degvielas tvaiku vārsts; 18 – akumulatoru baterija.

10.3.3. LH – Jetronic degvielas iesmidzināšanas sistēma

Šī sistēma ir analogiska L – Jetronic sistēmai, bet tā atšķiras tikai ar gaisa daudzuma noteikšanas principu. Šajā sistēmā nav gaisa daudzuma mērītāja vārsta. Gaisa daudzuma mērītājs ir izveidots kā termoanemometriskais stieples tipa gaisa masas mērītājs, jo iepriekš apskatītie gaisa daudzuma mērītāji noteica gaisa tilpuma daudzumu, bet nosakot gaisa pāruma koeficientu, vadās no masas. Sildāmā stieple izgatavota no platīna. Mērījumu precizitāti neietekmē ne gaisa blīvums, ne gaisa plūsmas maiņa. Gaisa mērītāja elektriskā slēguma pamatā izmantota *Vitstona* tilta shēma. Kā tilta vienu plecu izmanto šo platīna stiepli. Darbības laikā stieple var sasilt līdz 100°C temperatūrai. Jo intensīvāka gaisa plūsma, jo stieples temperatūra un arī pretestība samazinās. Tilta līdzvars tiek izjaukts, un, lai to atjaunotu, stieple tiek sildīta. Tieka izmantota uz spailēm radušās sprieguma starpība. Stieples sildīšanai tiek izmantots pastiprinātājkaskādes signāls. Sildīšanai izmantotā strāva izplūst arī caur rezistoru R_3 , bet sprieguma kritums tiek izmantots kā izejas signāls U_M , ko padod uz EVB, nepieciešamā degvielas daudzuma aprēķināšanai. Iesmidzinātās degvielas daudzums ir proporcionāls platīna stieples sildīšanas strāvai.

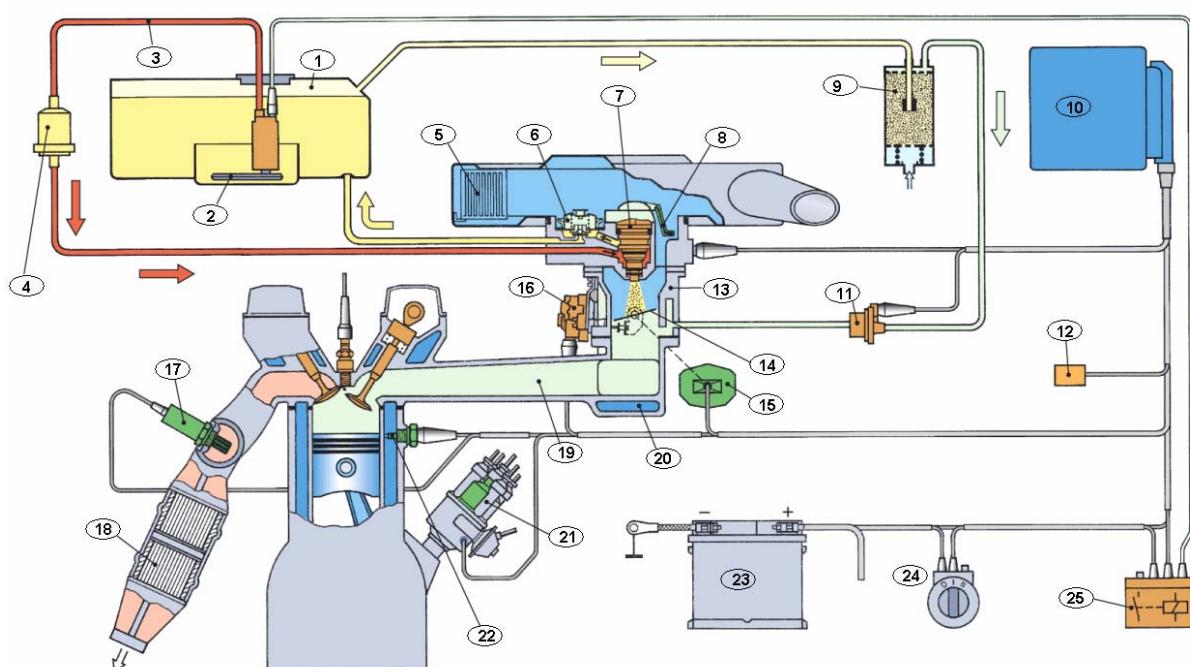


10.18. att. Gaisa masas mērītājs: 1 – platīna stieple R_H ; 2 – vadības bloks; 3 – iekšējā caurule – mērkanāls; 3a – rezistors R_3 ; 3b – apsildāmās stieples elements; 3c – termokompensācijas rezistors R_K ; 4 – aizsargrežģi; 5 – korpuss; 6 – pastiprinātājkaskāde.

Ieplūstošā gaisa temperatūras izmaiņu kompensēšanai paredzēts rezistors R_K . Visa mērītāja darbības laikā uztur temperatūras starpību starp ieplūstošā gaisa temperatūru un platīna stieples temperatūru.

Sildāmās stieples piesārņošanās var novest pie izmērīto rezultātu izkroplošanas, tādēļ, pēc katras motora apstādināšanas, stieple tiek pakļauta paaugstinātas temperatūras iedarbībai, tādējādi notiekot stieples pašattīrīšanai.

10.3.4. Centrālā elektroniskā degvielas iesmidzināšanas sistēma Mono – Jetronic



10.19. att. Iesmidzināšanas sistēma Mono-Jetronic: 1 – degvielas tvertne; 2 – degvielas sūkņa uztvērējfiltrs; 3 – degvielas cauruļvads; 4 – smalkais degvielas filtrs; 5 – gaisa filtra filtrlements; 6 – spiediena regulators; 7 – iesmidzināšanas sprausla; 8 – gaisa temperatūras devējs; 9 – aktīvās ogles filtrs; 10 – EVB; 11 – recirkulācijas vārststs; 12 – diagnostikas ligzda; 13 – centrālās iesmidzināšanas agregāts; 14 – droseļvārststs; 15 – droseļvārststa stāvokļa devējs; 16 – droseļvārststa stāvokļa regulators ar servomotoru; 17 – skābekļa devējs; 18 – katalizators; 19 – ieplūdes kolektors; 20 – ieplūdes kolektora apsildes kanāls; 21 – sadalītājs; 22 – motora temperatūras devējs; 23 – akumulatoru baterija; 24 – aizdedzes slēdzis; 25 – relejs.

BOSCH Mono – Jetronic iesmidzināšanas sistēma ir zema spiediena sistēma. No sprauslas degviela tiek izsmidzināta ar 1,1, bāru lielu spiedienu ar

vienu strūklu, no kā arī cēlies nosaukums (*Monojet*). Pirmo reizi šo sistēmu pielietoja BOSCH firma 1975 gadā.

Šī sistēma tiek vadīta ar EVB palīdzību. Sistēmā ietilpst viena elektromagnētiska sprausla. Centrālā iesmidzināšanas sprausla tiek nostiprināta virs droseļvārsta. Degvielas spiediena regulators ir izvietots iesmidzināšanas sprauslas tuvumā centrālajā iesmidzināšanas mezglā, kur ir izvietots arī droseļvārststs, brīvgaitas apgriezienu regulators un gaisa temperatūras devējs.

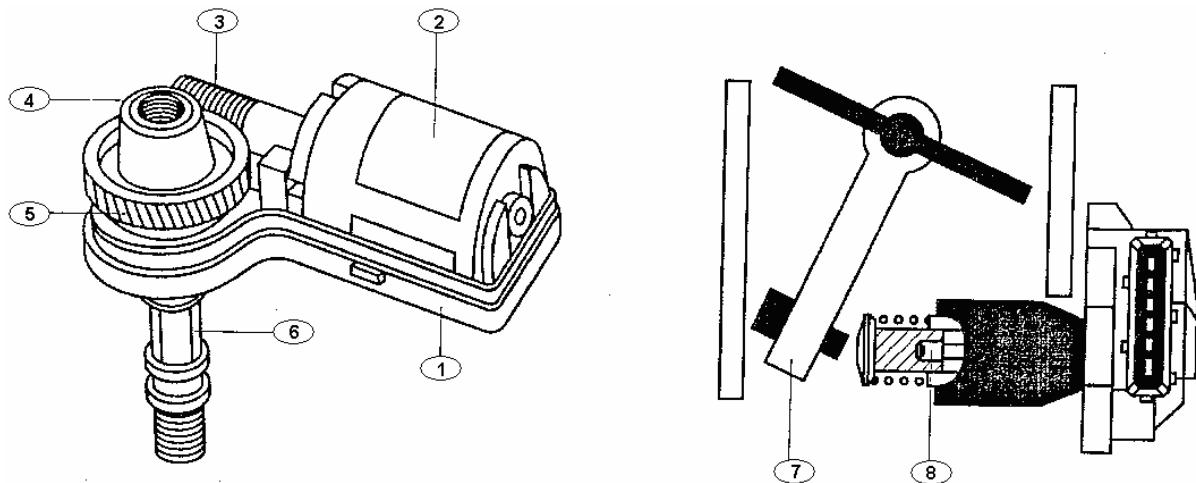
Mono – Jetronic sistēmai nav gaisa daudzuma mērītāja, tādēļ gaisa daudzumu nosaka pēc droseļvārsta stāvokļa. Droseļvārsta stāvokļa noteikšanai izmanto potenciometra tipa leņķiskā stāvokļa devēju, kurš informē vadības bloku par droseļvārsta stāvokli konkrētā laika momentā.

Galvenā degvielas dozēšana notiek pēc droseļvārsta stāvokļa, gaisa temperatūras un kloķvārpstas apgriezieniem. Motora kloķvārpstas apgriezienus nosaka izmantojot aizdedzes sistēmas elektriskos impulsus.

Degmaisījuma koriģēšanu pie auksta motora iedarbināšanas un uzsildīšanas laikā veic EVB, pēc dzeses šķidruma temperatūras devēja signāla, ieplūstošā gaisa temperatūras devēja un droseļvārsta stāvokļa devēja signāla. Bez tam droseļvārsta stāvokļa devēja signāls koriģē arī degmaisījumu pilnas slodzes režīmā. Iesmidzināšanas impulsa korekcijas veic arī pēc skābekļa devēja signāla.

Elektroniskajā vadības blokā ir mikroprocesors, atmiņas bloks un digitālais pārveidotājs. EVB saņem informāciju no devējiem un salīdzina to ar atmiņā ievadīto, kas ietver droseļvārsta stāvokļa un kloķvārpstas apgriezienu vērtības. Pēc šīs informācijas apstrādes tiek noteikts iesmidzināšanas ilguma pamatimpulss.

Brīvgaitā EVB izlīdzina borta sistēmas tīkla sprieguma svārstības un nodrošina brīvgaitas apgriezienu regulēšanu, vadoties no motora kloķvārpstas apgriezieniem un dzeses šķidruma temperatūras, un ar servomotoru pieverot vai atverot droseļvārstu.



10.20. att. Droseļvārsta elektro-servopievads: 1 – korpuiss; 2 – servomotors; 3 – gliemežvārpsta; 4 – iekšējā vītnē; 5 – gliemežrats; 6 – iestatīšanas vārpsta; 7 – droseļvārsta atbalstsvira; 8 – bīdītājs.

Gaisa daudzuma izmaiņas novirzes attiecībā pret momentāno kloķvārpstas apgriezienu skaitu un nomināliem apgriezieniem ir ieprogrammēts vadības bloka atmiņā. Vadības bloks arī ierēķina droseļvārsta atvēršanās ātrumu.

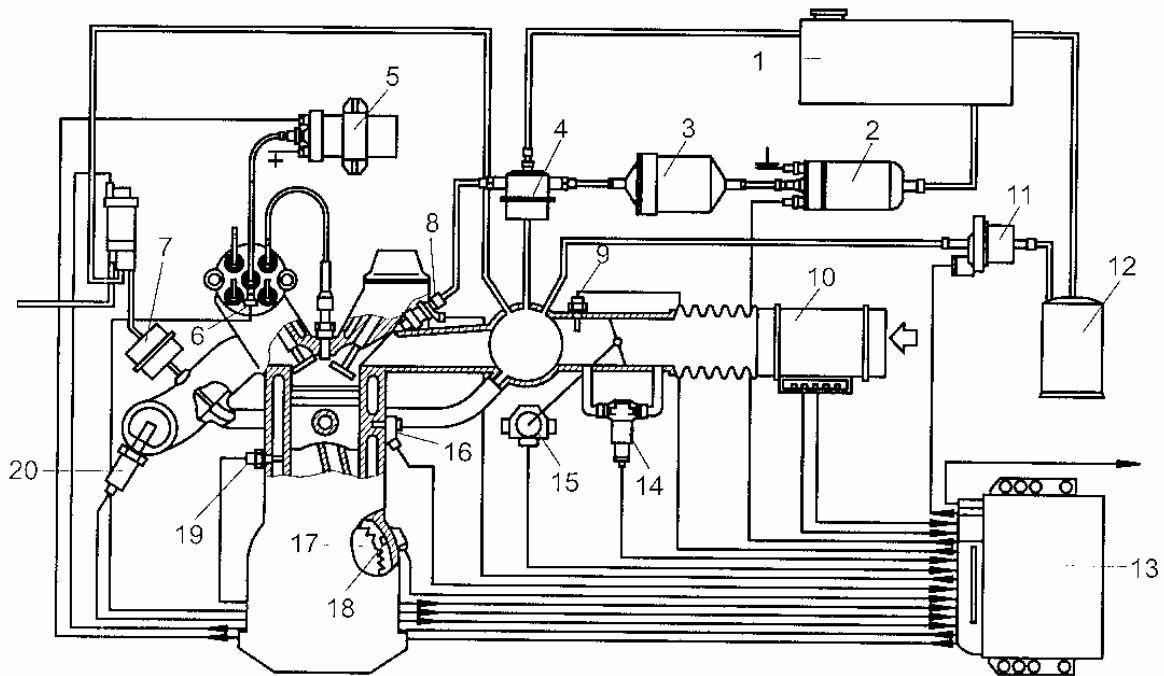
Mono – Jetronic atsevišķās sistēmās var būt arī gaisa daudzuma mērītājs.

10.3.5. BOSCH Motronic sistēma

Šī sistēma ir kombinēta degmaisījuma veidošanas un aizdedzes sistēma, ko vada kopējs EVB, izmantojot vienus un tos pašus devējus. Motronic sistēma nodrošina degvielas daudzuma regulēšanu un aizdedzes momenta izmaiņu. Šīs sistēmas var nodrošināt arī atgāzu recirkulācijas vadību, transmisijas darbības vadību, detonācijas novēršanu un turbokompresora vadību.

BOSCH Motronic sistēmas pielieto *Mono* sistēmās un arī *L* sistēmās.

