

Filipović I., Bibić Dž., Pikula B., Trobradović M.

Cestovna vozila

Priručnik za kontrolore na stanicama tehničkih pregleda vozila

The logo for Mervik, featuring the word "mervik" in a lowercase, sans-serif font. The letter "o" is replaced by a red circle with a white center. The letters "m", "e", "r", "v", "i", and "k" are in white, while the "o" is red. The logo is set against a dark grey rectangular background.

mervik

Sarajevo,
februar, 2012



Filipović I., Bibić Dž., Pikula B., Trobradović M.

CESTOVNA VOZILA
priručnik za kontrolore na stanicama tehničkih pregleda vozila

Sarajevo, februar, 2012

SADRŽAJ

Uvod.....	I
1. KLASIFIKACIJA VOZILA.....	1
2. OSNOVNI POJMOVI O RADU MOTORA SA UNUTARNJIM IZGARANJEM (SUI)	5
2.1 Podjela motora	8
2.2 Pomoćni sistemi i uređaji motora sui	9
2.3 Princip rada motora.....	11
3. GLAVNI DIJELOVI MOTORA SUI.....	15
3.1 Pokretni dijelovi motora.....	16
3.2 Osnovni nepokretni dijelovi motora	23
4. OPREMA MOTORA	31
5. SISTEMI PRENOSA SNAGE (TRANSMISIJA).....	61
6. RAM I KAROSERIJA VOZILA	81
7. SISTEM OSLANJANJA (OVJEŠENJA).....	87
8. SISTEM ZA UPRAVLJANJE VOZILOM	95
9. SISTEM KOČENJA VOZILA.....	101
10. ELEKTROOPREMA NA VOZILIMA.....	117
10.1 Akumulator.....	117
10.2 Generator.....	117
10.3 Uređaj za osvjetljenje i svjetlosnu signalizaciju	118
10.4 Uređaji za davanje zvučnih signala.....	119
10.5 Kontrolno-signalni uređaji	119
10.6 Električni osigurači.....	117
11. UREĐAJI KOJI OMOGUĆAVAJU NORMALNU VIDLJIVOST	120

12. UREĐAJ ZA ODVOĐENJE PRODUKATA SAGORIJEVANJA I BUKA VOZILA	121
12.1 Uređaj za odvođenje produkata sagorijevanja.....	121
12.2 Buka vozila.....	121
13. UREĐAJI ZA ODMAGLJIVANJE I ODMRZAVANJE VJETROBRANA, UREĐAJ ZA GRIJANJE I PROVJETRANJE KABINE ZA VOZAČA I PROSTORA ZA PUTNIKE.....	123
14. BRAVE, VRATA, POKLOPCI I ZATVARAČI, OSIGURANJE VOZILA	124
15. PRIKLJUČCI ZA SUGURNOSNE POJASEVE I SIGURNOSNI POJASEVI.....	125
16. PRIKLJUČNI UREĐAJI ZA SPAJANJE VUČNOG I PRIKLJUČNOG VOZILA	126
17. OPREMA VOZILA	127
18. ZAKONSKA REGULATIVA I STANDARDI KOJI SE ODNOSE NA VOZILA, UREĐAJE I OPREMU VOZILA	128
18.1 Nacionalni propisi	128
18.2 Međunarodni propisi.....	129
ISPITNA PITANJA ZA KONTROLORE NA STANICAMA TEHNIČKIH PREGLEDA.....	131

UVOD

U savremenom svijetu, danas, saobraćaj predstavlja veoma složenu pojavu od posebnog društvenog, ekonomskog, razvojnog i ekološkog značaja.

Na odvijanje saobraćaja utiču različiti faktori koji se mogu grupisati u okviru sljedećih skupina: vozilo, vozač, put i okruženje, a isključenje bilo kog faktora bi značilo nemogućnost odvijanja saobraćaja. Imajući u vidu stalne zahtjeve za unaprijeđenjem cestovnog saobraćaja, koji se ogledaju u povećanju voznih karakteristika, sigurnosti vozila i očuvanju čovjekove okoline, ovim priručnikom je analiziran jedan od najvažnijih faktora u saobraćaju, vozilo.

U prvom dijelu su prikazane osnovne karakteristike vozila. Posebna pažnja je posvećena motoru sa unutarnjim izgaranjem, kao najrasprostranjenijem agregatu za pogon vozila, te uobičajenim sistemima (opremi) koji dolaze na motoru.

Pored osnovnih saznanja o motoru sui i aktuelnoj opreemi, u nastavku priručnika data su osnovna objašnjenja najvažnijih sistema na vozilu:

- transmisija
- ram i karoserija vozila
- sistem elastičnog oslanjanja
- sistem upravljanja vozilom i
- sistem kočenja.

Pored ovoga, u kratkim crtama je objašnjen segment

- elektroopreme na vozilu
- uređaja koji omogućavaju normalnu vidljivost
- uređaja za odvod izduvnih gasova i smanjenje buke,

kao i ostali uređaji koji se nalaze na vozilu (odmagljivanje vjetrobranskih stakala, brave, sigurnosni pojasevi, itd.)

Priručnik je namijenjen kontrolorima koji rade na stanicama tehničkih pregleda, i cilj nam je da kontrolor, pored poznavanja metoda i načina kontrole pojedinih segmenata, ima i osnovna saznanja o samkom vozilu.

1. KLASIFIKACIJA VOZILA

Pod motornim vozilom podrazumijeva se samohodna mašina pogonjena motorom, koja se kreće uglavnom po kopnu, a najčešće nije vezana za određenu trajektoriju. U motorna vozila mogu se uključiti i mašine, koje imaju mogućnost kretanja i po kopnu i po vodi (amfibijska motorna vozila specijalne namjene) kao i ona vozila, koja se mogu kretati, kako po slobodnim tako i po unaprijed utvrđenim trajektorijama (tzv. automatski vođena vozila). Pored vozila obuhvaćenih gornjom definicijom, u vozila spadaju i sve vrste priključnih vozila za motorna vozila, kao i njihove kombinacije vučnih vozova.

Najčešće se kao osnovni parametar za klasifikaciju motornih vozila uzima njihova namjena. U tom smislu motorna vozila mogu se podijeliti na dvije osnovne grupe:

- putna i
- besputna motorna vozila,

gdje se prva kreću po posebno izrađenim putevima, a druga se kreću po najrazličitijim podlogama bespuća.

Na osnovu uže namjene i putna i besputna motorna vozila mogu se podijeliti na

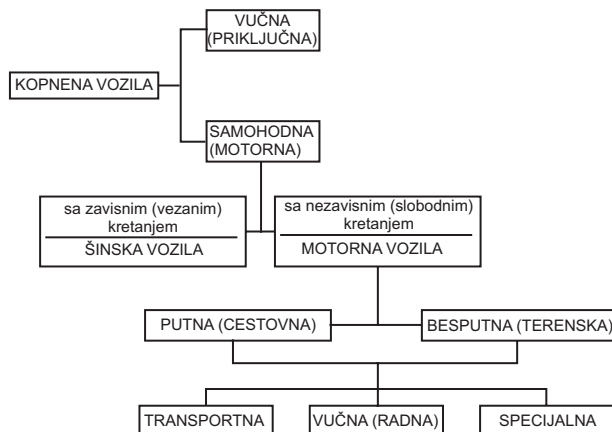
- transportna,
- vučna (radna) i
- specijalna vozila.

Transportna vozila namijenjena su za prevoz robe ili ljudi.

Vučna vozila, u sklopu sa nekom radnom mašinom ili uređajem, obavljaju određene operacije u raznim oblastima privrede (šumarstvo, građevinarstvo, komunalne djelatnosti itd.). Ovdje je bitna vučna sila na poteznici (F_p), odnosno snaga (P_m) za pogon priključne mašine.

Specijalna motorna vozila imaju posebne karakteristike, ovisno od namjene (za sport, vojsku, zdravstvene usluge itd.).

Na slici 1.1 data je shema klasifikacije kopnenih vozila.



Sl. 1.1 Podjele cestovnih vozila

Podjela cestovnih motornih vozila može se izvršiti i u odnosu na druge značajne parametre:

- prema načinu ostvarivanja kretanja (motorna vozila sa točkovima, motorna vozila sa gusjenicama),
- prema vrsti pogona (motorna vozila sa motorom sui, sa elektropogonom, sa gasnom turbinom) itd.

U okviru ECE propisa izvršena je posebna klasifikacija cestovnih vozila koja se koristi u Evropi:

- a) Kategorija L: motorna vozila sa manje od četiri točka. Ova kategorija se dijeli u pet potkategorija i to:
- kategorija L₁ su vozila sa dva točka, čija radna zapremina motora nije veća od 50 cm³, a maksimalna konstruktivna brzina nije veća od 40 km/h,
 - kategorija L₂ su vozila sa tri točka, čija je radna zapremina motora veća od 50 cm³, a maksimalna konstruktivna brzina ne prelazi 40 km/h,
 - kategorija L₃ su vozila sa dva točka, čija je radna zapremina motora veća od 50 cm³, ili je maksimalna konstruktivna brzina veća od 40 km/h,
 - kategorija L₄ su vozila sa tri točka asimetrično postavljena u odnosu na srednju podužnu osu, čija je maksimalna konstruktivna brzina veća od 40 km/h (motocikli sa bočnom prikolicom) i
 - kategorija L₅ su vozila sa tri točka asimetrično postavljena u odnosu na srednju podužnu osu, čija najveća masa nije veća od 1000 kg i čija je radna zapremina veća od 50 cm³ ili im je maksimalna konstruktivna brzina veća od 40 km/h.

- b) Kategorija M: motorna vozila sa najmanje četiri točka ili sa tri točka i najvećom masom iznad 1000 kg, koja služe za prevoz putnika. Ova kategorija dijeli se u četiri potkategorije, i to:
- kategorija M₁ (a) su vozila koja imaju tri ili pet vrata i bočne prozore iza vozača, a čija maksimalna masa opterećenog vozila ne prelazi 3.500 kg, izrađena prvenstveno za prevoz putnika, ali koja mogu biti preuređena i djelomično za prevoz tereta,
 - kategorija M₁ (b) su vozila koja su konstruirana i izrađena za prevoz tereta, ali koja mogu adaptiranjem pomoću nepokretnih ili obarajućih sjedišta, biti promjenjena za prevoz više od tri putnika, kao i vozila projektirana i opremljena tako da predstavljaju pokretni prostor za stanovanje, a čija maksimalna masa opterećenog vozila u oba slučaja ne prelazi 3.500 kg,
 - kategorija M₂ su vozila za prevoz putnika, koja osim sjedišta vozača imaju više od 8 sjedišta i čija maksimalna masa opterećenog vozila nije veća od 5.000 kg i
 - kategorija M₃ su vozila za prevoz putnika koja osim sjedišta vozača, imaju više od osam sjedišta i čija je maksimalna masa iznad 5000 kg.
- c) Kategorija N: motorna vozila sa najmanje četiri točka ili vozila sa tri točka čija je maksimalna masa iznad 1000 kg, a koja se u oba slučaja koriste za prevoz tereta, dijele se u tri potkategorije, i to:
- kategorija N₁ su vozila za prevoz tereta, čija najveća masa opterećenog vozila nije veća od 3.500 kg,
 - kategorija N₂ su vozila za prevoz tereta, čija je najveća masa opterećenog vozila iznad 3.500 kg, ali ne iznad 12.000 kg i
 - kategorija N₃ su vozila za prevoz tereta sa najvećom masom opterećenog vozila iznad 12.000 kg.
- d) Kategorija O: ovdje spadaju prikolice i poluprikolice. Dijele se u četiri podgrupe:
- kategorija O₁ su prikolice sa jednom osovinom, čija najveća masa opterećene prikolice nije veća od 750 kg,
 - kategorija O₂ su prikolice čija najveća masa opterećene prikolice nije veća od 3.500 kg, sa izuzetkom prikolica kategorije O₁,
 - kategorija O₃ su prikolice čija je najveća masa opterećene prikolice iznad 3.500 kg, ali ne iznad 10.000 kg i
 - kategorija O₄ su prikolice čija je najveća masa opterećene prikolice iznad 10.000 kg.

Pored ovih podjela postoje i druge vrste podjela, kao npr.

- vozila sa dva i tri točka i
- vozila sa četiri i više točkova.

Motorna vozila sa dva i tri točka mogu se podijeliti na:

- motorne dvokolice (hodna zapremina 30 ÷ 50 cm³, brzina 20 ÷ 40 km/h),
- mopede (hodna zapremina do 50 cm³, max. brzina do 60 km/h),
- skuteri (hodna zapremina do 175 cm³, mjenjač 2 ÷ 4 stepena, max. brzina do 90 km/h),
- motorkotači (hodna zapremina do 1300 cm³, mjenjač 2 ÷ 6 stepeni, max. brzina do 250 km/h),
- motorne trokolice za prevoz tereta do 500 kg i
- laka vozila na tri točka za prevoz tereta (do 850 kg) ili prevoz putnika (2 ÷ 6 osoba).

Motorna vozila sa četiri i više točkova, mogu se podijeliti na:

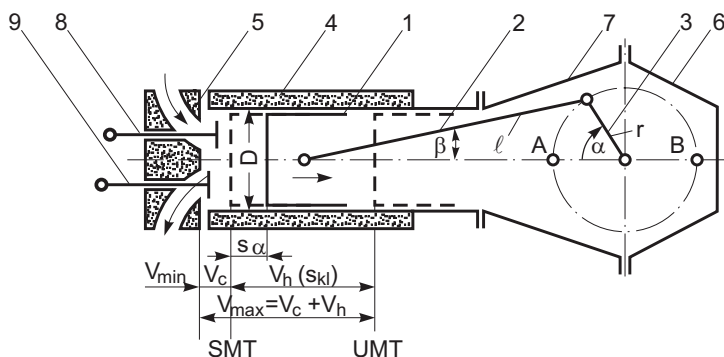
- putničke automobile,
- autobuse,
- kombi vozila,
- teretna vozila,
- specijalna vozila itd.

Ispravno izvršena klasifikacija i tipizacija vozila omogućava uspješno obavljanje tipizacije čitavog niza sklopova i elemenata, kao i vozila u cjelini. Ovo se sve svodi na standardizaciju elemenata, sklopova, sistema, pa i čitavih vozila, što ima vrlo važno mjesto u proizvodnji motornih vozila u svijetu.

2. OSNOVNI POJMOVI O RADU MOTORA SA UNUTARNJIM IZGARANJEM (SUI)

Motor sa unutarnjim izgaranjem je toplotna mašina u kojoj se vrši pretvaranje hemijske energije goriva u toplotnu energiju, a zatim se ova energija preko određenog krivajnog mehanizma pretvara u mehanički rad.

Radi lakšeg praćenja osnovnih objašnjenja o motoru sus, na slici 2.1 data je skica motora sa njegovim glavnim dijelovima. Radni prostor motora formiran je od cilindra (4), koji je sa



1 - klip; 2 - klipnjača; 3 - koljeno radilice; 4 - cilindar; 5 - cilindarska glava; 6 - karter (donji dio motorske kućice); 7 - gornji dio motorne kućice; 8 - usisni ventil; 9 - izduvni ventil

Sl. 2.1 Skica glavnog motornog mehanizma klipnog motora sa pravolinijskim oscilatornim kretanjem klipa

jedne strane zatvoren cilindarskom glavom (5), a sa druge strane klipom (1) koji se kreće pravolinijski. Radni prostor motora se sastoji od:

- V_c – kompresione zapremine i
- V_h – hodne (radne) zapremine.

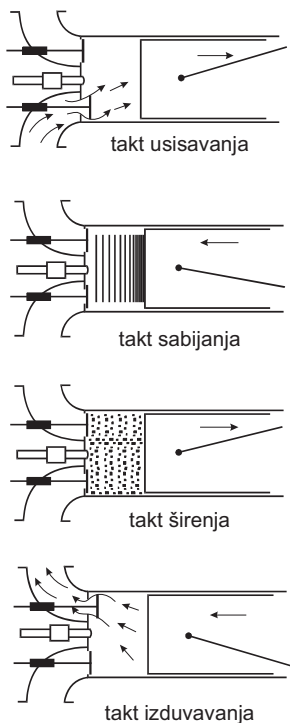
Stepen kompresije motora (ϵ) definiše se kao odnos maksimalne ($V_c + V_h$) i minimalne (V_c) zapremine, odnosno:

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

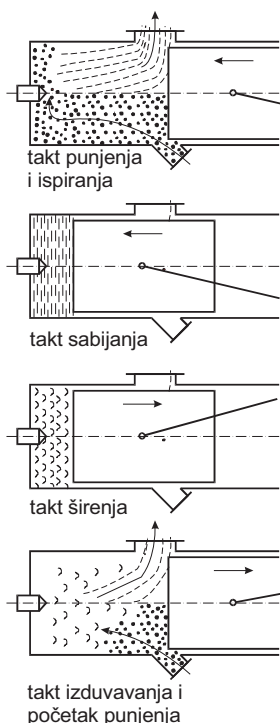
Prema ostvarenju radnog ciklusa motori se dijele na:

- četvorotaktne motore, gdje se radni ciklus obavi za četiri hoda klipa, ili dva puna obrtaja radilice motora;
- dvotaktne motore, gdje se radni ciklus obavi za dva hoda klipa ili jedan puni obrtaj radilice motora.

Objašnjenje pojedinih taktova najbolje se vidi na slici 2.2 i slici 2.3, gdje su dati slikovito pojedini taktovi za četvorotaktni i dvotaktni motor.



Sl. 2.2 -Taktovi radnog ciklusa četvorotaktnog motora



Slika 2.3 - Taktovi ciklusa dvotaktnog motora

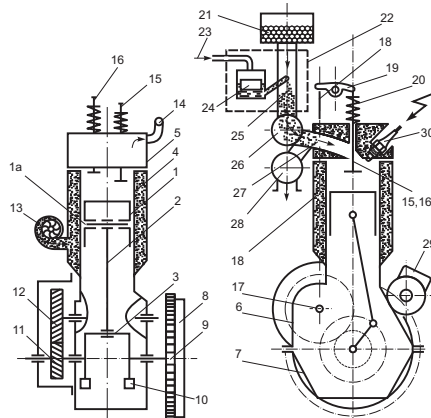
Taktovi četvorotaktnog motora su: usisavanje, sabijanje, širenje i izduvavanje, gdje je radni takt samo širenje (ekspanzija). Kod dvotaktnih motora taktovi su: takt punjenja i ispiranja, takt sabijanja, takt širenja i takt izduvavanje i početak punjenja.

Pored ove podjele motora postoji još dosta podjela, a ovdje će se spomenuti samo najvažnije:

Podjela motora prema načinu stvaranja smješe na:

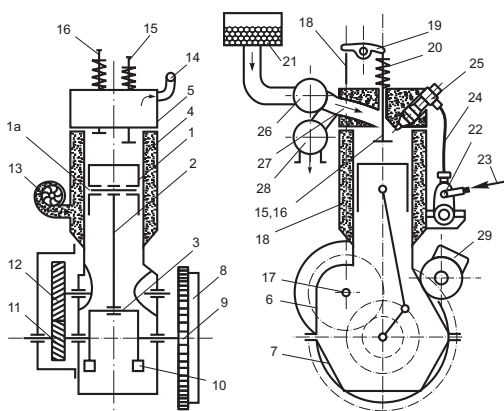
- oto motore (motori sa spoljnim stvaranjem smješe),
- dizel motore (motori sa unutarnjim stvaranjem smješe).

Zbog lakšeg uočavanja razlike oto i dizel motora, na slici 2.4 i slici 2.5 date su skice četverotaktnih oto i dizel motora sa osnovnim agregatima.



1 - klip, 1a - osovinica, 2 - klipnjača, 3 - koljenasto vratilo, 4 - cilindarska košuljica, 5 - cilindarska glava, 6 - blok motora sa gornjim dijelom motorne kućice, 7 - karter, 8 - zamajac, 9 - zupčasti vijenac, 10 - protuteg, 11, 12 - zupčasti par za pogon razvodnog mehanizma, 13 - pumpa za tečnost, 14 - vod za hlađenje, 15, 16 - usisni i izduvni ventil, 17 - bregasto vratilo, 18 - šipka podizača, 19 - klackalica, 20 - opruge ventila, 21 - prečistač zraka, 22 - rasplinjač, 23 - dovod goriva, 24 - plovak, 25 - difuzor, 26 - usisni kolektor, 27 - usisna cijev, 28 - izduvni kolektor, 29 - elektrostarter, 30 - svjećica

Sl. 2.4 Skica četverotaktnog oto motora (osnovna verzija)

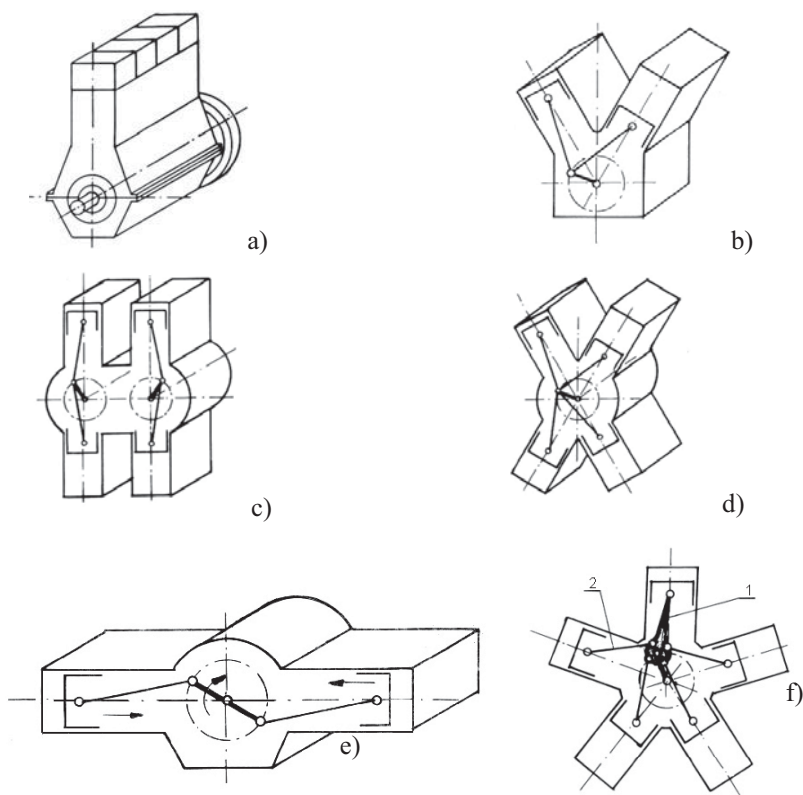


1 - klip, 1a - osovinica, 2 - klipnjača, 3 - koljenasto vratilo, 4 - cilindarska košuljica, 5 - cilindarska glava, 6 - blok motora sa gornjim dijelom motorne kućice, 7 - karter, 8 - zamajac, 9 - zupčasti vijenac, 10 - protuteg, 11, 12 - zupčasti par za pogon razvoda, 13 - pumpa za tečnost, 14 - vod za hlađenje, 15, 16 - usisni i izduvni ventil, 17 - bregasto vratilo, 18 - šipka podizača, 19 - klackalica, 20 - opruge ventila, 21 - prečistač zraka, 22 - pumpa visokog pritiska, 23 - dovod goriva, 24 - cijev visokog pritiska, 25 - brizgač, 26 - usisni kolektor, 27 - usisna cijev, 28 - izduvni kolektor, 29 - elektrostarter

Sl. 2.5 Skica četverotaktnog dizel motora (osnovna verzija)

2.1 Podjela motora

U nastavku su date samo neke, odnosno najčešće pominjane podjele motora sus. Prema broju cilindara i njihovom rasporedu motori mogu biti jednocilindrični i višecilindrični. Višecilindrični se dijele na: linijske motore (slika 2.6 a)), V - motore (slika 2.6 b)), H - motore (slika 2.6 c)), X - motore (slika 2.6 d)), bokser motore (slika 2.6 e)), zvijezda motore (slika 2.6 f)), itd.



Sl. 2.6 Skice linijskog motora (a), V - motora (b), H - motora (c), X - motora (d), bokser motora (e) i zvijezda motora (f)

Prema načinu hlađenja motori se dijele na:

- motore hlađene tečnošću,
- motore hlađene zrakom.

Prema namjeni motori se dijele na:

- motore za transportne svrhe,
- stacionarne motore,
- motore za sportska i trkaća kola.

Prema načinu dovođenja zraka motori se dijele na:

- usisne motor (gdje se zrak u motor dovodi uslijed kretanja klipa od spoljne ka unutarnjoj mrtvoj tački motora),
- napunjene gdje zrak ulazi u motor pod pritiskom kojeg stvara kompresor pogonjen turbinom (motori sa turbokompresorom).

2.2 Pomoćni sistemi i uređaji motora sui

Pored već pobrojanih glavnih dijelova, svaki motor mora imati i niz pomoćnih uređaja i sistema, koji su neophodni za pravilan rad motora. U pomoćne sisteme i uređaje ubrajaju se:

- sistem razvoda radne materije,
- sistem napajanja motora gorivom,
- sistem paljenja,
- sistem podmazivanja,
- sistem hlađenja i
- sistem za startovanje.

Sistem razvoda radne materije

Ima zadatak da u tačno određenom vremenu vrši usisavanje svježe smješe (oto motor) ili zraka (dizel motor) u motor, te nakon obavljenog rada motora sui odstrani produkte izgaranja iz motora, kako bi radni prostor pripremio za slijedeći ciklus.

Sistem za napajanje motora gorivom

Zbog različitog načina pripreme i paljenja smješe kod oto i dizel motora, oni imaju i različite sisteme dobave goriva. Kod oto motora, sistem dobave goriva sastoji se od:

- rezervoara za smještaj goriva,
- odgovarajućih cjevovoda,
- prečistača goriva,
- pumpe za dobavu goriva i
- rasplinjača (karburatora).

Sistem za dobavu goriva kod dizel motora se sastoji od dijelova:

- rezervoar goriva,
- dovodnih cijevi do napojne pumpe,
- napojne niskotlačne pumpe,
- prečistača goriva,
- pumpe visokog pritiska,
- cijevi visokog pritiska i
- brizgača.

U novije vrijeme se kod oto motora sve više istiskuju sistemi za dobavu goriva preko rasplinjača, a njihovo mjesto zauzimaju različiti sistemi za ubrizgavanje goriva, sve sa ciljem postizanja veće efikasnosti procesa u motoru sui.

Sistem za paljenje smješe

Kod svih oto motora smješa u cilindru se pali električnom varnicom u tačno određenom trenutku. Osnovni dijelovi sistema za paljenje smješe su:

- baterija (akumulator),
- indukcioni kalem (bobina),
- razvodnik paljenja sa prekidačem i regulatorom ugla pretpaljenja,
- nisko i visokonaponski vodovi i
- svjećice.

Zavisno od izvora napajanja strujom postoje:

- sistemi baterijskog paljenja i
- sistemi magnetnog paljenja.

Sistem podmazivanja

Sistem za podmazivanje ima zadatak da svim sklopovima motora, čiji se elementi u radu međusobno relativno kreću, dovede određenu količinu ulja (sa određenim pritiskom i temperaturom ulja). Osnovna uloga podmazivanja je smanjenje trenja, zaštita dijelova od korozije povećana hermetičnost sklopa i odvođenje određenog dijela toplote. Glavni dijelovi sistema podmazivanja su: prostor u karteru gdje se slijeva ulje za podmazivanje, usisna korpa sa grubim prečistačem, zupčasta pumpa, eventualno izmjenjivač toplote za hlađenje ulja, fini prečistač, glavna razvodna magistrala sa priključcima za manometar, sigurnosni ventili i ostale razvodne cijevi.

Sistemi za hlađenje

Zbog visokih temperatura u procesu rada motora dolazi do zagrijavanja dijelova i sklopova. Prekomjerno zagrijavanje dijelova i sklopova narušava funkcije rada motora, a dolazi u kritičnim slučajevima do zaribavanja i havarije motora. Zbog toga je neophodno hlađenje dijelova i sklopova motora, i na taj način održavati konstantnim temperaturne uslove u cijelom radnom području motora. Zavisno od medija kojim se vrši hlađenje, razlikuju se motori:

- sa hlađenjem tečnošću i
- sa zračnim hlađenjem.

Sistem za startovanje

Motori sui se ne mogu sami stavljati u pogon, nego je za to potrebno uložiti odgovarajući rad, koji se dovodi sa strane. Za startovanje motora potrebno je ostvariti odgovarajući startni broj obrtaja, koji zavisi od konstrukcije motora. Uređaji za startovanje se mogu grupisati u:

- ručni starteri (pokretači),
- elektrostarteri,
- hidrostarteri,
- startovanje preko komprimiranog zraka i
- startovanje preko pomoćnog motora.

Pored naprijed nabrojanih sistema, na motoru se nalaze i drugi sistemi koji nisu obavezni, ali pomažu ostvarenju poboljšanja rada motora (bolja ekonomičnost, manja buka, manja emisija zagađujućih materija itd.) tako da danas predstavljaju praktično sisteme bez kojih motor ne bi mogao biti konkurentan na tržištu. Tu se ubrajaju i sistemi elektronske kontrole pojedinih procesa, sistem prečišćavanja izduvnih gasova itd.

Pored nabrojanih pomoćnih sistema i uređaja na motoru tu je prisutna i druga oprema :

- različita elektro oprema (za predgrijavanje, generator, itd.)
- oprema za monitoring procesa u motoru (indikatori, instrumenti, itd.)
- oprema za prečišćavanje ulja, goriva i zraka
- oprema za nadpunjenje motora zrakom
- oprema za prečišćavanje izduvnih gasova (katalizatori, filteri čestica, itd.)

2.3 Princip rada motora

U nastavku se daje, u najkraćim crtama princip rada oto i dizel motora, kao i uspoređenje najvažnijih karakteristika ove dvije vrste motora.

a) Oto motor (*slika 2.4*)

Poznat je pod nazivima: benzinski motor ili karburatorski motor. Kod najvećeg broja oto motora radna smjesa gorivo-zrak za sagorijevanje se priprema prije ulaska u cilindar (u karburatoru ili neposredno ispred usisnog ventila). Kod pripreme radne mješavine u karburatoru gorivo se dozira u struju zraka preko siska u tačno određenoj količini, a zahvaljujući razlici pritisaka u difuzoru (25). Tako pripremljena homogena smjesa zraka i goriva uvodi se u pojedine cilindre pomoću razvodnog cilindra. U cilindrima se vrši paljenje ove smjese pomoću inicijalne iskre na svjećici (30). Paljenje se inicira u najpovoljnijem momentu (ugao predpaljenja) preko uređaja za paljenje (razvodnika paljenja), čiji je rad sinhroniziran sa radom razvodnog i kretnog mehanizma. Kod motora sa ubrizgavanjem benzina (elektronsko ubrizgavanje), gorivo se, preko brizgaljke, dovodi u prostor usisne cijevi, ispred usisnog ventila, a u novije vrijeme i u sam cilindar. Tu se vrši miješanje goriva sa zrakom, nakon čega se mješavina uvodi preko usisnog ventila (15) u prostor za sagorijevanje. Dalji tok procesa je isti kao i kod oto motora sa karburatorom. Nakon zapaljenja radne mješavine dolazi do njenog burnog sagorijevanja, praćenog porastom pritiska i temperature gasova. Na ovaj način oslobođena energija pritiska djeluje na čelo klipa motora, koja se preko krivajnog mehanizma pretvara u mehanički rad i prenosi na radilicu motora. Obzirom da je motor ciklična mašina, uravnoteženje neravnomjernog izlaznog momenta na radilici motora (koljenastom vratilu) (3) (posljedica impulsa pritiska u komorama sagorijevanja) vrši se izborom optimalnog rasporeda paljenja i uvođenja odgovarajućeg zamajca (8) na radilici motora (3).

b) Dizel motor (*slika 2.5*)

Kod dizel motora dovodi se čist zrak u cilindar usisavanjem (usisni motor) ili prednabijanjem (prehranjivani motor). Kod dizel motora sa direktnim ubrizgavanjem gorivo se pomoću pumpe visokog pritiska (PVP) (22), cijevi visokog pritiska (24) i brizgaljki (25) također dovodi direktno u cilindar motora (prostor za sagorijevanje) pod visokim pritiskom. Početak ubrizgavanja goriva u cilindar motora predstavlja optimalan trenutak u kome su se stekli uslovi za samopaljenje goriva. Taj trenutak je definiran sa uglom predubrizgavanja na pumpi visokog pritiska (22) i stepenom kompresije u motoru. Ovaj ugao je kod nekih izvedbi motora konstantan, a kod nekih se mijenja sa promjenom broja okretaja, regulisanog pomoću varijatora ugla predubrizgavanja. Samopaljenje se pojavljuje neposredno nakon početka ubrizgavanja, a ostali dio procesa (sagorijevanje-ekspanzija, prenos rada na radilicu motora (3)) je sličan kao i kod oto motora. Dobiveni rad se sa radilice (3) prenosi na radnu mašinu (vozilo, elektogenerator, kompresor, ...). Pored dizel motora sa direktnim ubrizgavanjem vrlo često se susreću i motori sa indirektnim ubrizgavanjem (tzv. predkomorni motor) gdje se gorivo dovodi preko brizgaljke u predkomoru i miješa sa zrakom, nakon čega novonastala mješavina preko jednog kanala prestrujava u glavnu komoru za

sagorijevanje. Ovaj sistem se najčešće koristi kod manjih dizel motora zbog ograničenog prostora za smještaj komore za sagorijevanje u klipu.

Svakako najkarakterističniji sistem na dizel motoru, u odnosu na oto motor, predstavlja sistem ubrizgavanja goriva. U praksi se susreću tri najčešća rješenja ovog sistema:

- sistem pumpe visokog pritiska-cijev-brizgač,
- sistem pumpe visokog pritiska-brizgač,
- sistem „common rail“.

Prema konstrukciji pumpe visokog pritiska sistemi ubrizgavanja se dijele na:

- sistem ubrizgavanja sa linijskim pumpama (veći dizel motori sa nižim brojevima okretaja radilice),
- sistem ubrizgavanja sa rotacionim pumpama (manji dizel motori sa višim brojevima okretaja radilice).

c) Uspoređenje bitnih karakteristika oto i dizel motora

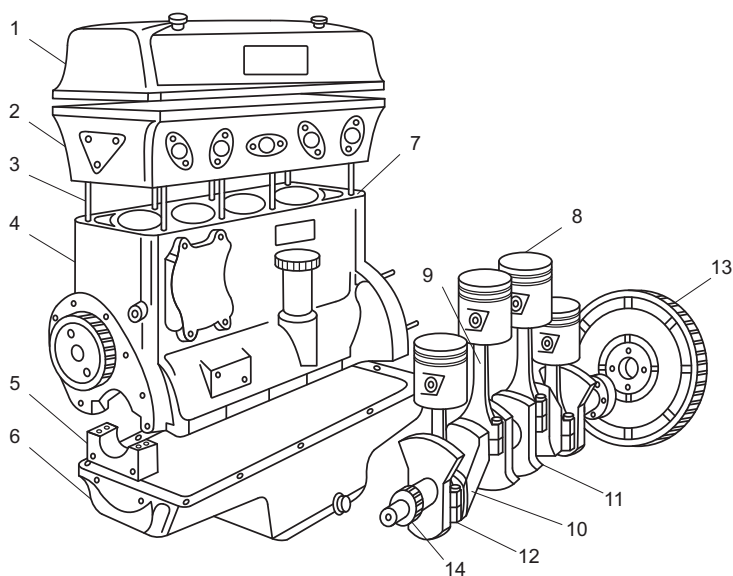
Osnovna razlika oto i dizel motora je u načinu pripreme radne mješavine i njenog paljenja. Oto motor ima najčešće vanjsku (u novije vrijeme i unutarnju) pripremu radne mješavine i prinudno paljenje, dizel motor ima unutarnju pripremu radne mješavine i samopaljenje. Oto motor ima stepen kompresije (ϵ) od 7 do 11 najčešće, a dizel motor 15-22, iz čega proističe da dizel motor ima veća mehanička i termička opterećenja nego oto motor. Zbog toga je on u osnovi robusniji od oto motora. Oto motor, zbog prirode procesa, koristi bogatiju mješavinu gorivo-zrak (koeficijent viška zraka nešto ispod i oko 1), a dizel motor siromašniju mješavinu sa velikim oscilacijama koeficijenta viška zraka za sagorijevanje u radnom prostoru (koeficijent viška zraka od 1,25 do 5). Zbog same prirode procesa, načina njegovog ostvarivanja i vrste goriva, dizel motor je znatno ekonomičniji u odnosu na oto motor. Ovaj nedostatak oto motora pokušava se u zadnje vrijeme ublažiti približavanjem procesa oto i dizel motora (uvođenje direktnog ubrizgavanja benzina, povećanje koeficijenta viška zraka iznad 1, itd.)

3. GLAVNI DIJELOVI MOTORA SUI

Glavni dijelovi motora sui, koji neposredno i posredno učestvuju u formiranju radnog prostora, dijele se na:

- pokretne i
- nepokretne dijelove

Na slici 3.1 prikazani su glavni dijelovi motora sui.



1 - poklopac motora; 2 - glava motora; 3 - vijci za vezanje glave i bloka motora; 4 - blok motora sa gornjim dijelom motorske kućice; 5 - poklopac - gnijezdo ležaja radilice; 6 - donji dio motorske kućice (karter); 7 - zaptivka između bloka i glave motora; 8 - klipna grupa; 9 - klipnjača; 10 - koljenasto vratilo (radilica); 11 - kontrateg; 12- velika pesnica klipnjače; 13 - zamajac sa zupčastim vijencem; 14 - zupčanik za pogon razvodnog mehanizma

Sl. 3.1 Glavni dijelovi motora

Prethodne grupe dijelova sačinjavaju:

a) Pokretni dijelovi:

- klipna grupa (klip, klipni prstenovi, osovinica i osigurači) (8),
- klipnjača (9) sa velikom pesnicom (12) i kliznim ležajevima u maloj i velikoj pesnici klipnjače i
- koljensto vratilo (radilica) (10) sa kontrategovima (11), zamajcem sa zupčastim vijencem (13) i zupčanikom za pogon razvodnog mehanizma (14).

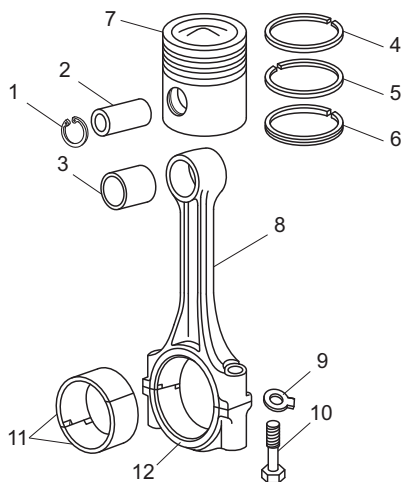
b) Nepokretni dijelovi:

- poklopac cilindarske glave (1),
- cilindarska glava (2) sa zavrtnjevima (3) za njeno pričvršćenje za blok,
- blok motora (4),
- zaptivka između bloka i glave motora (7),
- donja polutka gnijezda glavnog ležaja (5) (poklopac) i
- korito motora (karter) (6).

U nastavku će biti date osnove informacije o glavnim dijelovima motora

3.1 Pokretni dijelovi motora

Pokretni dijelovi su prikazani na slici 3.1 (pozicije: 8, 9, 10, 11, 12, 13 i 14), a na slici 3.2 dati su dijelovi krivajnog mehanizma bez radilice i njoj pripadajućih elemenata.



- 1 - osigurač; 2 - osovinica;
 3 - klizni ležaj u maloj pesnici klipnjače;
 4, 5 - kompresioni klipni prstenovi (karika);
 6 - uljni klipni prsten (karika); 7 - klip;
 8 - klipnjača; 9 - osigurač;
 10 - zavrtnj;
 11 - klizni dvodijelni ležaj u velikoj pesnici;
 12 - poklopac velike pesnice,
 13 - mala pesnica klipnjače

Sl. 3.2 Pokretni dijelovi motora (klipna grupa i klipnjača)

Klip

Osnovni zadaci klipa su:

- da prenosi sile gasova na radilicu motora,
- da učestvuje u kružnom procesu motora, a kod dvotaktnih motora da učestvuje i u izmjeni radne materije,
- da istovremeno prihvata velike promjene pritiska i temperature,
- da pomaže pri zaptivanju radnog prostora,
- kod manjih i srednjih motora da ima ulogu ukrsne glave,
- da prima inercione sile od karika,
- da vrši odvođenje određene količine toplote da se ne bi prekoračila najveća dozvoljena temperatura dijelova klipa,
- da ima habanje u razumnim granicama i
- da se pomoću njega utječe na smanjenje specifične potrošnje goriva i smanjenje emisije zagađujućih materijala u produktima izgaranja.

Klipovi se izrađuju najčešće od legura aluminija. To su u prvom redu legure:

- Al Si 25 Cu Ni
- Al Si 21 Cu Ni
- Al Si 18 Cu Ni
- Al Si 12 Cu Ni

koje pored osnovnog elementa aluminija (Al) sadrže silicij (Si), bakar (Cu) i nikl (Ni).

Pored legura Al, za klipove se koriste i sivo liveno gvožđe i nodularni sivi liv.

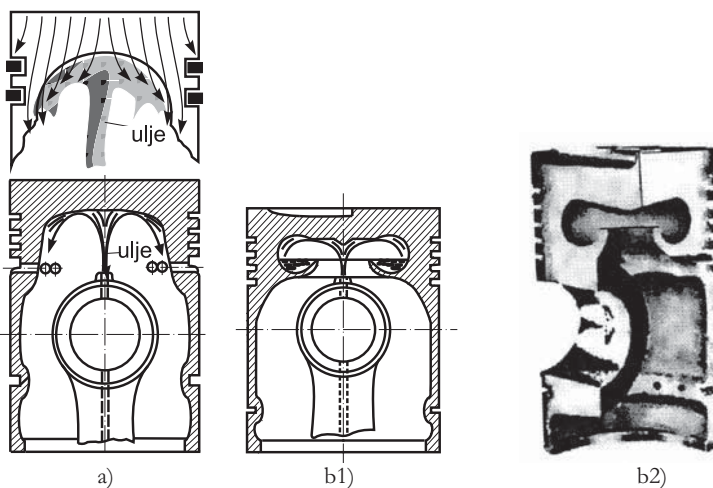
Osnovne prednosti legura Al su:

- male inercione sile i
- dobar prenos toplote.