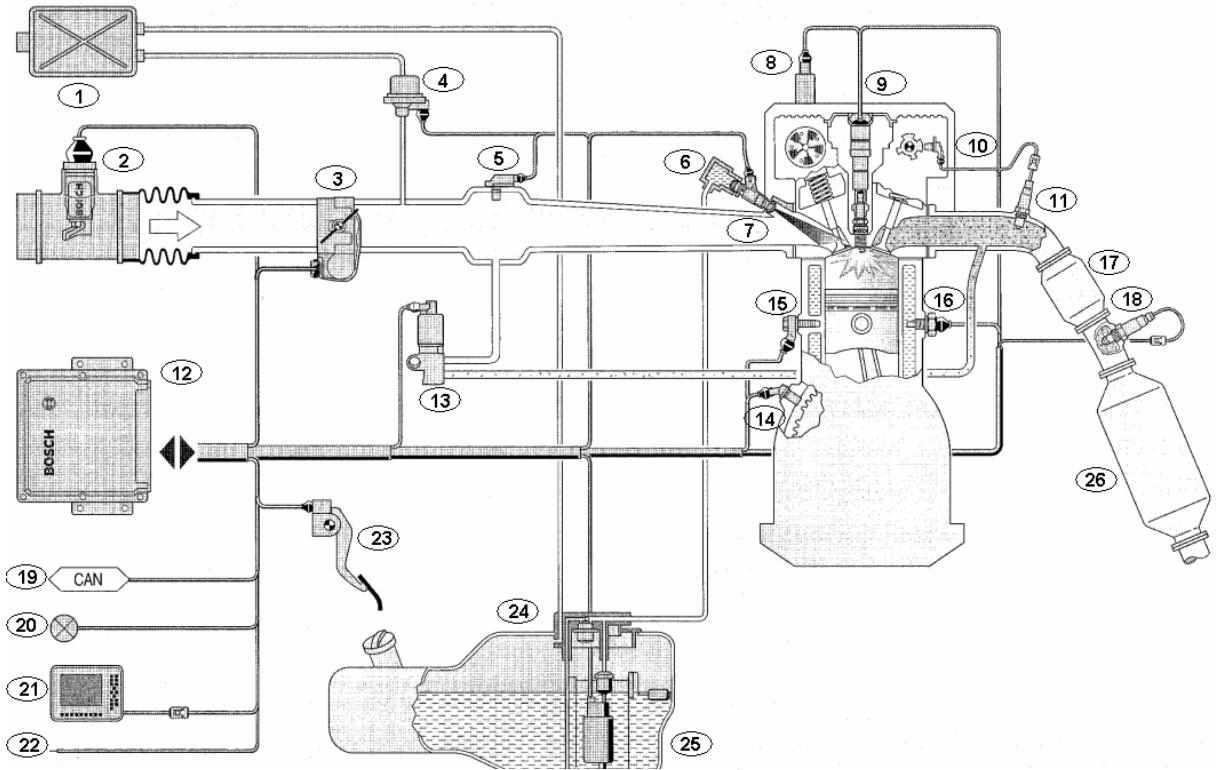
Motora apgriezienu indukcijas devēju izmanto iesmidzināšanas un aizdedzes sistēmās. Brīvgaitas apgriezienu regulēšanai izmanto papildus gaisa padeves kanālu ar rotortipa brīvgaitas regulatoru, kurš izmaina šķērsgrīzuma laukumu atkarībā no EVB signāla.



10.21. att. BOSCH Motronic degvielas iesmidzināšanas sistēma:
 1 – degvielas tvertne; 2 – benzīna sūknis; 3 – filtrs; 4 – primārā spiediena regulators; 5 – indukcijas spole; 6 – sadalītājs; 7 – recirkulācijas vārsti; 8 – iesmidzināšanas sprausla; 9 – gaisa temperatūras devējs; 10 – gaisa masas mērītājs; 12 – aktīvās ogles filtrs; 13 – EVB; 14 – papildus gaisa padeves regulators; 15 – droselvārsta stāvokļa devējs; 16 – detonācijas devējs; 17 – motora apgriezienu induktīvais devējs; 18 – kloķvārpstas apgriezienu devējs; 19 – motora temperatūras devējs; 20 – skābekļa devējs.

10.3.6. ME – Motronic sistēma

Ciparu sistēma ME – Motronic apvieno iesmidzināšanas sistēmu LE2 – Jetronic. Šajā sistēmā ietilpst benzīna tvaiku absorbcijas ierīce, droselvārsta elektroniskā vadība, atgāzu recirkulācijas sistēma, sekundārās gaisa padeves sistēma izplūdes kolektorā.

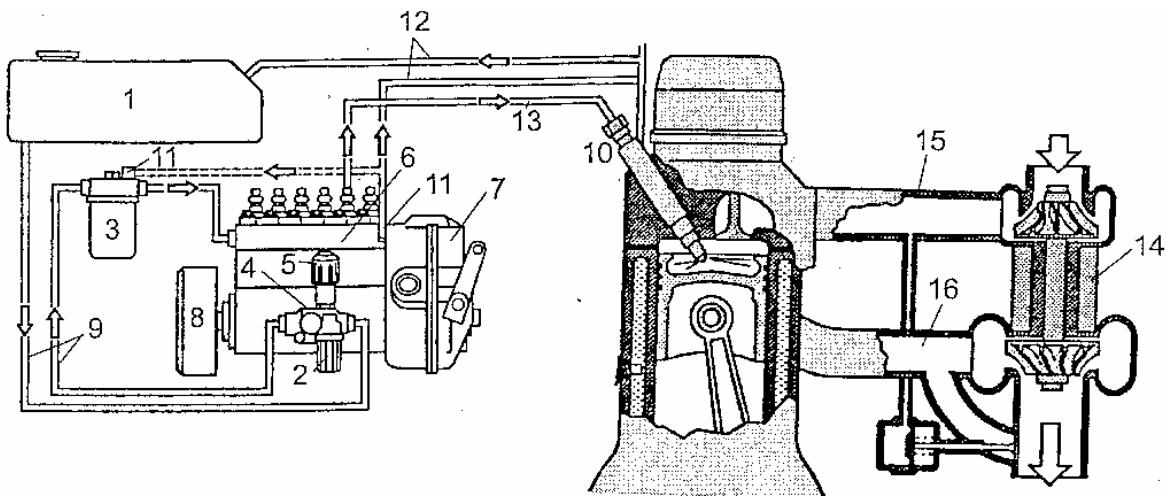


8.19. att. ME-Motronic sistēma: 1 – aktivētās ogles filtrs; 2 – gaisa daudzuma mērītājs; 3 – droselvārsta regulators; 4 – degvielas tvaiku reģenerācijas vārst; 5 – ieplūdes kolektora spiediena devējs; 6 – degvielas maģistrāle; 7 – degvielas sprauslas; 8 - aktuatoris un devējs sadales fāžu maiņas mehānismam; 9 – indukcijas spole un aizdedzes sveces; 10 – sadales vārpstas fāzes devējs; 11 – augšējās plūsmas lambda zonde; 12 – EVB; 13 – izplūdes gāzu recirkulācijas vārst; 14 – ātruma devējs; 15 – detonācijas devējs; 16 – motora temperatūras devējs; 17 – primārais katalītiskais neutralizatoris; 18 – apakšējās plūsmas lambda zonde; 19 – CAN interfeiss; 20 – kļūdu indikatora lampiņa; 21 – diagnostikas interfeiss; 22 – interfeiss ar EVB imobilaizeru; 23 - akseleratora paminas modulis ar paminas pārvietojuma devēju; 24 – degvielas tvertne; 25 - degvielas tvertnē iemontēts degvielas sūknis, degvielas filtrs un degvielas spiediena regulators; 26 – galvenais katalītiskais neutralizatoris.

11. Dīzelmotoru barošanas sistēma

Dīzelmotoru barošanas sistēma cilindros ioplūdes taktā ievada filtrā attīrītu gaisu un kompresijas takts beigās ievada filtrētu degvielu, kā arī veic atgāzu izvadīšanu no cilindra.

Degvielas padeves sistēmai var izšķirt zemspiediena un augstspiediena daļu.



11.1. att. Dīzelmotoru barošanas sistēma: 1 – degvielas tvertne; 2, 3 – rupjie un smalkie degvielas filtri; 4 – zemspiediena sūknis; 5 – rokas sūknis; 6 – augstspiediena sūknis; 7 – regulators; 8 – iesmidzināšanas apsteidzes regulators; 9 – degvielas padeves zemspiediena cauruļvads; 10 – sprausla; 11 – pārplūdes vārsti; 12 – pārplūdes cauruļvads; 13 – degvielas augstspiediena padeves cauruļvads; 14 – turbokompresors; 15 – ioplūdes kolektors; 16 – izplūdes kolektors.

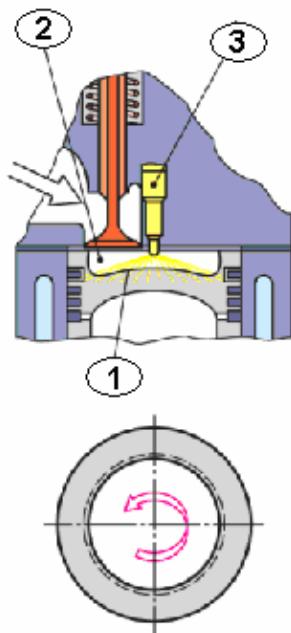
Slēgtā degvielas sistēmā degviela no degvielas tvertnes 1 (sk. 11.1. att.) caur rupjo filtro 2 ar zemspiediena sūkni 4 tiek padota uz smalko filtro un tālāk uz augstspiediena sūkni 6. No augstspiediena sūkņa degviela pa augstspiediena cauruļvadiem tiek padota uz iesmidzināšanas sprauslām 10. Pārplūdes vārsti nodrošina spiedienu 0,7 – 1,1 bārus.

Dīzeļmotora degvielas sadedzes process atkarīgs no degmaisījuma sagatavošanas paņēmienā, kurš ir saistīts ar degkameras konstrukciju. Dīzeļmotorus pēc degkameras veida iedala dalītās – netiešās iesmidzināšanas (DI) un nedalītās – tiešās iesmidzināšanas (TDI).

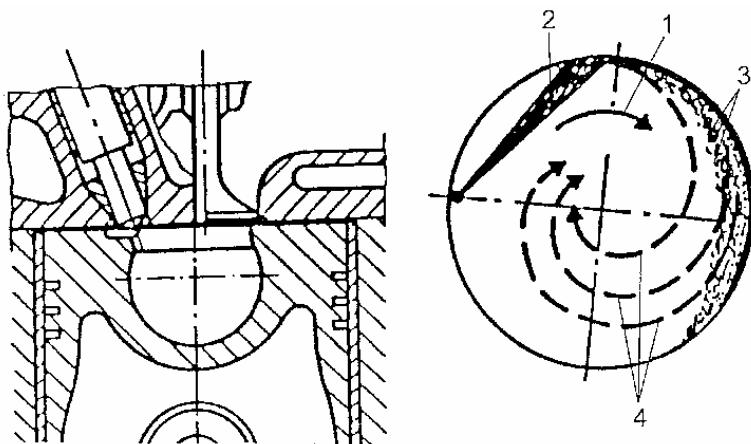
Nedalītās degkameras motoram degkamera ir izveidota virzuļa galvā, retāk cilindra galvā virs virzuļa. Nedalītās degkameras ir kompaktas un ar mazu siltumatdeves virsmu. Līdz ar to ir atvieglota auksta motora iedarbināšana un samazināts degvielas patēriņš.

Degvielas kvalitatīvāku izsmidzināšanu panāk pielietojot daudzstrūklu sprauslas ar lielu izsmidzināšanas spiedienu (150 – 280 MPa). Tiešai degvielas iesmidzināšanai ir vairākas priekšrocības: lielāks motora lietderības koeficients, labākas iedarbināšanas spējas, mazāks degvielas patēriņš, mazāks atgāzu toksiskums. Kā trūkumu var uzskatīt motora darbības laikā lielāku troksni un cietāku darbību, kā arī lielāki spiedieni pie iesmidzināšanas.

Tilpumiski virsmiskais paņēmiens nodrošina motora ekonomiskāku darbību. Daļa degvielas sadeg degkamerā, bet daļa – pēc iztvaikošanas no degkameras virsmas.

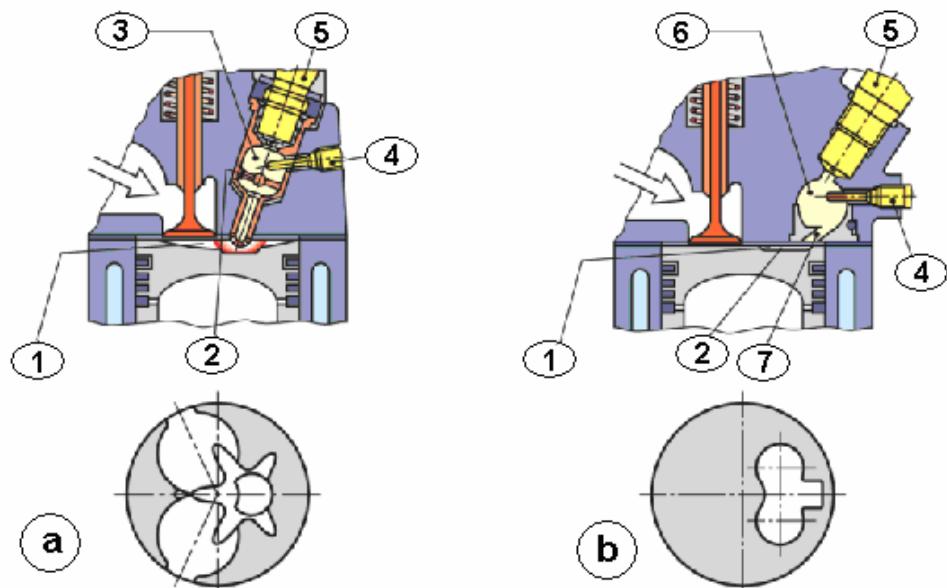


11.2. att. Nedalītā degkamera: 1 – virzulis; 2 – degkamera; 3 – sprausla.



11.3. att. Tilpumiski virsmiskā degmaisījuma izsmidzināšana: 1 – gaisa strūklas virziens; 2 – degvielas plūsma; 3 – degvielas plēvīte; 4 – reakcijas zona.

Netiešās iesmidzināšanas motoros ar dalīto degkameru sadedzes process notiek lēnāk un motora darbība ir mīkstāka un klusāka. Plaši tā tiek izmantota vieglajiem automobiļiem. Pie šīs sistēmas trūkumiem var minēt mazāku ekonomiskumu, kā arī lai atvieglotu auksta motora iedarbināšanu, šai sistēmai nepieciešamas kvēlsveces. Šajā gadījumā priekškamera kopā ar degkameras virsvirzuļa telpu palielina degšanas kameras tilpumu, un šeit ir lielāka sadegšanas siltuma izkliede.

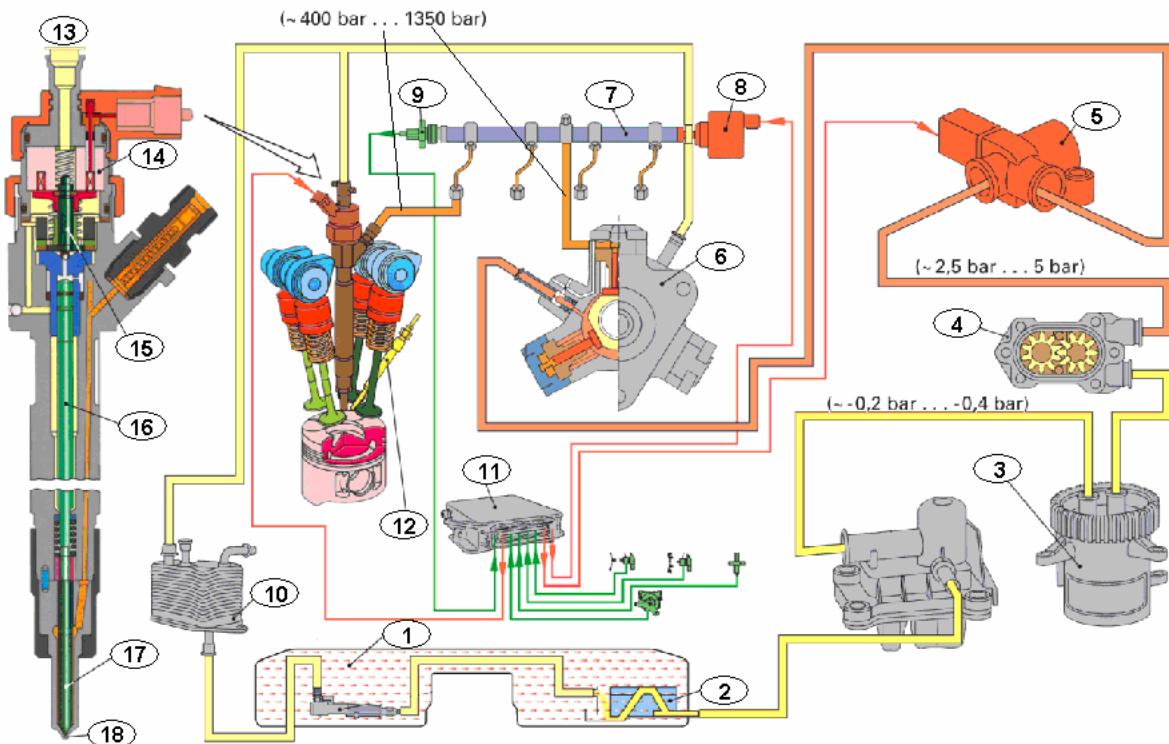


11.4. att. Dalītās degkameras (netiešā iesmidzināšana): a – priekškamera; b – virpuļkamera; 1 – virzulis; 2 – degkamera virzulī; 3 – priekškamera; 4 – kvēlsvece; 5 – sprausla; 6 – virpuļkamera; 7 – difuzors.