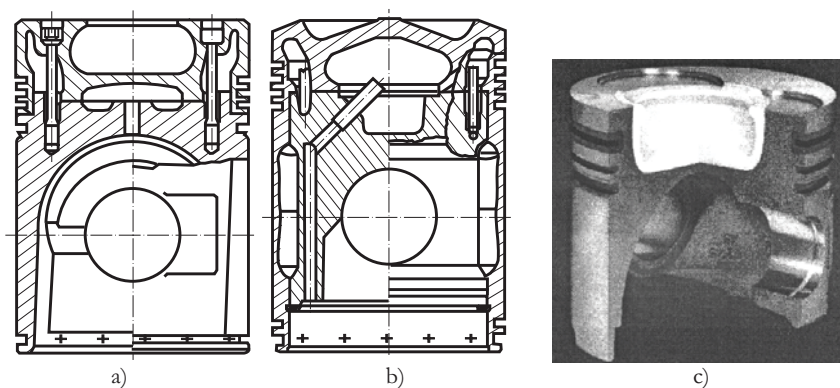
Loše strane legura Al su:

- veliki koeficijent toplotnog širenja i
- opadanje mehaničkih osobina sa porastom temperature.

U cilju održavanja nivoa temperatura na klipu, vrlo često se uvodi i dodatno hlađenje klipa prskanjem ulja (slika 3.3). Na slici 3.3 a) prikazano je konstruktivno rješenje za dodatno prskanje ulja sa unutarnje strane čela klipa, a na slici 3.3 b1) i b2) konstruktivno rješenje za prskanje ulja sa njegovim zadržavanjem na klipu. Pored ovih rješenja, klipovi se rade i kao dvodijelni, slika 3.4 a) i b), gdje je gornji dio klipa od vatrootpornog čelika, a donji od legure Al, a na slici 3.4 c), termički najopterećeniji dio klipa obložen je keramikom, koja služi kao odličan toplotni izolator.



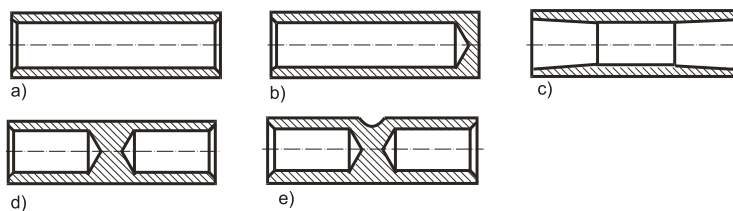
Sl. 3.3 Različite varijante dodatnog hlađenja klipa



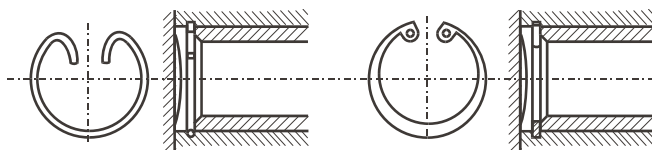
Sl. 3.4 Dvodijelni klip a) i b) i klip sa keramičkim umetkom c)

Osovinica klipa

Osnovni zadatak osovinice klipa je da ostvari zglobnu vezu klipa s klipnjačom. Najčešće se koriste tzv. plivajuće osovinice, koje slobodno plivaju u maloj pesnici klipnjače i ušicama klipa. Postoje i druge konstruktivne varijante, koje će biti prikazane u dijelu gdje se razmatra klipnjača. Oblici osovinice klipa prikazani su na slici 3.5. Na slici 3.5 a) dat je oblik, koji se najčešće koristi kod četvorotaktnih motora a na slici 3.5 b) je prikazana osovinica za dvotaktne motore. Zbog smanjenja mase, a zadržavanja krutosti susreću se i osovinice kao na slici 3.5 c) i d). Na slici 3.5 e) data je osovinica koja se pričvršćuje za klipnjaču. Izgled bočnih osigurača osovinice vidi se na slici 3.6.



Sl. 3.5 Konstruktivni oblici osovinice klipa



Sl. 3.6 Izgled bočnih osigurača osovinice

Osovinice se rade od čelika za cementaciju i to:

- za oto motore Č1220 i Č1221
- za dizel motore (visokolegirani čelici) Č4120; Č4320 i Č 4720.

Klipni prstenovi (karike)

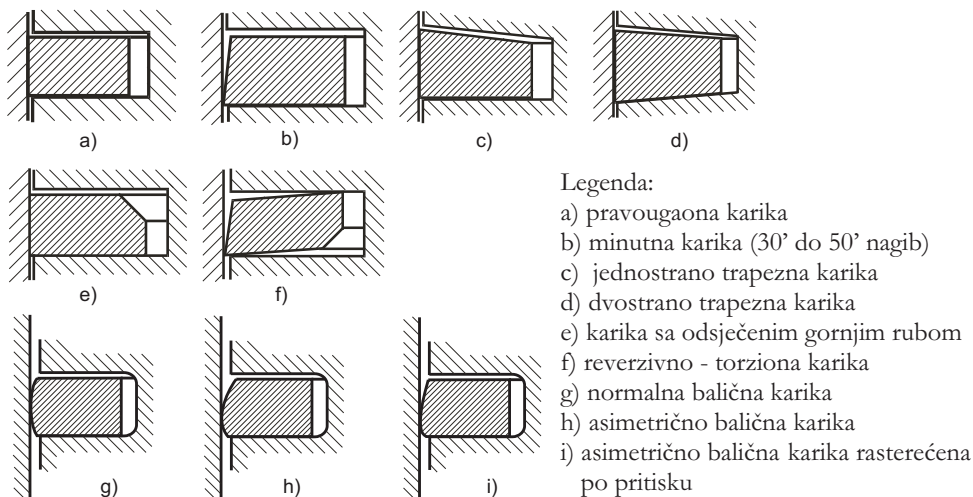
Osnovni zadaci karika su:

- zaptivanje prostora izgaranja,
- sudjelovanje u odvodu toplote od klipa na cilindarsku košuljicu i
- regulacija uljnog filma za podmazivanje.

Ove zadatke klipni prstenovi (karike) obavljaju:

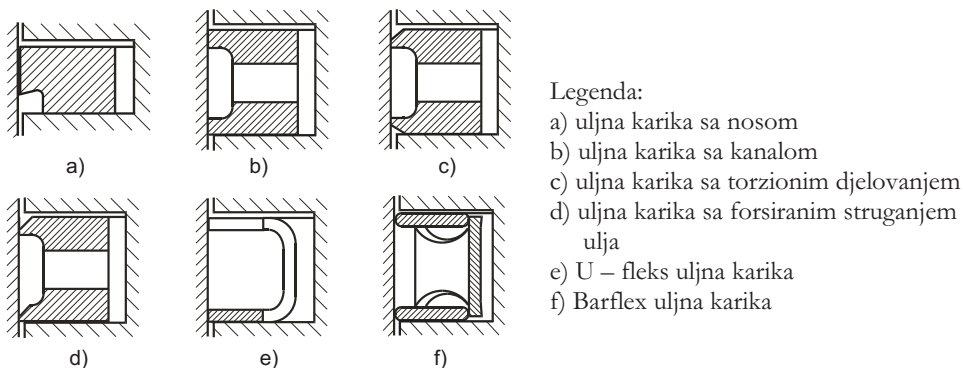
- nalijeganjem spoljnom (radnom) površinom na zid cilindra određenim pritiskom i
- udarnim nalijeganjem na bočne površine žlijeba klipa uslijed aksijelnog ubrzanja pod dejstvom sila gasova, sila trenja i sopstvene inercione sile.

Klipne karike dijele se na kompresione i uljne. Konstruktivni oblici kompresionih klipnih prstenova (karika) su dati na slici 3.7.



Sl. 3.7 Konstruktivni oblici kompresionih klipnih prstenova (karika)

Uljne karike najčešće imaju izgled kao na slici 3.8.



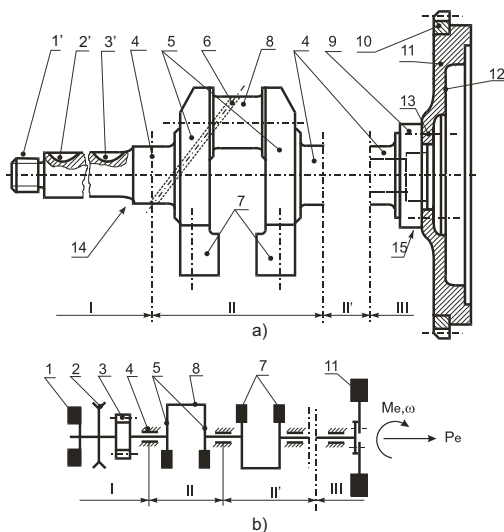
Sl. 3.8 Konstruktivni oblici uljnih klipnih prstenova (karika)

Koljenasto vratilo (radilica)

Koljenasto vratilo (radilica) vrši prenos obrtnog momenta i spada u najodgovornije, najslabije, najnapregnutije i najskuplje dijelove motora. Za pravilno funkcioniranje radilice moraju biti ispunjeni sljedeći zahtjevi:

- mora postojati dovoljna sigurnost da ne dođe do zamornog loma materijala u cijelom radnom području,
- ne smiju postojati velike amplitude torzionih, savojnih i aksijalnih oscilacija,
- inerciono opterećenje mora se dovesti na razumnu mjeru i
- deformacije radilice moraju se dovesti na razumnu minimalnu mjeru.

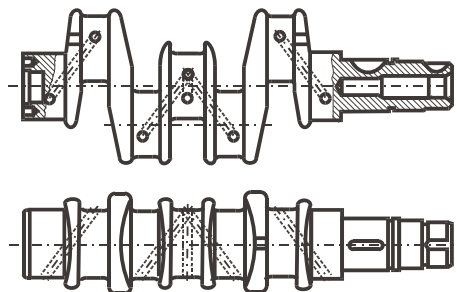
Izgled radilice, sa elementima koji se na njoj nalaze, dat je na slici 3.9.



1- prigušivač torzionih oscilacija (PTO), 1' - mjesto montaže PTO, 2 - remenica za pogon pumpe i ventilatora, 2' - mjesto montaže remenice, 3 - zupčanik za pogon bregastog vratila, 3' - mjesto montaže zupčanika, 4 - glavni rukavac, 5 - ramena, 6 - kanal za ulje, 7 - protutegovi, 8 - leteći rukavac, 9 - priрубnica, 10 - zupčasti vijenac, 11 - zamajac, 12 - frikciona površina na zamajcu, 13 - otvor za centriranje, 14, 15 - mjesto zaptivanja krajeva radilice

Sl. 3.9 Izgled (a) i skica (b) elementa grupe koljenastog vratila

Efektivna snaga motora (P_e), odnosno odgovarajući obrtni moment (M_e) i broj obrtaja motora (n) se prenose od zamajca (11) na spojnicu i mjenjač. Radilica se najčešće izrađuje kovanjem (slika 3.10), a u novije vrijeme sve češće livenjem za manje motore.



Sl. 3.10 Kovano koljenasto vratilo (radilica)

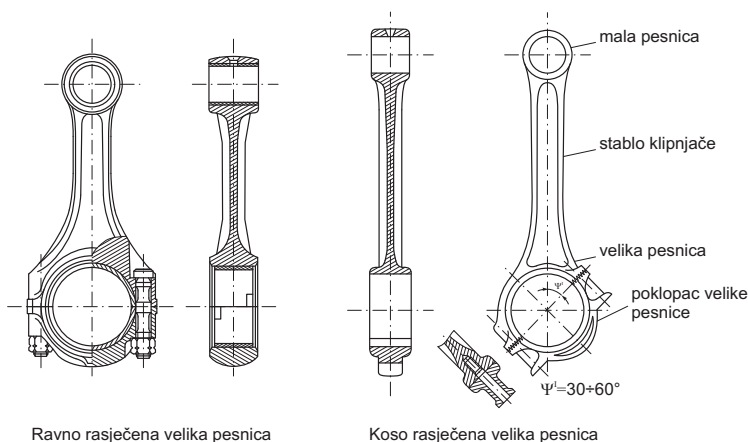
Radilice se izrađuju od čelika za poboljšanje. Najčešći materijali su:

- za male i malo opterećene motore: Č1531 i Č1731,
- za vozilske manje opterećene oto i dizel motore: Č3130 i Č3230,
- za više opterećene dizel motore: Č3830 i Č 4732,
- za najopterećenije dizel motore Č5430.

Na radilici motora, na mjestu izlaza snage od motora, montira se zamajac. Zamajac motora je u stvari ploča određenog konstruktivnog oblika (zavisno od raspoloživog ugradbenog prostora) koja se montira na kraju radilice na mjestu izlaza snage. Služi da u određenom trenutku preuzme višak rada od motora, a u nekom drugom momentu da taj višak rada preda, sve u cilju obezbjeđenja što ravnomjernije brzine obrtanja motora. Za sva vozila se obično propisuje stepen neravnomjernosti obrtanja motora, a sam zamajac se definiše sa parametrima težine i zamajnog momenta. Pored osnovne uloge zamajac se koristi i za ugradnju zupčastog vijenca za startovanje motora. Na njega se također ugrađuje i spojnica za prenos obrtnog momenta na radnu mašinu

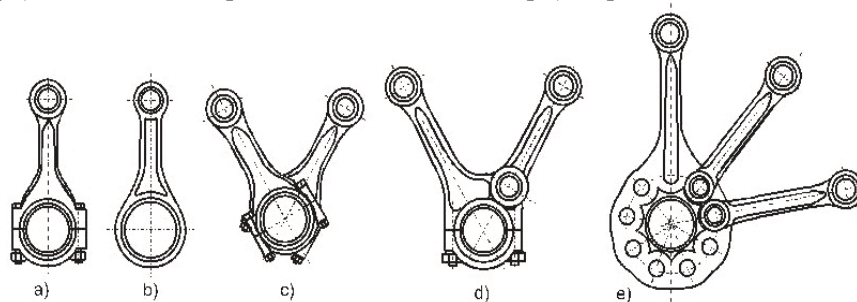
Klipnjača

Klipnjača je element koji povezuje klip i radilicu motora i vrši pretvaranje pravolinijskog kretanja klipa u kružno kretanje radilice. Sastoji se od male pesnice, tijela i velike pesnice klipnjače sa poklopcem velike pesnice. U maloj pesnici nalazi se jednodijelni klizni ležaj, a u velikoj pesnici dvodijelni klizni ležaj. Izgled klipnjače sa ravno razrezanom i koso razrezanom velikom pesnicom dat je na slici 3.11. Prednost se daje klipnjačama sa koso razrezanom velikom pesnicom, zbog mogućnosti lakše demontaže klipa i klipnjače (bez vađenja radilice sa motora). Zbog velike odgovornosti klipnjače u radu motora, mora se obezbijediti njena visoka krutost uz minimalnu težinu.



Sl. 3.11 Konstruktivni oblici klipnjače

Pored najčešćih formi klipnjača prikazanih na slici 3.11 postoje i drugi oblici klipnjača, zavisno od tipa motora. Neke od tih klipnjača prikazane su na slici 3.12.



klipnjače za: a,b – linijski motori; c, d – V – motori; e – zvjezda motori

Sl. 3.12 Razni oblici klipnjača

Klipnjače se rade uglavnom kovanjem od visoko legiranih čelika za poboljšanje. Uglavnom su to hrom-molibden čelici (Č4730 – Č4733).

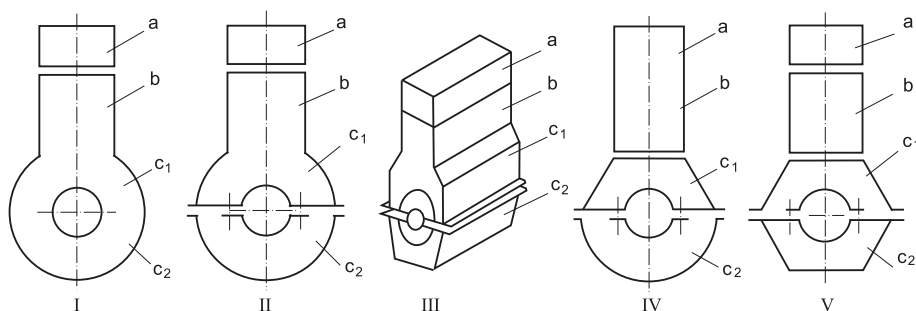
3.2 Osnovni nepokretni dijelovi motora

Uobičajene konstrukcione forme gradnje nepokretnih dijelova motora prikazane su na slici 3.13. To su:

- tunelska gradnja (I, slika 3.13)
- gradnja blok-karter (II, III, slika 3.13)
- gradnja blok-glava (IV, slika 3.13)
- gradnja blok motora velikih snaga (V, slika 3.13)

Osnovni nepokretni dijelovi motora su :

- blok motora (b, slika 3.13)
- cilindarska glava (a, slika 3.13)
- gornji dio motorske kućice (c₁, slika 3.13)
- donji dio motorske kućice (c₂, slika 3.13)



Sl. 3.13 Forme gradnje nepokretnih dijelova motora

Blok motora

Blok motora sa cilindarskim košuljicama osnovni je dio motora, koji prima i prenosi sve inercione sile na oslonce motora. Kod konstrukcije bloka treba uzeti u obzir sljedeće zahtjeve:

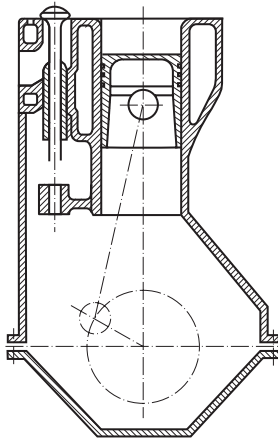
- velika krutost i male deformacije,
- minimalna težina, male dimenzije, velika kompaktnost,
- jednostavnost,
- mogućnost jednostavne i lagane ugradnje bregastog vratila i ostalih elemenata razvoda i
- mogućnost dobrog i ravnomjernog hlađenja.

U principu se razlikuju sljedeće konstrukcije :

- monoblok – integralna cjelina bloka i cilindarskih košuljica,
- vodom hlađene cilindarske košuljice u bloku,
- suhe cilindarske košuljice i
- zračno hlađenje cilindarske košuljice.

a) Monoblok

Prikazan je na slici 3.14.



Sl. 3.14 Monoblok motora

Prednosti ovog rješenja su:

- jednostavno se dobiva visoka krutost i
- konstrukcija je relativno kompaktna.

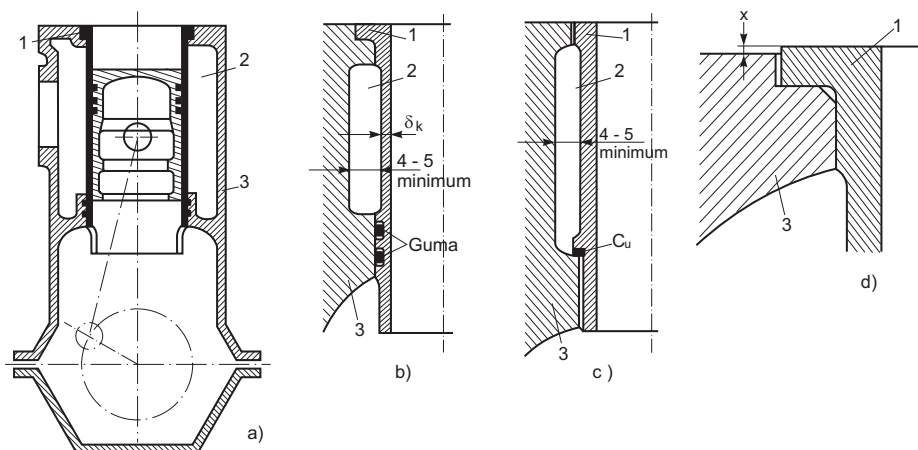
Nedostaci rješenja su:

- svaka greška zahtijeva bacanje cijelog bloka,
- legiranje je vrlo skupo, a mora se legirati cio blok i
- pri livenju se teško dobiva željena struktura klizne staze.

Koriste se uglavnom kod malih motora.

b) Mokre cilindarske košuljice

Izgled takve košuljice u bloku, dat je na slici 3.15.



1 - cilindarska košuljica; 2 - prostor za tečnost za hlađenje; 3 - blok motora

Sl. 3.15 Mokre cilindarske košuljice (sklop a) i različiti konstruktivni detalji b), c) i d))

Rješenje sa mokrim cilindarskim košuljicama najčešće se susreće u praksi. Postoji mogućnost zamjene cilindarskih košuljica pojedinačno. Obezbeđuje se dobro hlađenje. Kod ovog konstruktivnog rješenja postoji opasnost od pojave kavitacije

ako dođe do značajnijeg smanjenja debljine zida košuljice (δ_k).

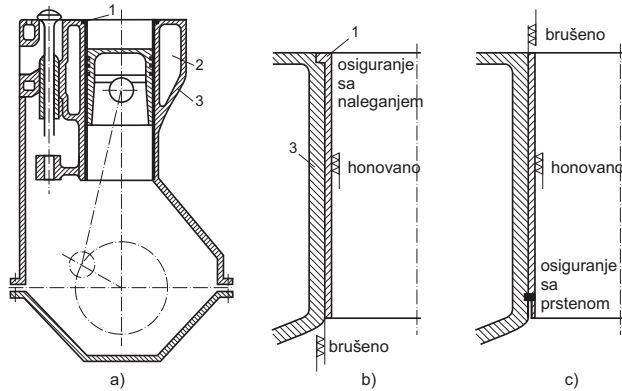
Cilindarske košuljice se rade od sivog liva. Klizna staza košuljice se oplemenjuje zbog dobivanja boljih osobina klizanja (nitiranje, fosfatiranje, mrežasto hromiranje). Završna obrada klizne staze košuljice je honovanje, a u novije vrijeme se sve više koristi plato honovanje, sve sa ciljem postizanja boljih kliznih svojstava. Izgled jednog livenog bloka četvorocilindričnog motora sa mokrim cilindarskim košuljicama prikazan je na slici 3.16.



Sl. 3.16 Liveni blok linijskog četvorocilindričnog motora sa mokrim košuljicama

c) Suhe cilindarske košuljice

Suha cilindarska košuljica sa blokom data je na slici 3.17. Koriste se uglavnom u SAD-u.



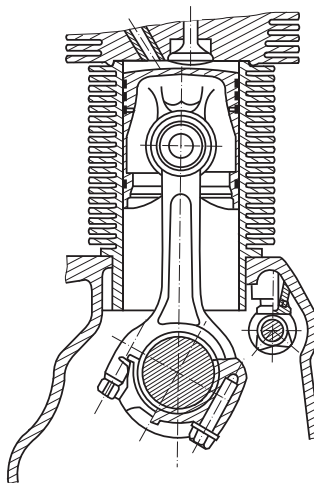
1 - cilindarska košuljica; 2 - prostor za tečnost za hlađenje; 3 - blok motora

Sl. 3.17 Suha cilindarska košuljica (sklop a) i različiti konstruktivni detalji b) i c))

Ova konstrukcija ima dobru krutost i kompaktnost, ali ima nešto lošije hlađenje. Sama košuljica se radi od kvalitetnih materijala. Dosta joj je otežana montaža i demontaža. Nakon montaže košuljica se podvrgava završnoj obradi unutarnje klizne staze.

d) Zračno hlađene cilindarske košuljice

Zračno hlađena cilindarska košuljica ima izgled kao na slici 3.18. Na sebi ima rebra, koja povećavaju intenzitet hlađenja. Koristi se najčešće kod motora za motocikle gdje je nastrujavanje zraka za hlađenje prirodno, a kod vozilskih motora mora biti obezbijeđen poseban sistem nastrujavanja zraka (ventilator, usmjerivači zraka, itd.).



Sl. 3.18 Zračno hlađena cilindarska košuljica

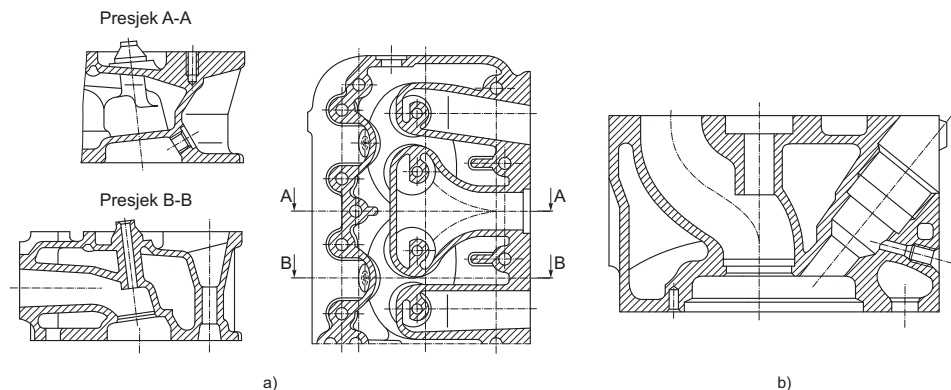
Blokovi motora izrađuju se livanjem od sivog liva ili od legure aluminija. Zbog zahtjeva koji se postavljaju pred blok motora, on predstavlja jedan od najsloženijih livačkih elemenata u praksi. Masa cilindarskog bloka, sa gornjim dijelom kućice motora kreće se u granicama $25 \div 37\%$ od ukupne mase motora. Racionalnom konstrukcijom bloka (uvođenjem orebrenja) može se značajno utjecati na smanjenje mase bloka, odnosno mase motora.

Cilindarska glava

Osnovni zadatak cilindarske glave jeste da hermetički zatvori prostor u kome se odvija proces izgaranja. Konstrukcija glave zavisi najviše od:

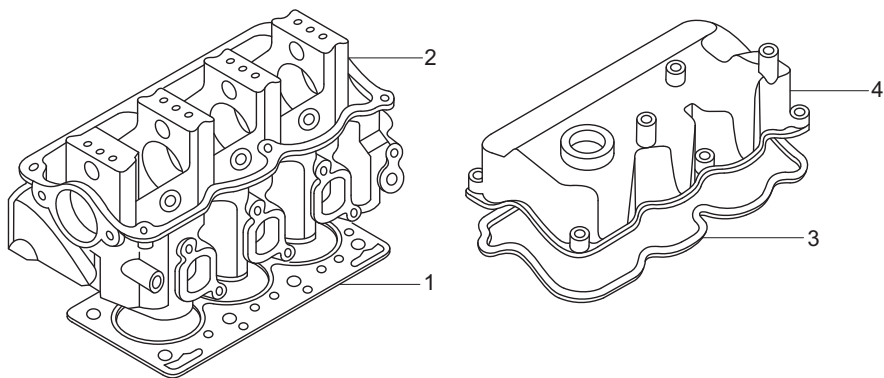
- oblika prostora za izgaranje,
- rasporeda ventila, brizgača i svjećica,
- oblika i rasporeda usisnih i izduvnih kanala i
- vanjskih dovodnih cijevi i smjera tečenja tečnosti za hlađenje.

Cilindarska glava treba da ima i visoku krutost obzirom na sile koje prima. Zbog toga se vrlo često cilindarska glava radi za svaki cilindar posebno ili za po dva cilindra, a rjeđe iz jednog dijela za cio motor (samo kod malih motora). Konstruktivni izgled glave mnogo zavisi od načina hlađenja. Na slici 3.19 date su dvije glave motora sa hlađenjem tečnošću (za oto i dizel motor).



Sl. 3.19 Konstruktivne izvedbe glave motora sa hlađenjem tečnošću za oto motore a) i dizel motore b)

Na slici 3.20 prikazana je jednodijelna cilindarska glava motora sa poklopcem i odgovarajućim zaptivačima.

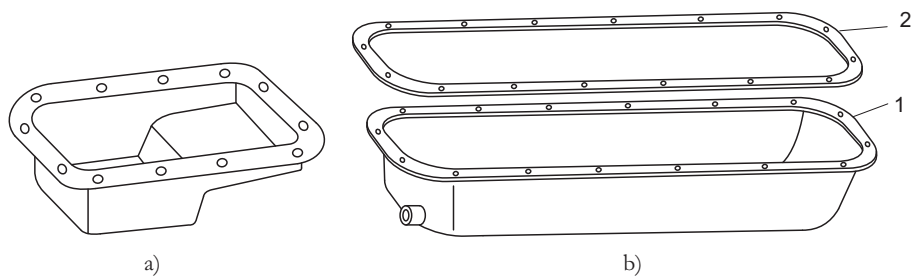


1 – zaptivač glave, 2 – glava, 3 – zaptivač poklopca, 4 – poklopac

Sl. 3.20 Glava motora sa poklopcem

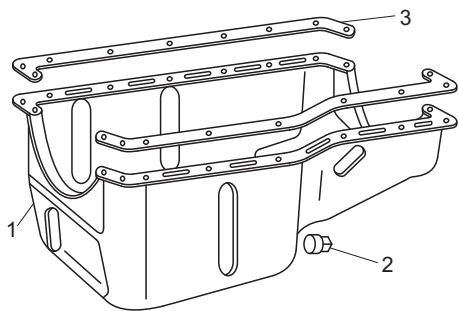
Motorska kućica (karter)

Konstrukcija kartera zavisi u najvećoj mjeri od načina uležištenja koljenastog vratila. Kod tunelske gradnje, koja posjeduje najveću krutost, motorska kućica je izjedna, a koljenasto vratilo se pri montaži mora pomjerati aksijalno, što je kod višecilindričnih motora veoma komplicirano. Kod motora za pogon motornih vozila karter je dvodijelan, pri čemu je gornji dio izliven sa cilindarskim blokom. Donji dio kartera služi kao uljno korito i obično je presovan od lima debljine 1 do 1,5 mm (slika 3.21 a) i b)) i preko prirubnice ojačane spolja po cijeloj dužini jačom limenom trakom pričvršćen za gornji dio kartera preko zaptivača (2). Kod



1 - karter, 2 - zaptivka

Sl. 3.21 Prostorni izgled presovanih uljnih korita (kartera) – dvije različite izvedbe



1 – karter, 2 – čep za ispuštanje ulja,
3 – zaptivka

Sl. 3.22 Liveni karter motora sa zaptivkom

nekim motora donji dio kartera je odliven od livenog gvožđa ili aluminijske legure, pri čemu je kod vozilskih motora često orebren izvana, čime se pospješuje hlađenje ulja, koje se tu sliva. Na slici 3.22 data je jedna izvedba livenog kartera motora.

4. OPREMA MOTORA

a) Razvodni mehanizam motora sui

Razvodni mehanizam motora učestvuje direktno u formiranju procesa u motoru (punjenje zraka, odstranjivanje izduvnih gasova) i kao zaseban sistem, bit će detaljno objašnjen u sklopu ovog kursa.

Osnovni zadaci razvodnog mehanizma su:

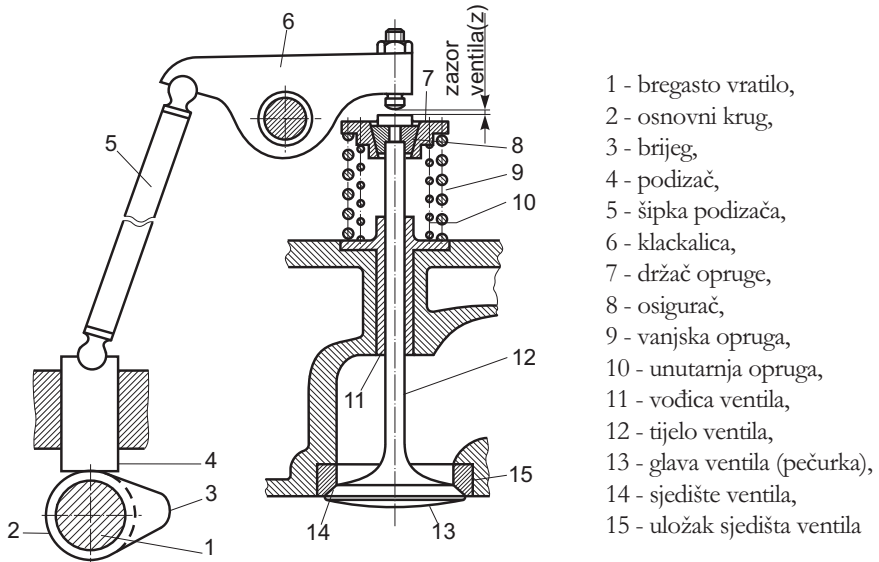
- obezbjeđenje punjenja cilindra sa svježom smjesom ili sa zrakom, sa optimalnim stepenom punjenja;
- omogućenje odstranjivanja izduvnih gasova što je moguće bolje (mali koeficijent zaostalih gasova);
- zaptivanje pomoću ventila kompresionog prostora u vrijeme vršenja kompresije, izgaranja i ekspanzije.

Da bi ukupan efekat punjenja i pražnjenja bio što optimalniji, moraju se međusobno uskladiti dimenzije klipa (D_k), prečnici ventila, maksimalni hod ventila, oblik kanala u glavi za usis i izduv, kao i dimenzije dovodnih cijevi van glave motora.

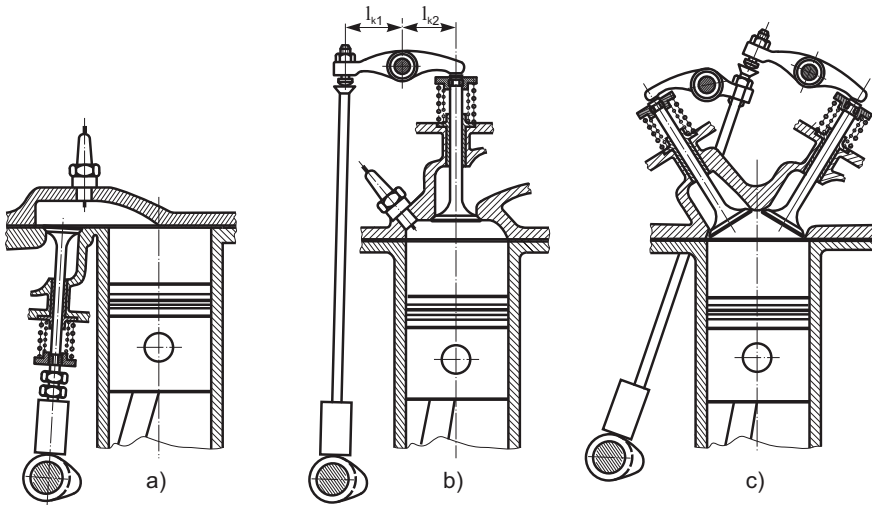
Osnovni elementi razvodnog mehanizma dati su na slici 4.1 gdje je prikazan jedan razvodni mehanizam sa visećim ventilom i bregastim vratilom u bloku motora. Položaj ventila s obzirom na cilindar zavisi od prostora izgaranja, tipa motora (oto, dizel) i od stepena kompresije. U praksi se susreću varijante stojećih ventila

(slika 4.2 a)) i visećih ventila (slika 4.2 b) i c)) sa bregastim vratilom u bloku motora. Pored bregastog vratila u bloku motora, vrlo često se bregasto vratilo nalazi u glavi

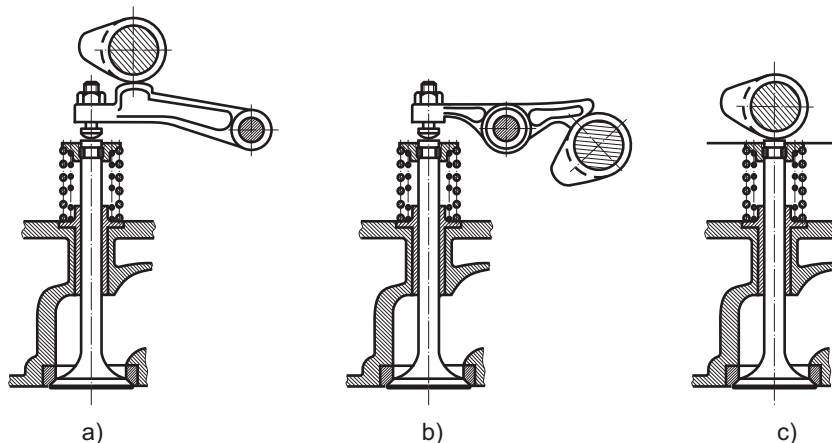
motora. Konstruktivne izvedbe ovog rješenja date su na slici 4.3 a), b) i c).



Sl. 4.1 Osnovni elementi razvodnog mehanizma

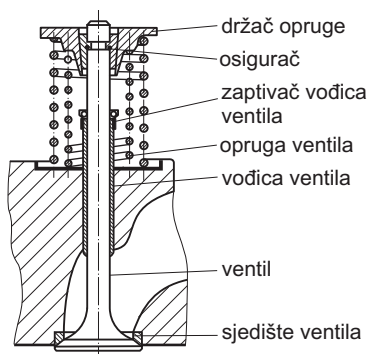


Sl. 4.2 Konstrukcije razvodnog mehanizma sa bregastim vratilom u bloku motora



Sl. 4.3 Konstrukcije razvodnog mehanizma sa bregastim vratilom u glavi motora

Detaljnija izvedba ugradnje ventila vidi se na slici 4.4, gdje su uobičajene dvije opruge po ventilu, jedna desnog smijera, a druga lijevog smijera, kako bi se povećala



Sl. 4.4 Skica ugradnje ventila

sigurnost rada ventila u slučaju da jedna od opruga pukne. Ventili se biraju po mogućnosti, sa što većim prečnikom glave (pečurke), uz uslov da su usisni ventili veći za $10 \div 20\%$ od izduvni, jer kod posljednjih gasovi sa relativno visokim natpritiskom brzo izlaze. Uobičajena brzina istjecanja ili utjecanja pored ventila kreće se u granicama $60 \div 150$ m/s. Hod ventila se bira tako da ne bude veći od jedne četvrtine prečnika glave ventila, zbog toga što je protok uglavnom ograničen presjekom kanala u glavi (za otvoreni ventil). Kod izbora dimenzija ventila posebno se

vodi računa o aerodinamičkim otporima koji rastu sa kvadratom brzine strujanja.

Izvedbe razvodnog mehanizma razlikuju se i po broju ventila po jednom cilindru. Tako se sada susreću konstrukcije sa:

- dva ventila (jedan usisni, jedan izduvni),
- tri ventila (dva usisna, jedan izduvni),
- četiri ventila (dva usisna, dva izduvna),
- pet ventila (tri usisna, dva izduvna).

b) Instalacija za hlađenje

U motorima sa unutarnjim izgaranjem se samo dio, u toku izgaranja, oslobođene toplote pretvara u mehaničku energiju. Znatni dio toplote odvodi se od motora, i to:

- a) izduvnim gasovima, prilikom pražnjenja cilindra,
- b) prenosom toplote konvekcijom
 - najvećim dijelom na okolni zrak direktno ili indirektno putem rashladnog medija,
 - manjim dijelom preko ulja za podmazivanje i
- c) zračenjem toplote u okolinu.

Instalacija za hlađenje je sistem međusobno funkcionalno povezanih agregata, cjevovoda, instrumenata, regulacionih i signalnih elemenata, koji trebaju, konvektivnim prenosom toplote na okolni zrak, obezbijediti odgovarajući stabilan toplotni režim motora u svim uslovima rada (opterećenje, broj obrtaja, stanje okolne atmosfere).

Nepravilan rad instalacije za hlađenje, tj. nedovoljno ili prekomjerno odvođenje toplote, utječu na parametre termodinamičkog ciklusa, na stvaranje i zapaljenje smješe goriva i zraka, na brzinu izgaranja, na stepen punjenja, mehanički stepen iskorištenja, pa i na emisiju zagađujućih materija u izduvu.

Navedeni faktori, u prvom redu, utječu na ekonomičnost i snagu motora, na opšte i lokalno-toplotno opterećenje motorskih dijelova na njihovo trošenje i vijek trajanja. Niz ovih faktora može dovesti do trajnog oštećenja pojedinih vitalnih dijelova motora i potpunog prekida rada.

Na osnovu naprijed navedenog mogu ukratko formirati slijedeći osnovni zadaci instalacije za hlađenje:

- da se motorski dijelovi ravnomjerno i intenzivno hlade, u cilju izbjegavanja formiranja lokalnih termičkih preopterećenja i održavanja pravilnih zazora između pokretnih dijelova,
- da se temperatura motorskih dijelova održava u granicama koje ne ugrožavaju mehaničke osobine materijala i
- da se hlađenjem obezbjeđuje takva temperatura ulja za podmazivanje, koja će biti pogodna s obzirom na viskozitet i ostale fizičko-hemijske osobine ulja.

U nastavku će se ukazati na neke specifičnosti u konstrukciji instalacija za hlađenje motora sa unutarnjim izgaranjem, koje nastaju kao posljedica zahtjeva za velikom efikasnošću hlađenja, kompaktnošću instalacija, relativno niskom cijenom i sl. Izuzev nekih načelnih napomena neće se ulaziti u detalje teorije prenosa toplote, termo i hidrodinamičkog proračuna izmjenjivača toplote i drugih elemenata instalacije.

S obzirom na rashladno sredstvo na koje se direktno prenosi toplota sa vrućih dijelova motora, instalacije za hlađenje se dijele na

- a) instalacije za hlađenje tečnošću, koje imaju danas najširu primjenu kod brzohodnih motora za cestovna vozila, za lokomotivske motore srednje brzohodnosti, kao i za sporohodne brodske i stabilne motore; kao tečnost za hlađenje najčešće se upotrebljava voda, glikol, antifriz i druge tečnosti (sa raznim komercijalnim nazivima), koje trebaju imati što višu temperaturu ključanja i što nižu temperaturu smrzavanja i
- b) instalacije sa zračnim hlađenjem, koje se vrlo često koriste na zrakoplovnim motorima, ali i na motorima za automobile, kamione, motor-bicikle, a isto tako i na stabilnim motorima malih snaga.

Prema načinu upotrebe sredstva za hlađenje, instalacije mogu biti:

- protočne, ako se rashladno sredstvo poslije upotrebe odbacuje; ove instalacije se primjenjuju u slučaju, kada sredstvo za hlađenje stoji na raspolaganju u neograničenoj količini (kao npr. morska voda za brodske motore, voda za motore na čamcima, zrak kod zračnog hlađenja, riječna ili jezerska voda za stabilne motore u termoenergetskim postrojenjima i sl.);
- instalacije sa cirkulacijom, kada stanovita količina sredstva za hlađenje cirkulira u kružnom sistemu. Poslije zagrijavanja u motoru sredstvo za hlađenje se hladi u hladnjaku (sekundarni sistem: voda – zrak, voda – voda) i ponovno se vraća u motor.

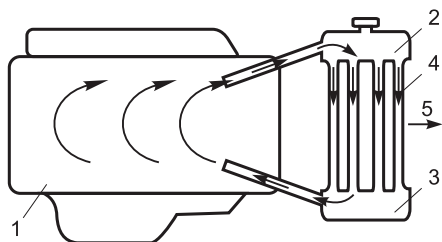
Prema načinu ostvarenja cirkulacije, instalacije za hlađenje tečnošću mogu se podijeliti na

- instalacije na principu prirodne konvekcije i
- instalacije sa prinudnom cirkulacijom.

Pored ove podjele instalacija za hlađenje tečnošću, instalacije sa prinudnom cirkulacijom dijele se na

- instalacija otvorenog tipa, gdje u instalaciji vlada atmosferski pritisak i
- instalacije zatvorenog tipa, gdje u instalaciji vlada natpritisak regulisan preko ventila na ekspanzionoj posudi. Na ovaj način se ostvaruje veća temperatura ključanja tečnosti za hlađenje.

Najprostiji i najstariji način hlađenja tečnošću je prirodnom konvekcijom tzv. termosifonsko hlađenje dato na slici 4.5. Za vrijeme rada motora tečnost se zagrijava i kao toplija struji prema gore, ispunjava gornji rezervoar (2)



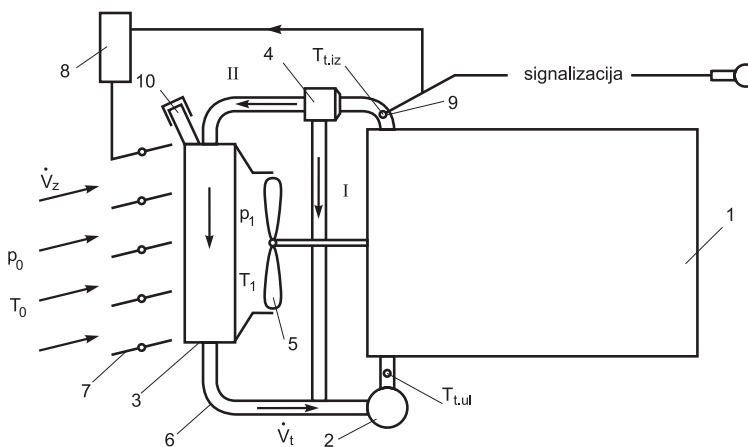
1 - motor, 2 -gornji rezervoar, 3 - donji rezervoar, 4 - hladnjak, 5 - pravac kretanja

Sl. 4.5 Shema termostatskog hlađenja

hladnjaka (4). Uslijed kretanja vozila tečnost se u hladnjaku hladi, pada nadolje ispunjavajući prostor (3), čime se obezbjeđuje cirkulacija tečnosti prema slici 16.1. Najveća brzina strujanja tečnosti, koja se postiže ovim sistemom hlađenja, jeste oko 15 cm/s. Uslijed ovako male brzine strujanja nije moguće odvesti veće količine toplote, te se ovaj sistem primjenjuje kod motora malih snaga koji su termički malo opterećeni.

Na brzohodim motorima, pogotovo za cestovna vozila primjenjuju se instalacije za hlađenje tečnošću

cirkulacionog tipa, jer se zahtijeva vrlo efikasno hlađenje i velika kompaktnost instalacije. Na slici 4.6 shematski je prikazan tok fluida i načelni razmještaj elemenata instalacije sa prinudnom cirkulacijom tečnošću.



1 - motor, 2 - pumpa za tečnost, 3 - izmjenjivač toplote (hladnjak), 4 - termostatski ventil, 5 - ventilator, 6 - cjevovod, 7 - zaslon, 8 - regulator, 9 - osjetni element regulatora, 10 - parozračni ventil (otvoreni sistem)

I - sporedni tok rashladnog fluida, II - glavni tok rashladnog fluida

\dot{V}_t - protok rashladne tečnosti, \dot{V}_z - protok zraka,

$T_{t,iz}$, $T_{t,ul}$ - temperatura tečnosti na izlazu i ulazu u motor,

p_0 , T_0 , p_1 , T_1 - stanje zraka prije i iza hladnjaka

Sl. 4.6 Shema instalacije za hlađenje sa prinudnom cirkulacijom tečnosti

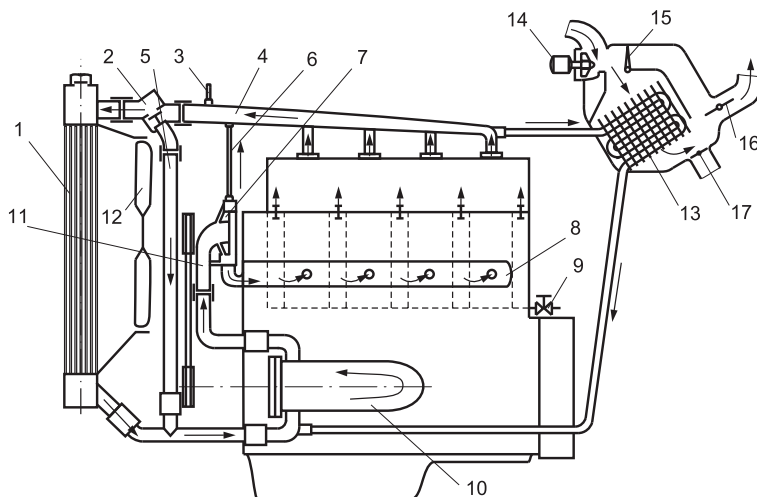
Tečnost za hlađenje prinudno cirkulira po sistemu djelovanjem pumpe (2), koja se ugrađuje iza izmjenjivača toplote (hladna tečnost) (3). Sistem za hlađenje sa prinudnom cirkulacijom, dobio je tako široku primjenu jer ne postoji mogućnost zastoja u radu zbog stvaranja pare, potrebna je manja količina tečnosti i znatno manje dimenzije i težina svih uređaja.

Osnovni nedostatak vode, kao tečnosti za hlađenje, jeste visoka temperatura smrzavanja i niska temperatura ključanja. Proble temperature smrzavanja vrlo je uspješno riješen upotrebom antifriz (mješavine vode i etilen-glikola i sl.), koji se smrzava na temperaturama ispod $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Niska temperatura ključanja ograničava sa druge strane temperaturni režim hlađenja. Osim toga, pri niskoj temperaturi ključanja, povećava se gubitak vode uslijed djelomičnog isparavanja. Da bi se smanjio ovaj gubitak vode, savremeni sistemi za hlađenje izoliraju se od okolne atmosfere pomoću specijalnih paro-zračnih ventila (10), koji podržavaju u sistemu neki natpritisk. Od stvaranja previsokih pritisaka, sistem se osigurava osiguravajućim ventilom. Zračni ventili, naprotiv, sprečavaju nastanak potpritiska u sistemu, što bi se moglo desiti kada motor ostane vruć poslije prekida rada te kada počinje kondenzacija tečnosti za hlađenje. Parni i zračni ventili obično se spajaju konstruktivno u jednu cjelinu.

U sistem instalacije savremenih motora ubrajaju se još drugi elementi prikazani na slici 4.6. Termostatski ventil (4), u periodu zagrijavanja motora propušta tečnost u pravcu označenom na slici sa I. Tek kada se tečnost zagrije na određenu temperaturu, ona prolazi kroz izmjenjivač toplote (hladnjak) (3). Ovim se skraćuje period zagrijavanja motora. Na slici 4.6 je čisto shematski prikazan sistem regulacije.

U ovom slučaju regulira se protok zraka (\dot{V}_z) kroz izmjenjivač toplote (3) i na taj način održava u određenim granicama temperatura na izlazu iz motora, koja se uslovno uzima kao indikator (9) toplotnog stanja motora. Signal od indikatora toplotnog stanja (9) ide na regulator (8), koji zakreće zaslone (7) i tako regulira protok zraka, koji pored nagiba zaslona (7) zavisi od brzine obrtanja ventilatora (5) i brzine kretanja vozila.

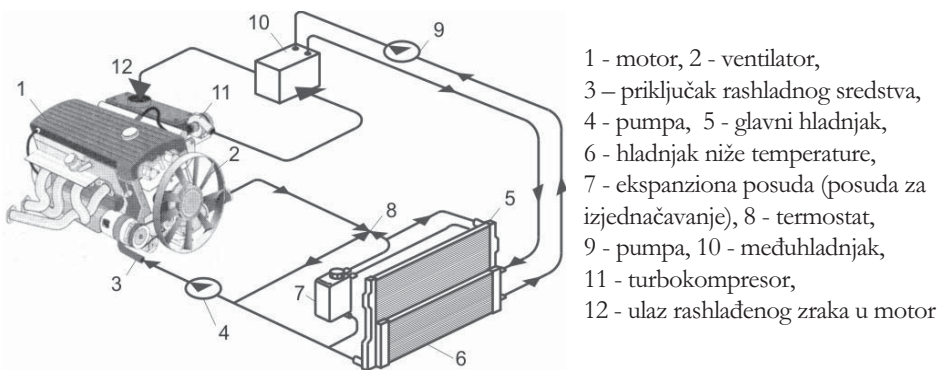
Na savremenim motorima danas se vrlo često primjenjuju zatvoreni sistemi hlađenja, tj. cirkulacioni krug za tečnost nema spoja sa spoljnom atmosferom i fluid je pod natpritiskom. Zatvoreni sistemi omogućavaju da se izmjena toplote vrši kod viših temperaturnih razlika, jer je temperatura ključanja tečnosti za hlađenje viša. Sistem za hlađenje motora tečnošću najčešće se koristi i za zagrijavanje prostora u vozilu. Na slici 4.7 data je detaljnija shema sistema za hlađenje motora tečnošću i grijanje unutarnjeg prostora vozila.



1 - hladnjak, 2 - termostat, 3 - davač za temperaturu vode, 4 - odvodna cijev za tečnost od motora, 5 - cijev za prestrujavanje tečnosti pored hladnjaka, 6 - cijev za odvod zraka i para, 7 - pumpa za tečnost, 8 - razvodna cijev, 9 - slavina za ispušt tečnosti, 10 - hladnjak ulja, 11 - dovod tečnosti do pumpe, 12 - ventilator, 13 - izmjenjivač toplote, 14 - elektromotor sa ventilatorom za zrak, 15 - usmjeravajući ventil za zrak (preko izmjenjivača ili zaobilazno), 16 - regulirajući ventil za strujanje zraka u kabinu, 17 - ventil viška zraka

Sl. 4.7 Sistem hlađenja linijskog motora sa prinudnom cirkulacijom i uređajem za zagrijavanje kabine

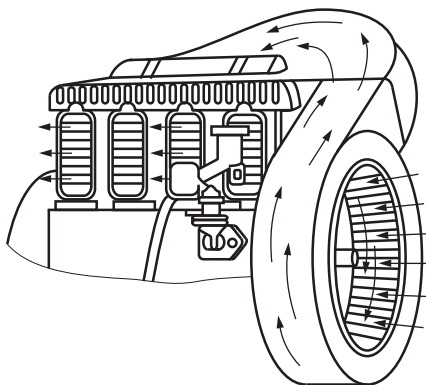
Pored do sada prikazanih sistema hlađenja sa prinudnom cirkulacijom tečnošću, u posljednje vrijeme ovi sistemi, pored osnovne funkcije, imaju zadaću vršena hlađenja zraka iza kompresora koji ulazi u motor (tzv. međuhladnjak zraka). Izgled jedne instalacije za hlađenje sa međuhlađenjem zraka shematski je prikazana na slici 4.8.



1 - motor, 2 - ventilator,
3 - priključak rashladnog sredstva,
4 - pumpa, 5 - glavni hladnjak,
6 - hladnjak niže temperature,
7 - ekspanzionna posuda (posuda za izjednačavanje), 8 - termostat,
9 - pumpa, 10 - međuhladnjak,
11 - turbokompresor,
12 - ulaz rashlađenog zraka u motor

Sl. 4.8 Shema instalacije za hlađenje sa prinudnom cirkulacijom tečnosti i međuhlađenjem zraka iza kompresora

Kod zračnog hlađenja toplota odvodi se sa spoljnih zidova glave i košuljice cilindra direktno, nastrujavanjem zraka. U cilju boljeg prenosa toplote, spoljne površine hlađenih dijelova motora vještački se povećavaju orebrenjem. Ipak, može se smatrati da je odvođenje toplote kod hlađenja zraka u prosjeku za $10 \div 18\%$ manje, nego kod hlađenja tečnošću, te su zbog toga ovi dijelovi motora termički više opterećeni. Da bi se postiglo intenzivno i dovoljno odvođenje toplote, struja zraka se ne smije odvajati od površine rebara i treba imati dovoljnu brzinu protjecanja kroz prostor između rebara.



Sl. 4.9 Instalacija za hlađenje sa ventilatorom smještenim ispred motora

Položaj ventilatora na motoru namijenjenog za ugradnju u vozilo u velikoj mjeri zavisi od smještajnih mogućnosti ventilatora, dovoda zraka do košuljica i glava cilindara i odvoda toplog zraka, ako se on npr. koristi za zagrijavanje unutrašnjosti automobila i sl. Obično se traži kompromis između svrsishodnosti ugradnje ventilatora na motor i podesnog smještaja na vozilu. Postavljanjem ventilatora ispred motora (slika 4.9) on djeluje kao potisni ventilator, pri ugradnji iza motora kao usisni.

c) Instalacija za podmazivanje

Instalacija za podmazivanje ima slijedeće osnovne zadatke:

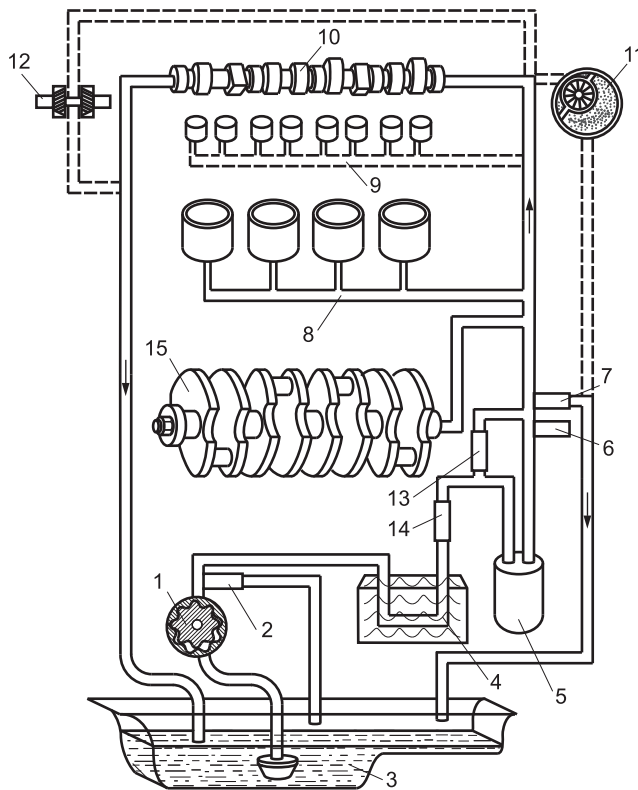
1. obezbjeđenje hidrodinamičkog podmazivanja tarućih površina pokretnih motorskih dijelova (ležaj-rukavac, klip-karika-cilindarska košuljica ...),
2. odvođenje jednog dijela toplote sa dijelova motora,
3. potpomaganje kod zaptivanja radnog prostora motora i
4. zaštita motorskih dijelova od korozije.

Dovođenjem ulja do kliznih površina ležaja i stvaranjem uslova za formiranje hidrodinamičkog sloja ulja kod svih režima i uslova rada motora, sprečava se zaribavanje dijelova, smanjuju se energetske gubici uslijed trenja i obezbjeđuje se pravilna mikrogeometrija dijelova u toku dužeg vremenskog perioda. Pravilnim podmazivanjem znatno se produžava vijek rada motora i njegova sigurnost u radu. Protokom ulja kroz ležajeve, kvašenjem kliznih površina odvodi se većim dijelom ona toplota koja se stvara trenjem, ali se uljem mogu hladiti i dijelovi motora koji se prekomjerno zagrijavaju, a ne postoji neka druga mogućnost njihovog efikasnog hlađenja. Tako se, npr. prskanjem ulja na donje površine klipa može efikasno odvoditi toplota sa čela klipa i područja kompresionih klipnih prstenova.

Postojanjem uljnog filma na košuljici cilindra, isto tako se poboljšava zaptivanje radnog prostora i smanjuje se protjecanje gasova u kućicu motora.

U instalaciju za podmazivanje na motorima sa unutarnjim izgaranjem ubrajaju se svi agregati, instrumenti, cjevovodi, signalizacija i drugi pribori koji obezbjeđuju kontinuirano i sigurno dovođenje dovoljne količine ulja i maziva ka svim onim dijelovima koji su izloženi mehaničkom trenju. U zavisnosti od tipa motora i njegove nominalne snage, uslova rada motora i radne mašine na koju je motor ugrađen, odnosno drugih specijalnih zahtjeva, koriste se razne vrste instalacija za podmazivanje.

Primjer jedne instalacije za podmazivanje motora sui dat je na slici 4.10, sa najvažnijim elementima.



1 - uljna pumpa sa usisnom korpom, 2 - sigurnosni ventil, 3 - donji dio motorske kućice (uljno korito-karter), 4 - hladnjak ulja, 5 - prečistač ulja, 6 - graničnik pritiska ulja, 7 - regulator ventil, 8 - magistrala ulja za hlađenje klipova (po potrebi), 9 – uljna magistrala za hidrauličke regulatore na ventilima, 10 - bregasto vratilo, 11 - vakum pumpa (kod dizel motora), 12 - turbokompresor (ako postoji), 13 - bypass ventil ulja, 14 - nepovratni ventil

Sl. 4.10 Shema instalacije za podmazivanje sa najvažnijim elementima

Na shemi se nalaze i dijelovi instalacije koji nisu obavezni kod svih motora, kao što su:

- hladnjak ulja; koristi se kod motora sa većim specifičnim snagama motora, odnosno tamo gdje je neophodno sniženje temperature ulja na nivo $80 \div 90$ °C na ulazu u motor;
- magistrala ulja sa mlaznicama za hlađenje klipova uljem; koristi se također po potrebi, odnosno za veća specifična opterećenja klipova i
- instalacija za podmazivanje turbokompresora kod natpunjenjih motora.

Podjela instalacija za podmazivanje bazira se na načinu kako se ulje dovodi do glavnih ležajeva radilice i ostalih vitalnih sklopova za podmazivanje. U principu, postoje slijedeće osnovne vrste instalacija.

- a) sa dovodenjem ulja do ležajeva i ostalih radnih površina prskanjem ulja,
- b) sa prinudnom cirkulacijom ulja,
- c) sa kombiniranjem načina podmazivanja navedenog pod a) i b) i
- d) podmazivanje dodavanjem ulja gorivu (dvotaktni motori sa ispiranjem preko motorske kućice).

Prskanje ulja odvija se pomoću dijelova krivajnog mehanizma, koji svojim okretanjem zahvata ulje u karteru i tako ga prska prema sklopovima za podmazivanje. Ovaj način podmazivanja se vrlo rijetko primjenjuje. Koristi se samo na motorima male litarske snage i radne zapremine, kada jednostavnost konstrukcije i režimi eksploatacije dozvoljavaju primjenu ovakvog načina podmazivanja.

U instalacijama sa prinudnom cirkulacijom ulja pod pritiskom, ostavruje se kontinualan protok ulja do mjesta gdje je potrebno da se vrši podmazivanje ili odvođenje toplote. Ovaj vid podmazivanja primjenjuje se na većini motora koji se ugrađuju u cestovna vozila, jer garantuje sigurno podmazivanje kod svih režima rada motora. S obzirom na specifične uslove rada motora ili radnih mašina na koje je motor ugrađen, instalacije sa prinudnom cirkulacijom mogu se podijeliti na

- instalacije sa suhim koritom i
- instalacije sa mokrim koritom.

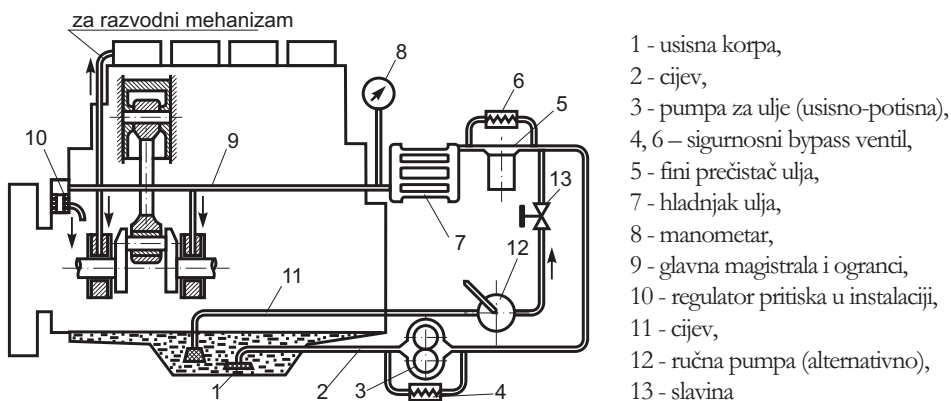
Na nekim tipovima dvotaktnih motora sa ispiranjem preko motorske kućice, može se koristiti natklipno podmazivanje. Gorivu se, u tom slučaju, dodaje ulje u omjeru $1 \div 4$ % vol., gdje se ova mješavina uvodi prvo, u vidu fino raspršenih kapljica, u motorsku kućicu, a zatim u radni prostor motora. Ulje se hvata na površine i obezbjeđuje podmazivanje. Nedostatak ovog načina podmazivanja jeste to što u radni prostor dospijeva relativno znatna količina ulja, koja tamo djelomično ili potpuno izgara. Iz ovoga slijedi da je potrošnja ulja dosta velika, a produkti izgaranja stvaraju karakterističan neprijatan miris (aldehidi) i zagađuju okolinu.

Kod savremenih brzohodnih motora najviše se primjenjuje podmazivanje sa prinudnom cirkulacijom ulja. Dovod ulja do ležaja i njegov protok kroz ležaj se održava automatski, čime se daje mogućnost racionalnog i intenzivnog podmazivanja. Osim toga, ovakva instalacija pouzdana je u radu i omogućena je sigurna kontrola funkcionalnosti podmazivanja za vrijeme rada motora. U tom cilju

postoji vizuelna ili zvučna signalizacija da se motor, čije podmazivanje nije obezbijeđeno blagovremeno isključi iz rada.

Razvod ulja, prema raznim mjestima na motoru, počinje od glavne magistrale. Posebno se dovodi ulje do glavnih ležajeva radilice, odakle se preko kanala u rukavcima i ramenima radilice dovodi prvo do letećih ležajeva, a zatim kroz kanal klipnjače i do male pesnice, osovinice klipa, klipnih prstenova i košuljice cilindra.

U zavisnosti od toga gdje se nalazi spremnik za ulje, razlikuju se instalacije za podmazivanje sa suhim i sa mokrim koritom. Na slici 4.11 shematski je prikazana instalacija sa mokrim koritom.



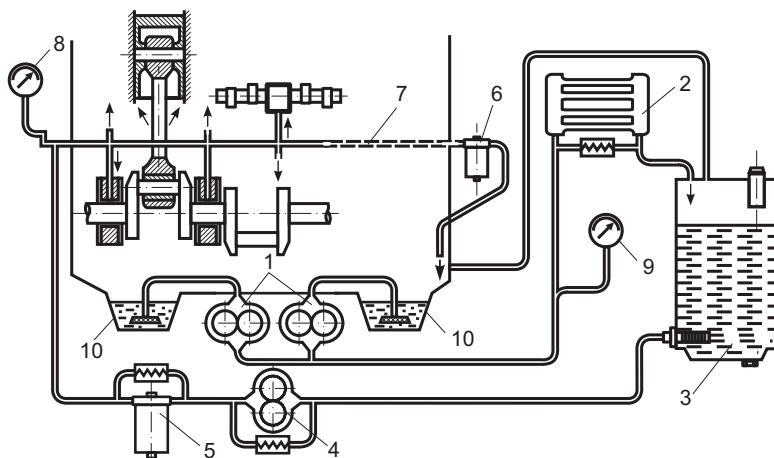
Sl. 4.11 Shema osnovnih agregata i toka ulja kod instalacije sa mokrim koritom

Kao spremnik ulja služi donji dio motorske kućice (karter) u koga se ulje slijeva sa ležajeva ili sa motorske kućice. Otuda se ulje isisava preko usisne korpe (grubi prečistač) (1), cijevi (2) i pumpe za ulje (3). Ulje se zatim potiskuje kroz prečistač za fino čišćenje (5), hladnjak (7) i dolazi u glavnu magistralu (9). Otuda se ulje razvodi po mjestima za podmazivanje na motoru i otječe u korito. Pritisak u glavnoj magistrali regulira propusni ventil (10), koji pri povećanju pritiska propušta višak ulja u korito. Za kontrolu pritiska u instalaciji, postavljen je manometar (8).

Na motorima velikih snaga, ulje za podmazivanje se dovodi do ležajeva prije puštanja motora u rad. Ovo je razlog da se u instalaciju sem već pomenutih osnovnih elemenata ugrađuje pomoćna magistrala (11), ručna pumpa (12) i slavina (13) (slika 4.11). Sigurnosni ventili (4) i (6) služe za propuštanje ulja kada se otpori hladnjaka ili prečistača povećaju iznad određene granice. Ovo je sigurnosna mjera, da motor ne bi ostao bez dovoljne količine ulja.

Na zrakoplovnim klipnim motorima, brodskim motorima, kao i na motorima za specijalne građevinske mašine, tenkove i slično, koristi se instalacija za podmazivanje sa suhim koritom. Shema ove instalacije je prikazana na slici 4.12. Usljed naginjanja ili kosog položaja radne mašine na koju se motor ugrađuje, postoji mogućnost da instalacija, neko vrijeme, ostane bez ulja pa bi u instalaciju

ušao zrak, što bi dovelo do prekida podmazivanja. Kod jako opterećenih motora do prekida podmazivanja može doći uslijed pjenušanja ulja, pa se i na tim motorima vrlo često primjenjuje instalacija sa suhim koritom.



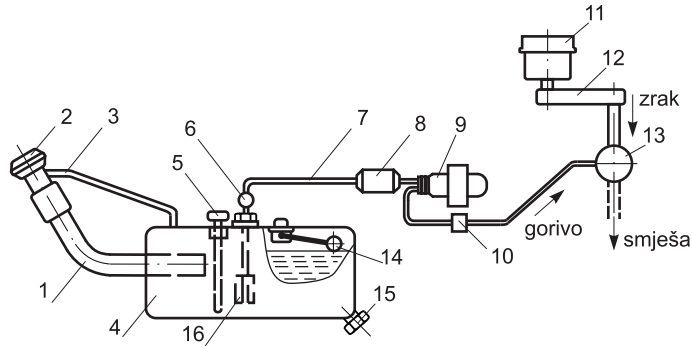
1 - usisne pumpe za ulje, 2 – hladnjak ulja, 3 - spremnik ulja, 4 - potisna uljna pumpa, 5 – prečistač ulja sa prelivnim ventilom, 6 – fini prečistač ulja, 7 – glavna magistrala, 8, 9 – manometri za kontrolu pritiska ulja, 10 – mjesto skupljanja ulja

Sl. 4.12 Shema instalacije za podmazivanje sa suhim koritom

Prema shemi na slici 4.12 ulje se iz korita pomoću pumpi za ulje (1) crpi i potiskuje kroz hladnjak (2) u spremnik (3). Da bi se obezbijedilo podmazivanje motora i pri nagnutom položaju, ulje se dovodi iz spremnika (3), a osim toga postoje dva skupljača ulja (10), raspoređena u prednjem i zadnjem dijelu korita motora. Potisna pumpa (4) potiskuje ulje kroz prečistač (5) u glavnu magistralu (7).

d) Instalacija za dobavu goriva kod oto motora

Osnovna shema instalacije za napajanje oto motora sa lakim gorivom, kakva se najčešće koristi na automobilu, prikazana je na slici 4.13. Na shemi su naznačeni osnovni elementi instalacije i odnose se, sa jedne strane na dovod goriva, a s druge strane na dovod zraka. Obje osnovne komponente sastaju se u karburatoru (13). Ovo mjesto može biti rasplinjač (karburator), usisna cijev motora sa brizgačem goriva ili cilindar motora sa brizgačem goriva.

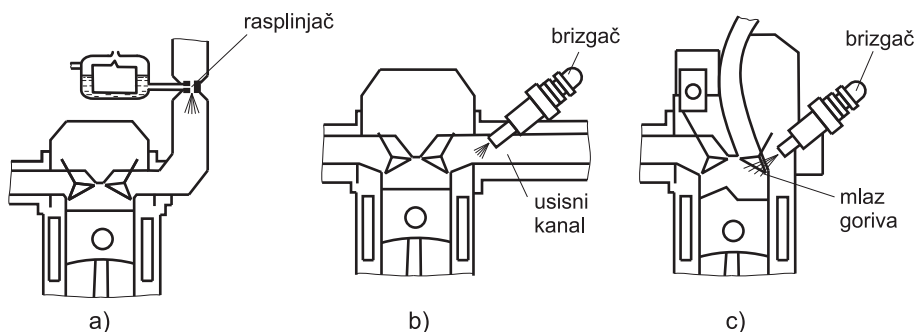


1 - cijev za punjenje, 2 - lijevak, 3 - odušna cijev, 4 - spremnik za gorivo, 5 – mehanički mjerač nivoa goriva, 6 - slavina, 7 - odvodna cijev, 8 - prečistač goriva, 9 - pumpa za dobavu goriva, 10 - regulator pritiska (nepovratni ventil), 11 - prečistač zraka, 12 - prigušivač buke, 13 – karburator (rasplinjač), 14 - električni davač nivoa goriva, 15 - čep za ispuštanje goriva, 16 - usisna korpa

Sl. 4.13 Shema instalacije za napajanje gorivom automobilskog oto motora

Gorivo se može dovesti u karburator prinudnim putem (sa pumpom), kako je prikazano na slici 4.13 ili slobodnim padom. Izbor načina dovoda goriva zavisi od smještaja spremnika za gorivo i karburatora na motoru, namjene motora i drugih faktora. Prilikom dovoda goriva slobodnim padom, visinska razlika između tačke ulaza goriva u karburator i najnižeg nivoa goriva u spremniku mora biti najmanje od 300 do 500 mm kako bi bio obezbijeden normalan rad motora kod svih mogućih položaja vozila.

Prilikom rada motora u taktu usisavanja u cilindru se stvara potpritisak i zrak, kroz prečistač zraka (11) i prigušivač buke (12), dolazi do mjesta miješanja goriva i zraka (13). Sa druge strane napojna pumpa (9) kroz prečistač goriva (8) povlači gorivo iz rezervoara (4) i preko nepovratnog ventila (10) transportira ga do mjesta miješanja sa zrakom (13). Na taj način su zrak i gorivo dovedeni do mjesta miješanja (13) zraka i goriva gdje omjer zavisi od režima rada motora, ali tako da se ostvari ekonomična potrošnja goriva na srednjim opterećenjima i brojevima obrtaja, zatim da se obezbijedi postizanje maksimalne snage i pri punom opterećenju te da se u cjelokupnom radnom području obezbijedi stabilan rad motora uključujući i prazan hod. Na slici 4.14 su prikazani naprijed nabrojani načini miješanja goriva i zraka. Naime, uobičajeni način pripreme mješavina zrak-gorivo u rasplinjaču (karburatoru), koji je dugo egzistirao kao jedini način pripreme smješe zrak-gorivo kod oto motora (slika 4.14 a)) predstavlja tzv. konvencionalni način pripreme goriva i zraka kod oto motora. Sedamdesetih godina prošlog stoljeća, u želji da se poboljšaju karakteristike, ali i izbjegniju nedostaci oto motora, razvijaju se različiti sistemi ubrizgavanja benzina. Prvo se javljaju sistemi sa centralnim brizgačem u usisnoj grani, zatim ubrizgavanje goriva ispred usisnih ventila (slika 4.14 b)), sve do direktnog ubrizgavanja lakog goriva (benzina) u cilindar oto motora (slika 4.14 c)).



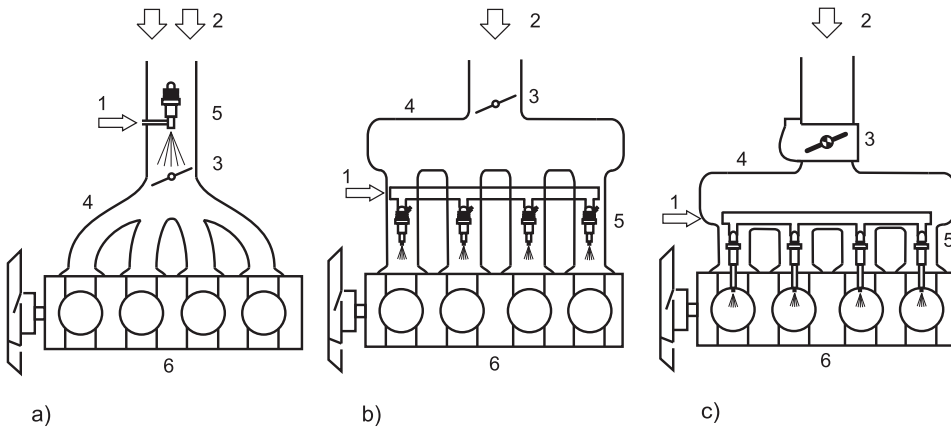
Sl. 4.14 Način miješanja zraka i goriva kod oto motora

U prethodnom dijelu izneseni su načelni zahtjevi na koje treba odgovoriti sistem za obrazovanje smješe kod oto motora. S obzirom na to da su zahtjevi dosta složeni, čak su neki i kontradiktorni, kod sistema za formiranje miješavine zrak-gorivo postoji dosta različitih konstruktivnih rješenja. Principijelno se oni mogu podjeliti na

- sisteme sa karburatorom (rasplinjačem) i
- sisteme sa ubrizgavanjem goriva.

Prvi sistemi su klasični sistemi sa spoljnom pripremom miješavine zrak-gorivo, a sistemi sa ubrizgavanjem mogu imati i spoljnu i unutarnju pripremu miješavine zrak-gorivo. Sistemi ubrizgavanja goriva kod oto motora se u tom smislu i dijele na:

- sisteme centralnog ubrizgavanja, gdje se gorivo ubrizgava na jednom mjestu u usisnom kolektoru, a miješavina zrak-gorivo se odatle razvodi po pojedinim cilindrima (tzv. SPI - Single Point Injection sistemi); shema jednog ovakvog sistema prikazana je na slici 4.15 a); sistem je sa tzv. spoljnom pripremom smješe;
- sisteme ubrizgavanja goriva ispred usisnih ventila (slika 4.15 b)), koji također predstavlja sistem spoljne pripreme smješe (tzv. MPI - Multi Point Injection sistemi) i
- sisteme sa direktnim ubrizgavanjem goriva u cilindre motora (slika 4.15 c)); često nosi oznaku GDI - Gasoline Direct Injection ili FSI – Fuel Stratified Injection; to je sistem koji ima unutarnje formiranje miješavine zrak-gorivo; ovaj sistem ubrizgavanja omogućava oto motoru poboljšanje karakteristika s obzirom na to da proces u motoru koristi dosta prednosti ciklusa dizel motora.



a) SPI sistem, b) MPI sistem, c) GDI sistem

1 - dovod goriva, 2 - dovod zraka, 3 - leptir, 4 - usisni kolektor, 5 - brizgači, 6 - motor

Sl. 4.15 Shematski prikaz sistema ubrizgavanja kod oto motora

Karburator (rasplinjač)

Najčešće se podjela karburatora vrši s obzirom na konstruktivne specifičnosti, ali mogu se uzeti u obzir i drugi kriteriji. Tako se pominju podjele karburatora:

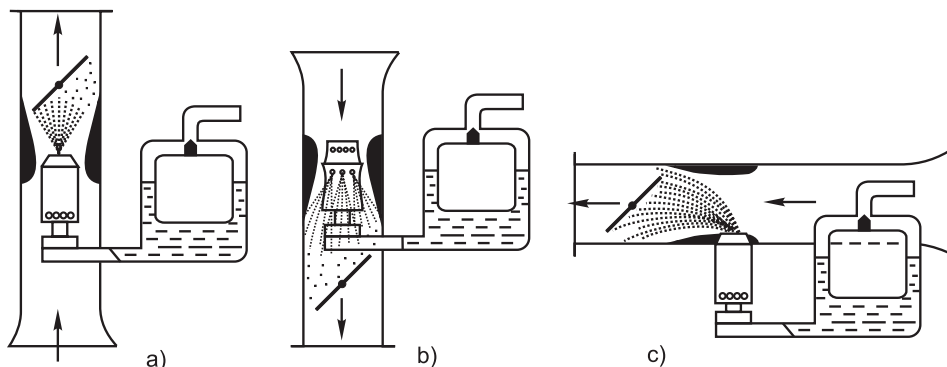
- 1) S obzirom na pravac kretanja zraka kroz difuzor i komoru smješe:
 - a) zrak se na prolazu kroz karburator diže (slika 4.16 a)),
 - b) zrak na prolazu kroz karburator pada (slika 4.16 b)) i
 - c) zrak struji na prolazu kroz karburator horizontalno (slika 4.16 c)).

Na automobilskim motorima primjenjuje se najčešće karburator sa padajućim protokom zraka. Njegova prednost je da omogućuje bolje punjenje cilindra zbog manjeg otpora u usisnom sistemu i pogodniji je za opsluživanje.

Karburatori sa horizontalnim protokom zraka najviše se upotrebljavaju na motorima za motocikle, motorima za trkaće automobile i sl.

- 2) S obzirom na broj komora (grla) gdje se formira smješa:
 - a) jednodimenzionalni (jednogrli) i
 - b) dvo ili višekomorni karburatori.

Višekomorni karburatori koriste se na motorima većih snaga da bi se smanjenjem aerodinamičkih otpora poboljšao stepen punjenja motora i dobila homogenija smješa, odnosno obezbijedila ravnomjernost raspodjele goriva po cilindrima.



Sl. 4.16 Vrste karburatora s obzirom na pravac kretanja zraka

3) S obzirom na konstrukciju regulacionog organa:

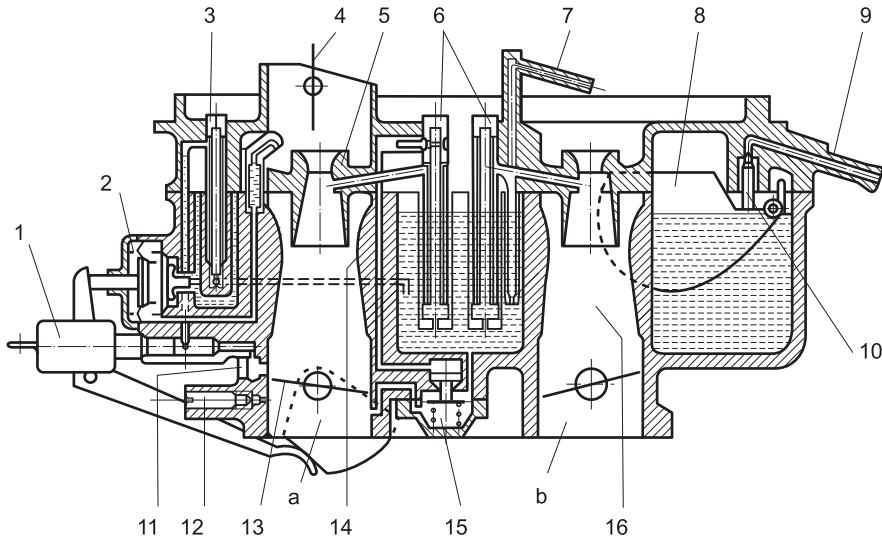
- a) karburatori sa leptirom,
- b) karburatori sa zasunom.

Zasun za regulaciju količine smješe koristi se kod jedno i dvocilindričnih motora kod kojih naročito dolazi do izražaja nestacionarnost protoka zraka. Zasun omogućava promjenu presjeka u vrlo širokim granicama, što je važno za stvaranje potrebnog razrjeđenja u difuzoru i dobivanja odgovarajućeg sastava smješe pri mijenjanju opterećenja.

4) Prema načinu dovoda goriva:

- a) karburatori sa plovkom,
- b) karburatori sa membranom i ventilom (sistem Stromberg).

Rasplinjači (karburatori) sa plovkom se najviše upotrebljavaju i obezbijavaju relativno jednostavno dovodenje goriva do pojedinih mjesta gdje se gorivo dozira. U komori plovka održava se praktički konstantan nivo goriva. U nastavku je na slici 4.17 data šema jednog dvokomornog (dvoqrglog) karburatora.



a) osnovno grlo; b) dopunsko grlo

1 - ventil praznog hoda, 2 - pumpa za ubrizgavanje, 3 - uređaj praznog hoda, 4 - leptir za startovanje hladnog motora (čok), 5 - dopunski difuzor, 6 - glavni sistem za doziranje goriva, 7 - obogaćenje smjese pri punom opterećenju, 8 - plovak, 9 - dovod goriva, 10 - igla plovka, 11 - bajpas, 12 - regulacioni vijak za podešavanje smjese zrak-gorivo, 13 - glavni leptir, 14 - difuzor (grlo), 15 - kontrolni ventil za parcijalna opterećenja motora, 16 - grlo dopunskog karburatora.

Sl. 8.28 Shema dvokomornog (dvogrlo) karburatora

Pri nižim opterećenjima i nižim brzinskim režimima rada otvara se samo primarno (glavno) grlo sa čijim je leptom i povezana komanda gasa, dok se sekundarno grlo otvara pri visokim opterećenjima i brojevima obrtaja motora. Konstruktivno rješenje za otvaranje leptira sekundarnog grla izvodi se preko mehaničkog mehanizma povezanog s leptom primarnog grla, dok je češći slučaj pneumatskog sistema za otvaranje leptira sekundarnog grla.

Sistemi za ubrizgavanje lakog goriva

Težnja za optimiziranjem smjese, kako po sastavu, tako i po količini, postaje neophodna ako se žele zadovoljiti u potpunosti svi zahtjevi koji se postavljaju pred instalaciju za dobavu goriva sa aspekta sve strožijih propisa o zaštiti čovjekove sredine. Kvalitativna regulacija, tj. doziranje goriva ubrizgavanjem, ima niz prednosti pred karburacijom i količinskom regulacijom zbog većih mogućnosti regulacije cjelokupnog procesa doziranja goriva i zraka i njegove automatizacije.

Instalacije sa cikličnim ili kontinualnim ubrizgavanjem goriva i automatskom regulacijom doziranja, radi održavanja potrebnog ekvivalentnog odnosa (λ_z) i drugih parametara, danas su već dosta u upotrebi.