11.1. Common Rail Direct Injection (CDI)

Mūsdien motoros plaši pielieto tiešās degvielas iesmidzināšanas sistēmu CDI (Common Rail Direct Injection). Šajā sistēmā var tieši regulēt degvielas daudzumu, iesmidzināšanas momentu un spiedienu degvielas maģistrālē. Šeit sprauslas ar sūkni nav saistītas ar atsevišķiem cauruļvadiem, bet šajā sistēmā ir izveidota kopēja degvielas maģistrāle (common Rail), kas izveidota ar pretvārstu un spiediena devēju. Liekā degviela ar pretvārsta palīdzību tiek novadīta atpakaļ uz tvertni.

Ar EVB palīdzību vada augstspiediena degvielas sūkni, nodrošinot spiedienu degvielas maģistrālē no 400 – 1350 bāriem. Iesmidzināšanas sprauslas ir aprīkotas ar elektrisku vārstu sistēmu, līdz ar to atvēršanās un aizvēršanās momentu vada EVB, regulējot padodamās degvielas daudzumu.



11.5. att. Degvielas padeves sistēma Common Rail: 1 – degvielas tvertne; 2 – zemspiediena līnija; 3 – degvielas filtrs; 4 – zemspiediena sūknis; 5 – izplešanās elektriskais vārsts; 6 – augstspiediena sūknis; 7 – kopējā degvielas maģistrāle; 8 – spiediena regulēšanas vārsts; 9 – spiediena devējs; 10 – degvielas dzesētājs; 11 – EVB; 12 – kvēlsvece; 13 – iesmidzināšanas sprausla; 14 – solenoīdvārsts; 15 – vārsta bīdītājs; 16 – starpstienis; 17 – smidzinātājs; 18 – smidzinātāja adata.

Degvielu no tvertnes 1 (sk. 11.5. att.) iesūc caur filtru 3 zobratu tipa zemspiediena sūknis 4. Spiediens līdz sūknim ir 0,2 – 0,4 bāri. Sūknis ar 2,5 -5 bāru lielu spiedienu caur izplešanās elektromagnētisko vārstu 5 piegādā augstspiediena sūknim 6. Augstspiediena sūkņa trīs zvaigžņveida izveidotās sekcijas padod degvielu uz degvielas maģistrāli 7. Spiediens maģistrālē tiek kontrolēts ar spiediena devēja 9 palīdzību. Devēja signāls tiek padots uz EVB 11, kurš, atkarībā no ieprogrammētā algoritma pēc motora darba režīma, ieregulē maģistrālē spiedienu no 400 – 1350 bāriem. Spiediena regulēšanu veic maģistrāles galā iebūvētais elektromagnētiskais spiediena regulatora vārsts 8. Degviela no maģistrāles pa augstspiediena cauruļvadiem nokļūst elektromagnētiski vadāmās sprauslās 13. EVB ieregulējot sprauslu atvēršanās ilgumu un spiedienu maģistrālē, nosaka cilindros iesmidzināmo devu.

11.2. Turbokompresori un gaisa ieplūdes sistēma

Dīzeļmotoram ir svarīgi cilindros ievadīt attīrītu, svaigu gaisu. Gaisa padeves sistēma nodrošina attīrīta gaisa ieplūšanu cilindros, kā arī var nodrošināt ieplūstošā gaisa atdzesēšanu, lai panāktu gaisa masu ar lielāku blīvumu. Šī sistēma var sastāvēt no gaisa filtra, gaisa savirpuļošanas vārsta, kompresora, izplūdes recirkulācijas kontūra ar dzeses radiatoru. Šī sistēma var būt saistīta ar EVB.

Gaisa filtrs attīra gaisu no abrazīvām putekļu daļiņām un samazina iesūcamā gaisa troksni. Atkarībā no konstrukciju veida, tīrītājus iedala:

- kontakta;
- inerces;
- centrīdzes;
- kombinētos.

Filtrējošie elementi izgatavoti no tekstila, šķiedras vai papīra.

Viens no dīzeļmotora jaudas palielināšanas un atgāzu toksiskuma samazināšanas veidiem ir gaisa masas daudzuma palielināšana cilindrā. To var

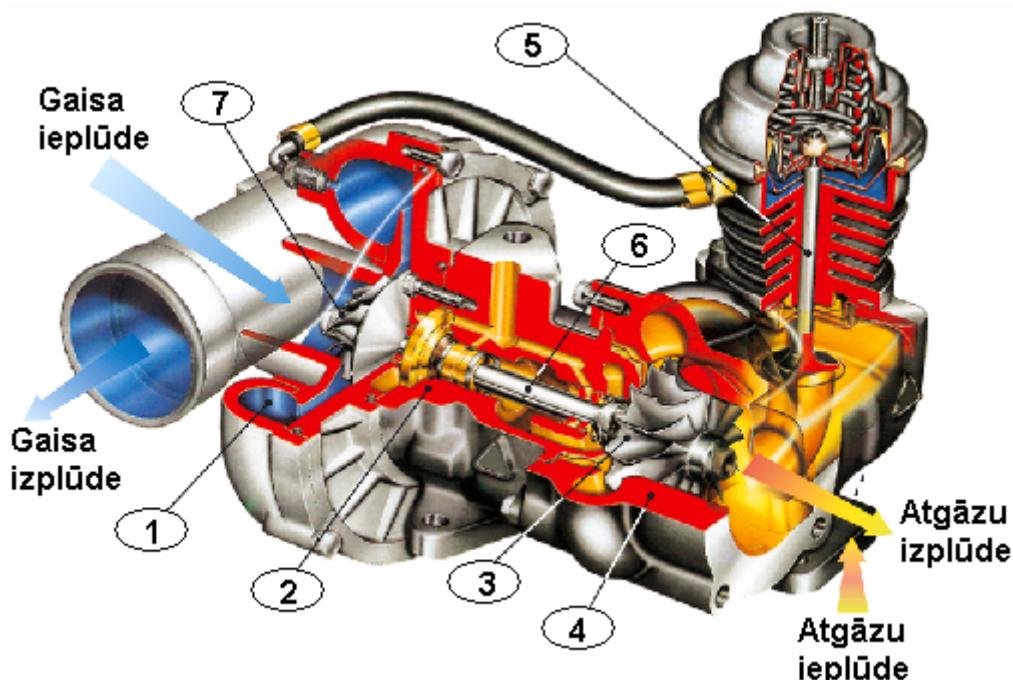
panākt ar saspiesta gaisa ievadīšanu cilindrā ar spiedienu, kas augstāks par atmosfēras spiedienu. Šo procesu, parasti, sauc par turbopūti.

Gaisa saspiešanai var pielietot kompresoru ko piedzen mehāniski no kloķvārpstas, vai arī turbokompresoru, kuru darbina motora atgāzes. Motora atgāzes caur izplūdes kolektoru tiek ievadītas turbīnas korpusā, un tās griež turbīnrata lāpstiņas. Turbīnas rata lāpstiņas novietotas uz vārpstas. Vārpstas otrā galā atrodas kompresora rats. Atgāzēm griežot turbīnas ratu, ar tādiem pašiem apgriezieniem tiek griezts arī kompresora rats. Griešanās frekvence mūsdienu motoriem var sasniegt līdz $250\,000\text{ min}^{-1}$. Kompresora rata iesūktais gaiss tiek saspiests un pievadīts motoram caur kompresora izeju. Bieži vien gaisa celā starp turbokompresoru un ieplūdes kolektoru tiek izveidots gaisa dzesēšanas radiators. Pūtes spiediens tiek regulēts ar speciāla vārsta palīdzību, kurš pārlieku liela spiediena gadījumā atver izplūdes gāzu kanālu, ļaujot izplūdes gāzēm apiet turbīnas ratu. Vārstu darbina speciāli izveidota spiediena kamera, kura ar caurulītes palīdzību savienota ar ieplūdes cauruļvada telpu aiz kompresora. Pūtes spiediens var tikt regulēts arī izmantojot EVB signālu. Pie aizvērtā droselvārsta gaisa saspiešana nenotiek, motors strādā kā atmosfēras motors.

Motoram nepieciešamo gaisa daudzuma regulēšanu modernākos turbokompresoros var veikt speciāli izveidoti turbokompresori ar maināmu ģeometriju vai izplūdes gāzu recirkulācija (pārplūde).

Turbokompresora priekšrocība ir zemāks īpatnējais degvielas patēriņš un lielāka motora jauda.

Pastāv arī motoru konstrukcijas, kuras aprīkotas ar diviem turbokompresoriem. Parasti, viens kompresors nodrošina gaisa saspiešanu pie zemiem kloķvārpstas apgriezieniem, bet otrs – pie augstākiem apgriezieniem, tādējādi samazinot vienu no kompresora trūkumiem – turbo lāgu, kas parasti vērojams paātrināšanās laikā pie zemiem kloķvārpstas apgriezieniem.



11.6. att. Turbokompresora konstrukcija: 1 – kompresora korpuiss; 2 – vidusdaļas korpuiss; 3 – turbīnas rats; 4 – turbīnrata korpuiss; 5 – vārsts; 6 – vārpsta; 7 – kompresora rats.

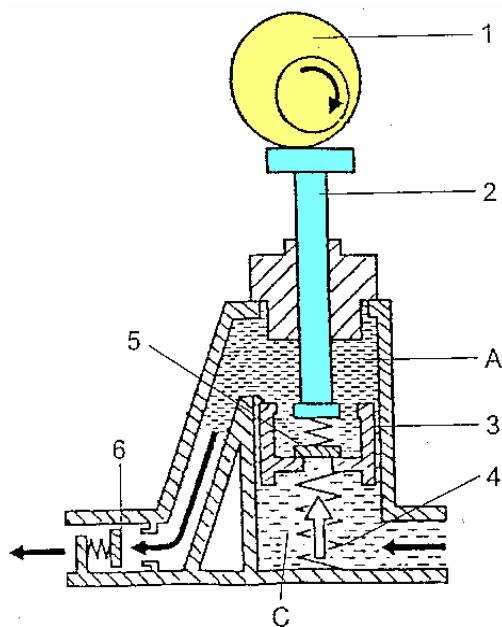
11.3. Degvielas zemspiediena sistēmas sastāvdaļas

Degviela tiek uzkrāta degvielas tvertnē. Spiediena izlīdzināšanai starp tvertni un apkārtējo vidi, tvertnes vākā var būt izveidots speciāls urbums vai vārstu sistēma. Pie spiediena izlīdzināšanas traucējumiem, zemspiediena sūknis nespēj uzsūkt degvielu no degvielas tvertnes.

Zemspiediena degvielas vadi ir izgatavoti no misiņa vai polietilēna materiāla.

Pēc konstrukcijas zemspiediena sūkņus iedala zobratru, diafragmas plāksnīšu un virzuļa tipa sūkņos.

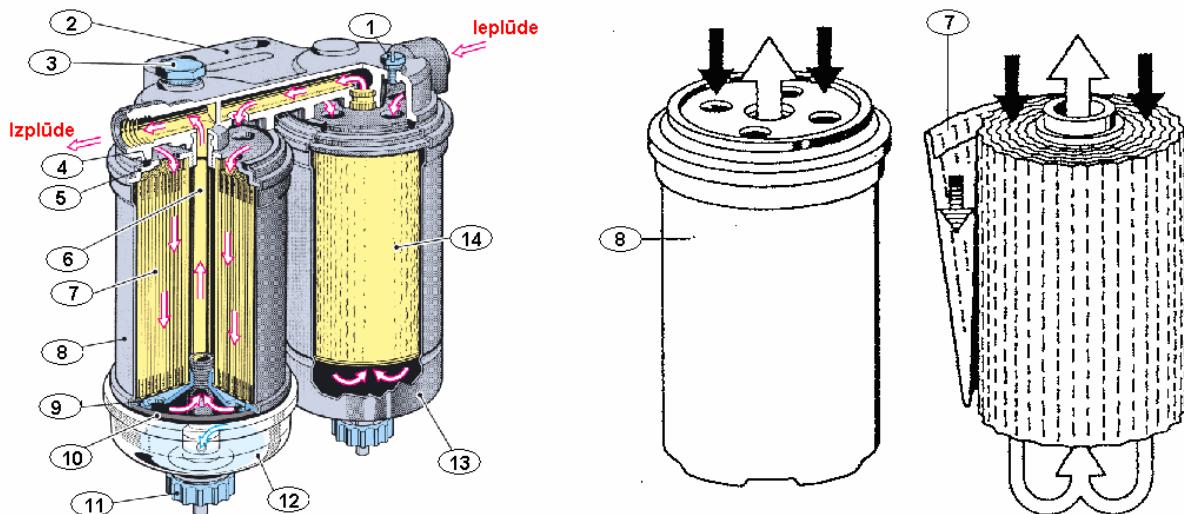
Degvielas zemspiediena sūkņa uzdevums ir nodrošināt filtru pretestības pārvarēšanu un degvielas padevi 3 – 10 reizes lielāku par augstspiediena sūkņa padevi caur sprauslām. Spiediens atkarībā no sūkņa tipa var būt no 0,1 – 1,2 MPa.



11.7. att. Zemspiediena sūknis: 1 – augstspiediena sūkņa izciļņu vārpstas ekscentrs; 2 – bīdītājs; 3 – virzulītis; 4 – atspere; 5 – ieplūdes vārsts; 6 – izplūdes vārsts; C – sūctelpa.

Zemspiediena sūkņa darbība norit trīs fāzēs: ieplūde, pārplūde un izplūde.

Degvielas filtrus var iedalīt: iepriekšējās attīrišanas filtros (aizsargiets), priekšattīrišanas rupjos filtros, smalkās filtrēšanas filtros un aizsargfilteros.



11.8. att. Smalkais degvielas filtrs: 1, 3 – atgaisošanas aizgriežņi; 2 – kronšteins; 4 – degvielas cauruļvada pievienošanas savienojums; 5 – blīvgredzens; 6 – filtra centrālais cauruļvads; 7, 14 – filtrpapīrs; 8 – korpuiss; 9 – piltuve; 10 – blīvgredzens; 11 – nosēdumu izlaišanas aizgrieznis; 12, 13 – apakšējais nosēdumu trauks.

Rupjo filtru novieto pirms zemspiediena sūkņa, jo tā pamatuzdevums ir aizturēt mehāniskos piemaisījumus un ūdeni. Smalko filtru izmanto mazāku mehānisko piemaisījumu atdalīšanai. Var tikt lietoti filtri ar diviem filtrēšanas elementiem, kuri darbojas paralēli.

Dažu spēkratu filtri ir aprīkoti ar degvielas uzsildīšanas elementu, ko darbina filtra korpusā iemontēts devējs – slēdzis.