Teoretske osnove i konstruktivne koncepcije cikličnog doziranja lakih goriva su identične kao na instalacijama za ubrizgavanje na dizel motorima, što će se naknadno objasniti, a kontinualno doziranje predstavlja samo specifični slučaj nestacionarnog ubrizgavanja goriva. U sklopu ovog razmatranja žele se samo istaknuti neke specifičnosti ovih instalacija, koje potječu od fizičkih osobina lako isparljivih ugljikovodoničnih goriva i koje, naravno, znatno utječu i na konstrukciju instalacije za doziranje:

1. Zbog isparavanja pojedinih frakcija benzina već na relativno niskim okolnim temperaturama, postoji znatna opasnost od stvaranja gasnih mjehurića u instalaciji. Gasni mjehurići mogu se sastojati iz para goriva i zraka. Iz tih razloga postoji velika osjetljivost sistema na temperaturu goriva. Radna temperatura benzina u instalaciji ne smije prelaziti temperaturu $70 \div 80^{\circ}\text{C}$.
 Natpritisak goriva u instalaciji iznosi $1,75 \div 2$ bar ako se ubrizgavanje vrši kontinualno u usisnu cijev. Kada se ubrizgavanje benzina vrši direktno u cilindar motora, pritisak ubrizgavanja znatno je viši od maksimalno mogućeg pritiska gasova u cilindru motora, u toku procesa ubrizgavanja goriva. Pojava gasnih mjehurića i varijacije temperature goriva u instalaciji znatno utječu na stvarno doziranu količinu goriva, što dovodi do povećane ciklusne i geometrijske neujednačenosti ubrizganih količina benzina, a time i ekvivalentnog odnosa zraka (λ_z). To zahtijeva da se poduzmu posebne konstruktivne mjere za izdvajanje gasnih mjehurića, kontrolu temperature goriva i dr. Brza cirkulacija benzina i povećanje pritiska u sistemu su vrlo efikasne mjere za otklanjanje ovih nedostataka.
2. Problem startovanja motora na niskim temperaturama okolnog zraka može, iz gore navedenih razloga, isto tako biti otežan.
3. Posebnu pažnju treba posveti obezbijedenju dobrog podmazivanja dijelova pumpe, brizgača, regulatora i dr., koji su uslijed međusobnog kretanja pojedinih dijelova izloženi utjecaju trenja. Benzin, nasuprot dizel gorivu, ne sadrži frakcije ugljikovodonika koje bi mogle vršiti podmazivanje ovih površina.
4. Cijela instalacija relativno je sofisticirana pa za njeno održavanje i opravaku treba dodatno obučavati osoblje.

Instalacija koja se primjenjuje za ubrizgavanje benzina kod automobilskih motora obično se sastoji od pumpe za gorivo, brizgača, regulatora i cjevovoda. Sa stanovišta održavanja sistemi za ubrizgavanje benzina znatno su složeniji nego karburatori.

Kod napajanja automobilskih motora benzin se ubrizgava na slijedeće načine:

- u cilindre dvotaktnih motora ciklusnim doziranjem poslije zatvaranja izduvnih kanala, da bi se izbjegao gubitak goriva prilikom ispiranja,
- u usisne cijevi četverotaktnih motora (obično u neposrednoj blizini usisnih ventila) ciklusnim ili kontinualnim doziranjem i
- u cilindre četverotaktnih motora.

Najveći efekti postižu se ciklusnim doziranjem u cilindre dvotaktnih motora, jer se u tom slučaju ispiranjem cilindra vrši ispiranje samo zrakom, pri čemu se specifična potrošnja goriva može smanjiti i do 20 %.

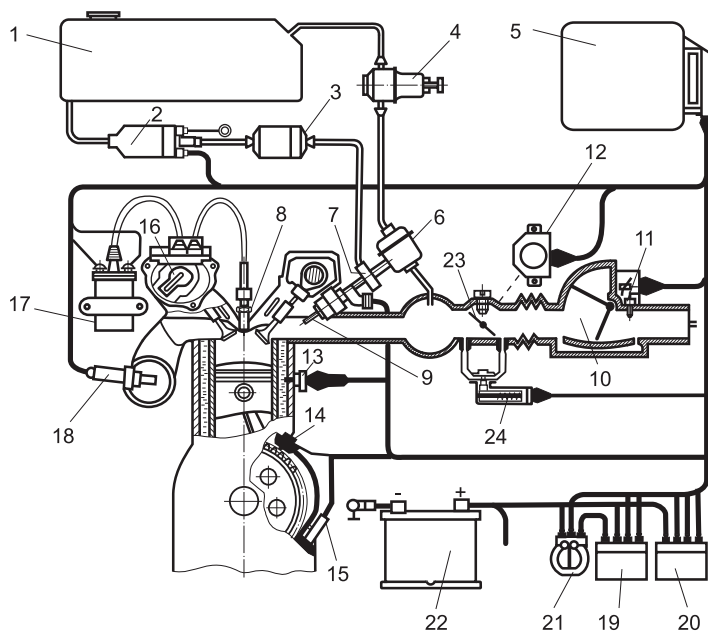
Prilikom ubrizgavanja benzina u usisne cijevi ili cilindre četverotaktnih motora njihov radni ciklus dobiva posebne osobine u odnosu na radni ciklus u kome se obrazovanje smješe vrši pomoću karburatora, i to:

- a) Gorivo se ravnomjernije raspoređuje po pojedinim cilindrima motora i stvarni sastav smješe u svakom od cilindra veoma je blizak srednjem sastavu smješe za sve cilindre. Kao posljedica toga lakše se regulira toksičnost izduvnih gasova i motor može raditi sa siromašnijim smješama. Ova prednost manje je izražena pri ubrizgavanju benzina kontinualnim doziranjem u usisnu cijev.
- b) Koeficijent punjenja se, unekoliko, povećava, što se objašnjava manjim gubicima u usisnom kolektoru, manjim intenzitetom predgrijavanja smješe i većim masenim punjenjem pri ubrizgavanju goriva neposredno u cilindar na kraju procesa usisavanja, kada se isparavanje benzina vrši poslije zatvaranja usisnog ventila.
- c) Step sabijanja može se povećati, što se objašnjava sniženjem temperature u procesu usisavanja i sabijanja, jer se zagrijavanje usisnih cjevovoda smanjuje i veći dio goriva isparava u unutarnjosti cilindra.
- d) Prihvatanje (naglo ubrzavanje) motora, saglasno objavljenim rezultatima, se znatno poboljšava jer je zaostajanje struje goriva za strujom zraka prilikom ubrizgavanja manje izraženo.
- e) Doziranje goriva pri ubrizgavanju u cilindar u procesu startovanja hladnog motora znatno je tačnije, nego kod karburatora, što ima za posledicu olakšan start hladnog motora.

Osnovna podjela sistema ubrizgavanja lakog goriva je:

- a) Prema dužini trajanja ubrizgavanja koristi se
 - ciklusno i
 - kontinualno ubrizgavanje.
- b) Prema mjestu ubrizgavanja postoji
 - ubrizgavanje u usisnu cijev (SPI),
 - ubrizgavanje ispred usisnog ventila ili direktno u cilindar (MPI) i
 - direktno u cilindarmotora (GDI).
- c) Prema načinu reguliranja sistema postoje:
 - sistemi sa mehaničkom regulacijom,
 - sistemi sa elektronskom regulacijom.

Primjer sistema ubrizgavanja lakog goriva sa elektronskom regulacijom dat je na slici 4.18, gdje su dati i svi osnovni elementi instalacije.



1 - rezervoar goriva, 2 - električna pumpa za gorivo, 3 - prečištač goriva, 4 - prigušivač oscilacija pritiska, 5 - centralna upravljačka jedinica, 6 - regulator pritiska, 7 - razvodnik goriva, 8 - svjećica, 9 - brizgač, 10 - uređaj za mjerenje protoka zraka, 11 - senzor temperature zraka, 12 - davač položaja leptira, 13 - senzor temperature rashladnog medija motora, 14 - davač ugla okretanja radiolice, 15 - davač broja obrtaja motora 16 - razvodnik paljenja, 17 - autotransformator, 18 - lambada sonda, 19 - glavni relej, 20 - relej pumpe, 21 - prekidač paljenja, 22 - baterija (akumulator), 23 - leptir na usisu, 24 - kontrola toka zraka na leptiru

Sl. 8.34 Shema instalacije za ubrizgavanje goriva sa elektronskim upravljanjem (Motronic)

e) Instalacije za napajanje gorivom dizel motora

Instalacija za napajanje gorivom dizel motora treba da omogućiti:

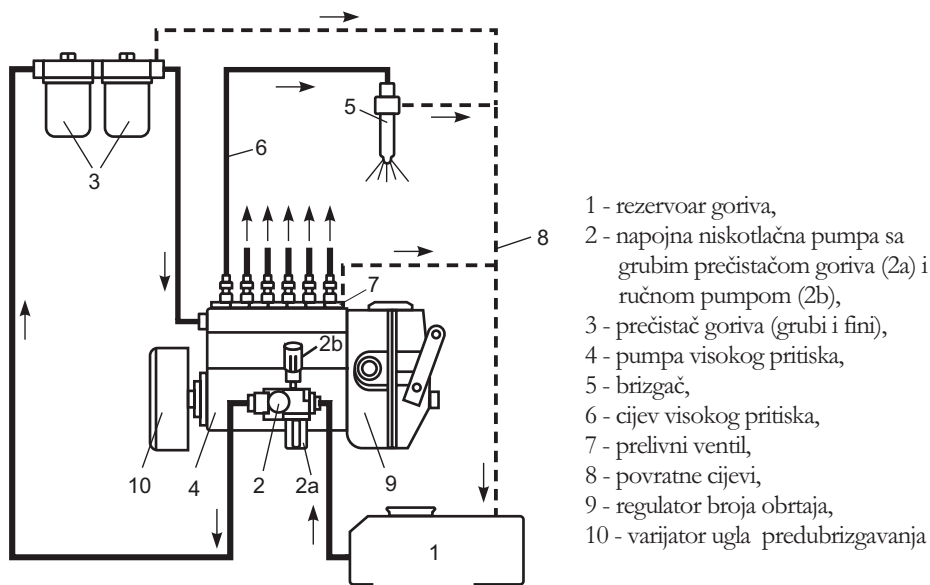
- ekonomičnost transformacije hemijske energije goriva u mehanički rad,
- nisku koncentraciju škodljivih produkata u izduvnim gasovima,
- miran i što je moguće tiši rad,
- pogodnu regulaciju u odnosu na brzinski režim i nivo opterećenja,
- odgovarajuće "praćenje" toka doziranja i količine goriva na promjenjivim režimima rada motora sa ciljem postizanja željenih statičkih i dinamičkih karakteristika motora,
- nizak nivo mehaničkih i termičkih opterećenja i razumno dug vijek motora i instalacije za dobavu goriva,
- kompaktnost instalacije za dobavu goriva i njen pogodan smještaj na motor i

- pouzdanost u radu, što manju kompliciranost opsluživanja i realnu cijenu instalacije.

Instalacije za napajanje gorivom dizel motora mogu se podijeliti uzimajući u obzir različite aspekte, kao što su

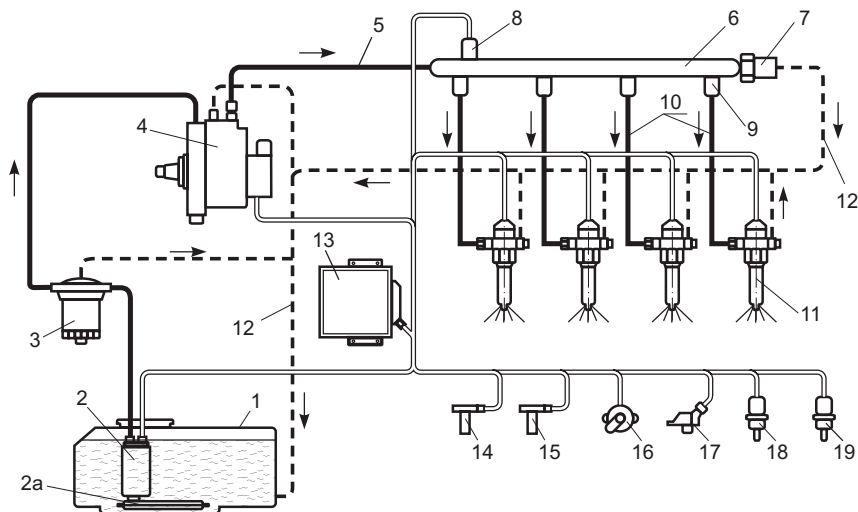
- vrsta pogona,
- način stvaranja visokog pritiska i
- način regulacije ubrizganog goriva itd.

Primjer instalacije za dobavu goriva kod dizel motora, za sistem linijska pumpa sa mehaničkim pogonom—cijev visokog pritiska—brizgač, dat je na slici 4.19, gdje se vidi tok kretanja goriva u sistemu.



Sl. 4.19 Instalacija za dobavu goriva sa linijskom pumpom (sistem pumpa-cijev-brizgač)

U novije vrijeme sve veću primjenu ima tzv. sistem common rail. Instalacija za dobavu goriva sa sistemom common rail ima izgled kao na slici 4.20.



1 - rezervoar goriva, 2 - napojna električna pumpa sa usisnom korpom (2a), 3 - prečistač goriva, 4 - visokotlačna pumpa, 5 - cijev visokog pritiska, 6 - zbirna cijev (common rail), 7 - prelivni ventil, 8 - davač pritiska, 9 - ograničavač protoka, 10 - cijev visokog pritiska ka brizgačima, 11 - brizgač, 12 - povratni (prelivni) vodovi, 13 - elektronska upravljačka jedinica, 14 - davač broja obrtaja motora, 15 - davač ugla bregastog vratila, 16 - davač položaja pedale gasa, 17 - davač pritisak zraka, 18 - davač temperature zraka, 19 - davač temperature rashladnog sredstva

Sl. 4.20 Instalacija za dobavu dizel goriva za sistem common rail

Pumpe visokog pritiska

Osnovni zadatak pumpi visokog pritiska je da obezbijede potiskivanje odgovarajuće količine goriva prema brizgaču i motoru sui, sa pritiskom potiskivanja koji će omogućiti kvalitetno raspršivanje goriva u cilindru motora. Kvalitetno raspršivanje podrazumijeva dobivanje što sitnijih kapljica raspršenog goriva u toku cijelog procesa ubrizgavanja.

Zavisno od namjene motora (putnička vozila, kamioni, brodovi itd.) i koncepta instalacije za dobavu goriva, može se napraviti gruba podijela pumpi visokog pritiska na:

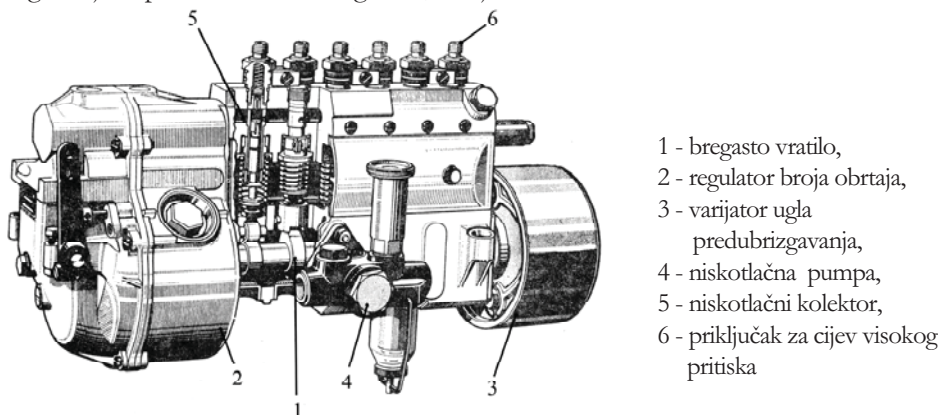
- linijske (redne) pumpe visokog pritiska; koriste se u koncepciji sistema dobave goriva pumpa-cijev-brizgač;
- distribucione pumpe visokog pritiska; koriste se u koncepciji sistema dobave goriva pumpa-cijev-brizgač;
- pumpe visokog pritiska za sistem pumpa-brizgač;
- pumpe visokog pritiska za sisteme common rail-a

U nastavku će biti dati samo neki primjeri pumpi visokog pritiska.

Linjske pumpe visokog pritiska, ne ulazeći u opremu pumpi, mogu se podijeliti prema načinu regulacije potisnute količine goriva na:

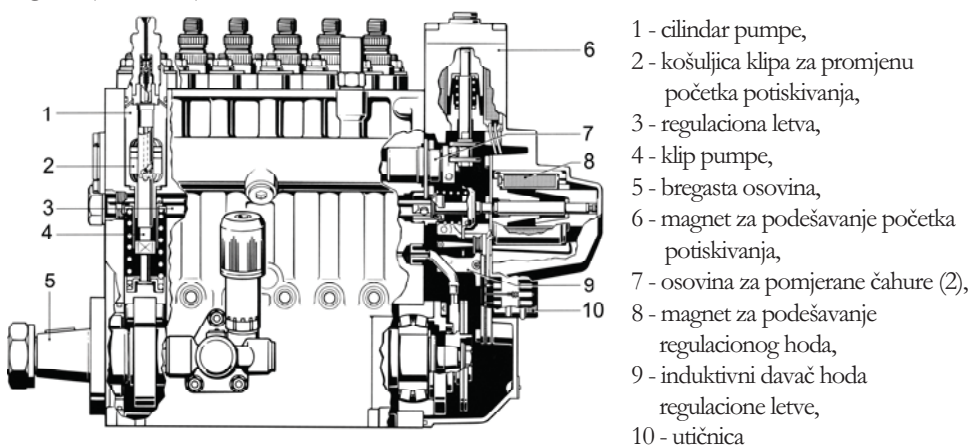
- pumpe sa mehaničkom regulacijom potisnute količine goriva i
- pumpe sa elektronskom regulacijom potisnute količine goriva.

Izgled jedne linijske (redne) šestocilindrične pumpe visokog pritiska, sa mehaničkom regulacijom potisnute količine goriva, dat je na slici 4.21.



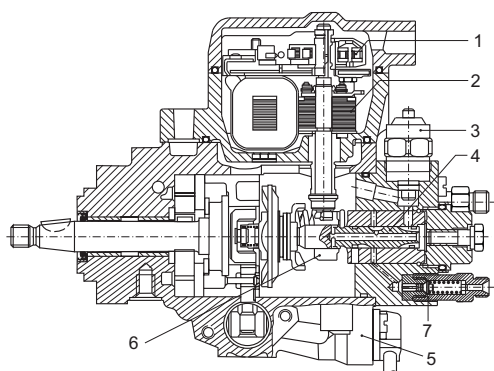
Sl. 4.21 Djelomični presjek šestocilindrične linijske pumpe visokog pritiska sa mehaničkom regulacijom

Primjer linijske šestocilindrične pumpe visokog pritiska, sa elektronskom regulacijom, dat je na slici 4.22.



Sl. 4.22 Djelomični presjek šestocilindrične linijske pumpe visokog pritiska sa elektronskom regulacijom

Primjer, jedne rotacione aksijalne distribucione pumpe visokog pritiska sa elektromehaničkom regulacijom potisnute količine goriva dat je na slici 4.23.

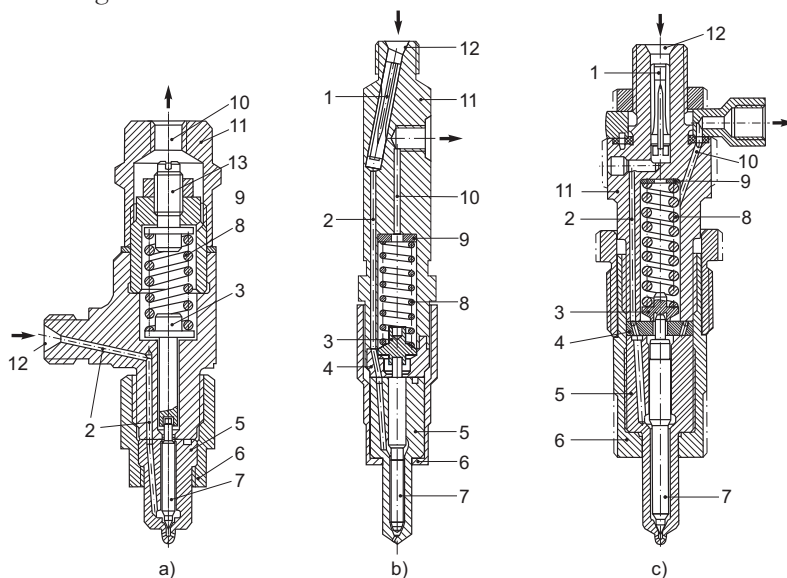


- 1 - senzor hoda regulacione poluge,
- 2 - elektromagnetni aktuator,
- 3 - magnetni ventil za gašenje,
- 4 - klip pumpe,
- 5 - elektromagnetni ventil za podešavanje ugla predubrivanja,
- 6 - klizač za količinsku regulaciju potisnutog goriva,
- 7 - rasteretni ventil

Sl. 4.23 Rotaciona aksijalna distribuciona pumpa visokog pritiska sa elektromehaničkom regulacijom

Brizgači

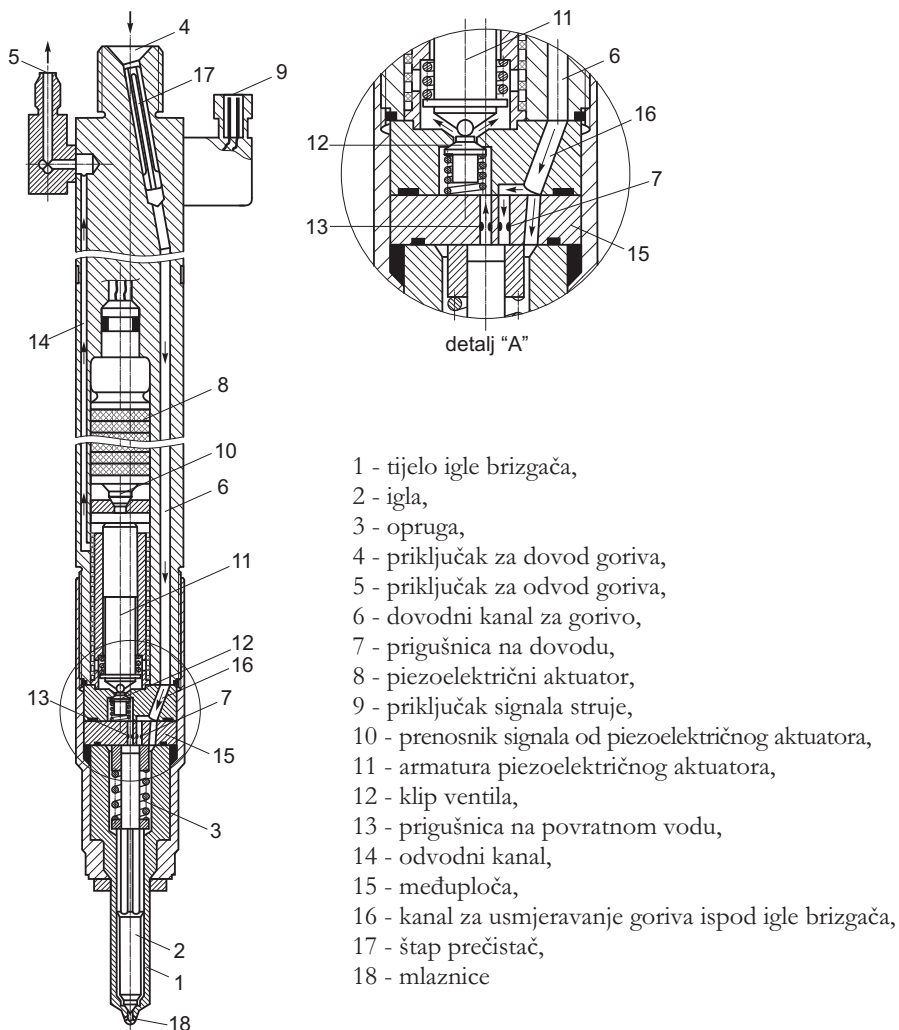
Konstruktivni izgled sklopa tzv. konvencionalnog brizgača sa svim elementima, za tri različita konstruktivna rješenja, prikazan je na slici 4.24, gdje je rješenje na slici 4.24 a) dato sa kratkom iglom brizgača, a na slici 4.24 b) i c) rješenja sa dugim iglama brizgača.



- 1 - štap prečistač, 2 - kanal za dovod goriva prema brizgaču, 3 - prenosni element, 4 - prsten sa kanalom, 5 - tijelo igle brizgača (rasprskivač), 6 - nosač, 7 - igla brizgača, 8 - opruga igle brizgača, 9 - podloška za podešavanje prednapona opruge, 10 - kanal za povrat goriva, 11 - tijelo brizgača, 12 - ulaz goriva u brizgač, 13 - zavrtanj za podešavanje prednapona opruge

Sl. 4.24 Presjek tri različita brizgača sa automatskim otvaranjem

Primjer jednog savremenog brizgača sa piezoelektričnim aktuatorom dat je na slici 4.25.



Sl. 4.25 Brizgač sa piezoelektričnim aktuatorom

f) Uređaji za startovanje motora

Uređaj za startovanje motora ima zadatak da pokrene motor i da ga ubrza do onog broja obrtaja pri kome sigurno dolazi do zapaljenja smješe i stabilnog izgaranja u toku sukcesivnih ciklusa. Na taj način su obezbjeđeni uslovi da se motor ubrzava sopstvenom energijom, pri čemu sada nastupa trenutak kada se starter (pokretač motora) treba iskopčati.

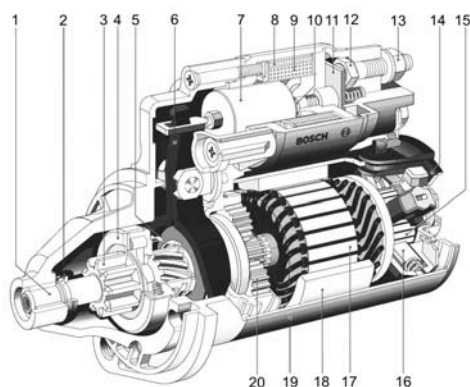
Motor se može pustiti u rad na nekoliko načina:

- 1) ručno, pomoću ručice koja se neposredno spaja sa radilicom motora; ovakav način startovanja motora može se primijeniti na motorima malih i srednjih snaga (danas se praktično vrlo malo koristi);
- 2) električnim pokretačem, koji se snabdijeva energijom od akumulatorske baterije ili od spoljnog električnog agregata;
- 3) hidropokretačem, koji se snabdijeva energijom od posebne hidraulične instalacije (obično se koristi za startovanje motora u jamskim uslovima);
- 4) pomoćnim motorom sa unutarnjim izgaranjem i
- 5) pomoću komprimiranog zraka
 - a) pneumatskomehantičkim pokretačem; potencijalna energija sabijenog zraka se posredstvom klipa i dvohodog puža prenosi na radilicu; opruga vraća klip u početni položaj pri smanjenom pritisku zraka; ovaj način se može primijeniti na motorima čija snaga ne prelazi 150 kW;
 - b) na motorima većih snaga, pogotovo na velikim stabilnim i brodskim motorima, klipovi se pokreću direktnim djelovanjem sabijenog zraka na čelo klipa.

Kod motora sui koji se koriste za pogon cestovnih vozila najčešće se koristi sistem startovanja sa elektropokretačem.

U nastavku je dat primjer jednog elektropokretača.

Elektropokretač sam za sebe predstavlja elektromotor istosmjerne struje sa serijskom pobudom. Djelomični presjek elektropokretača sa svim elementima dat je na slici 4.26.



1 - osovina rotora, 2 - granični prsten, 3 - mali zupčanik, 4 - spojka, 5 - uključna opruga, 6 - uključna poluga, 7 - uključni relej, 8 - zadržni kalem, 9 - otklonski kalem, 10 - povratna opruga, 11, 12 - kontakti elementi, 13 - električni spoj, 14 - komutator (četkice), 15 - kolektor, 16 - držač četkice, 17 - rotor, 18 - magneti, 19 - kućište, 20 - planetarni prenosnik

Sl. 4.26 Presjek elektropokretača (tip R70, Bosch)

Prema konstrukciji električnog dijela, pokretači su međusobno dosta slični, ali se međusobno znatno razlikuju po mehanizmu za kvačenje. Ovaj mehanizam treba izvršiti spajanje vratila pokretača sa zamajcem motora za vrijeme zapuštanja i razdvajanje kada motor počinje samostalno raditi. Razdvajanje se mora obaviti automatski, kako bi se isključila mogućnost raspadanja pokretača.

g) Uređaji za paljenje u motoru

Danas je u upotrebi veći broj različitih sistema za paljenje, koji se, iako obavljaju iste funkcije, međusobno razlikuju po konstruktivnim karakteristikama.

Prema izvoru električne energije koja se koristi za stvaranje varnice na svjećici, razlikuju se dvije vrste instalacija

- baterijsko paljenje, kod koga je izvor energije koja se transformira u varnicu akumulator (baterija) i
- magnetno paljenje, gdje se energija indukuje u „magnetu“. Ovi sistemi ne zahtijevaju nikakav dodatni izvor energije. Koriste se tamo gdje je teško postaviti akumulator (bateriju). To su: motocikli, mali motori za čamce, motori manjih radnih mašina itd.

Baterijski sistemi paljenja, tzv. konvencionalni sistemi, mogu se podijeliti prema načinu akumuliranja energije, koja se u trenutku paljenja oslobađa u vidu električnog pražnjenja. Tu se ubrajaju

- induktivni sistemi, kod kojih se energija prethodno akumulira posredstvom namotaja indukcionog kalema (bobine) i
- kapacitivni sistemi, kod kojih se potrebna energija za formiranje varnice akumulira u električnom polju kondenzatora.

Pored ovih podjela, instalacije za paljenje se mogu podijeliti na:

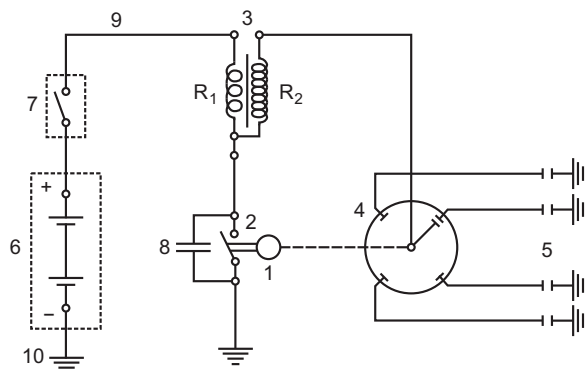
- sisteme sa mehaničkim prekidačem (platinska dugmad) kod kojih se impuls za paljenje izaziva mehaničkim putem, razdvajanjem kontakta prekidača i
- beskontaktno instalacije (sistem bez mehaničkog prekidača), kod kojih se impuls za paljenje formira elektronskim putem.

Pored ovih podjela, sistemi paljenja se dijele i prema načinu regulacije ugla pretpaljenja, i to na

- sisteme sa mehaničkom regulacijom (centrifugalni regulator, vakumski regulator) i
- sisteme sa elektronskom regulacijom.

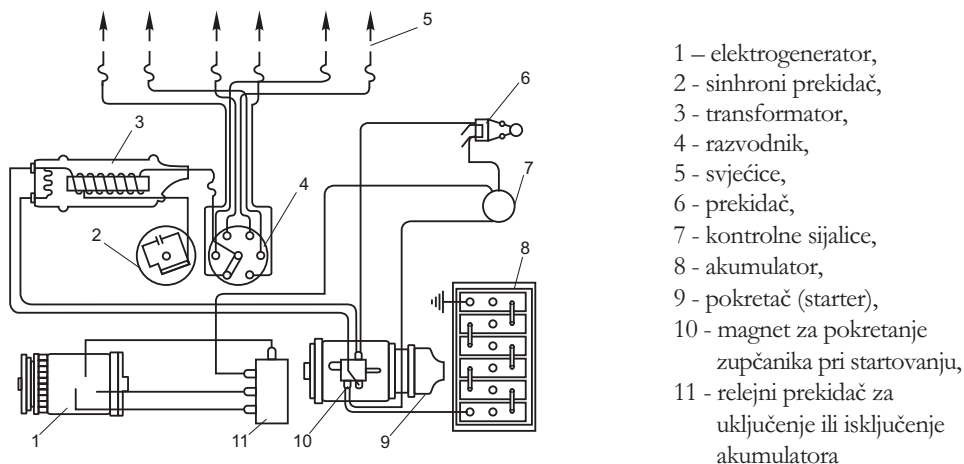
U nastavku će biti dat samo primjer instalacije baterijskog induktivnog sistema za paljenje smješe gorivo-zrak kod oto motora. Principijelna instalacija za baterijsko induktivno paljenje, prikazana je na slici 4.27. Izvor električne energije je akumulator, odnosno u radu motora to je električni generator (alternator).

Na automobilu u električnu instalaciju ulaze i drugi agregati, kao elektrogenerator, pokretač za startovanje motora, osvjetljenje i signalizacija. Principijelna shema spajanja ovih agregata na vozilu prikazana je na slici 4.28. Elektrogenerator se radi kao alternator koji proizvodi naizmjeničnu struju ili dinamo koji proizvodi jednosmjernu struju, čime se puni baterija (akumulator). Karakteristike alternatora su mnogo povoljnije za vozila, pa se zbog toga ovi uređaji masovno koriste kod vozila.



1 - disk sa bregovima, 2 - sinhroni prekidač (platinska dugmad), 3 - autotransformator (bobina), 4 - razvodnik, 5 - svjeće, 6 - akumulator (baterija) sa 6, 12 ili 24 V, 7 - prekidač, 8 - kondenzator, 9 - provodnik, 10 - provodnik - masa

SI. 4.27 Principijelna shema instalacije baterijskog inductivnog paljenja sa mehaničkim prekidačem



SI. 4.28 Shema spajanja elemenata električne instalacije na vozilu

5. SISTEMI PRENOSA SNAGE (TRANSMISIJA)

Sistemi prenosa snage kod motornih vozila imaju osnovni zadatak da prenesu snagu pogonskog agregata do pogonskih točkova ili lančanika gusjenice, uz odgovarajuću transformaciju obrtnog momenta i ugaone brzine motora. Cilj je da sistem prenosa u svim uslovima rada vozila obezbijedi potpuno iskorištenje snage motora.

Osnovni elementi transmisije (sistema prenosa snage) su:

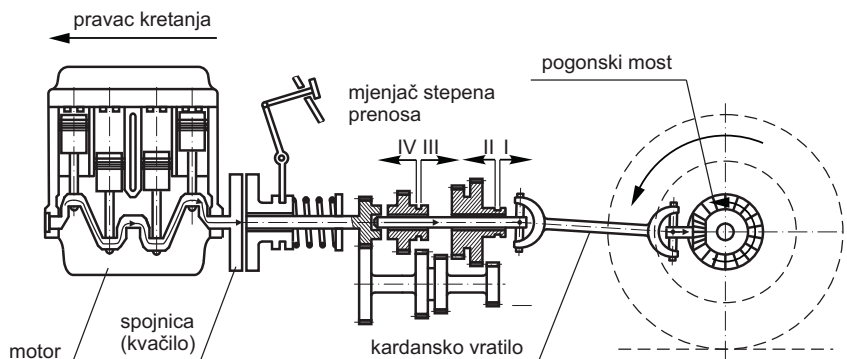
- spojnica (kvačilo),
- mjenjač,
- kardansko vratilo,
- vodeći most sa diferencijalom i poluosovinom.

Poluosovine su vezane za točkove i pneumatike, koji su u kontaktu sa podlogom.

Koncepcijski raspored elemenata (podsistema) transmisije je različit kod različitih vozila i zavisi, u osnovi, od:

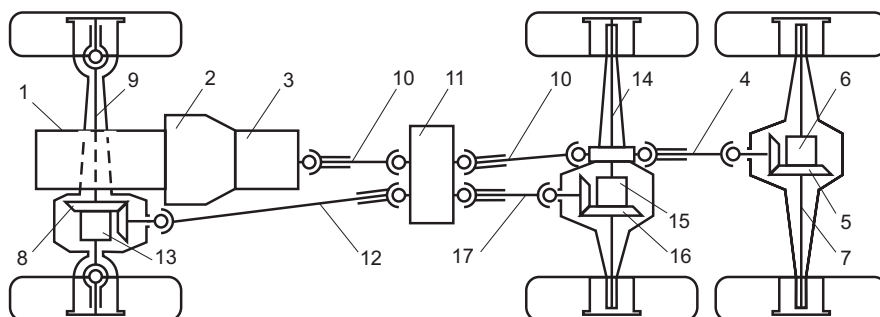
- položaja motora u odnosu na pogonske točkove i
- broja pogonskih osovina.

Na slici 5.1 dat je raspored elemenata transmisije za vozilo sa motorom naprijed i pogonskim točkovima pozadi. Ovo je jedna od kombinacija koja se koristi kod putničkih vozila.



Sl. 5.1 Transmisija vozila sa motorom naprijed i pogonom pozadi

Složenija transmisija je kod vozila koji imaju veći broj pogonskih osovina. Primjer takve jedne transmisije dat je na slici 5.2 gdje vozilo ima tri pogonske osovine.



1 - motor; 2 - spojnica; 3 - mjenjač; 4, 10, 12, 17 - kardansko vratilo; 5, 8, 16 - glavni prijenosnik; 6, 13, 15 - diferencijal; 7, 9, 14 - pogonsko vratilo točka; 11 - razvodnik pogona

Sl. 5.2 Shema transmisije sa tri pogonske osovine

U nastavku će biti objašnjeni principi rada i glavne karakteristike osnovnih elemenata (podsklopova) transmisije.

a) Spojnica

Spojnica je mehanizam koji služi za spajanje dva mašinska elementa ili agregata. Osim glavne uloge da prenose obrtni moment od motora ka transmisiji, spojnica kod motornih vozila izvršava i niz drugih važnih zadataka kao što su odvajanje motora od transmisije i ponovno spajanje, omogućavanje ravnomjernog polaska

vozila s mjesta, ubrzavanje vozila i omogućavanje promjene stepeni prenosa zavrijeme kretanja vozila uz minimalne udare zuba sparenih zupčanika.

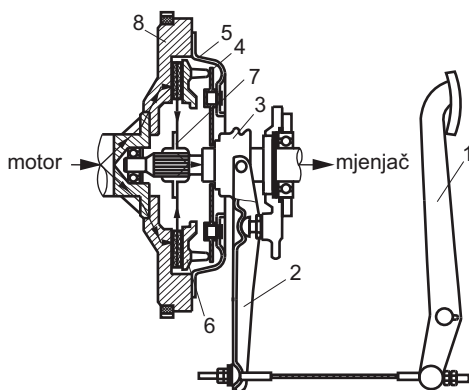
Prema načinu prenosa obrtnog momenta spojnice se mogu podijeliti na:

- frikzione (spojnice), koje mogu biti:
 - suhe frikzione spojnice i
 - mokre frikzione spojnice;
- hidrauličke (hidrodinamičke) spojnice;
- elektromagnetne i
- kombinirane spojnice.

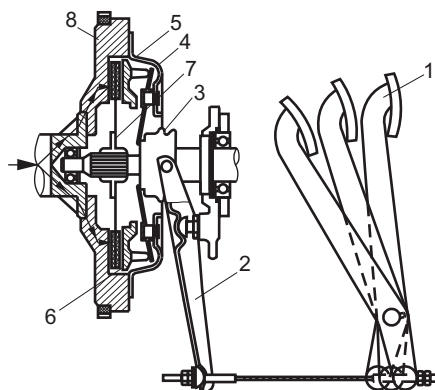
Prema načinu komandovanja uključivanjem, odnosno isključivanjem spojnice postoji sljedeća podjela

- komandovanje od strane vozača (korištenjem energije mišića ili pomoću servouređaja koji rade korištenjem sabijenog zraka, potpritiska i elektromagnetne energije),
- automatsko komandovanje koje može biti u zavisnosti od položaja pedale akceleratora, u zavisnosti od broja obrtaja i opterećenja motora i u zavisnosti od pomjeranja poluge za promjenu stepeni prenosa.

Kao primjer na slici 5.3 i slici 5.4 dat je shematski prikaz rada suhe lamelaste spojnice (kvačila). Na ovim slikama su date uproštene sheme spojnica sa jednom lamelom, kako bi se mogao bolje razumjeti rad spojnice.



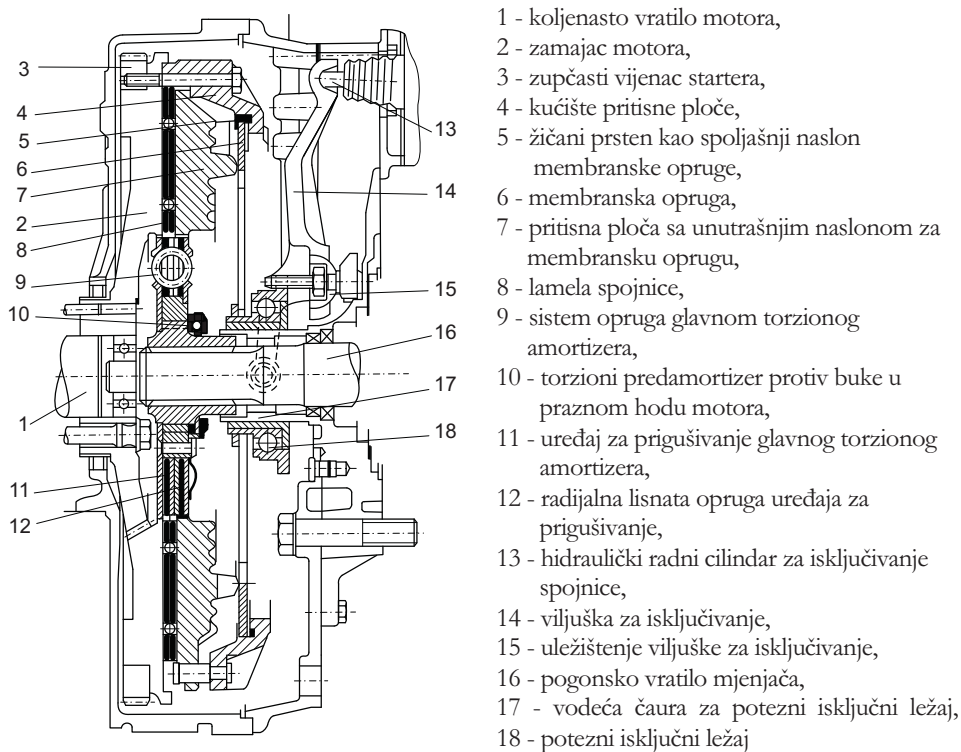
Sl. 5.3 Shematski prikaz uključene spojnice



Sl. 5.4 Shematski prikaz procesa isključivanja spojnice

Pritiskom noge na papučicu kvačila (1) preko isključne viljuške (2) potiskuje se aksijalni potisni ležaj (3). On djeluje na žabice kvačila (4) koje imaju ulogu poluge uležištene u zvonu kvačila (5). Kvačilo se obično realizira sa po 3 žabice raspoređene po obimu. Žabica kvačila je svojim drugim krajem povezana sa potisnom pločom (6) koju u procesu isključivanja kvačila povlači, savlađujući silu u potisnim oprugama kvačila, i na taj način se oslobađaju frikционе površine od opterećenja. Puštanjem papučice kvačila aksijalna sila potisnih opruga kvačila potiskuje potisnu ploču (6) pa je transmisija ponovno povezana s pogonskim agregatom.