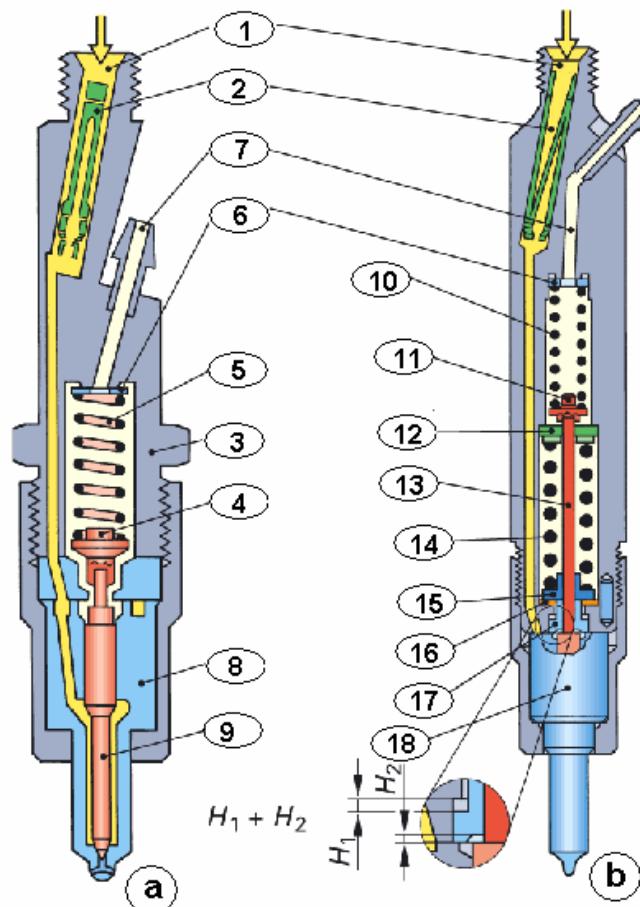
11.4. Sprauslas

Sprauslas iesmidzina augstspiediena sūkņa padoto degvielu cilindra degkamerā. Atkarībā no sprauslu smidzinātāja tipa izšķir: galeņa jeb vienstrūklas smidzinātājus un daudzstrūklu – bezgaleņa smidzinātājus. Dīzeļmotoros ar priekškamerām un virpuļkamerām, izmanto vienstrūklas galeņu smidzinātājus. Daudzstrūklu smidzinātājus pielieto tiešās iesmidzināšanas dīzeļmotoriem.

Sprauslas sastāv no korpusa 3 (sk. 11.9. att.), kuram galā ar atmaluzgriezni pieskrūvēts smidzinātājs ar adatu. Smidzinātājs tieknofiksēts ar tapiņu. Degvielas padeves uzgaļa 1 daļā ir iemontēts filtrs 2. Sprauslas urbūmā ir ievietots bīdītājs 4 un atspere 5. Tās spriegojumu var regulēt ar regulēšanas skrūvi vai ar regulēšanas paplāksni 6. Regulēšanas skrūves un regulēšanas paplāksnes paredzētas degvielas iesmidzināšanas sākuma spiediena regulēšanai.

Sprauslas darbības princips. Smidzinātājs iesmidzina degvielu cilindra degkamerā ar augstu spiedienu. Degviela no augstspiediena sūkņa nonāk sprauslas spiedkamerā, kur ar šī spiediena palīdzību iedarbojas uz adatas pacelšanas konisko virsmu, un, pārvarot atsperes pretestības spēku, adata paceļas uz augšu. Līdz ar to caur smidzinātāja urbūniem tiek nodrošināta degvielas iesmidzināšana degkamerā. Pārtraucot iesmidzināšanu, adata caur bīdītāju atvirza adatu apakšējā pozīcijā, un iesmidzināšana tiek pārtraukta.

Daļa degvielas gar adatas smidzinātāja korpusa virsmām nokļūst atsperes telpā un pa noplūdes cauruli nonāk atpakaļ degvielas tvertnē. Šī noplūstošā degviela veic arī eļlošanas funkciju.



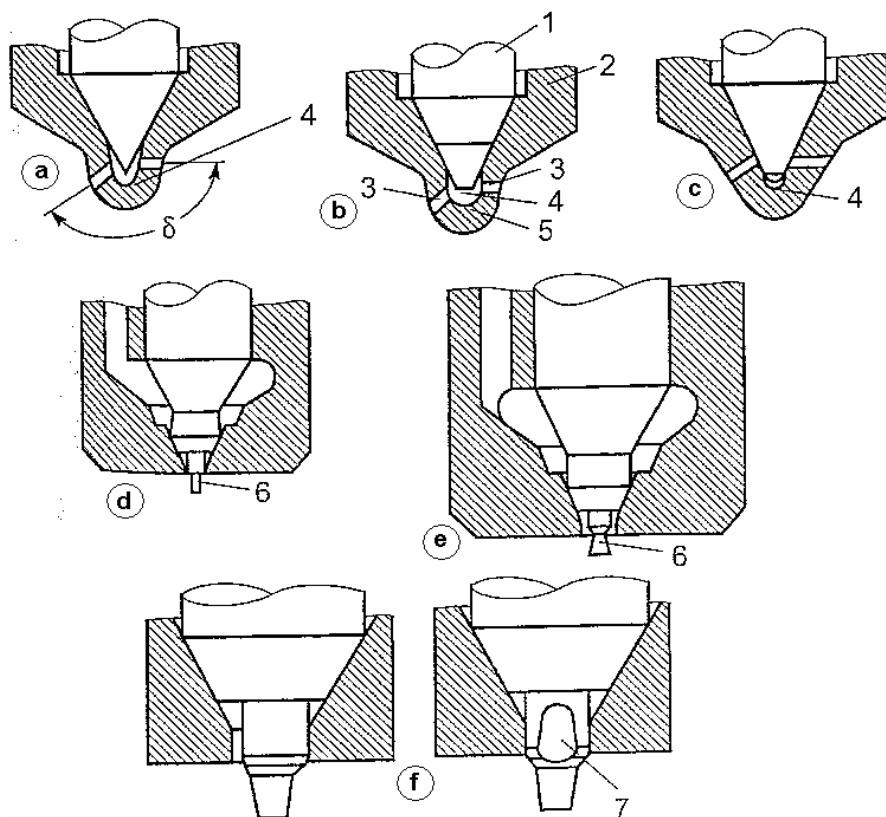
11.9. att. Dīzelmotora degvielas iesmidzināšanas sprausla: a – bezgaleņa sprausla; b – bezgaleņa divatsperu sprausla; 1 – degvielas pievads; 2 – filtrs; 3 – korpuiss; 4, 11 – atsperes atbalstšķīvis; 5 – atspere; 6 – regulēšanas paplāksnes; 7 – degvielas noplūdes uzgalis; 8 – smidzinātājs; 9 – adatas; 10 – pirmā atspere; 12 – vadīkla; 13 – bīdstienis; 14 – otrā atspere; 15 – otrās atsperes atbalstšķīvis; 16 – paplāksne; 17 – atbalstčaula; 18 – smidzinātāja korpuiss.

Tiešas iesmidzināšanas motoros (TDI) ir veikti pasākumi, lai būtu mīkstāka motora darbība, izveidojot divu atspelu sprauslu. Degvielas iesmidzināšana šeit ir dalīta, līdz ar to mazinot motora darbības troksni.

Sākumā sprausla iesmidzina ierobežotu degvielas daudzumu degkamerā, kas nodrošina degmaisījuma aizdedzināšanu. Tālāk, palielinoties adatas atvērumam, sākas intensīva degvielas padeve. Sprauslas korpusā ir divas

atsperes ar secīgu darbību. Spriegojumu pirmajai paplāksnei regulē ar paplāksni, kura balstās korpusa urbūmā. Atsperes spēku ar atbalstšķīvi un bīdstieni pārnes uz smidzinātāja adatu. Ar atbalstčaulas palīdzību, otrās atsperes spēks tiek pārnests uz smidzinātāja adatu un pārvietojas par lielumu H_1 atbalstčaulā izveidoto padziļinājumu. Šādā veidā tiek panākts neliela degvielas daudzuma priekšiesmidzināšana. Palielinoties degvielas spiedienam sprauslas korpusā, adata ar atbalstčaulas palīdzību papildus pārvar otras atsperes spēku $H_1 + H_2$ un degkamerā iesmidzina degvielas pamatdevu.

Smidzinātāju konstrukcijas.



11.10. att. Smidzinātāju tipi: a, b, c – daudzstrūklu; d, e, f – vienstrūklas; 1 – adata; 2 – korpuiss; 3 – izsmidzināšanas urbums; 4 – zemadatas kamera; 5 – smidzinātāja gals; 6 – galenis; 7 – noslīpēts galenis.

Smidzinātāja konstruktīvās īpatnības un izgatavošanas kvalitāti vērtē pēc caurplūdes, kas parāda smidzinātāja degvielas caurplūdes efektīvā šķērsgriezuma laukuma izmaiņu atkarībā no adatas pacēluma augstuma. Tieki

pielietoti divi smidzinātāju tipi: vienstrūklas – galeņa un daudzstrūklu bezgaleņa.

Motoros ar priekškamerām un virpuļkamerām izmanto vienstrūklas – galeņu sprauslas. Daudzstrūklu smidzinātājus izmanto nedalītās degkamerās. Smidzinātāju urbumu skaitam ir liela nozīme. Daudzstrūklu smidzinātājiem cenšas samazināt kameras tilpumu zem adatas konusa, tas dod iespēju novērst urbumu aizkoksēšanos un kvēpu veidošanos.

Vienstrūklas smidzinātāji var būt ar un bez droselēšanas efekta.

11.5. Degvielas augstspiediena sūknī

11.5.1. Augstspiediena sūkņa uzdevums un iedalījums

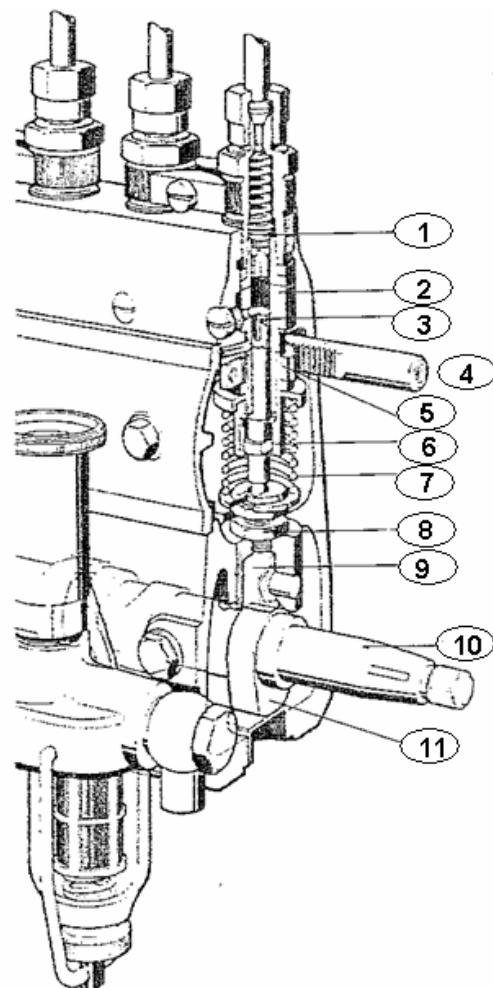
Degvielas augstspiediena sūknis padod motora cilindru degkamerā degvielu ar noteiktu spiedienu, noteiktā momentā, motora darbības režīmam nepieciešamā daudzumā.

Pēc padeves sūkņus iedala: tiešās padeves un akumulējošās (Common Rail). Pēc sūkņa darbības principa iedala: sekcijsūkņos, sadalītājsūkņos un rotorsūkņos. Pēc sekciju novietojuma iedala: rindas, V-veida un individuālā novietojuma. Pēc sūkņa tipa iedala: vienplunžera un daudzplunžeru.

11.5.2. Sekcijsūkņa darbības princips

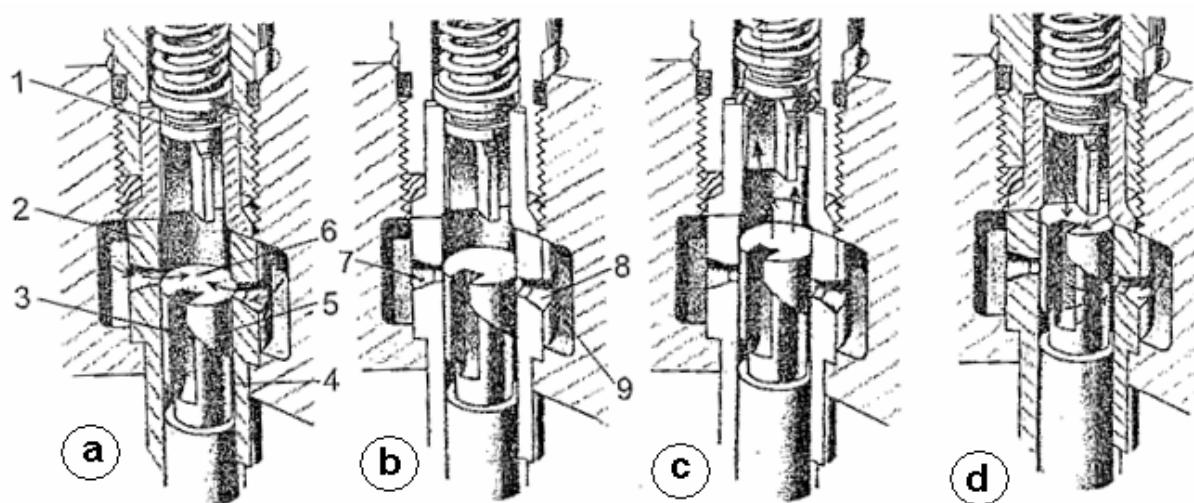
Kopīgu sūkņu izciļņvārpsta piedzen visas sekcijas. Katra sekcija padod degvielu uz cilindru atbilstoši motoru cilindru darbības secībai. Sūkņa korpusā katrai sekcijai ir atbilstošā čaula, kurā ievietots plunžeris. Šīs abas daļas veido plunžerpāri. Virs plunžerpāra korpusā ir spiedvārststs ar ligzdu un atsperi, un degvielas augstspiediena vada pievienošanas uzugali. Uz plunžera kāta nostiprināta atspere, kas plunžeri piespiež rullīstipa bīdītājam, kurš atbalstās pret izciļņvārpstas izcilni. Izciļņvārpsta tiek piedzīta no kloķvārpstas un griežās divas reizes lēnāk kā kloķvārpsta. Izciļņu vārpstas vienas sekcijas plunžerpāra darbības princips ir sekojošs: vārpstai rotējot, izcilnis pārvieto bīdītāju no ZMP

uz AMP, kurš pārvietojas čaulā. Plunžeri uz leju pārvieto atspere. Plunžeri pagriež ar zobsektora un grozāmčaulas palīdzību, šādi tiek regulēta cikla degvielas padeve. Cikla degvielas padeves lielumu regulē, pagriežot plunžeri, izmainot tā stāvokli pret pārplūdi. Plunžerim ar atsperes palīdzību, atrodoties ZMP, degviela ieplūst virsplunžera telpā. Plunžerim pārvietojoties uz AMP, ieplūdes urbums aizveras un plunžeris saspiež degvielu virsplunžera telpā. Plunžera atcirtes malai atverot čaulas pārplūdes urbumu, degviela pa pārplūdes urbumu pārplūst sūkņa galvā.



11.11. Sekcijtipa sūknis: 1 – spiedvārsts; 2 – plunžera čaula; 3 – plunžeris; 4 – zobstienis; 5 – zobsektors; 6 – grozāmčaula; 7 – atspere; 8 – regulēšanas skrūve; bīdītājs ar rullīti; 9 – izciļņa vārpsta; 11 izcilnis.

Slēgta tipa sūkņu izsmidzināšanas spiediens ir 950 – 1350 bāri, bet rindas sekcijsūkņu izsmidzināšanas spiediens ir 550 – 750 bāri.



11.12. att. Plunžerpāra darbības fāzes: 1 – spiedvārsts; 2 – plunžera čaula; 3 – garenrieva; 4 – atcirtes rieva; 5 – regulēšanas čaula; 6 – plunžeris; 7 – ioplūdes urbums; 8 – pārplūdes urbums; 9 – degvielas atplūdes kanāls.

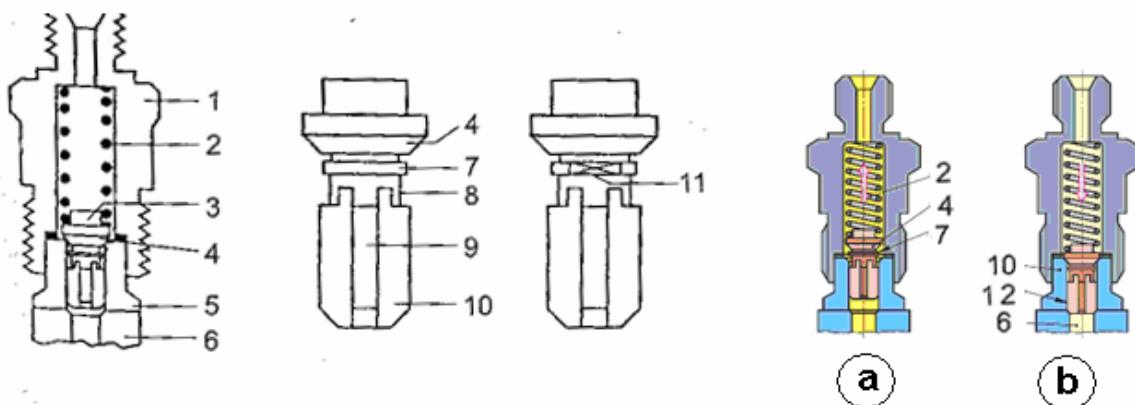
Plunžerim atrodoties ZMP no ioplūdes 7 un pārplūdes 9 kanāliem (sk. 11.12. att.) virs plunžera ioplūst degviela. Plunžeri pārvietojot uz AMP ar bīdītāja palīdzību, plunžeris aizver ioplūdes urbumu. Sākas sagatavošanās degvielas padevei (sk. 11.12. b). Plunžerim pārvietojoties tālāk uz AMP, pieaug degvielas spiediens, līdz tas kļūst lielāks par spiedvārsta atsperes spēku (sk. 11.12. att. c). Spiedvārsts atveras, un degviela ioplūst augstspiediena vadā.

Plunžera atcirtes malai atverot pārplūdes urbumu, plunžerim pārvietojoties uz AMP (sk. 11.12. att. d), degviela no virsplunžera telpas pa spirālveida rieu plunžerī plūst uz pārplūdes kanālu. Spiediens virsplunžera telpā strauji krītas un spiedvārsts aizveras, līdz ar to degvielas padeve uz sprauslām tiek pārtraukta.

Cikla degvielas padeves lielumu regulē pagriežot plunžeri, ko panāk ar zobstieņa un zobsektora palīdzību, kurš uzmontēts uz grozāmčaulas. Pagriežot plunžeri pretēji pulksteņa rādītāja kustības virzienam, rieva atveras ātrāk, čaulas pārplūdes urbums un degvielas padeve samazinās. Griežot pretējā virzienā – degvielas padeve palielinās.

Pagriežot plunžeri galējā stāvoklī, kad vertikālais izgriezums atrodas pret pārplūdes urbumu, tad degvielas padeve nenotiek.

Augstspiediena sūkņa spiedvārsts (sk. 11.13. att.) degvielas iesmidzināšanas starplaikos atdala plunžera telpu no augstspiediena vada, līdz ar to tiek novērsta degvielas aplūde augstspiediena sūknī. Spiedvārsts un tā korpusss veido salāgojuma pāri. Sūkņos izmanto spiedvārstu ar atcirtes cilindrisku josliņu. Vārsts ir izveidots ar konisku slēgvirsmu un šo josliņu. Vārsts korpusā pārvietojas ar četrām krustveida vadīklām. Kad plunžera atcirtes mala atver pārplūdes urbumu, degvielas spiediens virs plunžera čaulā strauji samazinās, vārsts atspēres un degvielas spiediena rezultātā pārvietojas uz leju. Atcirtes josliņa, pārvietojoties korpusa urbumā, atsūc nedaudz degvielas, kura atrodas virs vārsta. Neliels tilpuma samazinājums virs spiedvārsta, strauji samazina spiedienu augstspiediena vadā. Degvielas padeves ātra pārtraukšana novērš smidzinātāja pilēšanu un piededžu veidošanos.

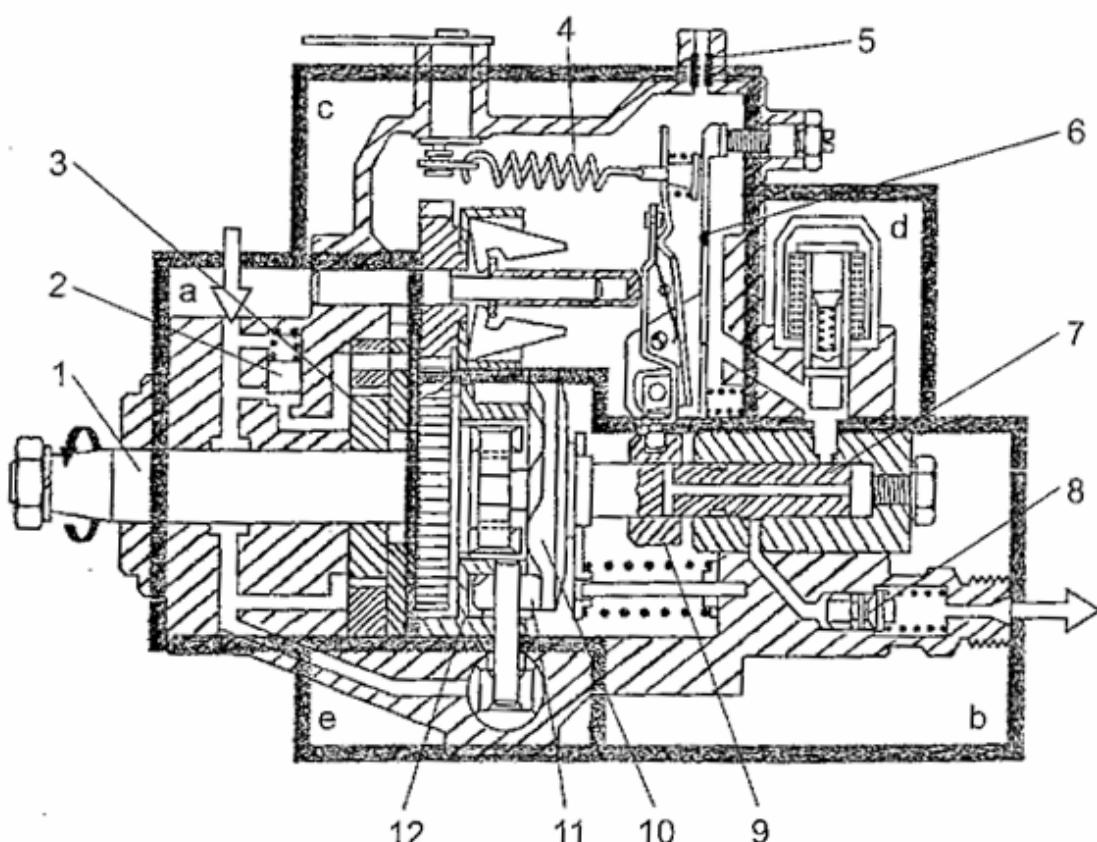


11.13. att. Spiedvārsts: a – degvielas padeve; b – degvielas aplūde un vārsta noslēgšanās; 1 – uzgalis; 2 – atspere; 3 – vārsts; 4 – vārsta konusveida virsma; 5 – vārsta ligzda; 6 – plunžera čaula; 7 – cilindriska atcirtes josliņa; 8 – cilindriska virsma; 9 – krustveida vadīka; 10 – vārsta korpusss; 11 – atcirtes virsma; 12 – vadvirsmas.

Visiem sekcijsūkņiem degvielu dozē saspiedē, nemainot degvielas padeves sākumu, bet atcērtot padevi saspiedes beigās. Degvielas padeves sākumu atsevišķām sekcijām regulē, izmainot bīdītāja regulēšanas skrūves 8 garumu (sk. 11.11. att.), jeb ar regulēšanas paplāksnēm.

11.5.3. Sadalītājsūknis

Sadalītājsūkņa gadījumā visus cilindrus ar degvielu nodrošina viens plunžerpāris. Plunžera pārvietošanās ir aksiāla. Dozatora uzmava regulē degvielas cikla padeves lielumu. Degvielas cikla padeves regulēšana tiek veikta ar mehāniskas sistēmas palīdzību vai elektromagnētisko izpildmehānismu. Degvielas padeves moments tiek regulēts hidrauliski ar virzulīša palīdzību.



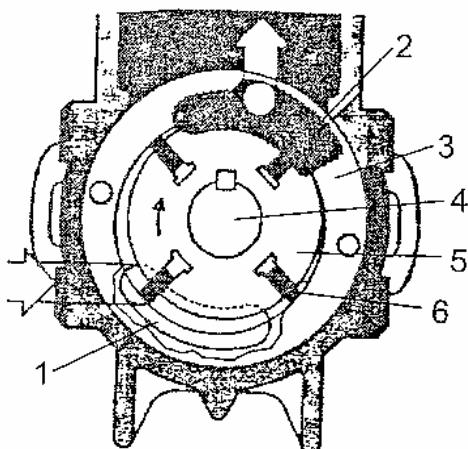
11.14. att. Sadalītājsūkņa konstrukcija: a – degvielas zemspiediena sūknis ar pārplūdes vārstu; b – augstspiediena sadalītājsūkņa daļa; c – regulators; d – elektromagnētiskais vārsts; e – degvielas iesmidzināšanas apsteidzes regulators; 1 – sūkņa vārpsta; 2 – degvielas zemspiediena vārsti; 3 – zemspiediena sūknis; 4 – regulatora atspere; 5 – drosele; 6 – regulatora svira; 7 – plunžeris; 8 – spiedvārsts; 9 - dozatora uzmava; 10 – izciļņu disks; 11 – rullītis; 12 – rullīša atbalstgredzens.

Raksturīgākā šo sūkņu īpatnība ir tā, ka sūkņa piedziņas vārpsta un plunžeris ir novietoti koaksiāli. Sūknī var izdalīt 5 funkcionālas grupas: zemspiediena padeves sistēma (sk. 11.14. att. a); augstspiediena sadalītājsūknis (sk. 11.14. att. b), degvielas padeves regulators (sk. 11.14. att. c), motora

noslāpēšanas ierīce ar elektromagnētisko vārstu (sk. 11.14. att. d) un iesmidzināšanas momenta hidrauliskais regulators (sk. 11.14. att. e).

Sūkņa realizētais iesmidzināšanas spiediens ir 350 – 1250 bāri. Sūknī nostiprina uz motora ar atloka flanča palīdzību un piedzen ar zobsiksnas, izciļņu sajūga, kēdes vai zobratu pārvada palīdzību.

Augstspiediena sūknī iebūvētajam lāpstīņu tipa sūknim jābūt spējīgam uzsūkt degvielu no degvielas tvertnes, pārvarot degvielas filtra pretestību. No augstspiediena sūkņa degviela pa augstspiediena cauruļvadiem tiek padota uz sprauslām. Daļa degviela no augstspiediena sūkņa korpusa izplūst caur sūkņa vākā iebūvēto droseli un kopā ar degvielu, kas izplūst no sprauslām, pa cauruļvadiem tiek aizvadīta atpakaļ uz degvielas tvertni.



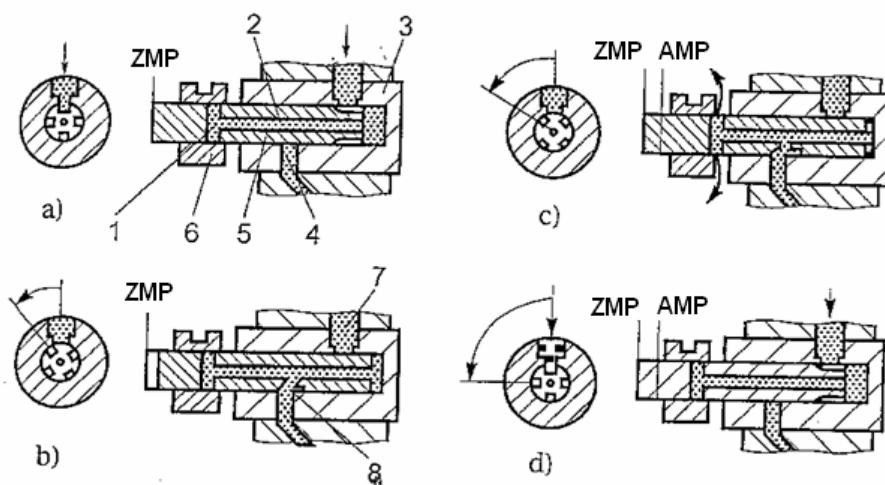
11.15. att. Zemspiediena sūknis: 1 – degvielas ieplūde; 2 – degvielas izplūde; 3 – sūkņa gredzens; 4 – vārpsta; 5 – rotors; 6 – plāksnītes.

Zemspiediena sūkņa uzdevums ir padot sūknim degvielu ar spiedienu līdz 8 bāriem un veikt spiediena regulēšanu ar vārsta palīdzību, lieko degvielu padodot uz sūkņa ieeju, kā arī veikt augstspiediena sūkņa atgaisošanos. Sistēmas galvenās sastāvdaļas ir plāksnīšu tipa sūknis un regulēšanas vārsts 2 (sk. 11.14. att.), kā arī atgaisošanas drosele 5.

Sūkņa rotoram griežoties ekscentriskā gredzenā, plāksnītes padod degvielu no iesūkšanas kameras 1 (sk. 11.15. att.) uz spiedkameru 2, no kurienes degviela nonāk sūkņa korpusā un pie regulēšanas vārsta jeb pārplūdes. Ja degvielas

spiediens ir par lielu, tad pārplūdes vārstības atveras un degviela noplūst atpakaļ uz sūkņa ieeju. Sūkņa korpusā nonākusī degviela ieplūst augstspiediena sūkņa plunžerpāra darba kamerā un tālāk pa augstspiediena vadu uz sprauslām. Daļa degvielas caur korpusa vākā izveidoto droseli kopā ar gaisa burbulīšiem nepārtraukti plūst uz degvielas tvertni.

Sūkņa augstspiediena daļa. Sūkņa vārpstas griezes kustību ar krusteņa palīdzību pārvada uz izciļņu ripu. Izciļņu ripas darba virsma ir profilēta atbilstoši degvielas padeves likumam cilindros, un tā veļas uz rullīšiem, veidojot nepieciešamo iesmidzināšanas spiedienu un ilgumu. Izciļņu ripa plunžera rotācijas kustībai papildus dod aksiālo kustību. Plunžera sadalītādaļa rotē un slīd čaulā, kura iepresēta sūkņa galvā. Plunžera atpakaļgājienu nodrošina divas atsperes, kuru viens gals balstās pret sūkņa galvu, bet otrs pret traversu, kura uzvērta plunžeriem un atbalstās pret tā galā izveidoto atloku. Uz plunžera vidusdaļas pārvietojas dozatora uzmava, ar kuru regulē degvielas padeves daudzumu. Sūkņa galvā ieskrūvēti spiedvārstu korpusi augstspiediena degvielas cauruļvadu pievienošanai. Katram motoru tipam ir aprēķināts konkrēta veida izciļņu ripas profils.