Konstruktivni izgled kompletne jednolamelne suhe frikционе spojnice za teretna vozila prikazan je na slici 5.5 gdje se vide svi vitalni elementi.



- 1 - koljenasto vratilo motora,
- 2 - zamajac motora,
- 3 - zupčasti vijenac startera,
- 4 - kučište pritisne ploče,
- 5 - žičani prsten kao spoljašnji naslon membranske opruge,
- 6 - membranska opruga,
- 7 - pritisna ploča sa unutrašnjim naslonom za membransku oprugu,
- 8 - lamela spojnice,
- 9 - sistem opruga glavnom torzionog amortizera,
- 10 - torzioni predamortizer protiv buke u praznom hodu motora,
- 11 - uređaj za prigušivanje glavnog torzionog amortizera,
- 12 - radijalna lisnata opruga uređaja za prigušivanje,
- 13 - hidraulički radni cilindar za isključivanje spojnice,
- 14 - viljuška za isključivanje,
- 15 - uležištenje viljuške za isključivanje,
- 16 - pogonsko vratilo mjenjača,
- 17 - vodeća čaura za potezni isključni ležaj,
- 18 - potezni isključni ležaj

Sl. 5.5 Jednolamelna frikciona spojnica za teška vozila

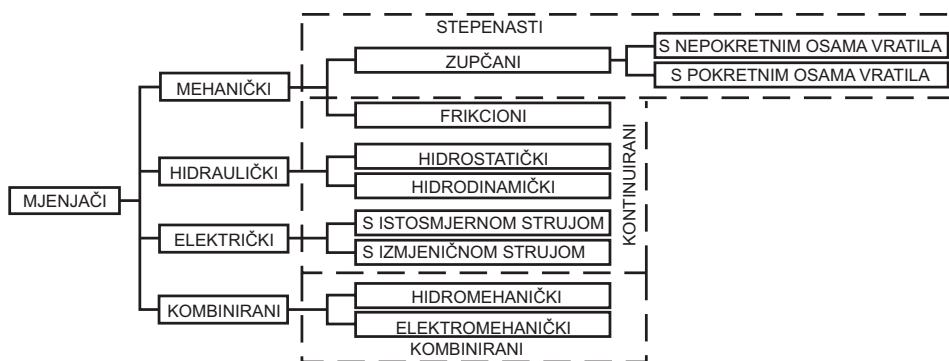
Ostale nabrojane spojnice ovdje se neće posebno objašnjavati.

b) Mjenjač

Mjenjač kao agregat u sklopu transmisije ima veoma odgovornu i značajnu ulogu:

- omogućava racionalno i ekonomično iskorištenje snage motora zavisno od uslova eksploatacije,
- transformira obrtni moment motora prenoseći ga dalje preko transmisije na točkove, te tako omogućava savlađivanje otpora kretanja i uspona,
- omogućava izbor brzine kretanja vozila po želji, a u okviru raspoložive snage motora i uslova eksploatacije,
- omogućava dostizanje maksimalnih ubrzanja u svakom stepenu prenosa
- omogućava lako manevriranje vozilom naprijed i nazad,
- omogućava prazan hod, tj. razdvajanje pogonske veze motora sa točkovima i pored uključene spojnice.

Prema načinu promjene prenosnog odnosa u mjenjaču, konstruktivnoj izvedbi mjenjača, korištenju prenosnih elemenata (medija) itd., postoji više različitih mjenjača koji se susreću u praksi. Uobičajena podjela mjenjača prikazana je na slici 5.6.



Sl. 5.6 Podjela mjenjača

Često se u literaturi pominje i podjela mjenjača prema načinu uključivanja odnosno upravljanja. To su:

- mehanički (neautomatizirani),
- poluautomatizirani i
- automatizirani mjenjači.

Stepenasti mjenjači, koji daju konačan broj stepeni prenosa, izvode se:

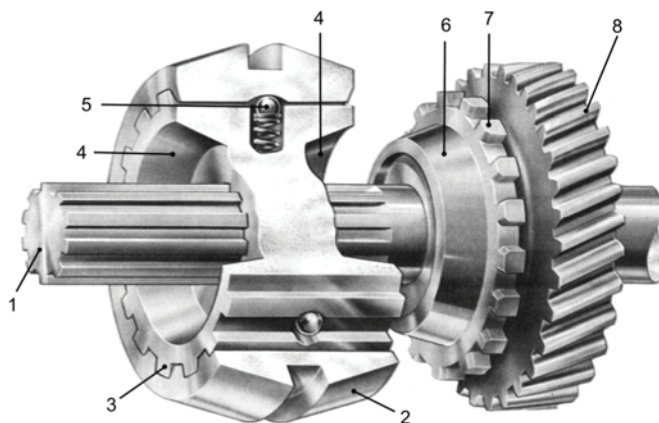
- sa kliznim zupčanicima,

- sa stalno uzubljenim zupčanicima i
- sa planetarnim prenosom.

Bez obzira na konstrukciju, mjenjači moraju ispuniti slijedeće zahtjeve:

- a) omogućiti postizanje najboljih vučnih karakteristika i karakteristika potrošnje goriva vozila, pri zadatoj karakteristici motora,
- b) lagano komandovanje i
- c) bešuman rad pri uključivanju bilo kog stepena prenosa.

Lagano komandovanje mjenjača ostvaruje se konstrukcijom mjenjača sa stalno uzubljenim zupčanicima i uključivanjem pojedinih zupčastih parova preko trz. sinhronne spojke – sinhrona. Na slici 5.7 prikazan je izgled sinhrona dvostranog dejstva (opslužuje dva stepena prenosa) - bez blokade uključjenja. Princip rada opisan je u nastavku.



1 - gonjeno vratilo, 2 - kandžasti prsten, 3 - glavčina sinhrona, 4 - unutrašnji konus, 5 - kuglica (osigurač) sa oprugom, 6 - vanjski konus, 7 - nazubljeni kandžasti vijenac, 8 - zupčanik za spregu

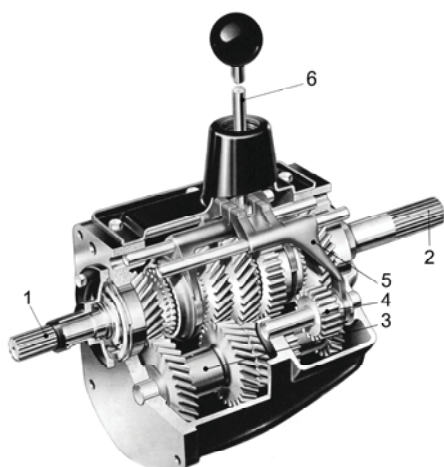
SI. 5.7 Sinhron dvostrukog dejstva sa konusnim prstenovima

Na žlijebovima gonjenog vratila (1) postavljena je glavčina sinhrona (3) koja se po njemu može aksijalno pomjerati. Pomjeranje se izvodi preko ručice mjenjača i utora (žlijeba) na kandžastom prstenu (2). Glavčina sinhrona ima spoljne žlijebeve po kojima se može kretati kandžasti prsten (2) nakon savladavanja kuglice sa oprugama (5). Na unutrašnjoj strani glavčine sinhrona nalaze se konusi (4) sa obje strane. Isti konus, samo vanjski (6), sa kandžastim vijencem (7) izrađen je sa zupčanikom (8). Set zupčanika (8) sa kandžastim vijencem (7) i vanjskim konusom slobodno se okreće na vratilu (1). Glavčina sinhrona (3) sa kandžastim prstenom (2) kreće se zajedno po žlijebovima vratila (1), zahvaljujući osiguračima (5). Ovo pomjeranje vrši se preko ručice mjenjača. Kada se uslijed kretanja ovog sklopa, konusna površina (4) i (6) primaknu stvara se trenje koje pokušava izjednačiti obodnu brzinu konusnih

površina. Kada konusne površine (4) i (6) nalegnu jedna na drugu, izjednačene su obodne brzine, a sila na ručici mjenjača savladava osigurače (5) i kandžasti prsten (2) se počne sam aksijalno kretati, gdje se uzubljuju zubi kandžastog prstena (2) sa zubima kandžastog vijenca (7). Time je uspostavljena „čvrsta“ veza sinhrona spojke sa zupčanikom (8), čime je uspostavljen kontinuitet u prenosu snage u mjenjaču.

Izgled jednog stepenastog mjenjača prikazan je na slici 5.8.

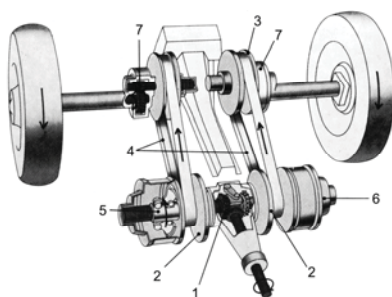
Na slici 5.8 je dat jedan četvorostepeni sinhroni mjenjač (djelomični presjek i pogled pod uglom) sa direktnim uključivanjem.



- 1 - spojničko vrtilo,
- 2 - gonjeno (izlazno) vrtilo,
- 3 - međuvrtilo,
- 4 - zupčanik za vožnju nazad,
- 5 - viljuška za uključivanje hoda nazad,
- 6 - ručica mjenjača

Sl. 5.8 Četvorostepeni sinhroni mjenjač sa direktnim uključivanjem

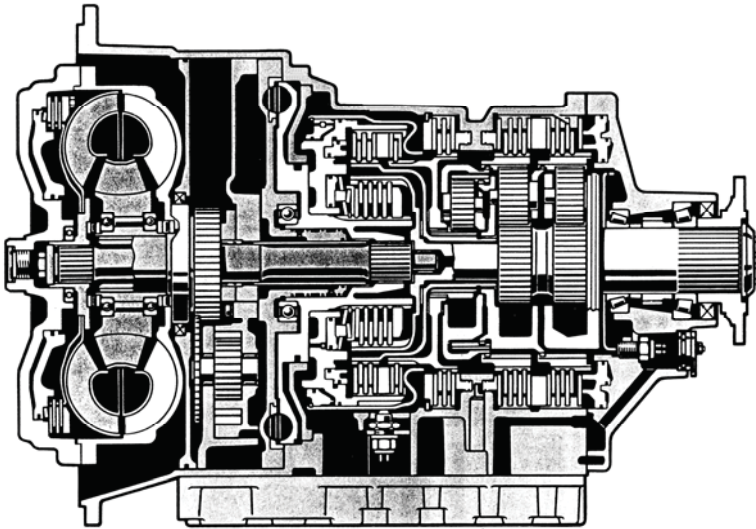
U nastavku je dat, na slici 5.9 primjer primjene mehaničkog kontinualnog prenosnika. Princip rada se neće posebno objašnjavati.



- 1 - konusni prenosnik, 2, 3 - klinaste remenice, 4 - remen kaiš, 5 - centrifugalni utezi, 6 - podtlačni cilindar, 7 - dodatni nepromijenjeni stepen prenosa

Sl. 5.9 Mehanički kontinuirani mjenjač Variomatic (vozila firme DAF)

Primjer jednog potpuno automatiziranog (automatskog) mjenjača sa 6-stepeni prenosa, tip ZF6 HP600, prikazan na slici 5.10.



Sl. 5.10 ZF6 HP600 6-stepeni automatski (automatizirani) mjenjač

c) Zglobni (kardanski) prenosnici

Zglobni prenosnici služe za prenos obrtnog momenta između agregata čije su ose nekoaksijalne bilo zbog konstruktivnih razloga ili zbog uslova rada agregata.

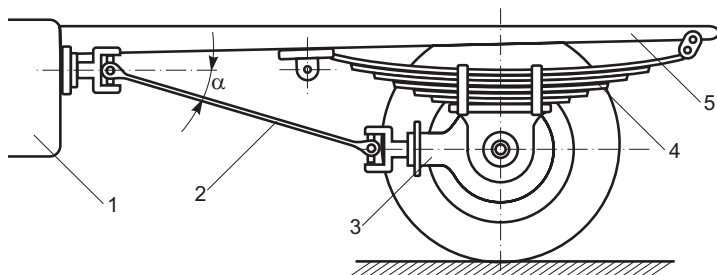
Osim za prenos obrtnog momenta ka vodećem mostu, kardanski prenosnici se također primjenjuju pri prenosu obrtnog momenta na pogonske točkove, za pogon pomoćnih agregata vozila (uređaj za samoistovar, čekrk) itd.

Kardanski prenosnici moraju ispuniti slijedeće zahtjeve:

- a) da nemaju poprečnih oscilacija i bacanja vratila u svim mogućim dijapazonima brojeva obrtaja,
- b) da omogućavaju ravnomjernost obrtanja vratila i
- c) da imaju visok stepen korisnog dejstva i pri velikim vrijednostima ugla među vratilima koja povezuju.

Ako kardanski prenosnici vežu aggregate vozila smještene na ramu vozila, ugao vratila obično ne prelazi $2\div 3^\circ$ i zavisi od stepena tačnosti postavljanja agregata i deformacije rama. Ako kardanska vratila vežu mjenjač sa pogonskim mostom taj ugao kod vozila može biti $15\div 20^\circ$, a kod specijalnih vozila do 30° i više stepeni. Naročito velik ugao među vratilima koja vežu kardanski prenosnici je kod poluosovina prilikom pogona na prednji most, i on može dostići vrijednost $30\div 40^\circ$ pri maksimalnom uglu okretanja točkova prilikom ulaska vozila u oštru krivinu.

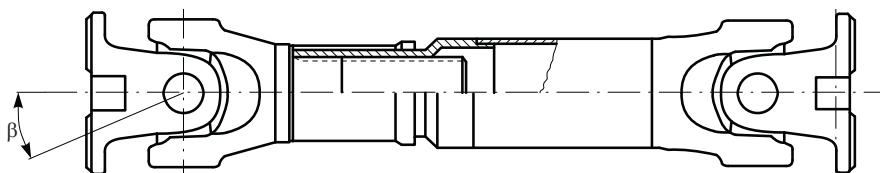
Na slici 5.11 shematski je prikazan položaj kardanskog vratila (2) prilikom prenosa obrtnog momenta od mjenjača (1) na pogonski most (3). Pošto je pogonski most elastično vezan za ram (5) preko gibnja (4), u toku kretanja vozila dolazi do pomjeranja pogonskog mosta po kružnom luku pa kardansko vratilo mora imati mogućnost kompenzacije promjenjive dužine.



1 - mjenjač, 2 - kardanski prenosnik, 3 - vodeći most, 4 - gibanj, 5 - ram (šasijsa)

Sl. 5.11 Shema kardanskog prenosnika

Kardanska vratila se prave od tankostjenih čeličnih cijevi kao što se vidi na slici 5.12. Da bi se omogućilo prilagođavanje kardanskog vratila promjenjivoj dužini koja se javlja u toku eksploatacije, vratilo se izvodi iz dva dijela, koja su međusobno aksijalno pomjerljiva duž žljebova.



Sl. 5.12 Kardansko vratilo sa kardanskim zglobovima

Zglobni prenosnici mogu se podijeliti po više kriterija, od koji navodimo najvažnije:

- a) Podjela po krutosti zglobova:
 - zglobni prenosnici sa krutim zglobovima i
 - zglobni prenosnici sa elastičnim zglobovima.
- b) Podjela po kompoziciji uzdužnih rastojanja:
 - zglobni prenosnici sa teleskopima i
 - zglobni prenosnici bez teleskopa.

c) Podjela po broju zglobova:

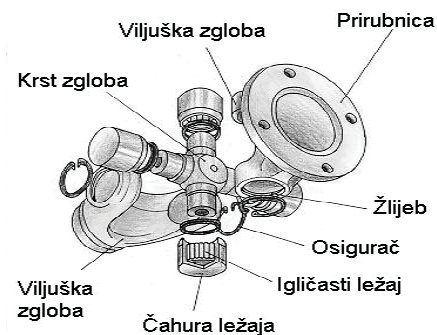
- sa jednim zglobom,
- sa dva zgloba,
- sa dva zgloba i jednim vratilom i
- sa više zglobova i vratila.

d) Podjela po načinu prenošenja ugaone brzine:

- zglobove nejednake ugaone brzine (asinhroni); zglobovi nejednake ugaone brzine prilikom promjene ugla među vratilima karakteriziraju se periodičnom neravnomjernošću ugaonih brzina vodećeg i vođenog vratila; zglobovi nejednake ugaone brzine mogu se izvoditi i kao elastični i kao zglobni.
- zglobove jednake ugaone brzine (sinhroni) koji se karakteriziraju jednakim ugaonim brzinama vodećeg i vođenog vratila pri bilo kakvoj promjeni ugla. Kardanska vratila sa sinhronim zglobovima primjenjuju se kod pogona točkova na prednjem mostu (prednji pogon). Zglobovi jednakih ugaonih brzina izvode se kao zglobni.

U nastavku će se dati kratki osvrt na asinhroni i sinhroni zglobne prenosnike, kao i na zglobne prenosnike sa elastičnim zglobovima.

Zglobovi nejednakih ugaonih brzina (asinhroni zglobovi)



Najčešće upotrebljavan zglob nejednake ugaone brzine je krstasti zglob koji je prikazan na slici 5.13 sa svim glavnim elementima.

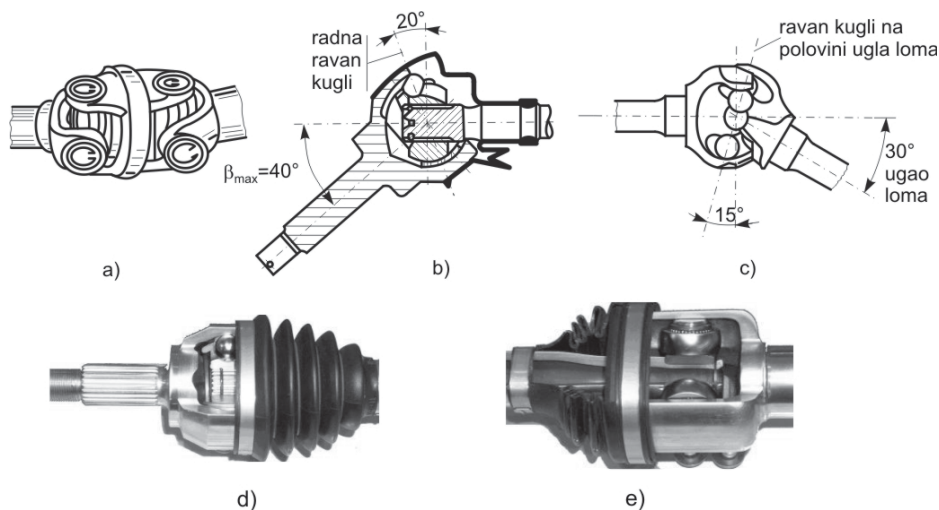
Usljed nejednakih ugaonih brzina vodećeg i vođenog vratila dolazi do dodatnih naprezanja koja se prenose na glavni prenos u vodećem mostu i doprinose njegovom bržem habanju.

Sl. 5.13 Asinhroni krstasti zglob

Zglobovi jednakih ugaonih brzina (sinhroni zglobovi)

Ako se spoje dva zgloba nejednakih ugaonih brzina, tako da između njih bude ugao koji ostvaruje pogonsko i gonjeno vratilo, onda će oni prenositi ravnomjerno ugaone brzine sa jednog na drugo vratilo. Ovakvi sklopovi često se zovu i

homokinetički zglobovi. Najčešće se nalaze na vratilima pogonskih i upravljačkih točkova vozila jer osiguravaju kontinuiran prenos obrtnog momenta pri bilo kom uglu zakretanja. Na slici 5.14 prikazano je nekoliko različitih konstrukcija homokinetičkih zglobova.



Sl. 5.14 Različiti homokinetički zglobovi

d) Pogonski most (glavni prenos, diferencijal, poluosovine)

Glavni prenos

Zadatak glavnog prenosa je da prenosi snagu od izlaznog vratila mjenjača, odnosno zglobnog prenosnika do diferencijalnog prenosnika uz povećanje obrtnog momenta i smanjenje ugaone brzine, te uz mogućnost promjene ravnih obrtanja.

Konstrukcija glavnog prenosnika treba zadovoljiti slijedeće posebne uslove:

- obezbijediti neophodan (projektovani) prenosni odnos u vodećem mostu (i_0) sa najmanjim mogućim gabaritom kako bi se ostvario maksimalan klirens,
- miran rad (mala buka) i
- obezbijediti što veću vrijednost stepena korisnog dejstva.

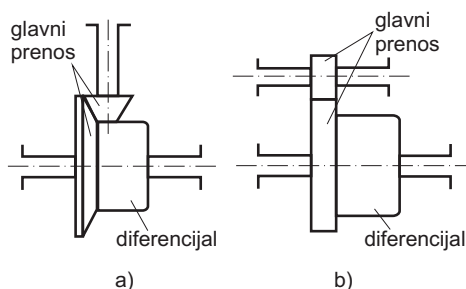
Postoje različite vrste glavnih prenosnika. U odnosu na konstrukciju mogu se podijeliti na

- zupčaste i
- pužne.

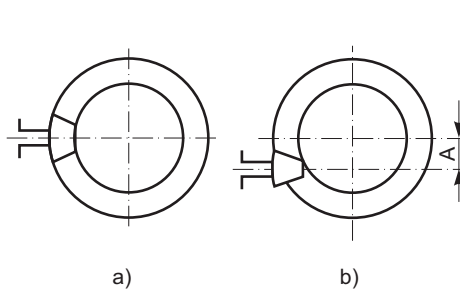
Zupčasti glavni prenos se sastoji najčešće od para konusnih zupčanika (konusni i tanjirasti) (slika 5.15 a)) ili od para cilindričnih zupčanika (slika 5.15 b)).

Konusno-tanjirasti zupčasti glavni prijenos koristi se kod vozila gdje je ravan obrtanja motora postavljena poprečno u odnosu na ravan obrtanja pogonskih točkova. Kod glavnog prenosa koji je izveden od para cilindričnih zupčanika je ista ravan okretanja motora i pogonskih točkova.

Konusnosno-tanjirasti zupčasti parovi rade se sa spiralnim zubima (slika 5.16 a) i hipoidnim zubima (slika 5.16 b)). Kod spiralnih zuba ose zupčanika se sjeku u jednoj tački, a kod hipoidnih se mimoilaze (veličina minoilazanja A , slika 5.16).

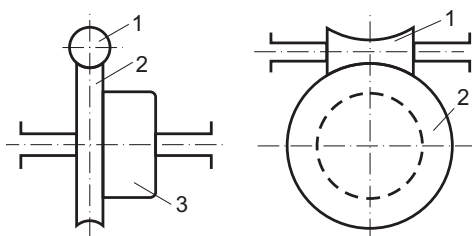


Sl. 5.15 Skica glavnog prenosa sa konusno-tanjirastim zupčanicima (a) i sa cilindričnim zupčanicima (b)



Sl. 5.16 Konusno-tanjirasti glavni prenos sa spiralnim (a) i hipoidnim zubima (b)

Rješenje sa hipoidnim zubima ima prednost zbog mogućnosti spuštanja težišta vozila, ostvarenja većeg prenosnog odnosa, prenosa većih obrtnih momenata, smanjenja buke itd.



1 - puž, 2 - pužni točak, 3 - diferencijal

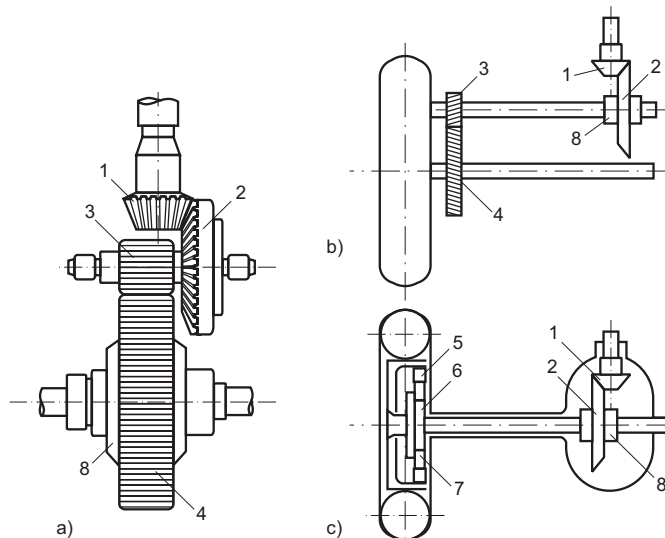
Sl. 5.17 Glavni prenos sa pužnim prenosnikom

Pužni glavni prenos izvodi se pomoću pužnog prenosnika sa pužem (1) i pužnim točkom (2) (slika 5.17).

Glavni prenos u odnosu na broj redukcija može biti jednostepeni (slika 5.17 i slika 5.17) ili dvostepeni (dupla redukcija) (slika 5.18). Kod glavnog prenosa sa duplom redukcijom obrtni moment od kardanskog vratila prenosi se preko para konusnih zupčanika (1) i (2) i para cilindričnih zupčanika (3) i (4) ili planetarnog prenosa u samom točku (pozicije 5, 6, i 7). Dupla redukcija, kao na slici 5.18 a) naziva se centralna. Osim ovakvog

načina izvođenja, dupla redukcija može biti izvedena kao razdvojena (slika 5.18 b) i c)). Prvi dio glavnog prenosa obično se nalazi u sredini vodećeg mosta, dok se drugi dio glavnog prenosa može nalaziti ili na poluosovini (slika 5.18 b)) ili u samom točku (slika 5.18 c)). Ako se drugi dio redukcije izvodi u točku obično se

tada primjenjuje planetarni sistem zupčanika.

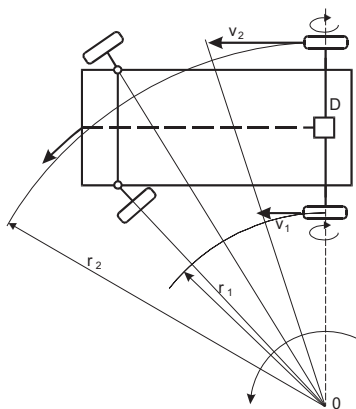


1, 2 - konusno-tanjirasti zupčasti par, 3, 4 - par cilindričnih zupčanika, 5 – zupčasti vijenac sa unutrašnjim ozubljenjem, 6 - centralni zupčanik, 7 - sateliti, 8 - diferencijal

Sl. 5.18 Glavni prenos sa duplom redukcijom (različite izvedbe)

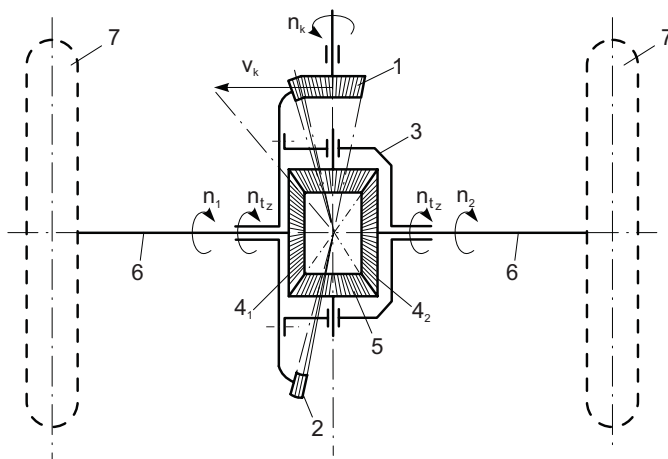
Diferencijal

Diferencijal (diferencijalni prenosnik) u pogonskom mostu služi za prenošenje obrtnog momenta na lijevi i desni pogonski točak pri njihovim međusobno različitim ugaonim brzinama. Do ove razlike dolazi pri kretanju vozila u krivini, zatim pri kretanju po neravnom putu i u slučaju različitih poluprečnika točkova (nejednak pritisak u pneumaticima). Razlika u ugaonim brzinama dolazi uslijed toga što točkovi u istom vremenskom periodu moraju da imaju različite obimne brzine (jer prelaze različite puteve za isto vrijeme). Primjer različitih brzina točkova vozila u krivini dat je na slici 5.19, gdje je $v_2 > v_1$, odnosno brojevi obrtaja točkova (lijevog



Sl. 5.19 Uslovi kretanja vozila u krivini

i desnog) su u odnosu $n_{T_2} > n_{T_1}$. Prilikom kretanja vozila kroz krivinu (slika 5.19), točak koji prelazi manji put pruža veći otpor okretanju, jer ga koči podloga. U tom slučaju zupčanik te poluosovine se koči, te se preko kućišta i satelita povećava broj obrtaja poluosovine točka koji prelazi duži put. Koliko se smanji broj obrtaja jednog točka, toliko se povećava broj obrtaja drugog točka. Pri kretanju vozila u pravcu, sateliti se ne obrću oko svoje ose nego tada igraju ulogu klinova među bočnim zupčanicima poluosovina. Prilikom kočenja jednog od bočnih zupčanika poluosovine uslijed povećanog otpora kotrljanja, prolaska vozila kroz krivinu itd., sateliti počinju da se okreću oko svoje osovine, te na taj način povećavaju broj obrtaja druge poluosovine. Ova osobina diferencijala u nekim slučajevima otežava kretanje vozila na klizavom putu. Prilikom propadanja jednog pogonskog točka u blato ili pijesak, taj točak ima veoma mali otpor kotrljanja nasuprot točku koji se nalazi na čvrstoj podlozi. U tom slučaju točak koji se nalazi na čvrstoj podlozi prestaje se obrtati, dok točak koji je na dijelu podloge koja pruža mali otpor, preko diferencijala dobiva veliki broj obrtaja i vozilo ostaje nepokretno. Princip rada diferencijala najlakše se može shvatiti pomoću slike 5.20 gdje je data shema diferencijala sa glavnim prenosom.



1 - konusni zupčanik, 2 - tanjirasti zupčanik, 3 - kućište diferencijala, 4₁, 4₂ - planetarni zupčanici, 5 - sateliti, 6 - poluosovine točkova, 7 - točkovi

Sl. 5.20 Shema diferencijala sa glavnim prenosom

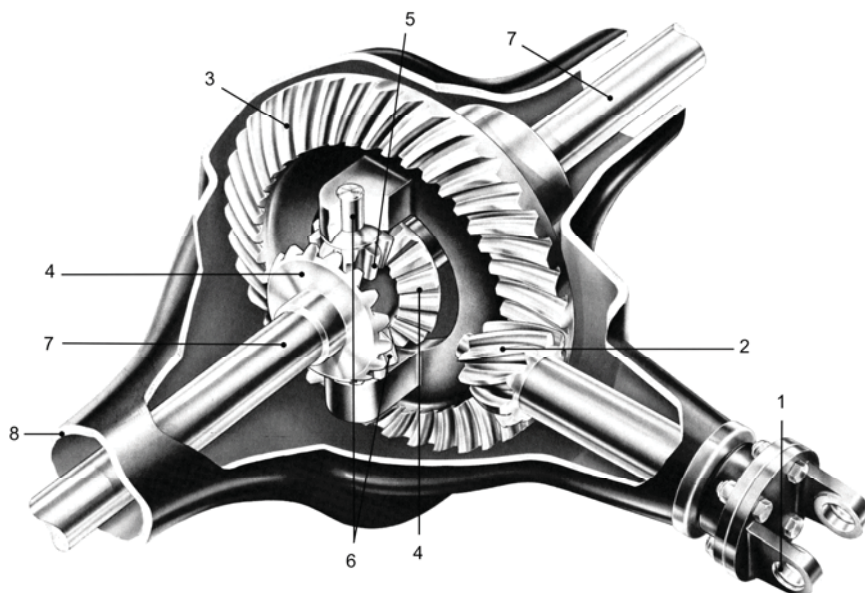
Na slici 5.20 je glavni prenos ostvaren preko konusno-tanjirastog zupčastog para (1, 2). U kućištu diferencijala (3) nalaze se planetarni zupčanici (4₁) i (4₂) na ožlijebljenom vratilu poluosovina točkova (6) i sateliti (5) uležišteni u kućištu diferencijala (3).

Ovo znači koliko se smanjuje obimna brzina planetara (4_1) toliko se povećava obimna brzina drugog planetara (4_2). U krajnjem ishodu jedna od brzina može biti nula, odnosno planetar (4_1) miruje, a planetar (4_2) se okreće duplo brže od ose satelita.

Sa konstruktivnog stajališta, diferencijal se može izvesti sa:

- koničnim zupčanicima (slika 5.20),
- cilindričnim planetarnim zupčanicima,
- pužnim planetarnim prenosnikom,
- kulisnim mehanizmom i
- raznim tipovima spojnice (lamelaste, aksijalne, jednosmjerne itd.).

Tako je na slici 5.21 prikazan aksonometrijski pogled, sa djelomičnim presjekom, diferencijala čija shema odgovara slici 5.20. Na slici je prikazana viljuška kardana (1) koja prenosi snagu preko konusno (2) - tanjirastog (3) zupčastog sklopa. Sa tanjirastim zupčanicom (3), okreću se sateliti (5), uležišteni sa osovinom (6) u nosaču ili kućištu. Prenose obrtanje na planetarne zupčanike (4) i na poluosovine točkova (7).



1 - viljuška kardana, 2 - konični zupčanic glavnog prenosa, 3 - tanjirasti zupčanic glavnog prenosa, 4 - konični planetarni zupčanici, 5 - satelit, 6 - osovina satelita, 7 - poluosovine točkova, 8 - kućište pogonskog nosta

Sl. 5.21 Djelomični presjek glavnog prenosnika i diferencijala sa koničnim zupčanicima

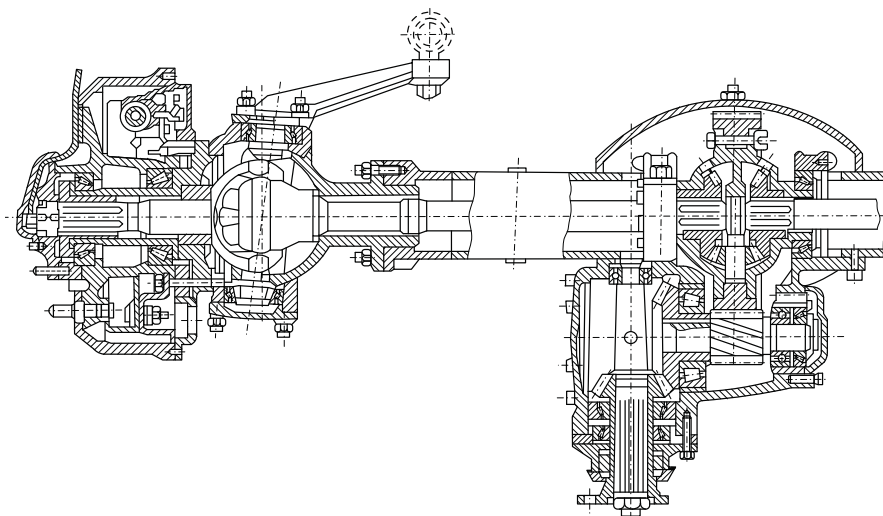
Poluvratila (poluosovine)

Pogon vodećih točkova od glavnog prenosa zavisi od toga da li su ti točkovi upravljački ili su samo pogonski. Ako se pogonskim točkovima i upravlja onda se pogon od glavnog prenosa dovodi do pogonskih točkova pomoću zglobnih prenosnika jednakih ugaonih brzina. Ako se pogonskim točkovima ne upravlja onda pogon točka zavisi od tipa vodećeg (pogonskog) mosta. Znači, prenos obrtnog momenta od glavnog prenosa sa diferencijalom do pogonskih točkova vrši se preko pogonskih poluvratila.

Prenos obrtnog momenta na pogonske točkove od glavnog prenosa mora ispuniti slijedeće zahtjeve:

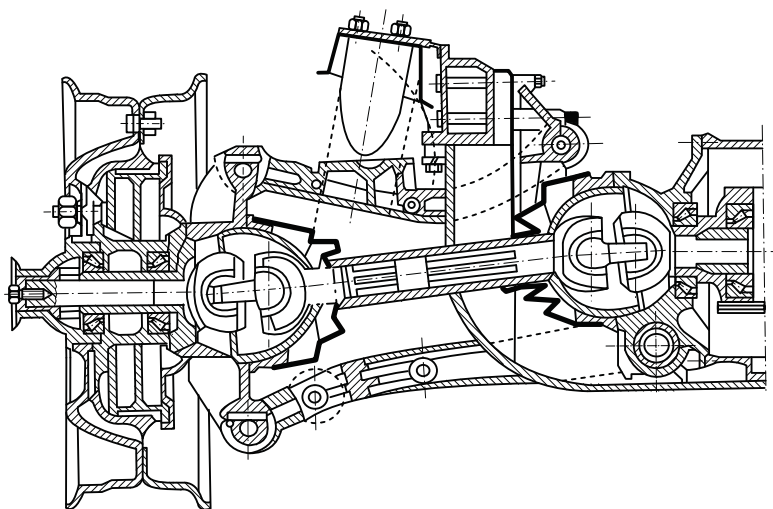
- a) ostvariti pouzdan prenos od glavnog prenosa pri bilo kom mogućem položaju pogonskog točka, koji je diktiran sistemom ovješnja i
- b) ostvariti prenos obrtnog momenta bez oscilovanja vrijednosti ugaone brzine, bilo da se radi o zadnjim ili prednjim pogonskim točkovima.

U nastavku su pokazana dva konstruktivna rješenja pogonskog mosta sa zavisnim i nezavisnim vješanjem. Na slici 5.22 dat je prednji upravljački i pogonski most sa zavisnim ovješanjem.



Sl. 5. 22 Pogon na prednji upravljački most (zavisno ovješanje) pomoću poluvratila sa zglobovima jednakih ugaonih brzina

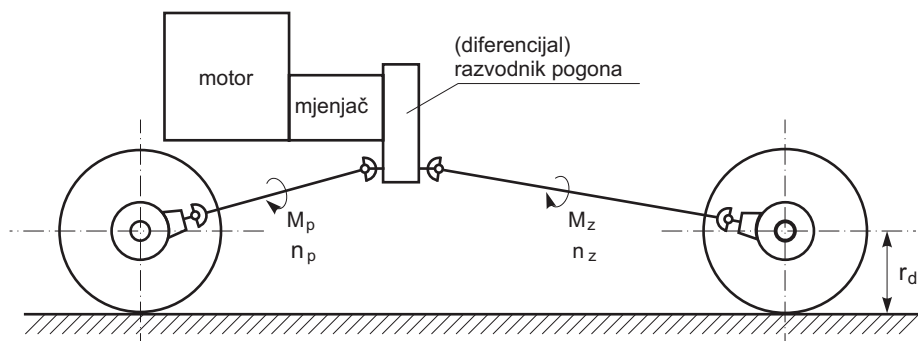
Na slici 5.23 prikazan je pogonski most koji je istovremeno i upravljački sa nezavisnim vješanjem.



Sl. 5.23 Prednji pogonski i upravljački most sa klataćim poluvratilom kod nezavisnog ovješnja

e) Razvodnik pogona

Kod vozila koja su izrađena sa pogonom na više mostova, da bi se omogućio prenos obrtnog momenta na pogonske točkove dodaje se još jedan agregat – razvodnik pogona. Uloga razvodnika pogona jeste vršenje raspodjele obrtnog momenta na pogonske mostove. Primjer smještaja razvodnika na vozilu sa prednjim i zadnjim pogonom dat je na slici 5.24 gdje je raspodjela obrtnih momenata naprijed (M_p) i nazad (M_z), odnosno na prednju i na zadnju pogonsku osovinu.

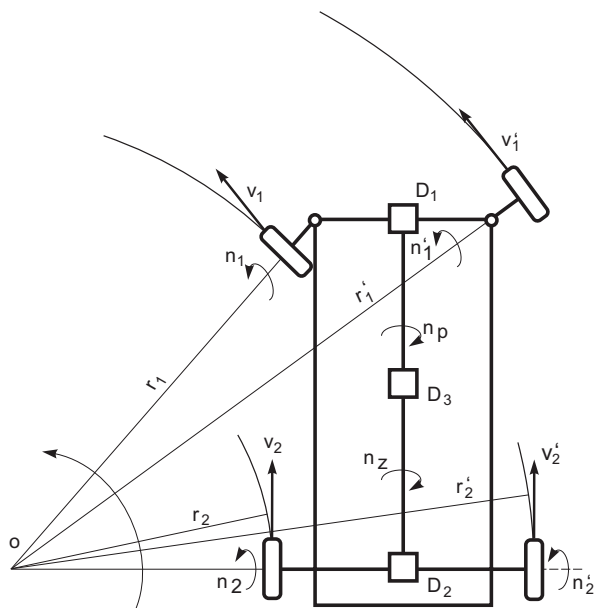


Sl. 5.24 Položaj razvodnika pogona

Sa slike 5.24 vidi se da je uloga razvodnika snage za konkretan primjer da izvrši preraspodjelu snage, odnosno obrtnog momenta za savladavanje otpora na točkovima zbog različitih težina vozila koja otpadaju na prednju i zadnju stranu.

Pomenuti razvodnici pogona predstavljaju praktično jednu vrstu diferencijala sa stalnim odnosom razvođenja snage.

Primjer kretanja vozila u krivini, koje ima pogon na sva četiri točka, i razvodnik (D3) trebaju obezbijediti odgovarajuću raspodjelu broja obrtaja, što se vidi na slici 5.25.

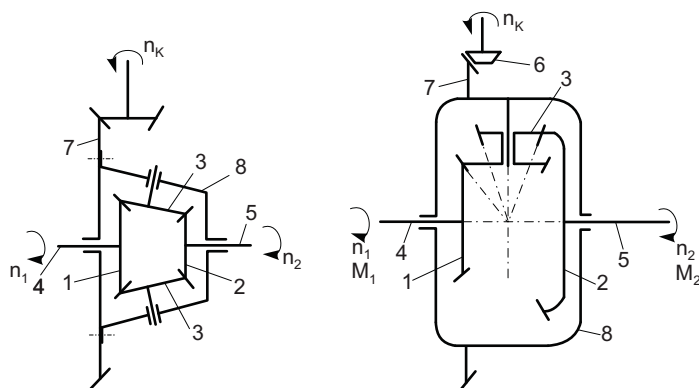


Ulogu razvodnika snage obezbjeđuje diferencijal D3.

Sl. 5.25 Shema vozila sa pogonom na četiri točka u krivini

Konstruktivno, razvodnik pogona može biti riješen sa blokiranom ili diferencijalnom raspodjelom. Vozila koja imaju više pogonskih mostova namijenjena su obično za teške uslove eksploatacije, te se često u razvodniku pogona dodaje jedan par zupčanika koji vrši redukciju broja obrtaja kako bi se dobile što veće vučne sile na pogonskim točkovima (slično mjenjaču sa reduktorom).