11.16. att. Plunžera darbības shēma: 1 – pārplūdes kanāls; 2 – izplūdes rieva; 3 – plunžera čaula; 4 – izplūdes kanāls; 5 – plunžeris; 6 – dozatora uzmava; 7 – ieplūdes kanāls; 8 – degvielas padeve; ZMP – zemākais maiņas punkts; AMP – augstākais maiņas punkts.

Plunžera aksiālais pārvietojums no ZMP uz AMP četrcilindru motorā notiek vienā ceturdaļā no apgrieziena, bet sešcilindru motoram – vienā sestdaļā.

Plunžerim atrodoties ZMP (sk. 11.16. att. a), tā darba kamera ir piepildījusies ar degvielu no sūkņa iekštelpas.

Plunžerim pārvietojoties no ZMP un vienlaicīgi pagriežoties, noslēdzas ieplūdes urbums čaulā un degvielas izplūdes rieva uz cilindru savienojas ar urbumu uz spiedvārstu galvā, un sākas degvielas padeve uz attiecīgā cilindra sprauslu. Plunžeris, pārvietojoties pa labi (sk. 11.16. att. b), saspiež degvielu. Degvielas padeve pārtraucas tad, kad plunžera radiālais pārplūdes urbums iziet no dozatora uzmavas (sk. 11.16. att. c).

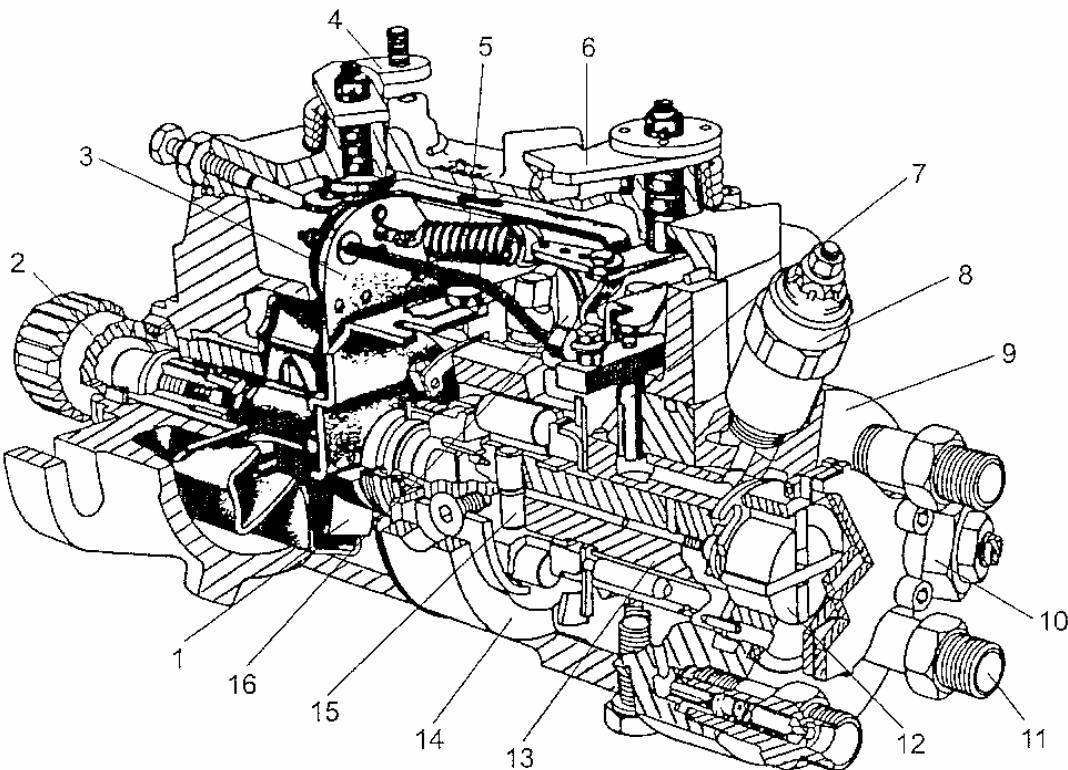
Pabīdot uzmavu pa labi, degvielas daudzums, ko sūknis pados uz sprauslām, palielināsies, jo vēlāk savienosies sūkņa darba kamera ar sūkņa korpusa iekštelpu. Dozatora uzmavas stāvokli nosaka sūkņa regulatora mehānisms. Ši pirms AMP plunžera galā izveidotā rieva pagriežas pret ieplūdes rieu čaulā (sk. 11.16. att. d), un plunžerim tālāk pārvietojoties atpakaļ uz ZMP, darba kamera no jauna piepildās ar degvielu. Vienlaikus plunžera pārplūdes urbums atkal iebīdās dozatora uzmavā un noslēdzas. Plunžeris, plunžerčaula un dozatora uzmava ir savstarpēji salāgoti, tāpēc maiņa var notikt tikai komplektā.

Degvielas devas veidošanās un sekojošā iesmidzināšana četrcilindru motoram notiek plunžerim pagriežoties par 90° , pieccilindru motoram – par 72° un sešcilindru motoram – par 60° .

11.5.4. Rotorsūknis

Sastopami: *Lucas CAV*, *Roto Diesel* un *Stanadyne* rotorsūknji. Šos sūkņus lielākoties lieto četrcilindru motoros, lai arī sastopami ir 6 un 8 cilindru motoros. Degvielas izsmidzināšanas spiediens 80 MPa, bet jaunākos pat 150 MPa.

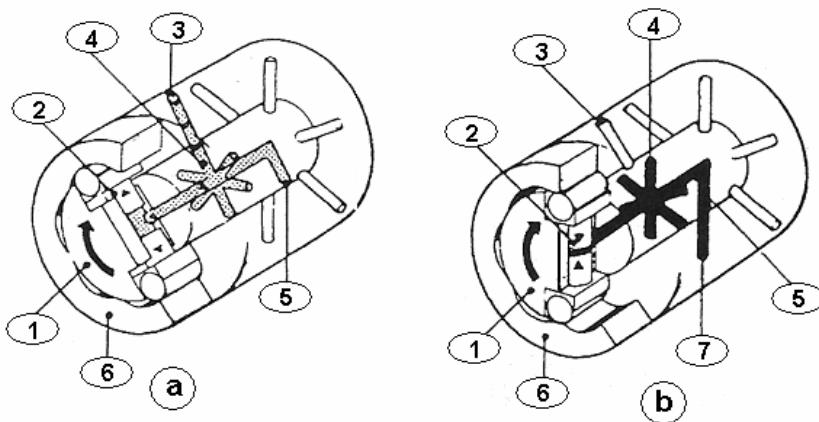
Zemspiediena plāksnīssūknis kopā ar pārplūdes vārstu atkarībā no motora kloķvārpstas griešanās frekvences nodrošina līdz 5 bāru lielu spiedienu.



11.17. att. Rotorsūknis Lucas CAV: 1 – regulatora atsvari; 2 – piedziņas vārpsta; 3 – regulatora svira; 4 – brīvgaitas regulēšanas svira; 5 – regulatora atspere; 6 – akseleratora vadības svira; 7 – drosele ar sviru (dozators); 8 – elektromagnētiskais vārststs; 9 – hidrauliskā galva; 10 – regulēšanas vārsts; 11 – degvielas padeves uzgalis; 12 – zemspiediena sūkņa rotors; 13 – rotors; 14 – izciļnripa (gredzens); 15 – plunžeri; 16 – degvielas iesmidzināšanas regulators.

Rotorsūknim ir rotors un opozītīvi novietoti plunžeri. Rotoram griežoties, plunžerus centra virzienā pārvieto bīdītāji ar rullīšiem, uz kuriem iedarbojas nekustīga izciļnripa. Tā ir sūkņa augstspiediena daļa. Bez tās rotorsūknim ir zemspiediena daļa ar sūkni, degvielas padeves regulēšanai un apgriezienu uzturēšanai kalpo centrķēdzēs mehāniskais regulators. Sūkņa darbību vada ar vadības sviru no akseleratora paminas un regulatora, kur apgriezienus nosaka galvenās atsperes spriegojums.

Degvielas devas daudzumu regulē ar droseli tās ieplūdes kanālā augstspiediena daļā.



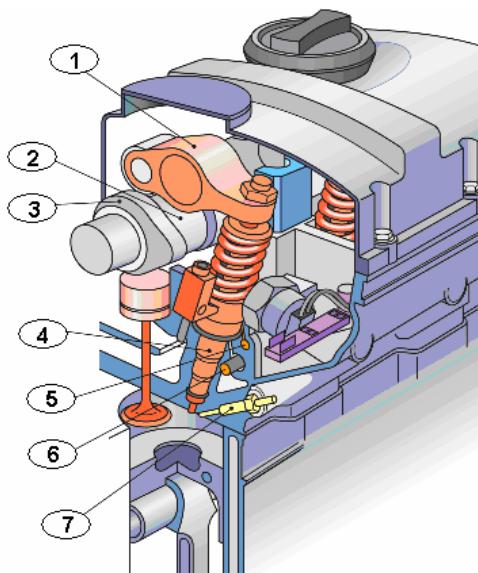
11.18. Rotorsūkņa darbības princips: a – ieplūde; b – degvielas padeve; 1 – rotors; 2 – plunžeri; 3 – dozējošais urbums; 4 – iepļudes urbumi; 5 – sadaļītājurbums; 6 – izciļņgredzens; 7 – izplūdes urbumi.

Rotorsūkņa darbība.

Rotoram griežoties, plunžeri kopā ar bīdītājiem un rullīšiem, centrbēdzes spēku un degvielas spiediena darba kamerā ietekmē, pārvietojas uz āru. Rullīši tiek piespiesti pie gredzena 6 (sk. 11.18. att.) iekšējās virsmas un veļas pa to. Nonākot rullīšiem pret padziļinājumiem gredzena virsmā, viens no iepļudes kanāliem 4 (sk. 11.18. att. a) rotoram ir pagriezies pret dozējošo kanālu 4 čaulā. Noteikta degvielas deva, kuras daudzumu nosaka droseles atvērums laika sprīdī, kamēr kanāli sakrīt, paspēj iepļūst darba kamerā. Šajā gadījumā darba kamera veidojas starp plunžera iekšējiem galiem. Rotora sadaļītājurbums 5 šajā laikā neatrodas pret izplūdes urbumu 7 čaulā. Tad, kad abi rullīši reizē nonāk pie gredzena izciļņiem (sk. 11.18. att. b), iepļudes urbumi rotorā ir pagriezušies prom no dozējošā urbuma čaulā, bet rotora sadaļītājurbums sakrīt ar kādu no čaulas izplūdes urbumiem 7. Rullīšiem uzveloties izciļņiem, rullīši tiek saspiesti kopā, degviela no starplunžera telpas aizplūst pa urbumiem rotorā un čaulā uz augstspiediena vada uzugali un sprauslu.

11.5.5. Sūknis – sprausla

Sūknis – sprausla ir nedalīta degvielas padeves sistēma, kurā nav degvielas augstspiediena cauruļvadu. Sprausla ir apvienota ar augstspiediena sūknī un to montē dīzeļmotora galvā (sk. 11.19. att.).



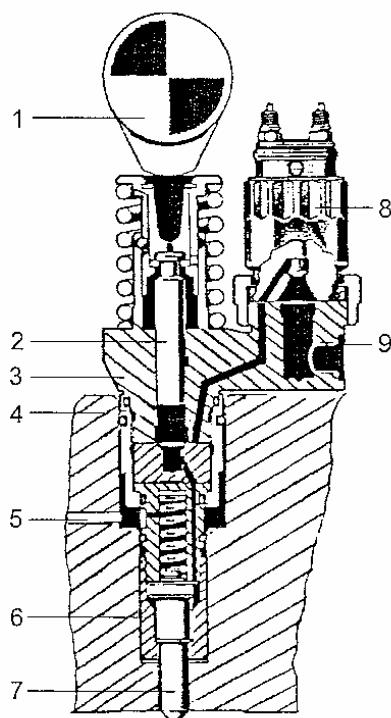
11.19. att. Sūknis sprausla: 1 – degvielas svira ar rullīti; 2 – degvielas padeves izcīlnis; 3 – sadales vārpsta; 4 – sūknis – sprausla; 5 – degvielas atplūdes kanāls; 6 – degvielas pieplūdes kanāls; 7 – kvēlsvece.

Sūknis sprausla atrodas motora galvas slēgtajā daļā, un degvielas pievadīšana un aizvadīšana notiek pa kanāliem motora galvā. Sūknī sprauslu darbina no sadales vārpstas izciļņa ar divplecu sviras vai bīdītāja un divplecu sviras palīdzību. Sūkņa sprauslas korpusss vienlaicīgi ir plunžera čaulas korpusss.

Sūkņa – sprauslas iesmidzināšanas spiediens sasniedz līdz 2200 bāri. Sūkņa – sprauslas degvielas padeves sistēmas sastāvdaļas ir degvielas tvertne, degvielas dzesētājradiators; temperatūras regulators, spiediena vārsti, apvedkanāls, sūkņa sprauslas sekcija; cilindru galvās izveidotie kanāli, urbums – drosele, sieta filtrs, zemspiediena sūkņa vārsti; zemspiediena sūknis, pretvārsti un degvielas filtrs. Pamatsastāvdaļas sūknim – sprauslai ir zemspiediena daļa, augstspiediena daļa, degvielas dzesēšanas sistēma un elektroniskā vadības sistēma.

Sūkņa – sprauslas galvenās priekšrocības ir kompaktums, mazāks detaļu skaits, lieli degvielas izsmidzināšanas spiedieni, jo ir mazi saspiežamie tilpumi, mazāka smidzinātāju iekoksešanās iespēja, mīkstāka motora darbība un tiek nodrošināti labāki ekoloģiskie motora darbības rādītāji.

Izmantojot elektronisko vadības sistēmu, sūknis sprausla realizē divfāzu degvielas padevi. Palielinās motora degvielas ekonomiskums, samazinās kaitīgo vielu emisija atgāzēs. Sūkņa – sprauslas korpusam piestiprināts elektromagnētiskais vārsts. Lieljaudas spēkratos izmanto uz konsoles piestiprinātu elektromagnētisko vārstu (sk. 11.20. att.).

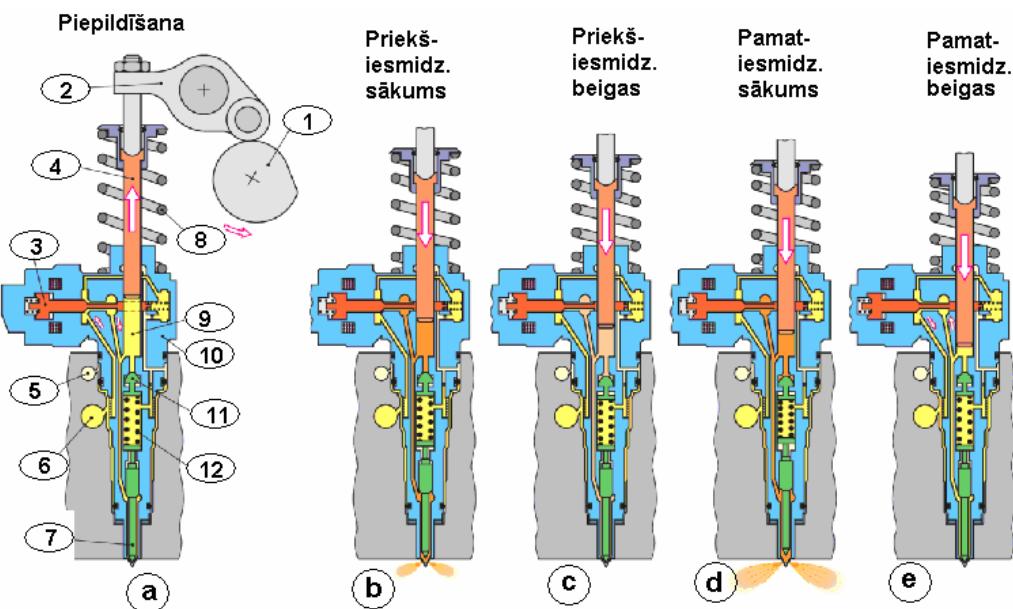


11.20. att. Sūknis sprausla (uzstāda uz kravas automobiļu motoriem):
 1 – izcilnis; 2 – plunžeris; 3 – sūkņa – sprauslas korpuiss; 4 – motora galva;
 5 – atplūdes kanāls; 6 – sprausla; 7 – sprauslas galenis; 8 – elektromagnētiskais vārsts;
 9 – degvielas ieplūdes kanāls.