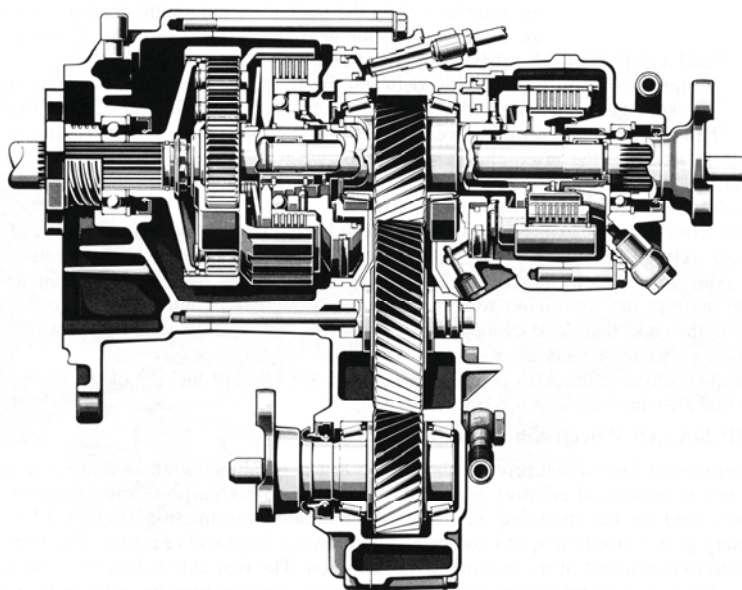
Izvedbe razvodnika pogona, zavisno od namjene vozila i njegove koncepcije, su vrlo različite. Tako razvodnici pogona mogu biti asimetrični diferencijali čiji su primjeri pokazani na slici 5.26.



1, 2 - planetarni zupčanci, 3 - satelit, 4 - izlaz prema prednjem pogonu, 5 - izlaz prema zadnjem pogonu, 6, 7 - konusno-tanjirasti zupčasti par glavnog prenosa, 8 - kućište diferencijala

Sl. 5.26 Shema dva asimetrična diferencijala (razvodnika)

Konstruktivna izvedba razvodnika pogona prikazana je na slici 5.27. Na slici 5.27 se vide planetarni diferencijal i mokre lamelaste



Sl. 5.27 Razvodnik pogona W124 4MATIC VG30 (vozila MB)

frikcione spojnice koje vrše blokadu prenosa momenta na prednju ili zadnju osovinu, tako da vozilo postaje sa pogonom samo na jednoj osovini.

6. RAM I KAROSERIJA VOZILA

Noseći sistem vozila, koji objedinjuje ram i karoseriju vozila, ima zadatak da objedini i poveže sve sisteme i sklopove u jednu cjelinu (motorno ili priključno vozilo) i da primi i prenese sva opterećenja koja djeluju na vozilo u toku njegove eksploatacije. U opterećenja vozila ubrajaju se: težina svih elemenata i sklopova, težina korisnog tereta, sile koje se prenose od neravnina na podlozi, sile od upravljanja vozilom, sile inercije (od ubrzanja, od usporenja, od oscilacije vozila), sile otpora, itd. Noseći sistem vučnog vozila prima i sile koje se prenose sa priključnog vozila.

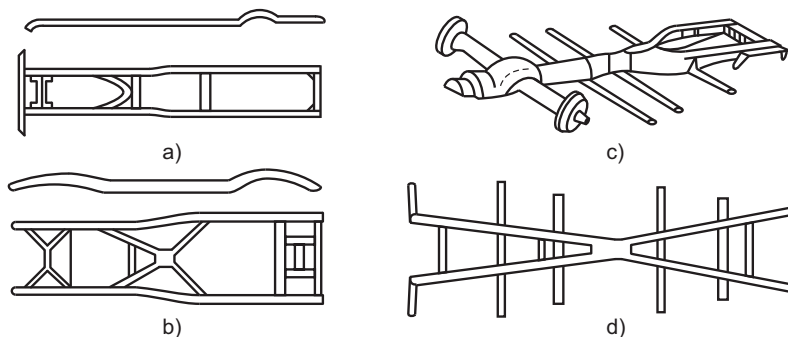
Osnovni zahtjevi koji se postavljaju pred noseći sistem su: da se pri minimalno mogućoj masi obezbijedi vijek trajanja koji je jednak projektovanom vijeku vozila, da im krutost bude takva da obezbjeđuje povoljne uslove rada svih ostalih sistema i sklopova vozila i da uz obebjeđenje niskog položaja težišta vozila omogući lako sklapanje i rasklapanje vozila kao i što nižu visinu utovara i istovara tereta.

Prema tipu nosećeg sistema vozila se dijele na

- vozila sa ramom (šasijom) i
- vozila bez rama.

Kod vozila koja imaju ram (teška vozila i laka vozila za veći broj putnika) karoserija se postavlja na ram i prima minimalna opterećenja (u područjima deformacije rama). Na ram se mogu postavljati karoserije različitih tipova, što omogućava unifikaciju pogonskih agregata zajedno sa ramom.

Po konstrukciji ramovi (šasijske) se dijele na tri grupe: sa zatvorenim okvirom (slika 6.1 a) i b)), sa središnjim okvirom (slika 6.1 c)) i sa X okvirom (slika 6.1 d)).



Sl. 6.1 Vrste ramova (šasijske)

Ramovi sa zatvorenim okvirom sastoje se od dvije uzdužne grede koje su međusobno povezane sa nekoliko poprečnih nosača. Spajanje se vrši zakivanjem ili varenjem. Poprečni nosači konstruiraju se tako da omogućuju smještaj motora, hladnjaka, transmisije i drugih agregata vozila.

Da bi se omogućilo postavljanje sistema ovješena preko koga se veže karoserija, na ramu se obično postavljaju posebni nosači. Ram vozila je veoma važan dio i pri konstrukciji vozila mu se posvećuje posebna pažnja, pošto je opterećen veoma visokim opterećenjima (statičkim i dinamičkim). Pri projektovanju rama naročito se mora obratiti pažnja na:

- a) veličine poprečnih presjeka greda koje se biraju na osnovu proračuna rama na savijanje i uvijanje. Momenti savijanja koji djeluju na ram, mijenjaju se uzduž grede od vrijednosti nula do maksimuma. Radi racionalnog korištenja materijala obično se grede prave sa promjenjivim poprečnim presjekom,
- b) maksimalnu mogućnost sniženja visine težišta iznad tla i
- c) pravilnu dimenzioniranost, da bi se ostvarila potrebna krutost. U slučaju udara prednjeg dijela grede rama u bilo kakvu prepreku, poprečni nosači moraju izdržati ova naprezanja, da ne bi došlo do smicanja jedne glavne grede u odnosu na drugu u uzdužnom pravcu.

Karoserija vozila služi za smještaj vozača, putnika i tereta. Zajedno sa ramom, karoserija obrazuje osnovni noseći sistem vozila.

Karoserija se može za ram pričvrstiti elastičnom vezom. U tom slučaju se svi agregati vozila (motor, mehanizmi transmisije i upravljački mehanizam) postavljaju na ram vozila. Ovdje ram prima sva opterećenja koja se javljaju pri kretanju vozila.

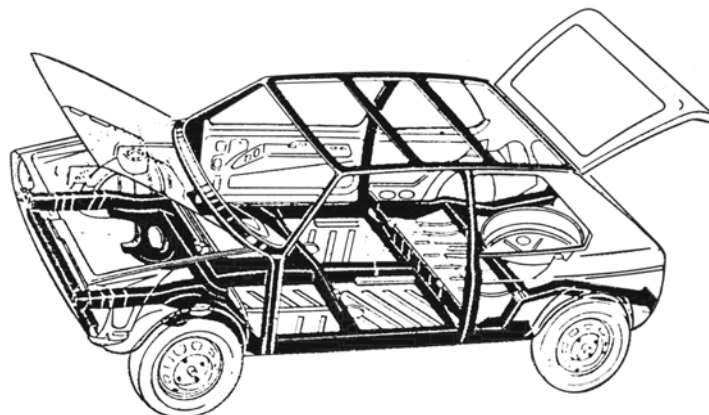
Ako je karoserija kruto vezana za ram (pomoću zavrtnjeva, zakovicama ili zavarivanjem), sve sile koje se javljaju pri kretanju vozila prima ram zajedno sa karoserijom. Ovakve karoserije nazivaju se polunoseće.

Kod nekih konstrukcija vozila funkciju rama vrši karoserija koja prima na sebe sva opterećenja koja se javljaju pri kretanju vozila. Ove karoserije su tzv. samonoseće karoserije.

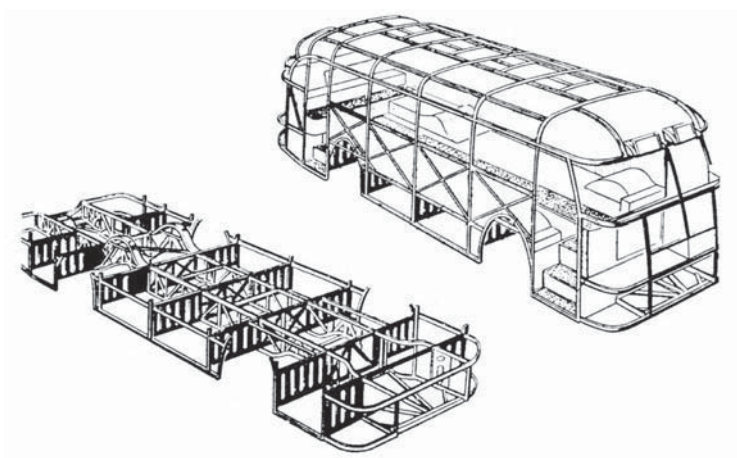
U odnosu na tip vozila razlikuju se karoserije za putničke automobile, autobuse i kamione. Osim opštih uslova (minimalna težina, dug vijek trajanja itd.) karoserije moraju ispuniti neke specifične uslove, i to:

- a) omogućiti dovoljan prostor za smještaj tereta,
- b) obezbijediti udoban ulaz i izlaz za putnike i lagano manipuliranje teretom,
- c) omogućiti dobar raspored agregata sistema za upravljanje,
- d) omogućiti dobru vidljivost,
- e) omogućiti optimalnu izolaciju od vlage, toplote i zraka i
- f) obezbijediti potreban komfor (grijanje i ventilacija).

Osim toga, samonoseća karoserija mora biti konstruirana kao noseći element, ali da ima minimalnu težinu. Na slici 6.2 pokazan je primjer samonoseće karoserije putničkog vozila, a na slici 6.3 i samonoseće karoserije autobusa.



Sl. 6.2 Samonoseća karoserija putničkog vozila



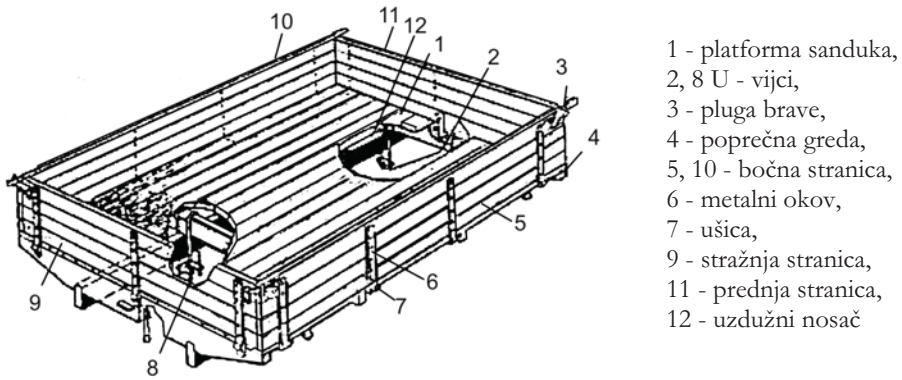
Sl. 6.3 Samonoseća karoserija autobusa

Težina samonosećih karoserija kod putničkih vozila iznosi 40-55% od težine praznog vozila. Da bi se smanjila težina, dijelovi samonosećih karoserija izrađuju se ponekad od plastičnih materija.

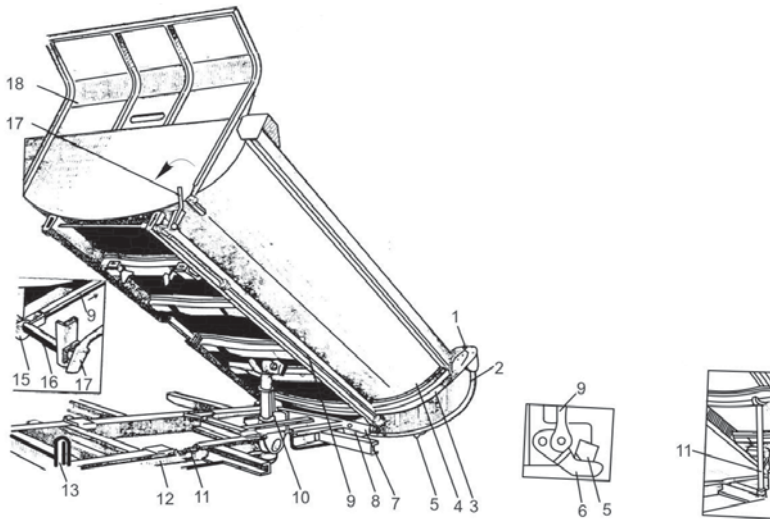
Samonoseće karoserije izrađuju se kombinirano od lakih metala, čeličnih limova, plastičnih dijelova itd., sa ciljem smanjenja težine samonoseće karoserije.

Kod vozila sa ramom (šasijom) nadgradnja zavisi od namjene vozila, odnosno vrste tereta koji prevozi. Tako je na slijedećim slikama dato nekoliko tipičnih vrsta nadgradnje.

Na slici 6.4 dat je univerzalni tovarni sanduk, a na slici 6.5 dat je metalni tovarni sanduk samoistovarivača.



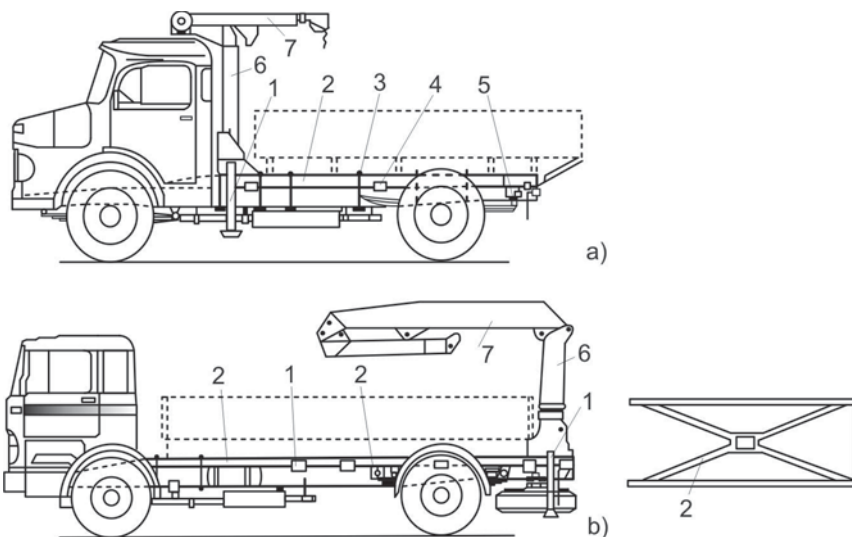
Sl. 6.4 Univerzalni tovarni sanduk



1 - šarnir zadnje stranice, 2 - stražnja stranica, 3 - poprečno ukrućenje platforme,
 4 - platforma, 5, 16 - osovinica, 6, 14 - zub, 7, 8 - šarnir sanduka, 9 - uzdužna spona,
 10 - hidraulički cilindar, 11 - potpora, 12 - okvir vozila, 13 - vodica automatskog odbavljanja
 stražnje stranice, 15 - poluga; 17 - ručica, 18 - štitnik

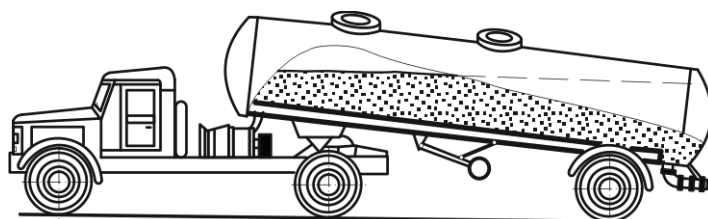
Sl. 6.5 Metalni tovarni sanduk samoistovarivača

Na slikama 6.6; 6.7 i 6.8 dati su primjeri nadgradnje vozila za specifične namjene:

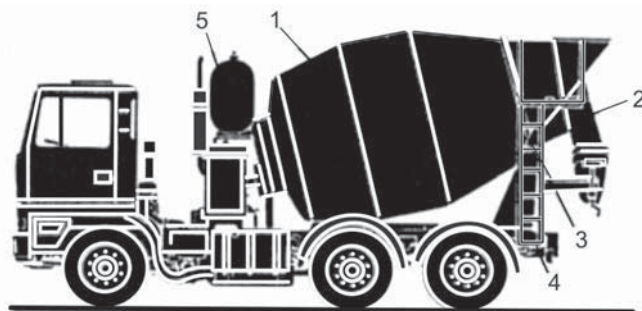


1 - stabilizator, 2 - pomoćni okvir, 3 - U - vijak, 4 - vodeća ploča, 5 - podužno učvršćivanje pomoćnog okvira, 6 - stup dizalice, 7 - grana dizalice

Sl. 6.6 Vozilo sa dizalicom za utovar iza kabine (a) i na kraju sanduka (b)



Sl. 6.7 Kamion-cisterna za prevoz cementa



1 – doboš,
2 – lijevak za pražnjenje,
3 – nosivi lijevak,
4 – okvir vozila,
5 – rezervoar za vodu

Sl. 6.8 Auto mješalica za beton

7. SISTEM OSLANJANJA (OVJEŠENJA)

Pod sistemom oslanjanja podrazumijevaju se mehanizmi i elementi koji imaju zadatak da sve reaktivne sile i momente, koji se pojavljuju između točkova i tla u raznim uslovima kretanja, prenesu na ram ili karoseriju uz što je moguće veće ublažavanje udarnih opterećenja, kao i obezbjeđenje potrebne stabilnosti vozila, posebno pri kretanju u krivinama.

Sistem oslanjanja u opštem slučaju predstavlja jedan vrlo složen sistem koji se sastoji iz četiri posebna sistema ili mehanizma, i to:

- elastični oslonci (elastični elementi),
- mehanizam za vođenje točkova (elementi za vođenje),
- elementi za prigušenje oscilacija i
- stabilizatori.

Elastični oslonci (elastični elementi) u suštini imaju zadatak da prenesu na ram ili karoseriju vertikalne reaktivne sile. Ustvari, njihov suštinski zadatak je da pri prenošenju ovih vertikalnih sila obezbijede njihovo što veće ublažavanje, odnosno da se ostvari što veće smanjivanje veličina udarnih opterećenja.

Mehanizam za vođenje točkova (elementi za vođenje) ima zadatak da obezbijedi što povoljnije njihovo relativno pomjeranje u odnosu na okvir ili karoseriju vozila. Elementi za vođenje moraju, također, obezbijediti i prenošenje horizontalnih reaktivnih sila i reaktivnih momenata sa samog točka na ram, odnosno karoseriju vozila.

Elementi za prigušivanje imaju osnovni zadatak da prigušuju oscilacije elastičnih oslonaca, odnosno sistema ovješnja i vozila u cjelini, kao i smanjivanje udarnih opterećenja.

Na cestovnim vozilama, pored prethodno definiranih mehanizama i elemenata sistema oslanjanja, ponekad se sreću i posebni elementi koji imaju za cilj obezbjeđenje što veće stabilnosti vozila, pri njegovom kretanju u krivini. Ovi elementi se zovu stabilizatori.

Kod određenog broja sistema ovješnja jedan elastični element može ispuniti funkciju i elementa za vođenje i elementa za prigušenje oscilovanja. Tako, npr. kod velikog broja teretnih vozila uzdužni lisnati gibnjevi, pored svoje funkcije elastičnog elementa, određuju kinematiku točkova, primaju sve vidove opterećenja i prigušuju oscilovanje uslijed trenja između listova gibnja.

Kod određenog broja rješnja sistema ovješnja sva četiri podsistema su izvedena odvojeno: elastični elementi u vidu opruga, elementi za vođenje u vidu poluga, oslonaca i zglobova, elementi za prigušenje oscilovanja u vidu amortizera i

stabilizatori u vidu mehaničkih stabilizatora, hidrauličkih stabilizatora itd.

Osnovni zahtjevi koje treba zadovoljiti sistem oslanjanja su:

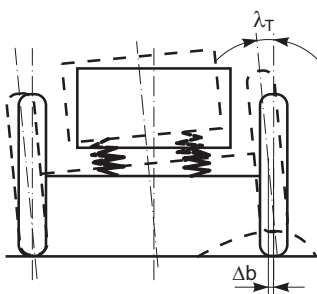
- optimalne veličine sopstvenih frekvencija oscilovanja određenih u zavisnosti od statičkog ugiba,
- dovoljan dinamički hod koji isključuje udare o graničnike,
- potrebne kinematske karakteristike točkova, a u cilju smanjenja habanja pneumatika, stabilizacije upravljačkih točkova i poboljšanje karakteristika ponašanja vozila pri kretanju,
- optimalne veličine prigušivanja oscilovanja nadgradnje i točkova,
- pouzdan prenos od točkova na karoseriju, odnosno ram vozila sila i momenata u sva tri pravca i
- pogodnost konstrukcije vozila i razmještaja sistema ili mehanizama elastičnog oslanjanja.

U cilju postizanja osnovne orijentacije o mogućnostima danas primjenjivanih rješenja sistema ovješena na raznim vrstama vozila, korisno je izvršiti sistematizaciju prema bitnim karakterističnim veličinama.

Prema vrsti i karakteru elemenata za vođenje točka, sistemi oslanjanja se dijele na

- zavisne i
- nezavisne.

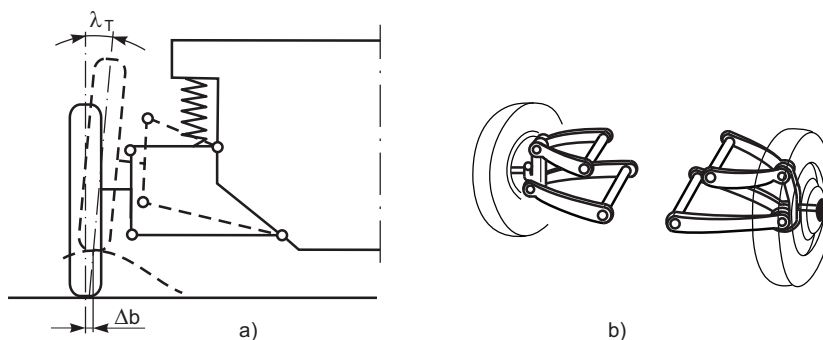
Zavisni sistemi su vezani za pojam krutog mosta bilo pogonskog bilo upravljačkog, kod koga „kruta“ greda vezuje lijevi i desni točak pri čemu se pomjeranje jednog točka u poprečnoj ravni prenosi i na drugi točak (slika 7.1). Ovi sistemi su najjednostavniji, ali ne pružaju mogućnosti obezbjeđenja pravilne kinematike upravljanja. Zbog toga se zavisni sistemi oslanjanja koriste danas na upravljačkim mostovima teretnih vozila. Na pogonskim mostovima koji nisu upravljački,



sistemi zavisnog oslanjanja se sreću djelomično kod putničkih vozila, a kod ostalih vrsta vozila praktično uvijek. Na slici 7.1 nailaskom desnog točka na prepreku, dolazi do pomjeranja cijelog vozila. Ugaono pomjeranje točka će biti obilježavano sa uglom λ_T , a bočno pomjeranje sa kotom Δb .

Sl. 7.1 Sistem zavisnog elastičnog vješanja

Primjer sistema nezavisnog vješanja prikazan je na slici 7.2.



Sl. 7.2 Sistem nezavisnog vješanja sa pomjeranjem točka u poprečnoj ravni sa dvije podužne vodice različitih dužina. Skica (a) i primjer izvedbe (b)

Elastični elementi

Prema vrsti elastičnih elemenata sistemi ovješanja se mogu podijeliti u sljedeće grupe:

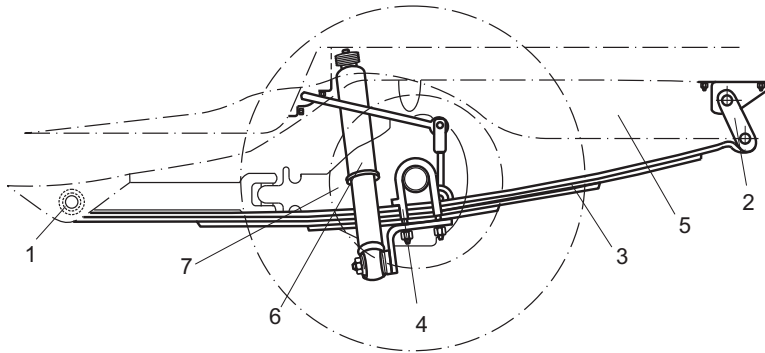
- s lisnatim oprugama (gibnjevima),
- s paraboličnim oprugama,
- s zavojnim oprugama,
- s torzionim oprugama,
- s gumenim elastičnim elementima,
- s pneumatskim elastičnim elementima,
- s hidropneumatskim elastičnim elementima i
- s kombiniranim elastičnim elementima.

Elastičnu karakteristiku sistema oslanjanja u najvećoj mjeri predodređuju elastični elementi. Kako je, s druge strane, ova karakteristika jedan od najbitnijih pokazatelja sistema ovješanja u cjelini, elastični elementi su doživjeli različita konstruktivna rješenja, a danas se izrađuju od metala i nemetala. Elastični elementi od metala izrađuju se kao lisnate opruge (gibnjevi), parabolične opruge (gibnjevi), zavojne opruge i torzioni štapovi. U nemetalne elastične oslonce spadaju gumeni, pneumatski, hidraulički i hidropneumatski elastični elementi.

Na novijim konstrukcijama vozila često se susreću dva pa i više vrsta elastičnih elemenata. U tom slučaju se govori o kombiniranim elastičnim elementima.

U nastavku će biti prkazana neka od rješenja elastičnih elemenata na vozilima.

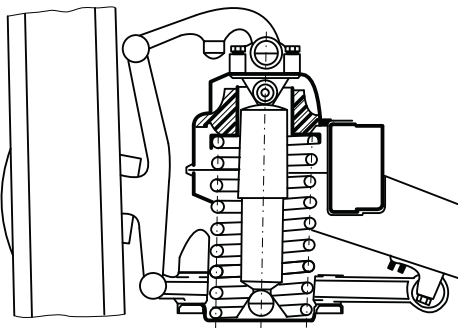
Na slici 7.3 dat je lisnati gibanj sa načinom vezivanja za vozilo.



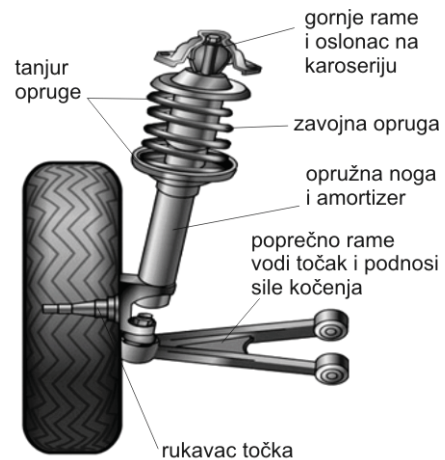
1 - nepokretni oslonac, 2 - pokretni oslonac, 3 - listnati gibanj, 4 - uzengija (veza most - gibanj),
5 - ram, 6 - amortizer, 7 - pogonski most

Sl. 7.3 Vezivanje listnatog gibanja za ram vozila i pogonski most

Na slikama 7.4 i 7.5 data su dva primjera ugradnje zavojnih opruga.

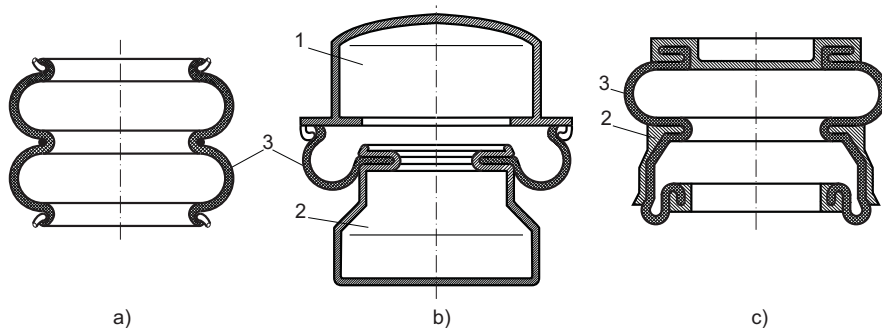


Sl. 7.4 Sistem nezavisnog vješanja prednje upravljačke osovine sa zavojnom oprugom



Sl. 7.5 McPhersonova opružna noga sa zavojnom oprugom

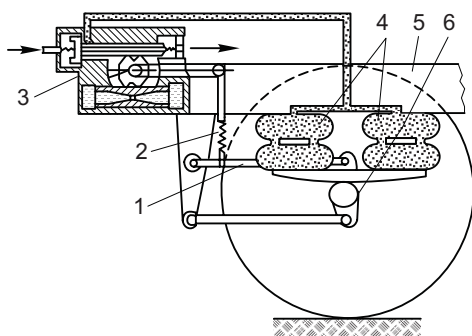
Izgled pneumatskih elastičnih elemenata dat je na slici 7.6, dok su na slikama 7.7 i 7.8 dati primjeri ugradnje pneumatskih elastičnih elemenata. Zbog promjene pritiska zraka u pneumatskom elastičnom elementu, mijenja se (odnosno reguliše se) i krutost ovog elastičnog elementa.



1, 2 – metalno zvono, 3 – armirani gumeni element (balon)
 a) balonski pneumatski jastuk, b) dijafragmeni pneumatski jastuk, c) kombinirani pneumatski jastuk

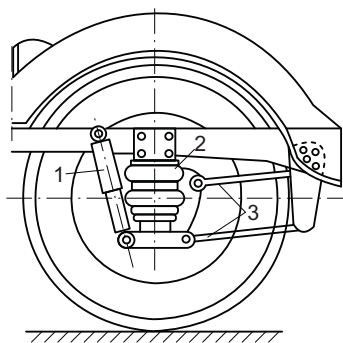
Sl. 7.6 Oblici pneumatskih elastičnih elemenata (pneumatskih jastuka)

Ovo doprinosi da se pri različitim statičkim opterećenjima ugib elementa ne mijenja, odnosno karoserija zadržava konstantan položaj u odnosu na put. Napajanje elemenata zrakom, pod pritiskom se vrši iz instalacije za kočenje (ako je sistem kočenja komprimiranim zrakom), ili iz samostalne instalacije. Automatska regulacija krutosti vrši se posebnim regulatorima (slika 7.7). Ovi elastični elementi koriste se i kod zavisnog i kod nezavisnog ovješnja. Pošto pneumatski elementi nemaju mogućnost da prenesu uzdužne i poprečne sile, moraju biti kombinirani sa elementima za vođenje koji se izvode u obliku štapova (poluga), a postavljaju se u pravcu djelovanja sila (slika 7.8).



1 - upornica oslanjanja, 2 - elastična veza,
 3 - regulacioni uređaj, 4 - zračni jastuci, 5 - nosač,
 6 - regulator nivoa.

Sl. 7.7 Automatska regulacija položaja zračnog elastičnog elementa



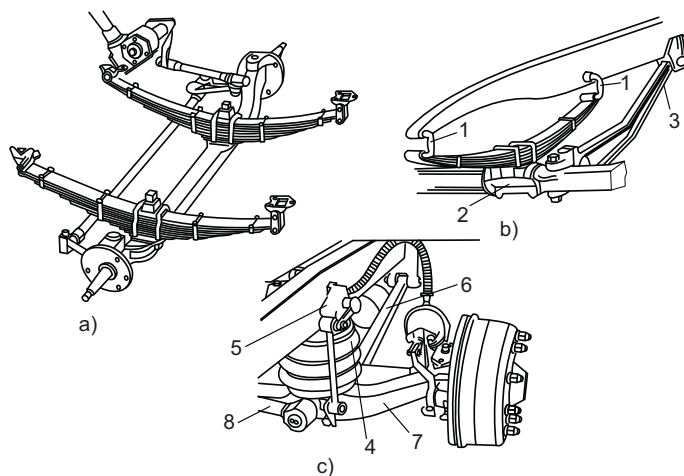
1 - teleskopski amortizer, 2 - pneumatski elastični element, 3 - poluge za vođenje.

Sl. 7.8 Ovješnja prednjih točkova sa zračnim elastičnim elementima, polugama za vođenje i amortizerom

Elementi za vođenje

Elementi za vođenja su vrlo različitih konstruktivnih izvedbi. Tako su npr. na slici 7.2 a) i b) pokazane vođice različitih dužina, na slici 7.8 prikazane su poluge (3) kao poluge za vođenje. Primjeri elemenata vođenja dati su i na slici 7.9.

Najjednostavnije rješenje zavisnog ovješnja prikazano je na slici 7.9 a), a ostvareno je na principu dva listnata gibnja. Karakter pomjeranja mosta u odnosu na ram zavisi od karakteristika gibnja, tj. gibanj igra ulogu i elastičnog elementa i elementa za vođenje. Na slici 7.9 b) prikazan je sistem zavisnog ovješnja gdje podužne sile i reaktivne momente pored gibnja prenosi i poluga (3). Spoj gibnja sa ramom ostvaren je preko uzengije (1), pa se tangencijalne sile i odgovarajući reaktivni moment prenose preko poluge (3), pa je gibanj rasterećen. Na slici 7.9 c), gdje se koristi pneumatski elastični oslonac (4) koji prima samo vertikalna opterećenja, koristi se poluga (6) koja je u čvrstoj vezi sa poprečnom gredom (7) i šarnirno preko poluge (8) sa ramom vozila, koji preuzimaju poprečne sile i momente.



1 - uzengije, 2 - šarnir, 3 - poluga, 4 - elastični oslonac, 5 - amortizer, 6 - poluga, 7 - poprečna greda, 8 - poluga.

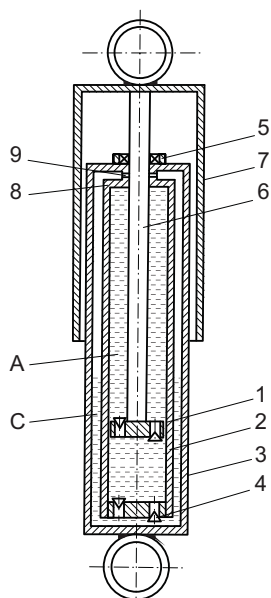
Sl. 7.9 Sistemi zavisnog oslanjanja

Elementi za prigušenje oscilacija

Na vozilima se kao prigušni elementi najčešće susreću:

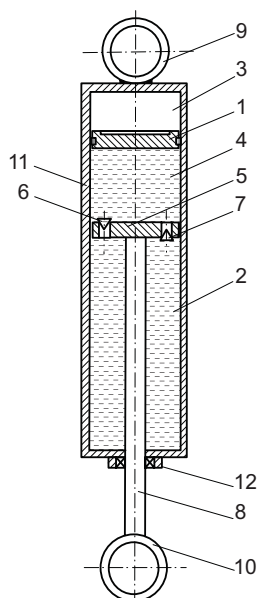
- amortizeri sa polugom
- teleskopski amortizeri (jednocjevni i dvocjevni)

U nastavku su prikazane dvije konstrukcije teleskopskih amortizera na slikama 7.10 i 7.11.



1 - klip, 2, 3 - cilindri, 4 - podnožni ventili, 5 - zaptivač, 6 - klipnjača, 7 - cilindrični omotač, 8 - vođica, 9 - kanal, A - radni prostor, C - prostor za izjednačavanje

Sl. 7.10 Shema dvocjevnog teleskopskog amortizera



1 - razdjelni klip, 2 - radni prostor, 3 - prostor za izjednačavanje, 4 - međuklipni prostor, 5 - klip, 6 - usisni ventil, 7 - potisni ventil, 8 - klipnjača, 9, 10 - uške, 11 - cilindar, 12 - zaptivač

Sl. 7.11 Jednocjevni amortizer sa razdjelnim klipom

Stabilizatori

Ovi elementi se neće posebno ovdje objašnjavati.

8. SISTEM ZA UPRAVLJANJE VOZILOM

Sistem za upravljanje ima zadatak da mijenja i održava pravac kretanja vozila u skladu sa zahtijevima puta, te osigurava neophodan manevar vozila.

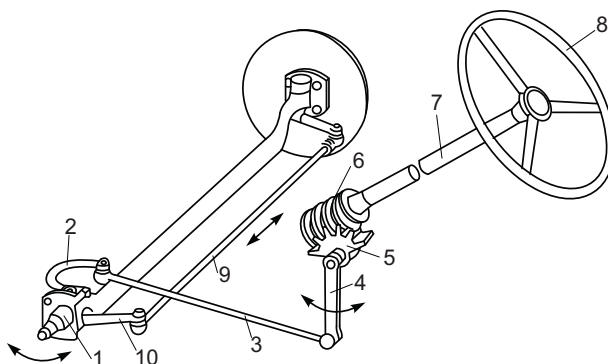
Savremeni sistemi za upravljanje moraju ispuniti sljedeće zahtjeve:

- osigurati visoke manevarske osobine sa brzim i oštrim zakretanjem na relativno maloj površini, kao i stabilno kretanje vozila u položaju pravolinijskog kretanja;
- upravljanje mora biti lagano, bez djelovanja velikih sila (F_V) na točku upravljača; kod putničkih vozila maksimalne vrijednosti te sile se kreću $4 \div 7$ daN, kod teretnih vozila i autobusa $15 \div 20$ daN, a kod teretnih vozila velikih nosivosti i do $30 \div 40$ daN;
- upravljački mehanizmi moraju biti pouzdani i sigurni u radu;
- kinematika mehanizma mora biti takva da u krivini osigura kotrljanje svih točkova bez klizanja kako bi se spriječilo brzo trošenje pneumatika i povećao stepen korisnosti mehanizma za upravljanje;
- spontano vraćanje upravljačkih točkova po izlasku iz krivine u položaj pravolinijskog kretanja pod dejstvom stabilizirajućeg momenta;
- mehanizam mora ublažiti udare izazvane neravninama puta, tako da se na upravljačkom točku prenose neznatne sile koje neće zamarati vozača i time smanjiti sigurnost kretanja vozila i
- konstrukcija mehanizma treba imati što manje zazore, jer se kod većih zazora teško održava putanja kretanja vozila, posebno pri velikim brzinama vozila ili pri kretanju po razrovljenom putu.

Podjela sistema upravljanja može se izvršiti na slijedeće načine:

- a) Prema karakteru upravljanja:
 - upravljanje točkovima,
 - upravljanje osovinama,
 - kombinirano upravljanje i
 - bočno zanošenje (gusjenična vozila).
- b) Prema položaju vozačkog mjesta:
 - upravljanje sa lijeve strane vozila i
 - upravljanje sa desne strane vozila.
- c) Prema karakteru funkcioniranja upravljačkog mehanizma:
 - mehanički mehanizmi i
 - servomehanički mehanizam.

Sistem za upravljanje s osnovnim elementima prikazan je na slici 8.1. Okretanje točka upravljača (8) se prenosi preko osovine upravljača (7) na upravljački mehanizam koji se u ovom slučaju sastoji od puža (6) i pužnog točka (5). Za pužni točak čvrsto je vezana poluga (4) koja se naziva laktasti potiskivač (viseća spona). Laktasti potiskivač zglobno je vezan za uzdužnu sponu (gurajuću sponu) (3), koja preko zgloba prenosi kretanje na gornju polugu okretnog rukavca (2), te se lijevi rukavac počinje okretati oko svoje osovinice. Lijevi rukavac je donjom polugom (10) (ista ima i na desnom rukavcu) i poprečnom (vezujućom) sponom (9) vezan za desni rukavac te se tako vrši i njegovo okretanje oko osovinice, čime se na taj način vrši sinhrono zaokretanje upravljačkih točkova.



1 - okrugli rukavac, 2 - gornja poluga okretnog rukavca, 3 - uzdužna spona (gurajuća), 4 - laktasti potiskivač (viseća spona), 5, 6 - upravljački mehanizam, (5 - pužni točak, 6 - puž), 7 - stub upravljača, 8 - točak upravljača, 9 - spona (vezujuća), 10 - donja poluga okretnog rukavca.

Sl. 8.1 Shema sistema upravljanja

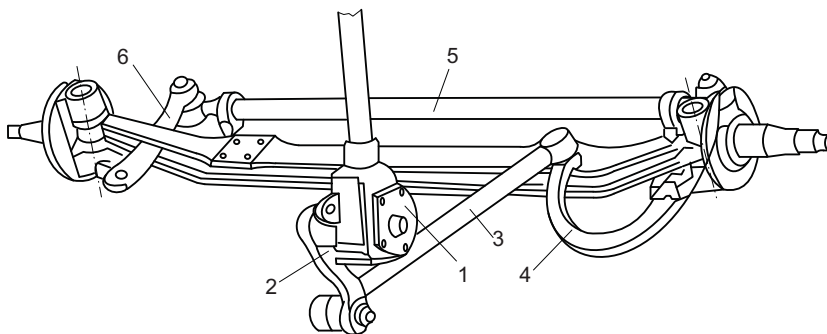
Upravljački mehanizam treba obezbijediti:

- stabilno kretanje u pravcu,
- malu silu na točku upravljača koje obezbjeđuje zakretanje upravljačkih točkova na mjestu na asfaltnoj podlozi i
- proporcionalan odnos sile na točku upravljača i momenta zakretanja upravljačkih točkova.

Karakterizira ga prenosni odnos i stepen korisnog dejstva. Prenosni odnos upravljačkog mehanizma kod putničkih vozila se kreće u granicama od 12 do 20, a kod teretnih vozila i autobusa od 16 do 32. Ovaj prenosni odnos se uvećava za prenosni odnos spona, koji zavisi od konstrukcije upravljačkog mosta. U zavisnosti od vrste prenosnih elemenata u kućištu, upravljački mehanizmi se mogu podijeliti na:

- pužne,
- zavojne,
- zupčaste,
- kulisne i
- kombinirane.

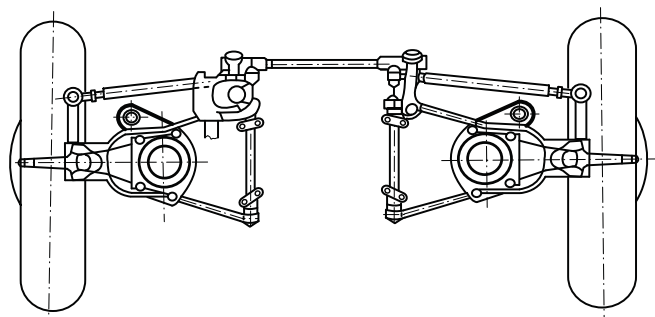
U nastavku su prikazana dva konkretna primjera izvođenja prenosnog mehanizma. Tako je na slici 8.2 prikazan prenosni mehanizam koji se koristi kod teretnih motornih vozila, čiji je upravljački most sa zavisnim sistemom elastičnog oslanjanja.



1 - upravljački mehanizam, 2 - laktasti potiskivač, 3 - uzdužna spona, 4 - gornja poluga okretnog rukavca, 5 - spona, 6 - donja poluga okretnog rukavca

Sl. 8.2 Prenosni mehanizam teretnog motornog vozila

Ilustracija na slici 8.3 pokazuje prenosni mehanizam putničkog vozila sa nezavisnim sistemom elastičnog oslanjanja. Prenosni mehanizmi putničkih motornih vozila su nešto složeniji pa se prilikom kompozicije prednje osovine nailazi na probleme postavljanja prenosnog polužja.



Sl. 8.3 Prenosni mehanizam putničkog motornog vozila

Iz istog razloga, a s obzirom i na manje sile u mehanizmu rade se iskrivljene poluge. Na ovaj način poluga je našla svoje mjesto i funkciju, a u isto vrijeme ublažen je utjecaj dinamičkog udara uslijed vanjskih poremećaja.

Upravljanje vozilima velike nosivosti zahtijeva veliki fizički napor od vozača. Naročito teško je upravljati vozilom pri kretanju po lošim putevima. Da bi se omogućilo lako upravljanje ovim vozilima u sistem za upravljanje se uključuju specijalni servomehanizmi čiji je osnovni zadatak da se smanji potrebna sila na točku upravljača, a samim tim da se poveća manevarska sposobnost vozila.

U današnje vrijeme, servouređaji upravljačkih mehanizama se ugrađuju i na laka vozila. Namjena servouređaja u ovom slučaju je ne samo da olakša upravljanje, nego da omogući bezbjedno kretanje visokim brzinama jer u slučaju eksplozije gume na prednjim točkovima, daleko je lakše održati kretanje u pravcu kod sistema upravljanja sa servouređajem.

Konstrukcija servouređaja u sistemu za upravljanje mora ispuniti slijedeće zahtjeve:

- a) u slučaju kvara servomehanizma ne smije se narušiti normalno funkcioniranje sistema upravljanja,
- b) nemogućnost samouključenja servouređaja uslijed utjecaja neravnina puta pri pravolinijskom kretanju i
- c) da je okretanje upravljačkih točkova proporcionalno ugaonom pomjeranju točka upravljača.

Prema konstruktivnoj izvedbi i vrsti prenosnih medija tipovi servouređaja su:

- hidraulički,
- pneumatski i
- električni.

Bez obzira na konstrukciju, servouređaj mora imati slijedeće osnovne elemente:

1. Izvor energije – kod hidrauličnog servouređaja je to hidraulična pumpa koja dobiva pogon od motora, kod pneumatskog servouređaja izvor energije je kompresor sa rezervoarom zraka, a kod električnih servouređaja je to izvor električne energije.
2. Servouređaj služi za predaju sila na sistem upravljanja. Kod hidrauličkih i pneumatskih servomehanizama je to radni cilindar koji pretvara energiju radnog fluida (tečnosti ili zraka) u silu koja djeluje na sistem upravljanja, a kod električnih servomehanizama energija se predaje na upravljačkom mehanizmu.
3. Razvodnik mora omogućiti distribuciju radnog fluida u jedan ili drugi dio radnog cilindra u zavisnosti od potrebnog smjera obrtnog momenta na upravljački točak, te da prekine dovod radnog fluida kada se dostigne zaokretanje točka diktirano točkom upravljača.

9. SISTEMI KOČENJA VOZILA

Osnovni uslov koji, u odnosu na sigurnost u prometu, treba ispuniti svaki sistem kočenja jeste da uz maksimalnu moguću efikasnost ne ugrozi stabilnost kretanja i upravljivost vozila pri kočenju. Ovo će biti ostvareno samo u slučaju kada se pri kočenju ne ugrozi osnovna funkcija točka - njegovo kotrljanje po podlozi.

Ako se koči točak koji se kreće po podlozi, tada se između točka i podloge pojavljuje sila kočenja čiji je pravac suprotan pravcu kretanja točka. Sila kočenja (F_k), sila otpora zraka i otpora kotrljanja (kretanje po ravnom putu) omogućavaju zaustavljanje vozila pri kočenju.

Pri kočenju vozila moguće je ostvariti četiri karakteristična režima:

- kočenje u slučaju iznenadne opasnosti (naglo kočenje),
- normalno kočenje,
- djelomično kočenje i
- kočenje vozila u stanju mirovanja.

Prilikom kočenja u slučaju iznenadne opasnosti, neophodno je obezbijediti minimalni put kočenja (maksimalno usporenje), bez gubitaka stabilnosti (zanošenja) vozila. Kočenje u slučaju iznenadne opasnosti je praktično najznačajniji proces kočenja jer određuje bezbjedno kretanje vozila, iako se upotrebljava veoma rijetko (3 ÷ 5% od ukupnog broja kočenja).

Normalno kočenje ima za cilj smanjenje brzine vozila s normalnim usporenjem koje ne utječe na udobnost vožnje. Ovaj režim kočenja je najviše zastupljen režim u odnosu na ukupan broj kočenja.

Režim djelomičnog kočenja sa malim ili srednjim intenzitetom koristi se prije svega na putevima sa padom čije dužine mogu biti od nekoliko stotina metara do nekoliko kilometara.

Kočenje vozila koje se nalazi u stanju mirovanja mora obezbijediti da vozilo stoji neograničeno dugo na takvom usponu koji se može savladati u najnižem stepenu prenosa.

U energetskom smislu proces kočenja je krajnje neracionalan jer se kinetička energija vozila, dobivena na račun transformacije energije goriva u motoru, troši na trenje i trošenje kočionih obloga i doboša, odnosno diska.

Sistem kočenja mora ispuniti sljedeće uslove:

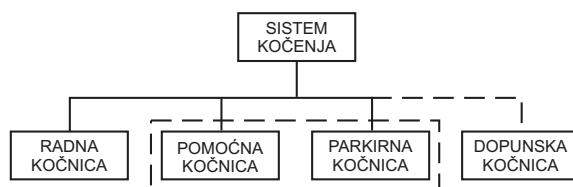
- a) obezbijediti minimalni put kočenja ili maksimalno moguće usporenje pri naglom kočenju; da bi se ovaj uslov ispunio mora se obezbijediti kratak odziv sistema kočenja na komandu, istovremeno kočenje svih točkova i potrebna preraspodjela sila kočenja po mostovima;
- b) obezbijediti stabilnost vozila pri kočenju;
- c) obezbijediti potrebnu udobnost putnika pri kočenju; da bi se ovaj zahtjev ispunio potrebno je obezbijediti ravnomjeran porast sile kočenja, koji je proporcionalan pritisku na pedalu kočnice;
- d) obezbijediti dobro funkcioniranje sistema kočenja i pri učestalom kočenju, što je vezano sa dobrim odvođenjem toplote, pošto u tom slučaju ne dolazi do znatnijih promjena koeficijenta trenja između obloga i doboša, odnosno diska;
- e) dug vijek trajanja i
- f) siguran rad bez obzira na uslove eksploatacije. Ovaj zahtjev je ispunjen ako na vozilu postoje dva ili više sistema kočenja (pomenutih ranije), koji djeluju nezavisno jedan od drugoga, ili ako postoji više sistema za aktiviranje mehanizma kočenja, nezavisnih jedan od drugoga.

Gradnja sistema kočenja

Zbog kompleksnosti zadataka i strogih zahtjeva, sistemi kočenja predstavljaju složene sisteme, sastavljene iz više podsistema, koji objedinjuju veći broj sklopova i elemenata. Najšire posmatrano, sistem kočenja ima sljedeće osnovne dijelove ili podsisteme:

- radna kočnica,
- pomoćna kočnica,
- parkirna kočnica i
- dopunska kočnica – usporivač.

Osnovna struktura sistema kočenja shematski je prikazana na slici 9.1. Uloga pojedinih podsistema objašnjena je u nastavku.



Sl. 9.1 Struktura sistema kočenja

Radna kočnica preuzima izvršavanje najvažnijih zadataka sistema kočenja, odnosno kočenje vozila maksimalnim usporenjima (u slučaju opasnosti) i sva blaža, kratkotrajna kočenja, u normalnim uslovima kretanja. Ona stoga predstavlja najvažniji dio sistema kočenja, kome se posvećuje posebna pažnja.

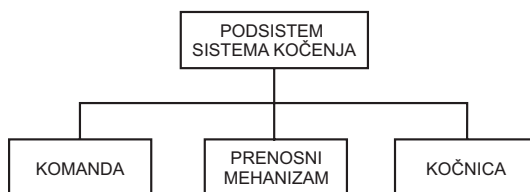
Pomoćna kočnica se uvodi isključivo radi povećanja bezbjednosti vozila na putu, odnosno u cilju ostvarivanja veće pouzdanosti sistema kočenja. Njen je zadatak da obezbijedi mogućnost kočenja vozila i u slučaju da dođe do otkaza u podsistemu radne kočnice. Propisi, međutim, dozvoljavaju da performanse pomoćne kočnice budu u određenom stepenu niže nego radne kočnice.

Parkirna kočnica, kao što i ime govori, ima zadatak da obezbijedi trajno kočenje vozila u mjestu, tj. parkirno kočenje. Ukoliko se ova kočnica riješi tako da se može aktivirati i pri kretanju vozila, što se najčešće i radi, parkirna kočnica može da preuzme i zadatke pomoćne kočnice. U tom slučaju pomoćna i parkirna kočnica su jedan isti podsistem, što je na blok shemi na slici 9.1 i naznačeno isprekidanom linijom.

Dopunska kočnica (usporivač) prevashodno je namijenjena blagom, dugotrajnom kočenju, pri kretanju vozila na dužim padovima. U tom smislu njeno obavezno postojanje propisano je samo za vozila većih ukupnih masa (što je na slici 9.1 naznačeno isprekidanim linijama). Međutim, ako vozilo ima usporivač, on se često koristi i za sva blaga usporavanja, dakle u mnogim slučajevima kočenja, koja se normalno ostvaruju radnom kočnicom.

Svaki od navedenih podsistema, strukturno se rješava u osnovi na isti način, odnosno uključuje iste funkcionalne komponente (slika 9.2):

- komanda,
- prenosni mehanizam i
- kočnica.



Sl. 9.2 Podsistemi sistema kočenja

Ovo se odnosi i na priključna vozila (osim najmanjih masa), s tim što je potrebno da se ukaže i na slijedeće osobenosti.

Prije svega, treba kazati da priključna vozila posjeduju svoje sopstvene sisteme kočenja, slične osnovne strukture kao što je naprijed, načelno objašnjeno (radna, pomoćna i parkirna kočnica), i da se pred njih postavljaju isti zahtjevi. Sistem kočenja prikolice, međutim, mora biti strogo usklađen sa sistemom kočenja vučnog

vozila, obezbjeđujući na taj način jedinstveni sistem kočenja vučnog vozila. Sa stanovišta načina izvođenja (ne ulazeći u potrebne odnose performansi kočenja vučnog i priključnog vozila), usklađenost sistema kočenja vučnog vozila i prikolice odnosi se, prvenstveno, na način aktiviranja prenosnog mehanizma priključnog vozila, a zatim i na njegovo izvođenje.

Uloga pojedinih podsistema u sistemu kočenja objašnjena je u nastavku.

Komanda služi za aktiviranje odgovarajućeg podsistema, tj. radne, pomoćne i drugih kočnica. Svaki podsistem mora imati, dakle, svoju komandu, postavljenu tako da vozač je lako može aktivirati. Komanda radne kočnice je izvedena kao papučica koja je postavljena neposredno ispred sjedišta vozača, tako da vozač je može aktivirati ne skidajući ruke s točka upravljača. Za pomoćnu i parkirnu kočnicu komanda je obično ručna, tj. u obliku ručice koja je, također, postavljena uz sjedište vozača, tako da pri njenom aktiviranju vozač jednu ruku može držati na volanu.

Kada su pomoćna i parkirna kočnica riješene konstrukcijski jedinstveno, onda je i njihova komanda, očigledno, jedna ista ručica. Komanda dopunske kočnice (usporivača) je najčešće, također, ručna (ručica, poluga), ali često se izvodi i kao nožna (ponekad neposredno uz komandu radne kočnice, uz istovremeno aktiviranje).

Sa stanovišta aktiviranja prenosnog mehanizma sistema kočenja priključnih vozila, treba istaknuti da se svi podsistemi ovog sistema, izuzev parkirne kočnice, aktiviraju odgovarajućim komandama sistema kočenja vučnog vozila ili, rjeđe kočenjem vučnog vozila. Dakle, radna i pomoćna kočnica prikolice aktiviraju se odgovarajućim komandama vučnog vozila. Isto se odnosi i na usporivač, ukoliko se koristi na prikolici. Umjesto ovoga, aktiviranje ovih kočnica može se ostvariti i samim kočenjem vučnog vozila, tj. impulsom koji se dobiva kada priključno vozilo “nalijeće” na kočeno vozilo. To je, tzv. inerciono kočenje prikolice, koje je dozvoljeno samo za priključna vozila malih ukupnih masa (manje od 3.500 kg).

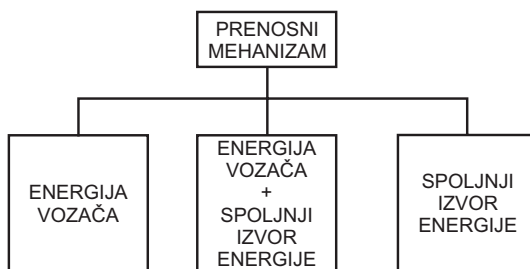
Parkirno kočenje priključnih vozila može se ostvariti parkirnom kočnicom koja ima posebnu komandu. Ovo je veoma često rješenje, a realizira se tako što se komanda postavlja pozadi ili sa strane prikolice, tako da se može aktivirati kada se vozač nalazi pored nje, tj. van vozačkog mjesta.

Prenosni mehanizam ima zadatak da dobijeni impuls od komande prenese do izvršnih organa – kočnica. Ovo je bitna funkcija sistema kočenja, koja značajno utječe na ukupne performanse vozila u pogledu kočenja. Ispunjenje ovih zadataka je načelno složeno, posebno kod radne kočnice vozila velikih ukupnih masa.

Prenosni mehanizmi sistema kočenja rješavaju se na različite načine. U osnovi postoje tri principijelna rješenja (slika 9.3):

- prenošenje energije vozača,
- prenošenje energije vozača uz djelomično korištenje spoljnog energetskog izvora (ili rezervoara) i

- prenošenje energije iz drugih, tj. spoljnih izvora, a na osnovu impulsa koji potječu od vozača.



Sl. 9.3 Prenosni mehanizmi

Uobičajeno je da se prva rješenja na slici 9.3 nazivaju prenosni mehanizmi bez servodejstva, druga sa servopojacanjem (ili sa servopojacalima), a treća sa potpunim servodejstvom.

Prema vrsti prenosnih elemenata, prenosni mehanizmi mogu biti:

- mehanički,
- hidraulički,
- pneumatski,
- električni/elektronski i
- kombinirani.

Kočnica (kočioni mehanizam)

Postoji više načina ostvarenja momenta kočenja, i to: mehaničkim trenjem, unutrašnjim trenjem u tečnosti, elektrodinamičkom indukcijom i stvaranjem otpora zraka.

Kod motornih vozila se najčešće moment kočenja ostvaruje mehaničkim trenjem. Na teškim teretnim vozilima i autobusima primjenu nalaze, tzv. motorne kočnice koje pri aktiviranju zatvaraju izduvnu cijev, istovremeno „oduzimaju“ gorivo i motor sui tad radi kao kompresor (stvaranjem otpora zraka), i kočnice koje rade na principu elektrodinamičke indukcije, a koje se obično postavljaju na jedno od kardanskih vratila transmisije. Kočioni moment, koji se ostvaruje unutrašnjim trenjem u tečnosti koristi se kod hidrodinamičkih kočnica (takve kočnice se najčešće upotrebljavaju na stolovima za ispitivanje motora sui). Pošto se kod frikcionih kočionih mehanizama kinetička energija putem trenja pretvara u toplotnu, kočioni doboš se mora konstruirati tako da ima mogućnost dobrog odvođenja toplote (obično se izrađuju sa rebrima). Frikcioni materijal koji se postavlja na papuču, mora također biti otporan na toplotu i imati određenu čvrstoću, te se često koriste savremeni materijali koji omogućavaju brzo odvođenje toplote sa frikcionog

sklopa. U zavisnosti od načina ostvarivanja momenta kočenja vrši se podjela i mehanizama za kočenje.

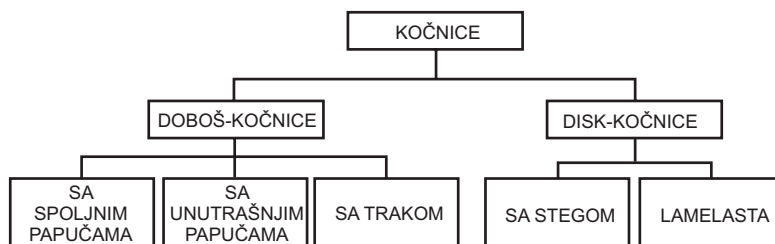
Na motornim vozilima najčešće su u upotrebi mehanizmi za kočenje koji rade na principu mehaničkog trenja (frikcioni mehanizmi za kočenje). U zavisnosti od mjesta na koje su postavljeni, mogu se podijeliti na mehanizme za kočenje u točkovima i mehanizme za kočenje koji djeluju na transmisiju.

U nastavku su date najvažnije konstruktivne karakteristike izvršnih elemenata (kočnica) i prenosnih sistema.

Mehanizam za kočenje u točku (kočnica)

Kočnica, kao izvršni element u instalaciji kočenja, ima zadatak da pomoću frikcionog materijala koji dolazi u dodir sa diskom, odnosno dobošem, na točku proizvodi moment trenja koji vrši usporenje obrtanja točka do potpunog zaustavljanja. Zbog toga se kočnice kod vozila često i zovu frikционе kočnice.

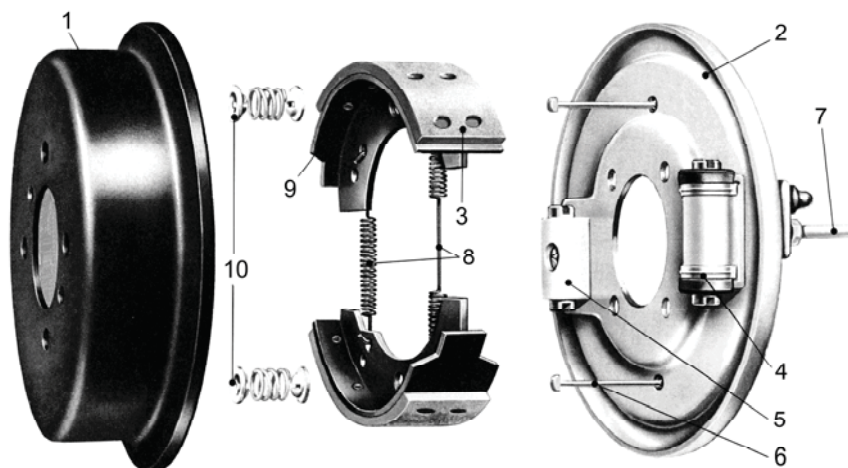
Frikcione kočnice se mogu podijeliti prema izvedbi kao na slici 9.4.



Sl. 9.4 Podjela frikcionih kočnica

Frikcioni kočioni mehanizam koji se nalazi u točku ostvaruje trenje između kočionog doboša ili diska koji je čvrsto vezan za točak (okreće se zajedno s njim), i kočionih papučica koje su postavljene na nosaču kočionih papučica, koji je vezan za most.

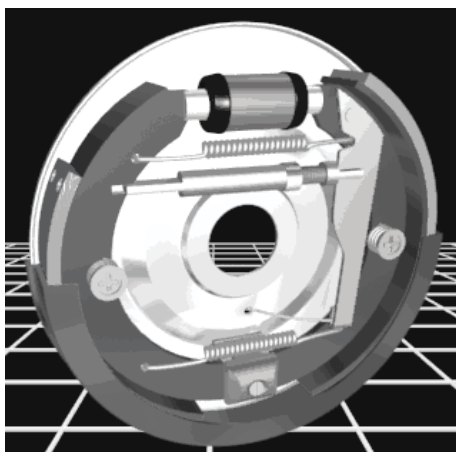
Osnovni dijelovi frikционе kočnice (tzv. doboš kočnice) prikazani su na slici 9.5.



1 - doboš, 2 - nosač, 3 - obloga kočnice, 4 - hidraulički radni cilindar, 5 - uređaj za podešavanje čeljusti, 6 - nosač sigurnosnih opruga, 7 - cijev instalacije kočenja, 8 - povratna opruga, 9 - čeljust kočnice, 10 - sigurnosne opruge

Sl. 9.5 Glavni dijelovi doboš kočnice

Izgled doboš kočnice u montiranom stanju pokazan je na slici 9.6, a na slici 9.7 dat je izgled kočne čeljusti sa frikcionom oblogom.

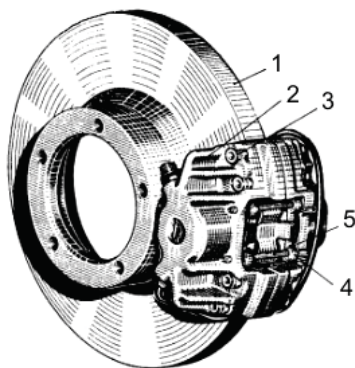


Sl. 9.6 Izgled doboš kočnice



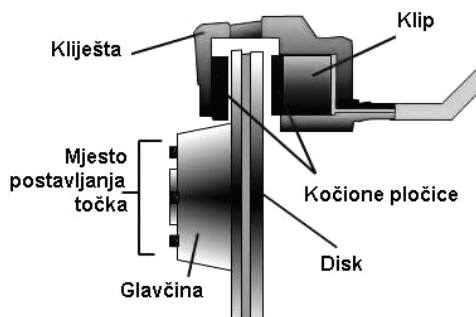
Sl. 9.7 Čeljust kočnice sa frikcionom oblogom

Pored doboš kočnica često se koriste i frikционе kočnice sa diskom ili disk kočnice. Osnovni elementi i izgled takve kočnice dati su na slici 9.8 i slici 9.9.



1 - disk, 2 - klješta, 3 - stezni vijci, 4 - frikционе pločice, 5 - osigurači pločica

Sl. 9.8 Disk kočnica – osnovni elementi



Sl. 9.9 Disk kočnica – presjek

Disk kočnice se kod nekih tipova vozila postavljaju na transmisiju, a kod putničkih vozila u točku ili na poluvratila. Dobra strana disk kočnica je da smanjuju težinu hodnog stroja, dobro odvedu toplotu i same se podešavaju u toku eksploatacije.

Pored ovog mehanizma koriste se i mehanizmi koji djeluju na transmisiju. Sastoje se obično od kočionog doboša i kočionih papuča koje se postavljaju sa vanjske strane doboša (kočnice sa vanjskim papučama).

Ovakvi kočioni mehanizmi obično se upotrebljavaju kod parkirnih (ručnih) kočnica. Parkirne kočnice se najčešće izvode sa istim kočionim mehanizmom koji služi za sistem radnih kočnica, ali se sistem za aktiviranje izvodi posebno (obično kao mehanički). Dejstvo parkirne kočnice je najčešće samo na jedan most (obično zadnji).

Prenosni mehanizam (sistem za aktiviranje kočnica)

Sistem za aktiviranje kočnica služi da prilikom komande od strane vozača razmakne kočione papuče koje se tada priljubljuju uz doboš, ili primakne kočione papuče koje se priljubljuju na disk, te na taj način stvaraju moment trenja i vrše kočenje vozila.

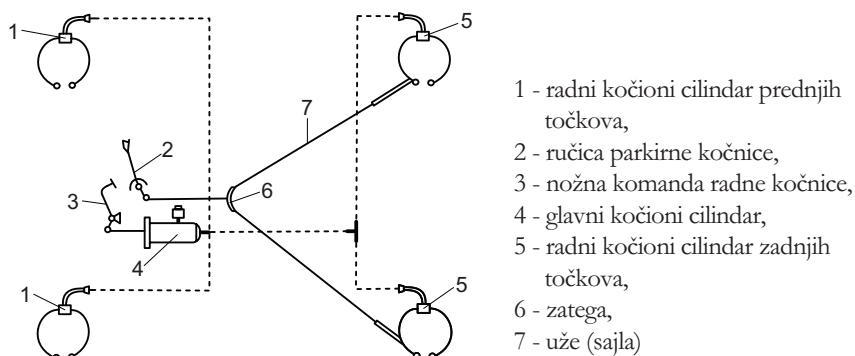
Prema načinu prenosa komande do mehanizama za kočenje sistemi za aktiviranje se mogu podijeliti na:

- a) mehaničke,
- b) hidrauličke,
- c) pneumatski,
- d) električne/elektronski i
- e) kombinirane (hidromehanički, elektromehaničke itd.).

Kod vozila ukupne težine $40 \div 50$ kN dovoljna je energija mišića vozača da ostvari kočionu silu u režimu naglog kočenja, te se kao sistem za aktiviranje obično koristi hidraulički sistem.

Kod vozila ukupne težine $80 \div 100$ kN sistem za aktiviranje je obično kombiniran sila koju daje vozač obično se povećava servouređajem koji ima poseban izvor energije (obično komprimirani zrak). Sistem za aktiviranje je obično hidraulički. Kod ovih vozila često se susreće i kombinacija gdje je servouređaj hidraulički, a sistem za aktiviranje pneumatski. U novije vrijeme počinju se pojavljivati i tzv. sistemi sa električnim prenosnim mehanizmom. Danas su prisutni ovakvi mehanizmi kod ručnih kočnica.

U nastavku su dati primjeri nekih prenosnih mehanizama. Na slici 9.10 dat je mehanički prenosni mehanizam.



Sl. 9.10 Shema mehaničkog prenosnog mehanizma za pomoćnu i parkirnu kočnicu putničkog vozila sa elementima radne kočnice (crtkane linije)

Hidraulički prenosni mehanizmi su nešto složenije gradnje. Signal od sile proizvedene na papučici kočnice kreće se kroz tečnost u cijevima ili crijevima do izvršnih elemenata (kočnica). Kočiona tečnost u sistemu se smatra slabo stišljivim fluidom, a impuls pritiska proizveden u glavnom kočionom cilindru prostire se brzinom zvuka kroz kočionu tečnost tako da se hidraulički prenosni mehanizam može smatrati hidrodinamičkim sistemom. Zbog specifične izvedbe i uslova toka tečnosti u sistemu, značajan dio autora ovaj sistem posmatra hidrostatičkim sistemom.

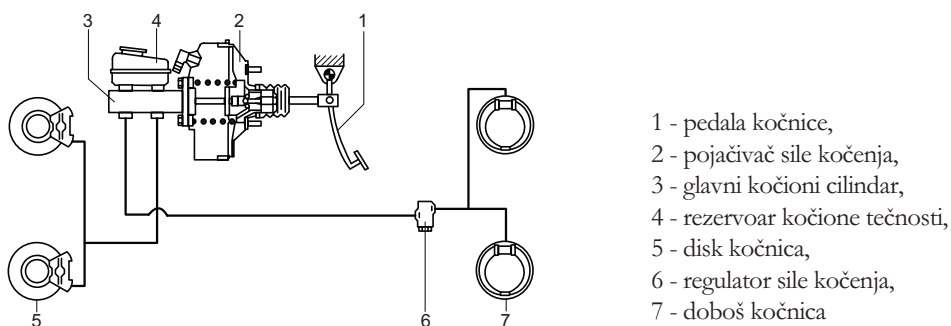
U cilju obezbjeđenja funkcionalnih uslova u hidrauličkom prenosnom mehanizmu se najčešće ugrađuju i određena servopojačala.

Prema rasporedu cijevi do pojedinih točkova i njihove veze za glavnim kočionim cilindrom hidraulički prenosni mehanizmi se dijele na

- jednokružne i
- dvokružne.

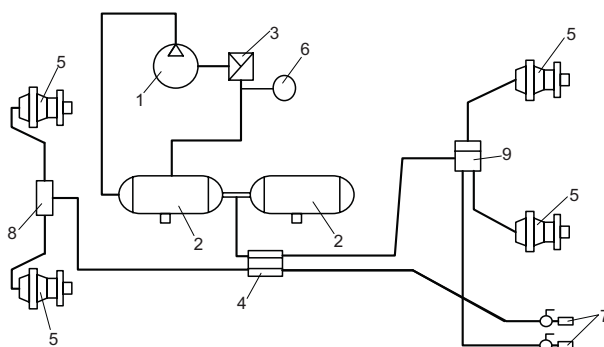
Jednokružni hidraulički prenosni mehanizmi se praktično rijetko koriste zbog toga što svako oštećenje cjevovoda izaziva havariju (neupotrebljiva radna kočnica). Zbog toga se danas hidraulički prenosni mehanizmi izvode kao dvokružni gdje su dva odvojena sistema cijevi od kočionog cilindra prema točkovima, čime se obezbjeđuje određeni stepen sigurnosti kočenja, i pod uslovom da dođe do oštećenja jedne cijevi sa kočionom tečnošću.

Shematski izgled hidrauličkog prenosnog mehanizma koji se koristi najčešće kod putničkih vozila, prikazan je na slici 9.11, sa označenim osnovnim elementima.



SI. 9.11 Shema hidrauličnog prenosnog mehanizma

Karakteristična shema pneumatskog sistema prenosa signala sa osnovnim elementima data je na slici 9.12.



1 - kompresor zraka, 2 - rezervoari zraka, 3 - regulator pritiska, 4 - razvodnik zraka, 5 - kočioni cilindri, 6 - manometar, 7 - priključak za prikolicu, 8 - uređaj brzog otkočenja prednjih točkova, 9 - ubrzivač kočenja i otkočenja zadnjih točkova

SI. 22.21 Pneumatski sistem prenosa signala u instalaciji kočenja

Glavni kočioni cilindar bilo s nožnom komandom ili s ručnom komandom aktivira instalaciju za kočenje jednostavnim davanjem signala, bez upotrebe velike sile od strane vozača.

Dobre osobine pneumatskog sistema za aktiviranje kočionog mehanizma su:

- mali rad koji mora dati vozač u procesu kočenja; ova prednost je osnovna i ona opredjeljuje korištenje ovog sistema kod vozila s većom ukupnom težinom i
- mogućnost znatne mehanizacije sistema vozila (zračno ovješeno, razni servouređaji itd.) zahvaljujući instalaciji komprimiranog zraka.

Osnovni nedostaci pneumatskog sistema su:

- značajan broj mehanizama i uređaja koji čine instalaciju komprimiranog zraka,
- relativno dugo vrijeme odziva kočionog mehanizma i
- gubitak funkcije u slučaju oštećenja cjevovoda.

Isto kao kod hidraulične instalacije i u slučaju pneumatske instalacije uvode se uređaji za pojačanje signala – servouređaji pneumatskog tipa.

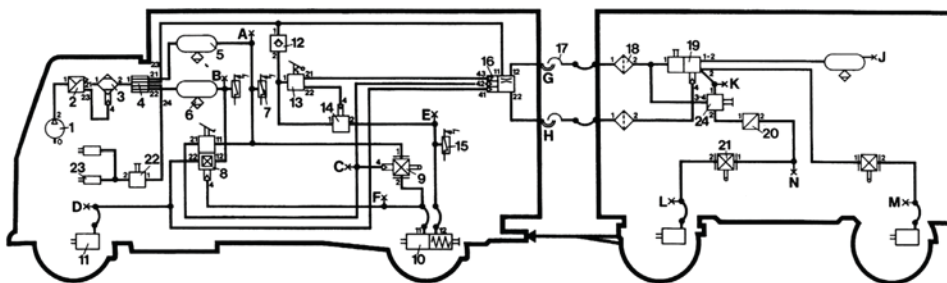
Za slučaj podizanja aktivne bezbjednosti motornog vozila u javnom prometu uvode se složeni pneumatski cilindri s oprugom. U trenutku kada u instalaciji padne pritisak ispod normalnog, opruga nateže kočioni mehanizam i vozilo stoji ukočeno. Kada pritisak zraka u instalaciji naraste na nazivnu vrijednost i savlada silu opruge mehanizam je otkočen i vozilo je spremno za eksploataciju.

Konstrukcije pomoćne parkirne kočnice na kočionim dobošima točkova mogu se izvoditi i kao pneumatske preko specijalnih kočionih cilindara poznatih pod nazivom TRISTOP kočioni cilindri. Tristop cilindar predstavlja praktično opružni akumulator kombiniran sa ručnim kočionim ventilom za aktiviranje.

U toku kočenja svi točkovi na vozilu nisu sa istim uslovima kočenja (različita podloga, različito opterećenje po osovinama itd.), odnosno na točkovima jednog vozila mogu postojati različiti uslovi prijanjanja zbog toga se kod savremenih vozila u sklopu kočionih instalacija nalaze i uređaji koji vrše preraspodjelu kočione sile, sve s ciljem postizanja efikasnog kočenja. Oni su otvorenog tipa. Ovih uređaja ima dosta različitih po konstrukciji, a razvijeni su na bazi različitog pritiska, opterećenja osovina, usporenja itd. Uobičajeni naziv im je ARSK uređaji. Kod ovih uređaja ne postoji povratna informacija o efektima ostvarene regulacije, tako da se ne može spriječiti blokada točkova. Uređaji koji vrše regulaciju sila (i momenata) kočenja, koji imaju povratnu informaciju o efektima kočenja, su uređaji tzv. zatvorenog tipa. Uobičajena naziv im je ABS-uređaji (protiv blokirajući uređaji), koji će kasnije biti objašnjeni detaljnije. Pored ovih uređaja, na kočionoj instalaciji, koriste se i neki drugi uređaji, kao npr. uređaj za sprečavanje proklizavanja vozila pri startu vozila (ASR uređaj) itd., koji će kasnije biti objašnjeni.

Shema jedne kompletne pneumatske kočione instalacije sa ARSK uređajem i TRISTOP cilindrom na zadnjoj osovini vučnog vozila (za radnu, pomoćnu i

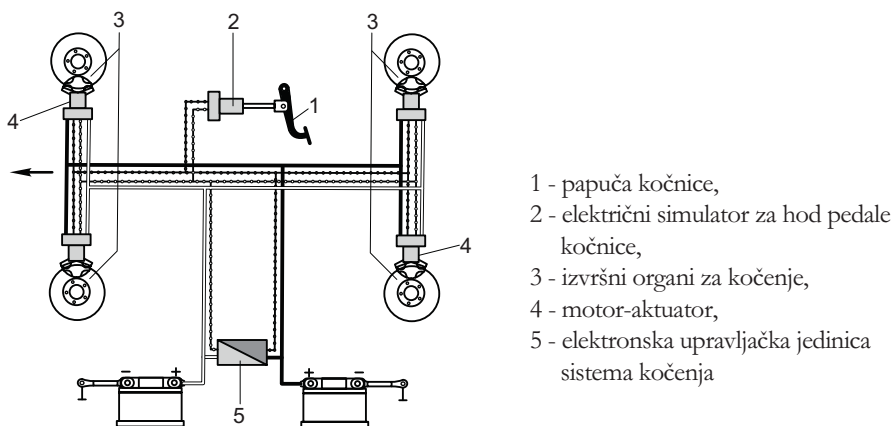
parkirnu kočnicu), za teretno vozilo sa prikolicom, data je na slici 9.13. Ova instalacija se neće posebno objašnjavati.



1 – kompresor, 2 - regulator pritiska, 3 - sušač zraka, 4 - četvorokružni zaštitni ventil, 5 - rezervoar zraka, 6 - ventil za ispuštanje vode, 7 - pneumatski prekidač, 8 - kočioni ventil, 9 - ARSK ventil, 10 - tristop cilindar, 11 — membranski cilindar, 12 - nepovratni ventil, 13 - ventil ručne kočnice, 14 - prelivni ventil, 15 - pneumatski prekidač, 16 - upravljački ventil prikolice, 17 - spojničke glave, 18 - prečistač, 19 - kočni ventil prikolice, 20 - ventil za prilagođavanje sile kočenja, 21 - ARSK ventil, 22 - trostazni ventil, 23 - radni cilindar, 24 - odzračni ventil

Sl. 9.13 Pneumatska kočiona instalacija teretnog vozila sa prikolicom

Novi razvoj sistema kočenja ide u pravcu razvijanja takozvanog električnog/elektronskog prenosnog mehanizma, popularno nazvanog „brake-by-wire“. Principijelno izvedba ovakve instalacije data je shematski na slici 9.14.



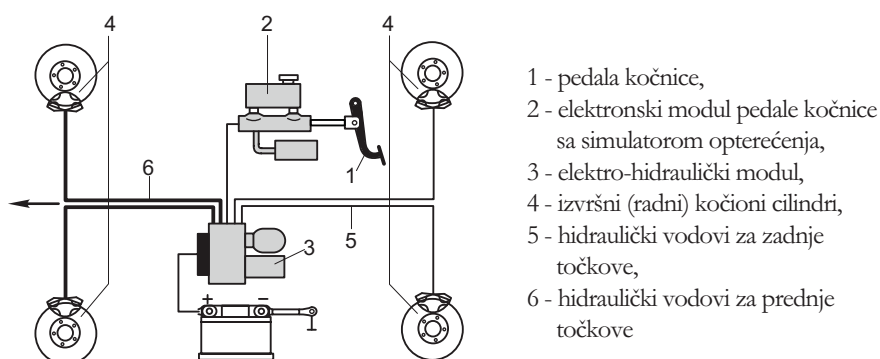
Sl. 9.14 Električni/elektronski prenosni mehanizam

Električni simulator (2) sa hodom papučice kočnice (1) šalje električni signal do elektromotora – aktuatora (4) koji vrši pomjeranje izvršnih organa za kočenje (3) i

tako ostvaruje određeni intenzitet kočenja, zavisno od hoda pedale kočnice. Elektronska upravljačka jedinica (5) vrši preusmjeravanje jačine električnog signala prema pojedinim točkovima u cilju pravilne raspodjele kočione sile.

Danas se u serijskoj proizvodnji uspješno koriste sistemi električnog prenosa signala kod ručnih kočnica na putničkim vozilima.

Električni i elektronski prenosni sistemi posebno dobivaju na značaju kod elektro-pneumatskih i elektro-hidrauličkih sistema kočenja, kod kojih se nastoji smanjiti inercija (odziv) sistema. Primjer jednog elektro-hidrauličkog sistema, koji predstavlja prvi korak u izvedbi tzv. „brake-by-wire“ sistema kočenja, prikazan je na slici 9.15. Pedala kočnice (1) preko elektronskog modula za simuliranje opterećenja (2) šalje



Sl. 9.15 Elektro-hidraulički sistem prenosa signala u kočionoj instalaciji

električni signal na elektro-hidraulički modul (3) gdje se formira pritisak u kočionoj tečnosti, koji se prostire vodovima (5) i (6) do izvršnih organa (4). Dio prenosnog sistema poslije elektro-hidrauličkog modula (3) je isti kao i kod hidrauličkih prenosnih sistema.

Trajni usporivači motornih vozila – dopunski kočioni sistem

Razvoj motornih vozila u smislu poboljšanja ekonomičnosti kroz povećanje nosivosti, paralelno traži i zadovoljenje aktivne bezbjednosti u javnom prometu, što se u prvom redu manifestira kroz kočioni sistem.

Transportna motorna vozila većih masa, 10 t i više, imaju izražen problem vožnje na putevima promjenljive konfiguracije, s obzirom na duže vrijeme kočenja pri vožnji na nizbrdici. Sila kočenja upravo je proporcionalna masi vozila i profilu puta pri konstantnoj brzini vožnje na nizbrdici. Ako se ovom doda i procenat usporenja gdje na kočionim mehanizmima treba prihvatiti i dio kinetičke energije vozila, onda se ovi mehanizmi nalaze u vrlo odgovornoj funkciji gdje treba veliki dio

potencijalne i kinetičke energije pretvoriti u rad sila trenja, odnosno toplotu. Ovaj rad sile trenja proporcionalan je dužini kočionog puta, koji najčešće nije kratak.

Na osnovu naprijed rečenog može se konstatirati da se u određenim uslovima eksploatacije motornog vozila, trebaju intenzivno koristiti kočnice na kojima se oslobađa velika količina toplote. Oslobođena kočiona toplota, koja se treba prenijeti u atmosferu, podiže temperaturno stanje kočionih elemenata.

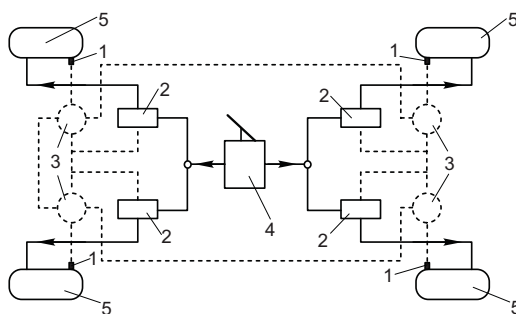
Na ovaj način dovodi se u pitanje funkcioniranje mehanizma za kočenje radne kočnice i poremećaj u aktivnoj bezbjednosti. Da se ne bi dolazilo u kritične situacije, razrađeni su mehanizmi trajnih usporivača koji pouzdano održavaju vozilo u kvazistacionarnom režimu, pri vožnji motornog vozila na nizbrdici. U tom smislu doneseni su i zakonski propisi o obaveznoj ugradnji trajnih usporivača na autobusima mase preko 7 t i teretnim vozilima preko 10 t. U zavisnosti od ukupne mase vozila i odgovarajuće efikasnosti razvio se veći broj konstruktivno različitih trajnih usporivača:

- leptir motorna kočnica,
- motor-kompresor trajni usporivači,
- elektromagnetski trajni usporivači,
- hidrodinamički trajni usporivači.

Naprijed navedeni osnovni tipovi trajnih usporivača imaju svoje specifičnosti u konstrukciji i kategoriji primjene.

Novi razvoj vozila, gdje sistem kočenja zauzima ključno mjesto sa stanovišta sigurnosti, ima na sebi veći broj pomoćnih uređaja, koji potpomažu stabilnost vozila pri kočenju, naglom skretanju itd. To su uređaji poznati pod komercijalnim nazivima: ABS, ESP, ASR, itd.

Primjer ugrađenog sistema ABS na svaki točak na vozilu dat je na slici 9.16, gdje su označeni najvažniji elementi.