Elektromagnētiskā vārsta kanāli ir savienoti ar plunžerpāra augstspiediena telpu un smidzinātāju. Plunžeri darba gājienā pārvieto divplecu svira un atpakaļgājienā atvilcējatspere.

Elektromagnētiskā vārsta uzdevums ir regulēt degvielas iesmidzināšanas momentu un iesmidzināšanas ilgumu.

Degvielas ieplūdes gājienā atvilcējatsperes ietekmē plunžeris pārvietojas uz augšu. Degviela ar patstāvīgu spiedienu ieplūst plunžerpāra augstspiediena telpā, elektromagnētiskais vārsts ir atvērts (sk. 11.20. att.).



11.21. att. Sūkņa – sprauslas darbība: 1 – sadales vārpstas izcilnis; 2 – divplecu svira; 3 – elektromagnētisks vārsts; 4 – plunžeris; 5 – degvielas aplūdes kanāls; 6 – degvielas ieplūdes kanāls; 7 – sprausla; 8 – atvilcējatspere; 9 – augstspiediena telpa; 10 – sūkņa sprauslas korpus; 11 – spiediena akumulatora plunžeris; 12 – atsperes telpa.

Elektromagnētiskais vārsts sastāv no spoles, vārsta adatas, enkura, elektromagnēta serdeņa un atsperes.

Vieglu automobiļu dīzeļmotoriem, lai samazinātu troksni, izmanto iepriekšējo degvielas iesmidzināšanu ar hidromehānisku realizāciju četros stāvokļos. Sākuma stāvoklī smidzinātāja adata un spiediena akumulatora plunžeris atrodas savās ligzdās. Elektromagnēta vārsts ir atvērts otrā stāvoklī. Kad elektromagnēta vārsts atkal aizveras, spiediens sāk palielināties, līdz atveras smidzinātāja adata (sk. 11.21. att. b), un sākas degvielas iepriekšējā iesmidzināšana. Atsperes gājienu ierobežo atsperes telpas šķidruma tilpuma slāpējošā pretdarbība. Palielinoties tālāk spiedienam, akumulatora plunžers

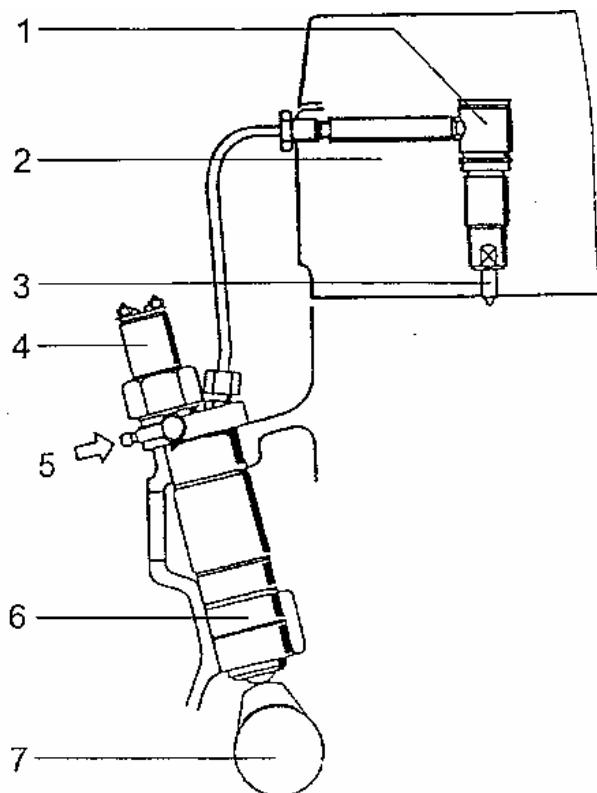
paceļas no sēžas, augstspiediena kamera savienojas ar akumulatoru tilpumu (sk. 11.21. att. c). Palielinās atsperes spriegojums un aizveras smidzinātāja adata. Degvielas priekšiesmidzināšanas deva ir $1,5 \text{ mm}^2$. Laika sprīdis no priekšiesmidzināšanas līdz pamatiesmidzināšanas ir atkarīgs no akumulatora vārsta gājiena. Nākošā stāvoklī plunžeris pārvietojas tālāk, degvielas spiediens palielinās un notiek pamatdevas iesmidzināšana. Degvielas iesmidzināšanu pārtrauc augstspiediena vārsta atvēršanās un smidzinātāja adata, kā arī akumulatora plunžeris nosēžas atpakaļ ligzdā.

Kravas automobiļa sūkņa (sk.11.20. att.) darba etaps sadalīts četros posmos:

1. Degvielas ieplūdes taktī, kad plunžeris virzās atvilcējatsperes iespaidā uz augšu. Degviela ieplūst plunžerpāra augstspiediena kamerā, un elektromagnētiskais vārststs ir atvērts.
2. Degvielas priekssaspiešanas taktī no AMP līdz noslēdzas elektromagnētiskais vārststs, plunžeri pārvieto sadales vārpstas izcilnis un daļa degvielas izplūst pa aplūdi uz zemspiediena daļu.
3. Degvielas iesmidzināšana. EVB dod strāvas impulsu uz elektromagnēta spoli un vārststs noslēdzas. Sākas degvielas iesmidzināšana, kad plunžera radītais spiediens paceļ smidzinātāja adatu. Degvielas iesmidzināšanas spiediens palielinās.
4. Magnētiskā vārsta spolei pārtraucot pievadīt spriegumu, vārststs atveras, un liekā degviela aizplūst pa aplūdes kanālu.

11.5.6. Sūknis – vads – sprausla

Darbības princips ir līdzīgs kā sūknim – sprauslai. Atšķirība ir tā, ka individuālo augstspiediena sūkni ar sprauslu savieno īss degvielas augstspiediena vads.



11.22. att. Sūknis – vads – sprausla konstrukcija ar elektromagnētisko vārstu: 1 – sprausla; 2 – motors; 3 – smidzinātājs; 4 – elektromagnētiskais vārsts; 5 – degvielas pievaduzgalis; 6 – augstspiedienasūkņa sekcija; 7 – sadales vārpsta.

Priekšrocības attiecībā pret sūknī – sprauslu ir sekojošas: motora galvas konstrukcijai nav nepieciešamas izmaiņas, tiešā sūkņa piedziņa no sadales vārpstas, augstspiediena vadi ir īsi un vienāda garuma.

Katru individuālo augstspiediena sūknī darbina sadales vārpstas izcīlnis ar rullīti un bīdītāju. Pretēju plunžera gājienu nodrošina atvilcējatspere. Jaunāko konstrukciju sistēmās vadību veic EVB ar augstspiediena elektromagnētiskā vārsta palīdzību.

11.6. Regulatori

11.6.1. Regulatoru iedalījums un darbības princips

Darba apstākļos klokvārpstas griešanās frekvence un motora noslodze nepārtraukti mainās no ceļa pretestības un citiem spēkrata ekspluatācijas apstākļiem. Dīzeļmotoros konstantā klokvārpstas griešanās frekvencē neatkarīgi

no slodzes cilindrā, tiek ievadīts vienāds gaisa daudzums. Tādēļ kloķvārpstas griešanās frekvenci maina atkarībā no pielietotā augstspiediena sūkņa tipa, iedarbojoties uz sūkņa zobstieni, dozatora uzmavu vai dozatora droseli, tā mainot cikla laikā padotās degvielas daudzumu. Līdz ar cikla padevi mainās arī degvielas un gaisa daudzuma attiecība cilindrā. Šādu regulēšanas veidu sauc par kvalitatīvo. Tātad dīzeļmotorā regulators izmaina cilindrā padotās degvielas daudzumu, gaisa daudzumam praktiski paliekot nemainīgam, un līdz ar to mainās maisījuma sastāvs.

Regulatorus, kuri ar sviru sistēmu palīdzību iedarbojas uz zobstieni jeb dozatora uzmavu, sauc par tiešās darbības regulatoriem. Pēc darbības principa regulatorus iedala: mehāniskajos, pneimatskajos, hidrauliskajos, elektroniskajos un kombinētajos.

Pēc darbības diapazona dīzeļmotoru regulatorus iedala: divrežīmu un visrežīmu.

Mehānisko centrbēdzes regulatoru novieto uz augstspiediena sūkņa vārpstas vai piedzen ar zobratru pārvadu no tās. Regulatora sviru ar sūkņa zobraziem savieno slēdzis. Motora darba režīmu iestatīšanas sviru stiepņu sistēma savieno ar degvielas padeves paminu. Centrbēdzes regulatorus pielieto divu veidu konstrukcijās. Tie sastāv no centrbēdzes atsvariem un regulēšanas atsperēm.

Visrežīma regulators automātiski maina cikla padevi un ietur jebkuru iepriekš iestatīto griešanās frekvences diapazonu.

Divrežīmu regulators regulē kā maksimālo, tā arī minimālo griešanās frekvenci, bet starpdiapazonā to veic spēkrata vadītājs atbilstoši noslodzei un kustības ātrumam.

Visrežīma regulatorā, lai nodrošinātu nepieciešamo kloķvārpstas griešanās frekvenci, vadītājs pārvieto motora darba iestatīšanas sviru un nospriego regulatora atsperi.

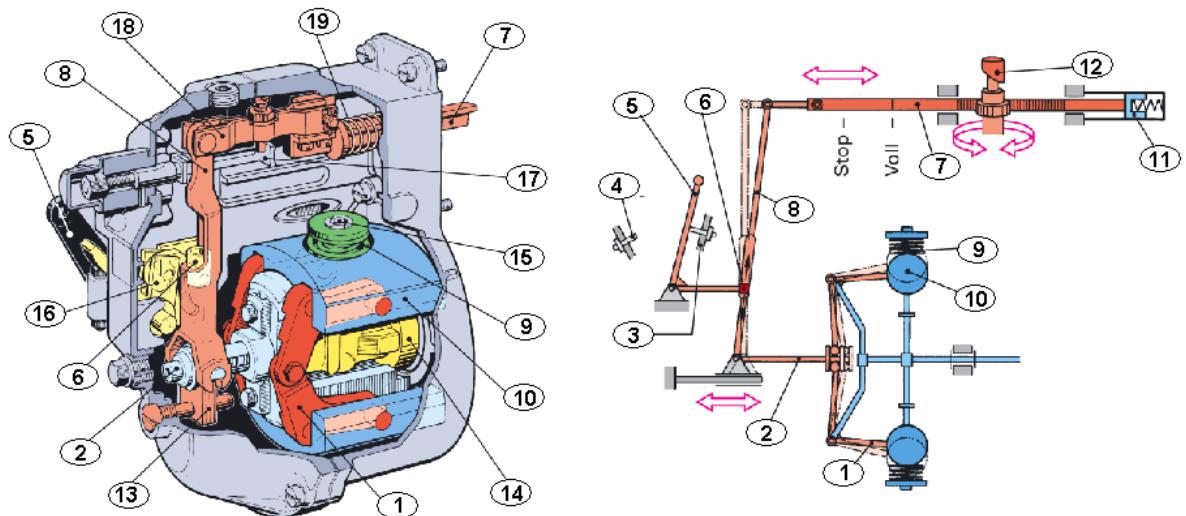
Divrežīmu regulatorā, atspere ir nospriegota atbilstoši nominālajai motora griešanās frekvencei un vadītājs nevar iedarboties uz to.

Abu veidu regulatoru mehānismos rotācijas frekvences regulēšanas atsperes ir izvēlētas tā, lai, sasniedzot vēlamo griešanās frekvenci, atsvaru centrbēdzēs spēks un atsperes reakcijas spēks līdzsvarotos. Pieaugot griešanās frekvencei, lielāks atsvaru centrbēdzēs spēks ar sviru sistēmu pārvieto sūkņa zobstieni, samazinot degvielas padevi.

11.6.2. Divrežīmu regulatora darbība

Divrežīmu regulatora atsvaru rumba nostiprināta uz augstspiediena sūkņa vārpstas un saistīta ar vērpes svārstību slāpētāju. Uz rumbas ir nostiprināti divi atsvari ar kloķu palīdzību. Katrā atsvarā ir iemontētas maksimālās un minimālās rotācijas frekvences regulēšanas atsperes. Atsvaru radiālā kustība ar kloķa palīdzību pārvieto kustīgo vārpstiņu un slīdnī. Slīdnis pārvietojas uz regulatora vākā ieskrūvētās vadīklas. Slīdnī ir nostiprināts regulatora sviras apakšējais gals, un otrs tās gals, izmantojot stiepni, ir savienots ar sūkņa zobstieni. Regulatora sviras vidusdaļā pārvietojas sprūdtapa, kura, savukārt, pievienota svirai un ar vārpstiņas palīdzību arī darba režīma iestatīšanas svirai. Pārvietojot iestatīšanas sviru, mainās sprūdtapas vieta regulatora svirā un arī mainās regulatora sliedes pārvietojums – izmainās sūkņa sekciju degvielas padeve. Iedarbinot motoru, akseleratora paminai jābūt noteiktā stāvoklī. Pie nospiestas paminas līdz atbalstam, augstspiediena sūknī sliede pārvietojas līdz starta padeves degvielas devas ierobežotājam un nodrošina auksta motora iedarbināšanu. Siltu motoru iedarbinot, degvielas padeves pamina atrodas minimālo brīvgaitas rotācijas frekvences režīmā, jo brīvgaitas degvielas padeves cikla lielums nodrošina motora iedarbināšanu. Pēc motora iedarbināšanas, motoram uzsilstot, akseleratora paminu atlaiž minimālās brīvgaitas režīmā, ja nav automātiskā motora kloķvārpstas apgriezienu regulēšana.

Regulatora sliede (ar iezīmi uz tās) ieņem pozīciju tuvu „stop” atzīmei. Kad spēkratu noslogo, akseleratora pamina ir nedaudz nospiesta, un regulatora sliede sāk pārvietoties uz nominālās degvielas padeves pozīciju, kura atrodas starp sliedes „stop” stāvokli un auksta starta stāvokli. Kloķvārpstas griešanās frekvence palielinās un sasniedz nominālo. Centrbēdzes regulatora atsvari sāk izplesties. Regulatora atsvariem izplešoties, to centrbēdzes spēks saspiež atsperes spēku līdz līdzsvara stāvoklim pie maksimālās griešanās frekvences.

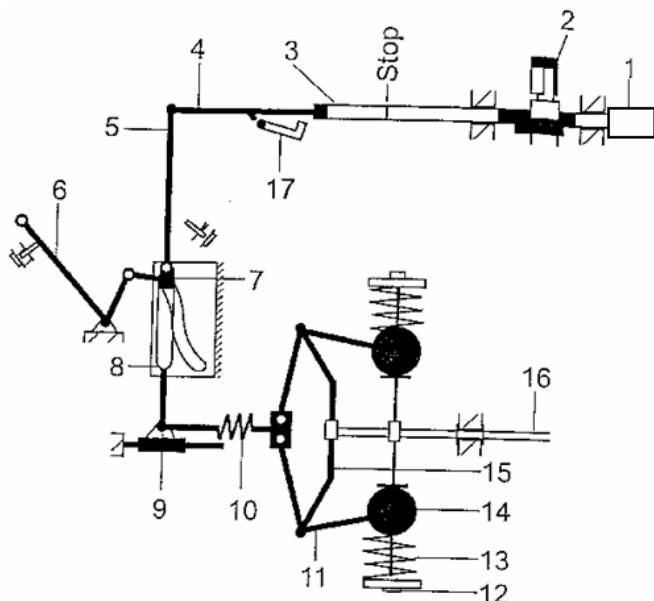


11.23. att. Divrežīmu regulatora uzbūve un darbības princips: 1 – kloķis; 2 – kustīgā vārpstiņa; 3 – degvielas padeves ierobežotājskrūve; 4 – „stop” stāvokļa ierobežotājskrūve; 5 – iestatīšanas svira; 6 – sprūdtapa; 7 – sliede; 8 – regulatora svira; 9 – atsperes; 10 – atsvars; 11 – starta padeves degvielas devas ierobežotājs; 12 – kloķis; 13 – slīdnis; 14 – atsvaru rumba; 15 – regulēšanas uzgrieznis; 16 – savienotājsvira; 17 – degvielas padeves ierobežotājs; 18 – sliedes stiepnis; 19 – kompensācijas atspere.

Kloķvārpstas griešanās frekvences diapazonā starp minimālu un nominālo regulators nedarbojas, un degvielas padeves daudzums ir atkarīgs no akseleratora paminas stāvokļa. Degvielas padeves palielinājumu nodrošina papildu atsperes, kuras darbojas pirms maksimālās griešanās frekvences ierobežošanas atspērēm. Degvielas padeves cikla korekcija nodrošina motora griezes momenta palielināšanu, ja samazinās kloķvārpstas griešanās frekvence zem nominālās. Brīdī, kad degvielas padeves pamina ir nospiesta līdz atdurei, palielinās motora sloganums, samazinās kloķvārpstas griešanās frekvence zem

nominālās, tiek saspiesta korekcijas atspere un attiecīgi tiek palielināta degvielas padeve. Maksimālās rotācijas frekvences regulēšana sākas, kad kloķvārpstas griešanās frekvence pārsniedz nominālo. Regulēšana ir atkarīga tikai no rotācijas frekvences, jeb t.i. no regulatoru atspēru darbības.

11.6.3. Visrežīmu regulators



11.24.att. Visrežīmu regulators: 1 – starta padeves ierobežotājs; 2 – plunžeris; 3 – augstspiediena sūkņa sliede; 4 – regulatora stiepnis; 5 – regulatora svira; 6 – akseleratora svira (režīmu regulēšanai); 7 – sprūdtapa; 8 – regulatora sviras vadīkla; 9 – slīdnis; 10 – vārpstiņas atsperojums; 11 – kloķis; 12 – ārējais atspēru balsts; 13 – regulatora atspere; 14 – centrbēdzes atsvars; 15 – regulēšanas rumba; 16 – piedziņa no sūkņa vārpstas; 17 – nominālās slodzes automātisks fiksators.

Visrežīmu regulatora atsperes ir iemontētas centrbēdzes atsvaros. Tās ierobežo maksimāli ieregulēto kloķvārpstas griešanās frekvenci. Katrs motora darba režīma regulēšanas sviras stāvoklis nosaka noteiktu maksimālo kloķvārpstas griešanās frekvenci, kas, pieaugot motora slodzei, sāk samazināties, un regulators palielina degvielas padevi. Režīmu regulēšanas svira fiksē sprūdtapu noteiktā pozīcijā un izmaina regulatora sviras svārstību centru, kas dod iespēju izmaiņāt degvielas padeves lielumu dažādos motora darba režīmos.

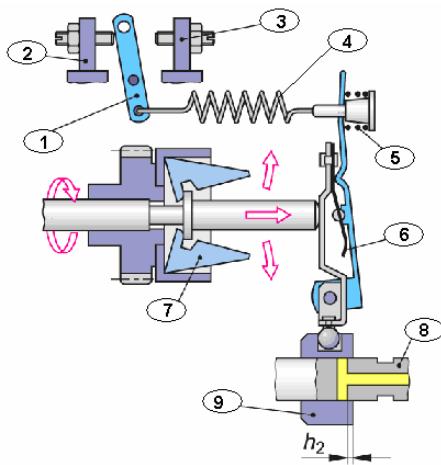
Regulatora vārpstiņa elastīgi pārvieto slīdni atkarībā no rotācijas frekvences un iespaido sūkņa sliedes pārvietojumu.

11.6.4. Sadalītājtipa sūkņu regulatori

Motora kloķvārpstas rotācijas frekvenci atkarībā no slodzes un akseleratora paminas stāvokļa nodrošina regulators, kura uzdevums ir ierobežot kloķvārpstas maksimālo rotācijas frekvenci, nodrošināt brīvgaitas rotācijas frekvenci un nodrošināt sviras diapazonos no brīvgaitas līdz maksimālai griešanās frekvencei. Regulatora darbību vada atkarībā no rotācijas frekvences izgatavoti centrbēdzes atsvari, kuri ievietoti regulatora korpusā un izgatavoti kopā ar zobratu. Šis zobrats ir sazobē ar sūkņa vārpstas zobratu.

Regulatora atsvari pārvieto slīduzmavu un tas pārnes atsvaru spēku uz svirām. Uz regulatora sviras augšējo galu iedarbojas regulatora galvenā atspere un brīvgaitas atspere, kuru spriegojums ir atkarīgs no starpsviras stāvokļa, kura ir savienota ar akseleratora paminu. Regulatora otrs gals ar lodveida šarnīra palīdzību pārvieto dozatora uzmavu uz plunžera, aizverot un atverot plunžera degvielas pārtraukšanas urbumu.

Iedarbinot motoru, starpsvira var atrasties maksimālās kloķvārpstas griešanās frekvences pozīcijā. Motoram sākot darboties, regulatora atsvari pārvieto slīdošo uzgali pretim regulatora svirai un izslēdz brīvkustību starp abām svirām, saspiežot starta padeves atsperi. Kad motors ir iedarbojies, starpsvira atbalstās pret brīvgaitas regulēšanas skrūvi, un kloķvārpsta rotē ar vienmērīgu frekvenci. Regulatorā darbojas brīvgaitas atspere, kuras spriegojuma spēks līdzsvarojas ar atsvaru spēku. Līdzvara stāvokli nosaka dozatora malas pārsegums plunžera degvielas pārtraukšanas urbumam.



11.25. att. Sadalītājsūkņa visrežīma regulators: 1 – starpsvira saistīta ar akseleratora paminu; 2 – brīvgaitas regulēšanas skrūves balsts; 3 – maksimālās rotācijas frekvences regulēšanas skrūves balsts; 4 – regulatora darba galvenā atspere; 5 – regulatora brīvgaitas atspere; 6 – starta padeves devas atspere; 7 – atsvari; 8 – plunžeris; 9 – dozatora uzmava.

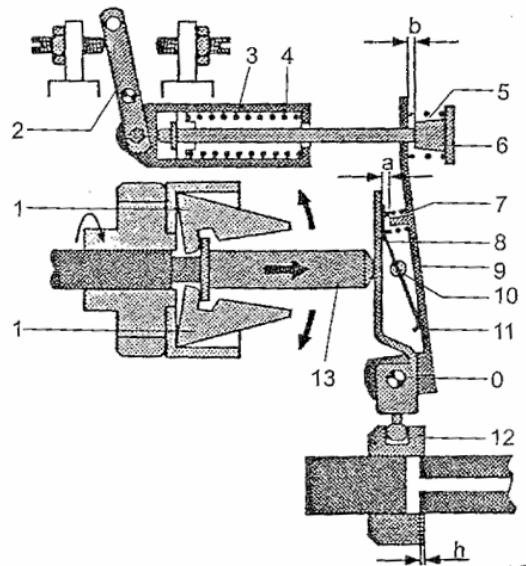
Palielinoties motora noslogojumam, kloķvārpstas apgriezieni un centrībēdzes spēks uz sviru, ko veido atsvari, samazinās. Svirā pārvietojas tādā pozīcijā, pārvietojot dozatora uzmavu, lai palielinātu degvielas padevi.

Kad motors iedarbojas, starpsvira atbalstās pret brīvgaitas regulēšanas skrūvi, un kloķvārpsta rotē ar vienmērīgu nemainīgu frekvenci. Regulatorā darbojas brīvgaitas atspere, kuras spriegojuma spēks līdzsvarojas ar atsvaru spēku (sk. 11.25. att.). Līdzvara stāvokli nosaka dozatora malas pārsegums plunžera degvielas padeves pārtraukšanas urbumam. Motoram strādājot slodzē, starpsvira ieņem dažādus starpstāvokļus atkarībā no kustības ātruma. Ja kloķvārpstas rotācijas frekvence pārsniedz brīvgaitas frekvenci, abas atsperes (starta un brīvgaitas) ir saspistas, un darbojas regulatora darba atspere. Attiecīgs regulatora atsperes spriegojums, atbilstošs regulatora atsperes spēkam uz slīduzgali, nodrošina dozatora uzmavas pārvietojumu palielinot vai samazinot degvielas padevi uz sprauslām.

Divrežīmu regulators pēc konstruktīvās uzbūves ir līdzīgs visrežīma regulatoram. Atšķirības ir regulatora atsperes nostiprinājumā. Regulatora atspere strādā uz spiedi, nevis stiepi, kā pie visrežīmu regulatora. Regulatora atspere ir

ievietota rāmītī vadīklā. Atsperes spēku uz regulatora sviru pārnes gājiena ierobežotājs. Motora iedarbināšana ir analogiska visrežīma regulatoram.

Motora darbību brīvgaitas režīmā nodrošina brīvgaitas atspere, kura nostiprināta uz tāpiņas un atrodas starp regulatora un startera sviru (sk. 11.26. att.)



11.26. att. Sadalītājsūkņa divrežīmu regulators brīvgaitas režīmā: a – starta un brīvgaitas atsperes brīvgājiens; b – starpatsperes brīvgaita; h – dozatora uzmavas pārvietojums brīvgaitā; 1 – regulatora atsvari; 2 – akseleratora svira; 3 – atsperes rāmītis – vadīkla; 4 – regulatora atspere; 5 – starpatspere; 6 – regulatora sviras ierobežotājs; 7 – brīvgaitas atspere; 8 – starta svira; 9 – regulatora svira; 10 – regulatora sviras atbalsts; 11 – starta atspere; 12 – dozatora uzmava; 13 – regulatora slīdošais uzgalis.

Motoru slogojot, t.i. pagriežot akseleratora sviru, tiek saspiesta starta un brīvgaitas atsperes, un sāk darboties regulatora atspere, ierobežojot maksimālo kloķvārpstas griešanās frekvenci. Kloķvārpstas griešanās frekvencēs starp brīvgaitas un maksimālo, regulatora atsperes iepriekšējais spriegojums nodrošina cietu savienojumu starp akseleratora sviru un regulatora sviru. Motora slogojumu nosaka vadītājs.

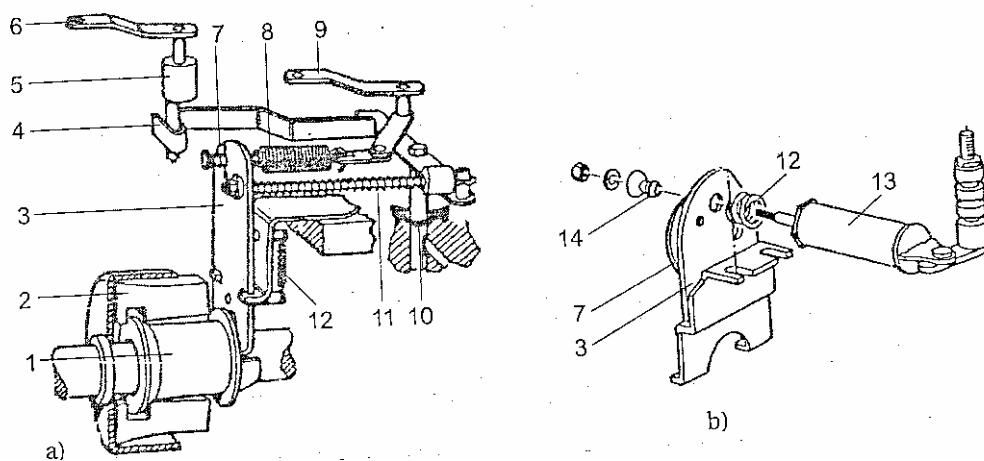
Vieglo automobiļu motoros lieto starprežīmu regulēšanu, ko panāk apvienojot visrežīmu un divrežīma regulatora darbības principus. Pielietojot

papildu atsperes, regulatoru zemāko griešanās frekvenču diapazonā – darbojas kā visrežīma, bet augšējā diapazonā – kā divrežīmu regulators.

11.6.5. Rotorsūkņu regulatori (CAV / Lucas)

Visrežīmu regulatoros, pagriežot regulatora vadības sviru, tiek slogota regulatora atspere, un regulators pārvieto sviras augšējo daļu. Drosele ar stiepņu palīdzību savienota ar regulatora sviru. Sviras augšējās daļas pārvietojums pagriež droseli un tādā veidā izmaina degvielas padeves lielumu. Regulatora svira vidējā daļā atbalstās pret kronšteinu. Apakšējā daļā ar regulatora brīvuzmavas gredzena palīdzību centrbēdzes spēku pārnes regulators atsvari, kuri pagriežas uz vārpstas nostiprinātā, rotējošā korpusā. Centrbēdzes atsvaru radītais spēks līdzsvarojas ar regulatora atsperes spēku, akseleratora sviras un motora slodzi. Atbilstoši sviras stāvoklim tiek ieregulēta degvielas deva.

Divrežīmu regulatorā tiek regulētas minimālās un maksimālās kloķvārpstas griešanās frekvences. Pārējās kloķvārpstas griešanās frekvencēs vadītājs tieši iedarbojas uz droseli. Regulatora maksimālās griešanās frekvences atsperes ir ievietotas cilindriskā korpusā ar priekšspriegojumu.



11.27. att. Rotorsūkņu regulators: a – visrežīmu; b – divrežīmu; 1 – pamatne; 2 – atsvari; 3 – regulatora svira; 4 – skava; 5 – ekscentrs; 6 – svira; 7 – brīvgaitas atspere; 8 – regulatora atspere; 9 – akseleratora svira; 10 – drosele; 11 – regulatora stiepnis; 12 – atspere; 13 – regulatora atspēru mezgls.

Izmantotā literatūra

1. Blīvis J., Gulbis V. Traktori un automobiļi. – Rīga, Zvaigzne: 1991. – 509 lpp.
2. Cikovskis V., Motori. – Jumava: 2000. – 224 lpp.
3. Zalcmanis G. Automobiļu motoru izplūdes gāzes. Katalizatori. – RTU, 1995. - 51 lpp.
4. Berjoza D. Automobilis un vide. – Jelgava, 2007. – 132 lpp.
5. Aizsils G. Dīzelmotoru barošanas sistēmas. – Jelgava, 2007. – 202 lpp.
6. Zalcmanis G. Benzīna degvielas iesmidzināšanas sistēmas. – RTU, 1995. – 89 lpp.
7. Modern Automotive Technology, 1st English edition 2006, 688 p.
8. Robert Bosch GmbH, Gasoline Fuel-Injection System L-Jetronic. – Germany, 1999. – 39 p.
9. Robert Bosch GmbH, DieselIn-Line-Fuel Injection Pumps. – Germany, 2003. – 144 p.
10. Хрулев А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей. За рулём, 1999. – 439 стр.
11. Золотницкий В.А. Система питания газобензиновых автомобилей. – Москва, 2002. – 80 стр.
12. Двигатель внутреннего сгорания. – М.: Высш. шк., 1995. – 368 стр.
13. Giedra K. Kirka A. Slavinskas S. Automobiliai. – Kaunas, 2002. – 482 lpp.