1 - davač ugaone brzine, 2 - regulacioni ventil, 3 - upravljačka jedinica, 4 - glavni kočioni cilindar, 5 - točak vozila

Sl. 9.16 Shema sistema ABS na vozilu sa četiri točka, gdje su za svaki točak neovisni blokovi ABS-a

U procesu kočenja, pa i vožnje u najširem smislu te riječi, važno je da točkovi vrše kotrljanje uz razuman nivo proklizavanja. Svaka blokada točkova izaziva probleme nestabilnosti, gubljenje upravljivosti itd. Najvažniji uređaj koji u procesu kočenja kontrolira iskoristivosti prijanjanja točkova na podlogu je ABS.

Problem iskoristivosti vučne sile na pogonskim točkovima nosi naziv „trakcija“ vozila. Zbog toga se danas na vozilima nalazi veliki broj uređaja koji djeluju samostalno ili su oslonjeni na ABS, koji kontroliraju trakciju vozila u različitim uslovima vožnje i pomažu u vožnji.

10. ELEKTROOPREMA NA VOZILIMA

10.1 Akumulator

Pored uobičajenog naziva akumulator, poznat je i pod nazivom baterija. U praksi se primjenjuju akumulatori napona od 6V, 12V i 24V. Akumulatori napona od 6V se mogu susresti kod mopeda starije generacije, dok se akumulatori od 12 V susreću kod motocikala, putničkih motornih vozila i teretnih motornih vozila najčešće do 3,5 t ukupne mase. Kod vozila čija ukupna masa prelazi 3,5 t kao što su teretna motorna vozila, autobusi i druga vozila posebne namjene, napon u akumulatori iznosi 24 V. Zbog stalnog povećanja broja električnih potrošača na savremenim putničkim motornim vozilima, u budućnosti se očekuje primjena akumulatora napona 42 V.

Namjena akumulatora na vozilu je da snabdijeva električnom energijom sve električne uređaje na vozilu u vremenu kada generator električne struje, zbog stajanja motora ili rada motora pri malom broju okretaja, ne daje nikako ili daje nedovoljnu količinu električne energije. Osim toga, akumulator mora obezbjediti dovoljno električne energije u svim klimatskim uslovima, a koja je potrebna za startovanje, odnosno pokretanje motora pomoću elektropokretača (startera).

10.2 Generator

Namjena generatora električne struje je da za vrijeme rada motora snabdijeva strujom sve uključene potrošače, te da uz to, po potrebi, efikasno puni akumulator.

Donedavno uobičajene generatore istosmjerne struje sa kolektorom (dinamo) zamijenili su generatori bez kolektora. Ovi generatori proizvode naizmjeničnu struju, koja biva "ispravljena" u istosmjernu putem ispravljača ugrađenih u samom generatoru. Ovi generatori su u praksi poznati pod imenom alternatori. Generatori električne struje moraju obavezno imati i regulator (regler).

Regler, odnosno regulator generatora električne struje, je u novije vrijeme ugrađen na samom generatoru, pogotovo na putničkim motornim vozilima. Njegova namjena je da ograničava rast napona i struje generatora na određenom nivou, koji zadovoljava potrebe električnih potrošača na vozilu bez ugrožavanja njihove funkcije. Osim toga, regulator obezbjeđuje punjenje akumulatora kada se dostigne

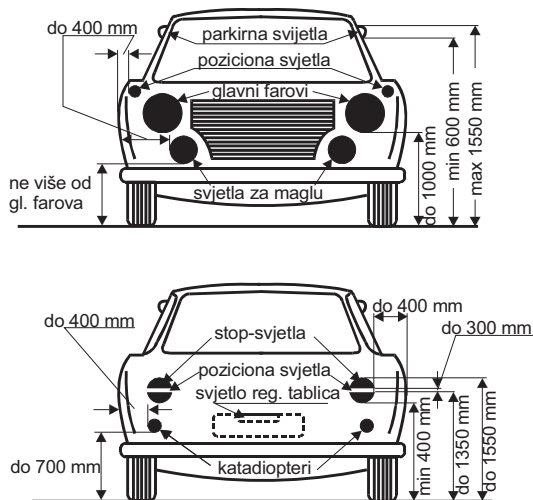
zadovoljavajući nivo napona, ali isto tako i prekida proces punjenja kada bi povratna struja iz akumulatora mogla biti štetna za generator.

10.3 Uređaji za osvjjetljenje i svjetlosnu signalizaciju

Na vozilima se nalaze tri osnovne grupe svjetlosnih uređaja, čija je namjena osvjjetljenje puta ili davanje svjetlosnih znakova. To su:

- uređaji za osvjjetljavanje puta: glavni farovi, svjetla za maglu, svjetla za vožnju unazad, te farovi za osvjjetljavanje mjesta na kome se izvode radovi i pokretni far (reflektor) kod vozila posebne namjene;
- uređaji za označavanje vozila: prednja i zadnja poziciona svjetla, zadnje svjetlo za maglu, parkirna svjetla, gabaritna svjetla, svjetlo za osvjjetljenje zadnje registarske tablice, katadiopteri, te rotaciona i trepćuća svjetla kod vozila posebne namjene;
- uređaji za davanje svjetlosnih znakova: stop-svjetla, pokazivači pravca i uređaji za istovremeno uključivanje svih pokazivača pravca.

Na slici 10.1. dat je primjer putničkog vozila sa svjetlima koja se nalaze na njemu.



Sl. 10.1 Raspored svjetlosnih uređaja na vozilu

Katadiopteri sa svojom reljefnom površinom i odgovarajućim materijalom omogućavaju pojavu intenzivne difuzne svjetlosti ako se na njih direktno ili indirektno usmjeri svjetlosni snop, npr. iz fara drugog motornog vozila. Na taj način se omogućava bolje uočavanje predmetnog vozila na kome su ugrađeni, što i jeste njihova namjena. Primjena i ugradnja katadioptera je propisana zakonski, a regulirana je pravilnikom ECE 03 i 48.

10.4 Uređaji za davanje zvučnih signala

Na vozilima se ugrađuju električne ili elektro-pneumatski uređaji za proizvodnju zvučnih signala. Ton ovih uređaja mora biti jednoličan, nepromjenjivog intenziteta. Izuzetno, na vozilima određene namjene može biti ugrađen poseban uređaj za davanje naizmjeničnih zvučnih znakova različitih frekvencija.

10.5 Kontrolno-signalni uređaji

U ove uređaje spadaju:

- Na putničkim motornim vozilima: brzinomjer, putomjer sa sijalicom za osvjetljavanje, kontrolna plava sijalica za veliko svjetlo farova i svjetlosni i/ili zvučni znak za kontrolu rada pokazivača pravca.
- Na autobusima: brzinomjer s putomjerom i sijalicom za osvjetljavanje, tahograf za registriranje brzine, vremena i pređenog puta, kontrolna plava sijalica za veliko svjetlo farova, svjetlosni i/ili zvučni znak za kontrolu rada pokazivača pravca, manometar pritiska zraka u pneumatskoj instalaciji. Osim ovih uređaja, kod autobusa namijenjenih za gradski i prigradski saobraćaj tu spadaju još i svjetlosni znak za kontrolu zatvorenosti vrata koja nisu u vidnom polju vozača i uređaj za davanje i primanje znakova od konduktera.
- Na teretnim vozilima: brzinomjer s putomjerom i sijalicom za osvjetljavanje, tahograf za registriranje brzine, vremena i pređenog puta, kontrolna plava sijalica za veliko svjetlo farova, svjetlosni i/ili zvučni znak za kontrolu rada pokazivača pravca, pokazivač raspoloživog pritiska zraka u pneumatskoj instalaciji.
- Na motociklima: brzinomjer s putomjerom i sijalicom za osvjetljavanje, a za motocikle sa radnom zapreminom motora preko 50 cm³ kontrolna plava sijalica za veliko svjetlo fara.

10.6 Električni osigurači

Namjena osigurača je da obezbjede provodničke krugove u električnoj instalaciji, a koji su ugrađeni kao zaštita od preopterećenja koja bi mogla izazvati nedozvoljeno zagrijavanje ili čak pregaranje vodova. Osigurači se izvode kao topivi ulošci ili topive trake sa određenim standardnim nominalnim vrijednostima struje preopterećenja.

11. UREĐAJI KOJI OMOGUĆAVAJU NORMALNU VIDLJIVOST

U ove uređaje spadaju:

- vjetrobran i spoljna prozorska okna kabine i karoserije;
- uređaj za kvašenje i čišćenje spoljne površine vjetrobrana (brisač vjetrobrana);
- ogledalo (jedno ili više) koje vozaču omogućava osmatranje puta i saobraćaja.

12. UREĐAJ ZA ODVOĐENJE PRODUKATA SAGORIJEVANJA I BUKA VOZILA

12.1 Uređaj za odvođenje produkata sagorijevanja

Ovaj uređaj služi za prihvatanje produkata sagorijevanja od izlaza iz izduvnog kolektora motora do ispusta u atmosferu. Glavni sastavni dijelovi su: fleksibilne i krute cijevi i izduvni lonci (prigušivači buke). Sa uvođenjem evropskih normi u pogledu smanjenja emisija zagađujućih materija u produktima saagorijevanja s početkom 90-tih godina prošlog vijeka pa do danas, u sklopu izduvnog lonca su ugrađeni i katalizatori izduvnih gasova (katalizator CO, NO_x, itd.), kao i filteri za čvrste čestice. Kod teretnih vozila često je u izduvnom vodu ugrađena i motorna kočnica (frena).

Na kraju uređaja za odvođenje produkata sagorijevanje se kod oto motora mjeri se sastav izduvnih gasova prema ECE pravilniku R 15, dok se kod dizel motora mjeri se opacitet (neprozirnost, dimnost) izduvnih gasova prema ECE pravilniku R 24, kao i njihov sastav prema ECE pravilniku R 49.

Komponente u izduvnim gasovima koje predstavljaju zagađivače koji su zakonski regulisani su: ugljen monoksid (CO), nesagorjeli ugljovodonici (C_xH_y), azotni oksidi (NO_x) i dim, odnosno čestice. U novije vrijeme se kontrolirše i emisija ugljen dioksida (CO₂) kao gasa stakleničke bašte. Takođe se može kontrolisati i emisija kisika (O₂) u izduvnim gasovima, kao mjera procesa sagorijevanja (siromašna snjesa, bogata smjesa itd.).

Sastav izduvnih gasova i način njihovog mjerenja na tehničkim pregledima detaljnije će biti opisan u poglavlju o načinu i metodama ispitivanja vozila.

12.2 Buka vozila

Prema opšte važećim propisima ECE pravilnik R 9 tretira buku vozila sa 3 točka, a ECE pravilnik R 41 buku motocikla i ECE pravilnik R 51 buku vozila sa 4 i više točkova. Ispitivanje buke po ovim pravilnicima ima tačno propisane uslove (poligonska ispitivanja). Ukoliko se primijeti na vozilu "neregularna" buka upućuje se na ispitivanje prema gore pomenutim pravilnicima.

Prema naprijed nabrojanim pravilnicima, koji tretiraju buku, granične vrijednosti dozvoljene buke, kod novih vozila, stalno se smanjuju. Obzirom da se na tehničkim pregledima ne može izvesti procedura mjerenja buke prema ECE pravilnicima, ovdje se neće posebno ni navoditi granične vrijednosti buke za pojedina vozila.

13. UREĐAJI ZA ODMAGLJIVANJE I ODMRZAVANJE VJETROBRANA, UREĐAJ ZA GRIJANJE I PROVJETRANJE KABINE ZA VOZAČA I PROSTORA ZA PUTNIKE

Odmagljivanje i odmrzavanje vjetrobrana se kod nižih klasa vozila rješava u sklopu sistema grijanja i provjetravanja kabine vozila. Ugrađeni fiksni ili podesivi usmjerivači svježeg ili od toplote motora zagrijanog zraka usmjeravaju jedan dio ovog zraka na unutrašnju površinu vjetrobrana, dok se preostali dio ubacuje u kabinu u cilju provjetravanja ili zagrijavanja. Njihovo upuštanje se regulira ručno pomoću odvojenih klapni. Mana ovih sistema zagrijavanja kabine i odmrzavanja vjetrobrana je sporo zagrijavanje struje zraka, koje zavisi od brzine zagrijavanja motora. Zato se kod velikog broja putničkih vozila i gotovo svih privrednih vozila ugrađuju posebni električni grijači i višebrzinski ventilatori koji značajno ubrzavaju proces odmagljivanja ili odmrzavanja vjetrobrana i proces provjetravanja i grijanja kabine vozila. Ovakva rješenja značajno utiču na povećanje sigurnosti vožnje (prozirni vjetrobrani – dobra preglednost za vozača i komfor vozača i putnika (odgovarajuća temperatura prostora).

14. BRAVE, VRATA, POKLOPCI I ZATVARAČI, OSIGURANJE VOZILA

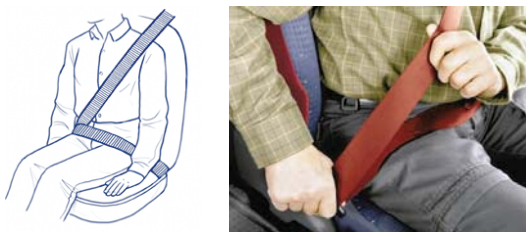
Brave na vratima vozila moraju biti dvostepene i imaju mehanizam kojim se sa unutrašnje strane mogu fiksirati u sigurnosni položaj.

Vrata, poklopci i druge vrste zatvarača na otvorima karoserije, koji su veći od minimalnih dimenzija za ulaz jednog lica, izvedeni su tako da se mogu otvoriti i sa unutrašnje strane. Oni su osigurani, tj. ne mogu se sami otvoriti za vrijeme vožnje.

Pored standardne opreme za osiguranje često se ugrađuju i dodatni uređaji za osiguranje vozila od neovlaštene upotrebe.

15. PRIKLJUČCI ZA SIGURNOSNE POJASEVE I SIGURNOSNI POJASEVI

Sigurnosni pojasevi su u putničkim motornim vozilima obavezno ugrađeni, najmanje za prvi red sjedišta, sa vezivanjem u tri tačke kao što je prikazano na slici 15.1. Sigurnosni pojasevi sa vezivanjem u tri tačke se danas primjenjuju i na zadnjem redu sjedišta kod putničkih motornih vozila. Sva sjedišta koja imaju ugrađene sigurnosne pojaseve moraju biti opremljena i naslonom za glavu.



Sl. 15.1 Sigurnosni pojasevi

Da bi se spriječile povrede grudnog koša od strane sigurnosnog pojasa pri naglom kočenju kod modernih vozila se danas primjenjuju i regulatori zatezanja sile sigurnosnog pojasa.

16. PRIKLJUČNI UREĐAJI ZA SPAJANJE VUČNOG I PRIKLJUČNOG VOZILA

Sva motorna (vučna) vozila namijenjena za vuču priključnog vozila trebaju imati priključke za :

- mehaničko povezivanje vučnog i priključnog vozila, gdje postoje različita konstruktivna rješenja: kuka, vučno oko, pufer, itd.,
- elektroinstalacije priključnog vozila (osvjetljenje priključnog vozila sa pokazivačima pravca i stop svjetla, a kod nekih vozila i sa svjetlosnim i/ili zvučnim signalom za vožnju unazad),

Priključke za instalaciju sistema kočenja ne mora imati jedino putničko vozilo koje vuče prikolice ukupne mase do 750 kg. U slučaju prikolica čija se ukupna masa nalazi u intervalu 750-1500 kg, priključna vozila mogu biti opremljena sa inercijalnom (naletnom) kočnicom. U zavisnosti od ukupne mase, veće od 1500 kg, priključna vozila moraju imati hidraulične ili pneumatske instalacije na priključnom vozilu za osiguranje svih funkcija pojedinih sistema na priključnom vozilu (sistem kočenja, sistem elastičnog oslanjanja, itd.)

17. OPREMA VOZILA

Pod opremom vozila podrazumijevaju se: rezervni točak, aparat za gašenje požara, znak za obilježavanje vozila zaustavljenog na kolovozu puta, kutija prve pomoći, rezervne sijalice i osigurači, zimska oprema i druga oprema. Kod teretnih vozila se obavezno zahtijevaju klinasti podmetači, poluga za vuču (ruda), lopata, metla te posebna dodatna oprema ako vozilo prevozi opasne materije. U slučaju autobusa obavezno je prisustvo čekića za razbijanja stakla te vrećice za sanitarne potrebe u zavisnosti od namjene autobusa za pojedine vrste prevoza.

18. ZAKONSKA REGULATIVA I STANDARDI KOJI SE ODNOSE NA VOZILA, UREĐAJE I OPREMU VOZILA

Motorno vozilo se sastoji iz niz agregata, sistema, sklopova i podsklopova, te kao takvo mora zadovoljiti odgovarajuće norme i propise kako bi se obezbjedila odgovarajuća sigurnost kako samog vozača, ostalih saputnika i prevoženog tereta, tako i ostalih učesnika u saobraćaju.

U procesu definisanja vozila, njegove izrade i plasmana mogu se razlikovati dvije osnovne kategorije propisa koje motorno vozilo u saobraćaju na putevima mora da zadovolji: nacionalni i međunarodni.

18.1. Nacionalni propisi

Nacionalni propisi po svom sadržaju su definisani i obavezni u zemlji nastajanja i ozakonjenja, a donose se od strane Vlade odnosno vladinih organa iz pojedinih resora. Po strogosti mogu biti i strožiji od međunarodnih, a ta razlika je posljedica tehničke razvijenosti date zemlje, geo i klimatskih razlika za pojedine regione.

U Bosni i Hercegovini, vezano za ovu problematiku, važeći su zakoni i u okviru njih propisi za drumska vozila:

- Zakon o osnovama sigurnosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini,
- Zakon o cestovnom prijevozu Federacije Bosne i Hercegovine,
- Zakon o međunarodnom i međuentitetskom cestovnom prevozu,
- Zakon o prevozu opasnih materija,
- Zakon o zaštiti na radu,
- Pravilnik o dimenzijama, ukupnoj masi i osovinskom opterećenju vozila, o uređajima i opremi koju moraju imati vozila i o osnovnim uvjetima koje moraju ispunjavati uređaji i oprema u saobraćaju na putevima,
- Pravilnik o tehničko-eksploatacionim uslovima za vozila kojima se obavljaju pojedine vrste prijevoza,
- Pravilnik o tehničkim pregledima vozila,
- Pravilnik o preventivnim tehničkim pregledima motornih i priključnih vozila,,
- Pravilnik o licenci za obavljanje prevoza u unutrašnjem cestovnom prometu,
- Pravilnik o homologaciji vozila, dijelova uređaja i opreme vozila,
- Pravilnik o certificiranju vozila i uvjetima koje organizacije za certificiranje vozila moraju ispuniti.

Prethodno nabrajani zakonski i podzakonski akti predstavljaju samo osnovne dokumente važeće u Bosni i Hercegovini koji regulišu tehničke zahtjeve koji se postavljaju pred motorna i priključna vozila.

Kao poseban oblik tehničkih odredbi koje se odnose na pojedine elemente vozila, kao i klasifikacija vozila, termini i definicije dati su u odgovarajućim tehničkim standardima. Međutim, standardi kao dokumenti nemaju obavezu primjene ukoliko se u okviru zakonskih propisa na njih ne upućuje. U Bosni i Hercegovini za sada još uvijek se nalaze u svakodnevnoj praksi niz JUS standarda.

S početkom rada Tehničkog komiteta za cestovna vozila, koji djeluje u okviru Instituta za standarde mjeriteljstvo i intelektualno vlasništvo Bosne i Hercegovine (BAS/TC 35), počelo se sa donošenjem Bosansko-Hercegovačkih standarda koji postepeno zamjenjuju JUS standarde. Većina ISO-BAS standarda za drumska vozila je već usvojena u okviru Tehničkog komiteta BAS/TC 35.

18.2. Međunarodni propisi

U okviru međunarodnih propisa od posebnog značaja za vozila su jednoobrazni uslovi o homologaciji motornih vozila i dijelova opreme vozila.

Sporazum o jedinstvenim uslovima za homologaciju motornih vozila, dijelova i opreme vozila te o međusobnom priznavanju, koji je nastao u okviru Ekonomske komisije OUN za Evropu, potpisan je u Ženevi 1958., a prethodna Jugoslavija je pristupila 1962. godine.

Na osnovu ovog osnovnog sporazuma, posebno stručno tijelo (WP 29-Working Party of the Construction of Vehicles), sa svojim ekspertnim grupama za pojedina područja, priprema pravilnike koji određuju konstrukciono-funkcionalne osobine pojedinih dijelova odnosno sistema vozila. To su tzv. ECE pravilnici. Do sada je izašlo 126 ECE pravilnika, dok je Bosna i Hercegovina formalno preuzela 94 pravilnika.

Pored pomenutih ECE pravilnika, za međunarodni drumski transport veoma važni sporazumi su tzv. ADR sporazum (prevoz opasnih materija drumom) i ATP sporazum (prevoz lako pokvarljivih roba drumom). Između ostalog, u okviru ovih sporazuma definisani su dodatni tehnički uslovi koje moraju zadovoljiti vozila koja prevoze odgovarajuću opasnu ili lako pokvarljivu robu.

ISPITNA PITANJA ZA KONTROLORE NA STANICAMA TEHNIČKIH PREGLEDA

POZNAVANJE MOTORNIH I PRIKLJUČNIH VOZILA

1. U koju kategoriju, prema ECE propisima, spadaju motorna vozila namjenjena za javni prijevoz putnika?
 - a. Kategoriju M,
 - b. Kategoriju N,
 - c. Kategoriju O,
 - d. Kategoriju T.

2. U koju kategoriju, prema ECE propisima, spadaju motocikli?
 - a. Kategoriju A,
 - b. Kategoriju L,
 - c. Kategoriju M,
 - d. Kategoriju N.

3. U koju kategoriju, prema ECE propisima, spadaju poluprikolice?
 - a. Kategoriju L,
 - b. Kategoriju M,
 - c. Kategoriju O,
 - d. Kategoriju T.

4. U koju kategoriju, prema ECE propisima, spadaju teretna motorna vozila?
 - a. Kategoriju K,
 - b. Kategoriju L,
 - c. Kategoriju M,
 - d. Kategoriju N.

5. Taktovi četvorotaktnog motora su:
 - a. Usisavanje,
 - b. Sabijanje,
 - c. Predubrizgavanje,
 - d. Širenje,
 - e. Izduvanje.

6. Četverotaktni motori su motori kod kojih se:
 - a) Radni ciklus obavi za četiri hoda klipa,
 - b) Radni ciklus obavi za jedan puni obrtaj radilice motora,
 - c) Radni ciklus obavi za dva hoda klipa,
 - d) Radni ciklus obavi za dva puna obrtaja radilice motora.

7. Dvotaktni motori su motori kod kojih se:
 - a) Radni ciklus obavi za dva puna obrtaj radilice motora,
 - b) Radni ciklus obavi za četiri hoda klipa,
 - c) Radni ciklus obavi za dva hoda klipa,
 - d) Radni ciklus obavi za jedan puni obrtaj radilice motora.

8. Prema načinu hlađenja motori se dijele na:
 - a) Motore hlađene uljem,
 - b) Motore hlađene tečnošću,
 - c) Motore hlađene zrakom.

9. Prema načinu dovodenja vazduha motori se dijele na:
 - a. Usisne motore,
 - b. Dizel motore,
 - c. Oto motore,
 - d. Nadpunjenje (turbo) motore.

10. Šta od navedenog ne spada u sistem dobave goriva kod oto motora:
 - a) Rezervoar goriva,
 - b) Prečistač goriva,
 - c) Karburator,
 - d) λ sonda.

11. Šta od navedenog ne spada u sistem dobave goriva kod dizel motora:
 - a) Pumpa visokog pritiska,
 - b) Brizgač,
 - c) Prečistač goriva,
 - d) Grijач.

12. Zavisno od izvora napajanja strujom postoje:
 - a) Sistemi baterijskog paljenja,
 - b) Sistemi vanjskog paljenja,
 - c) Sistemi magnetnog paljenja.

13. Osnovna uloga sistema za podmazivanje je:
 - a) Smanjenje trenja,
 - b) Hlađenje cilindara,
 - c) Zaštita od korozije,
 - d) Povećana hermetičnost sklopa.

14. Glavni dijelovi motora se dijele na:
 - a) Pokretne,
 - b) Djelimično pokretne,
 - c) Nepokretne.

15. Koji dijelovi motora spadaju u pokretne dijelove?
- a) Blok motora,
 - b) Klipnjača,
 - c) Klipni prstenovi,
 - d) Radilica,
 - e) Glava motora.
16. Koji dijelovi motora spadaju u nepokretne dijelove?
- a) Cilindar,
 - b) Klipnjača,
 - c) Karter,
 - d) Radilica,
 - e) Glava motora.
17. Koji elementi su sastavni dijelovi klipne grupe SUS motora?
- a) Klip,
 - b) Klipnjača,
 - c) Osovinica,
 - d) Radilica,
 - e) Klipni prstenovi.
18. Klip u cilindru vrši:
- a) Pravolinijsko kretanje,
 - b) Rotaciono kretanje,
 - c) Kombinovano kretanje.
19. Klipovi se najčešće izrađuju od:
- a) Legura aluminijuma,
 - b) Čistog željeza,
 - c) Bronze.
20. Osnovni zadatak osovinice klipa je:
- a) Ostvari vezu između velike pesnice i klipa,
 - b) Ostvari zgobnu vezu klipa i klipnjače,
 - c) Izvrši ojačanje klipa.
21. Osovinica se u klipu osigurava pomoću:
- a) Vijaka,
 - b) Zavarenim spojem
 - c) Bočnim osiguračima.

22. Klipni prstenovi se dijele na:
- Kompresione,
 - Uljne,
 - Udarne,
 - Bezudarne.
23. Osnovna uloga klipnih prstenova je:
- Zaptivanje prostora izgaranja,
 - Sudjelovanje u odvodu toplote od klipa na cilindarsku košuljicu,
 - Izmjena radne materije,
 - Stvaranje vrtloženja zraka.
24. Osnovna uloga uljnog prstena je:
- Zaptivanje prostora izgaranja,
 - Izmjena radne materije,
 - Regulacija uljnog filma za podmazivanje.
25. Koji sklop motora SUS pretvara pravolinijsko kretanje klipa u kružno kretanje?
- Klip,
 - Klipnjača,
 - Klipni prstenovi,
 - Koljenasto vratilo,
 - Bregasta osovina.
26. Koljenasto vratilo vrši:
- Rotaciono kretanje,
 - Pravolinijsko kretanje,
 - Kombinovano kretanje.
27. Na leteći rukavac koljenastog vratila se veže:
- Glavni ležaj,
 - Zamajac,
 - Klipnjača.
28. Koljenasto vratilo se izrađuje:
- Livenjem,
 - Zavarivanjem
 - Kovanjem.
29. Na koljenastom vratilu zamajac se montira na:
- Sredini,
 - Kraju,
 - Početku.

30. Uloga klipnjače je:
- Da pretvara kružno kretanje koljenastog vratila u pravolinijskolinijsko kretanje klipa,
 - Da pretvara pravolinijsko kretanje klipa u kružno kretanje koljenastog vratila,
31. Klipnjača se sastoji od:
- Male pesnice,
 - Tijela,
 - Letećeg rukavca,
 - Velike pesnice sa poklopcem.
32. Ako je blok motora konstruktivno izrađen sa mokrom cilindarskom košuljicom, to znači da:
- Tečnost za hlađenje ne prolazi direktno oko vanjske strane košuljice,
 - Tečnost za hlađenje prolazi direktno oko vanjske strane košuljice.
33. Zračno hlađene cilindarske košuljice na sebi imaju:
- Rebra za odvođenje toplote,
 - Kanale za prolaz izduvnih gasova.
34. Koje izvedbe motora SUS možemo sresti kod savremenih vozila?
- Ležeći,
 - Lebdeći,
 - Stojeći,
 - Viseći.
35. Šta čini kompresionu zapreminu cilindra?
- Zapremina od donje mrtve tačke do glave cilindra,
 - Zapremina između donje i gornje mrtve tačke,
 - Zapremina između klipa u gornjoj mrtvoj tački i glave motora.
36. Šta čini hodnu zapreminu cilindra?
- Zapremina od donje mrtve tačke do glave cilindra,
 - Zapremina između položaja klipa kada se nalazi u donjoj i gornjoj mrtvoj tački,
 - Zapremina između klipa u gornjoj mrtvoj tački i glave motora.
37. Koji medij se sabija u taktu sabijanja kod starijih Diesel motora?
- Vazduh (zrak)
 - Diesel gorivo (en 590 ili drugo)
 - Smjesa diesel goriva i vazduha u odgovarajućem omjeru

38. Kako se nazivaju motori koji mogu stabilno raditi koristeći različita goriva?
- Common rail motori
 - Kombinovani motori
 - Hibridni motori
39. Šta predstavlja stepen kompresije motora?
- Odnos ukupne i kompresione zapremine cilindra,
 - Odnos hodne i kompresione zapremine cilindra,
 - Odnos hodne i ukupne zapremine cilindra.
40. Šta se dešava povećanjem stepena kompresije kod Otto motora?
- Bolje iskorištenje goriva,
 - Povećava se efikasnost motora,
 - Produžava se vijek trajanja motora,
 - Smanjuje se temperatura gasne smjese.
41. Koji motor SUS ima veći stepen iskorištenja hemijske energije goriva?
- Otto (benzinski) motor,
 - Diesel motor,
 - Oba motora podjednako.
42. Koji motor sa unutrašnjim sagorijevanjem u toku svog radnog ciklusa koristi bogatiju radnu smjesu?
- Diesel motor,
 - Benzinski motor.
43. Kakvi se u konstrukcionom smislu izvode zaptivači između kartera i bloka motora kod savremenih vozila?
- Pločasti,
 - Lamelirani,
 - Prstenasti,
 - Kombinovani.
44. Osnovni elementi razvodnog mehanizma su:
- Bregasto vratilo,
 - Cilindar,
 - Podizač,
 - Šipka podizača,
 - Klip,
 - Klackalica,
 - Držać opruge sa oprugama,
 - Vođica ventila i ventil sa uloškom i sjedištem ventila.

45. Bregasto vratilo može biti smješteno u:
- Karteru,
 - Bloku motora,
 - Glavi motora.
46. Koji su mehanizmi za zakretanje bregaste osovine razvodnog sistema?
- Ručni,
 - Mehanički,
 - Pneumatski,
 - Hidraulični.
47. Čime se vrši prenos rotacionog kretanja sa radilice do bregaste osovine kod savremenih vozila?
- Zupčastim remenom,
 - Lancem,
 - Klinastim remenom,
 - Zupčanicima.
48. Koji su glavni elementi izduvnog sistema kod motora SUS?
- Fleksibilne i krute cijevi,
 - Izduvni ventil,
 - Katalizator,
 - Prigušivač buke,
 - Kondenzator.
49. Koji motor je veći emiter ugljen monoksida (CO)?
- otto (benzinski) motor,
 - diesel motor,
 - oba motora podjednako.
50. Sa kolikom vrijednošću faktora zraka katalizator ima najveću mogućnost transformacije štetnih gasova, pa time i najbolji ekološki efekat?
- sa faktorom zraka $0,7 < \lambda < 1$,
 - sa faktorom zraka $\lambda=1$,
 - sa faktorom zraka $1 < \lambda < \infty$.
51. Preko kojeg ventila se obavlja recirkulacija ispušnih plinova i njihovo miješanje sa svježim zrakom u usisnoj grani?
- EGR ventila,
 - ARSK ventila,
 - VTG ventila.

52. Koji sadržaj izduvnih gasova mjeri lambda sonda kako bi se na osnovu dobijenih informacija regulisala količina goriva na usisnom dijelu motora?
- CO,
 - CO₂,
 - O₂,
 - NO_x.
53. Ventili mogu biti:
- Usisni,
 - Usisno-izduvni,
 - Izduvni.
54. Usisni ventil je otvoren u taktu:
- Usisavanja,
 - Sabijanja,
 - Širenja,
 - Izduvavanja.
55. Izduvni ventil je otvoren u taktu:
- Usisavanja,
 - Sabijanja,
 - Širenja,
 - Izduvavanja.
56. Kod kojih savremenih motora su usisni i izduvni ventili istovremeno otvoreni?
- Kod dvotaktnih sus motora,
 - Kod standardnih četverotaktnih motora,
 - Kod hibridnih motora,
 - Kod motora trkaćih vozila,
 - Takvo konstrukciono rješenje je besmisleno.
57. U kom taktu kod četverotaktnog motora su usisni i izduvni ventili zatvoreni?
- U taktu usisavanja,
 - U taktu sabijanja,
 - U taktu širenja (ekspanzije),
 - U taktu izduvavanja.
58. Prečnik pećurke usisnog ventila je od prečnika pećurke izduvnog ventila:
- Veći,
 - Manji.

59. Ako po jednom cilindru ima tri ventila, tada se oni izvode kao:
- Jedan usisni, dva izduvna,
 - Dva usisna, jedan izduvni.
60. Koji je cilj nadpunjenja kod savremenih motora?
- Povećanje snage i broja obrtaja motora;
 - Povećanje broja obrtaja motora;
 - Povećanje snage motora.
61. Uobičajene kombinacije turbine i kompresora kod motora sus su:
- Aksijalni kompresor i aksijalna turbina,
 - Radijalni kompresor i aksijalna turbina,
 - Radijalni kompresor i radijalna turbina.
62. Koji vodovi gasa su vodovi niskog pritiska (u vozilima koja kao pogonsko gorivo koriste tečni naftni gas LPG)?
- Vodovi od regulatora pritiska do motora,
 - Vodovi za punjenje rezervoara,
 - Vodovi od rezervoara do isparivača,
 - Vodovi od isparivača do regulatora pritiska.
63. Koji vodovi gasa su vodovi visokog pritiska (u vozilima koja kao pogonsko gorivo koriste tečni naftni gas LPG)?
- Vodovi za punjenje rezervoara,
 - Vodovi od rezervoara do isparivača,
 - Vodovi od regulatora pritiska do motora,
 - Vodovi od isparivača do regulatora pritiska.
64. Koji materijali se mogu koristiti za izradu vodova gasa visokog pritiska (u vozilima koja kao pogonsko gorivo koriste tečni naftni gas LPG)?
- Bakar,
 - Čelik,
 - Aluminijum,
 - Karbon.
65. Čime smije biti izvedeno spajanje dijelova vodova visokog pritiska izrađenih od bakra (u vozilima koja kao pogonsko gorivo koriste tečni naftni gas LPG)?
- Atestiranim gumenim crijevima,
 - Spojnicama izrađenim od bakra ili njegovih legura,
 - Varenjem,
 - Lemljenjem,
 - Spojnicama izrađenim od aluminijuma ili njegovih legura,
 - Spojnicama izrađenim od čelika ili njegovih legura.

66. Čime smije biti izvedeno spajanje dijelova vodova niskog pritiska (u vozilima koja kao pogonsko gorivo koriste tečni naftni gas LPG)?
- Obujmicama,
 - Gumenim crijevima atestiranim na određeni pritisak,
 - Navojem,
 - Lemljenjem,
67. U kojim motorima sa unutrašnjim sagorijevanjem se kao pogonsko gorivo može koristiti tečni naftni gas LPG?
- Isključivo u benzinskim motorima,
 - Isključivo u diesel motorima,
 - Može i u benzinskim i u diesel motorima.
68. Instalacije za hlađenje motora mogu biti:
- Instalacije za hlađenje tečnošću,
 - Instalacije za hlađenje uljem,
 - Instalacije za hlađenje zrakom.
69. Koji su osnovni elementi sistema za hlađenje motora?
- Hladnjak,
 - Pumpa za tečnost,
 - Nepovratni ventil,
 - Ventilator,
 - Termostat,
 - Dijafragma.
70. Koji sistemi za hlađenje se koriste kod savremenih SUS motora?
- Protočni,
 - Cirkulacioni otvoreni,
 - Cirkulacioni zatvoreni,
 - Prirodni,
 - Prinudni,
 - Kombinovani.
71. Instalacije za podmazivanje motora mogu biti:
- Sa dovođenjem ulja prskanjem,
 - Sa prinudnom cirkulacijom,
 - Sa kapanjem ulja,
 - Sa podmazivanjem dodavanjem ulja gorivu.
72. Instalacije sa prinudnom cirkulacijom ulja mogu se podijeliti na:
- Instalacije sa suhim koritom,
 - Instalacije sa mokrim koritom,
 - Instalacije sa otvorenim koritom.

73. Koji su glavni elementi sistema za podmazivanje motora?
- Pumpa za ulje;
 - Karter;
 - Regulator pritiska;
 - Hladnjak ulja;
 - Filter ulja;
 - Termostat.
74. Dijelovi sistema za ubrizgavanje goriva kod dizel motora su:
- Pumpa niskog pritiska,
 - Alternator,
 - Filter goriva,
 - Pumpa visokog pritiska,
 - Cijevi visokog pritiska,
 - Turbina,
 - Brizgač.
75. Koji su koncepti dovođenja goriva kod Otto (benzinski) motor?
- Spoljašnje stvaranje smješe,
 - Stvaranje smješe u karteru,
 - Stvaranje smješe u izduvnoj grani,
 - Unutrašnje stvaranje smješe.
76. Djelovi instalacije za dobavu goriva kod kod oto (benzinskog) motora su:
- Rezervoar goriva,
 - Usisna korpa,
 - Mjerač nivoa goriva,
 - Pumpa za dobavu goriva,
 - Kompresor vazduha,
 - Karburator,
 - Svjećica.
77. Prednosti ubrizgavanja benzina u odnosu dovođenje putem karburatora su:
- Ravnomjernija raspodjela smješe gorivo-zrak po cilindrima,
 - Povećanje koeficijenta punjenja,
 - Smanjenje stepena korisnog dejstva,
 - Smanjenje brzine motora,
 - Prihvatanje naglog ubrzanja motora.
78. SPI sistem je:
- Sistem ubrizgavanja goriva u jednu tačku u usisnom kolektoru,
 - Sistem ubrizgavanja goriva ispred usisnih ventila,
 - Sistem direktnog ubrizgavanja goriva u cilindar.

79. MPI sistem je:
- a) Sistem ubrizgavanja goriva u jednu tačku u usisnom kolektoru,
 - b) Sistem ubrizgavanja goriva ispred usisnih ventila,
 - c) Sistem direktnog ubrizgavanja goriva u cilindar.
80. FSI sistem je:
- a) Sistem ubrizgavanja goriva u jednu tačku u usisnom kolektoru,
 - b) Sistem ubrizgavanja goriva ispred usisnih ventila,
 - c) Sistem direktnog ubrizgavanja goriva u cilindar.
81. Kakav je to sistem ubrizgavanja goriva Common rail?
- a) Sistem usporenog djelovanja,
 - b) Sistem direktnog ubrizgavanja goriva,
 - c) Sistem postupnog ubrizgavanja goriva.
82. Kod koje vrste motora se upotrebljava Common rail sistem?
- a) Kod hibridnih motora,
 - b) Kod diesel motora,
 - c) U oba navedena slučaja.
83. Sistem common rail u svom sastavu sadrži i pumpu visokog pritiska:
- a) Da,
 - b) Ne.
84. Na koji način se može startovati motor SUS?
- a) Ručno startovanje,
 - b) Elektromagnetno startovanje,
 - c) Električno startovanje,
 - d) Upuhivanjem sabijenog zraka,
 - e) Elektronsko startovanje.
85. Osnovne komponente sistema baterijskog paljenja kod motora sus su:
- a. Akumulator,
 - b. Indukcioni kalem (bobina),
 - c. Razvodnik paljenja,
 - d. Mjerač broja okretaja,
 - e. Kondenzator,
 - f. Ventil,
 - g. Svjećica.
86. Koji su osnovni dijelovi generatora električne struje na vozilu?
- a) Stator,
 - b) Rotor,
 - c) Klizni prstenovi za odvođenje električne struje,
 - d) Regler,
 - e) Ispravljačke diode.

87. Elektropokretači (starteri) se prema konstrukciji sistema dijele na:
- Inercione,
 - Sa neposrednim ili elektromagnetnim pomjeranjem zupčanika,
 - Sa neposrednim ili elektromagnetnim pomjeranjem rotora,
 - Sa neposrednim ili elektromagnetnim pomjeranjem statora,
 - Kombinovane.
88. Koje standardizirane oblike zamajca za jednolamelaste i dvolamelaste spojnice susrećemo na savremenim vozilima?
- Ravne,
 - Lončaste,
 - Lamelirane,
 - Kombinovane.
89. Osnovni elementi transmisije (sistema prenosa snage) su:
- Spojnica (kvačilo),
 - Radilica,
 - Mjenjač,
 - Kardansko vratilo,
 - Vodeći most sa diferencijalom i poluosovinom.
90. Kakve spojnice se uglavnom koriste u transmisijama savremenih vozila?
- Frikcione,
 - Hidrodinamičke,
 - Pneumatske,
 - Električne,
 - Elektromagnetne.
91. Pritiskivanjem pedale kvačila vrši se:
- Odvajanje lamele od zamajca,
 - Spajanje lamele sa zamajcem,
 - Pomjeranje potisnog vratila.
92. Frikcione spojnice mogu biti:
- Suhe,
 - Mokre,
 - Hidrauličke.
93. Kakvi mogu biti zupčasti mehanički mjenjači prema načinu uključivanja?
- Automatski,
 - Polusinhronizovani,
 - Sinhronizovani,
 - Asinhronizovani.

94. Koji su sastavni dijelovi hidrodinamičkog pretvarača?
- Pumpno kolo,
 - Turbinsko kolo,
 - Lamela,
 - Rektorsko kolo.
95. Kod savremenih mehaničkih mjenjača ujednačavanje brzine obrtanja vratila prilikom promjene stepena prenosa vrši se:
- Dodavanjem međugasa,
 - Pomoću sinhrona,
 - Kočenjem pojedinih vratila.
96. Podjela zglobnih (kardanskih) prenosnika prema načinu prenošenja ugaone brzine:
- Nejednake ugaone brzine (asinhrona),
 - Jednake ugaone brzine (sinhrona),
 - Direktni.
97. Zadatak glavnog prenosa je:
- Prenosi snagu od izlaznog vratila mjenjača, odnosno zglobnog prenosnika do diferencijalnog prenosnika, uz moguću promjenu ravni okretanja,
 - Prenosi ugaonu brzinu.
98. U odnosu na konstrukciju, glavni prenosnici se mogu podijeliti na:
- Zupčaste,
 - Lamelaste,
 - Pužne.
99. Diferencijal u pogonskom mostu služi za:
- Prenošenje obrtnog momenta na lijevi i desni pogonski točak,
 - Prenošenje obrtnog momenta na točkove koji nisu pogonski.
100. Kako se prema principu samoblokiranja dijele diferencijali sa automatskim blokiranjem?
- Samoblokirajući diferencijali zavisni od razlike ubrzanja,
 - Samoblokirajući diferencijali zavisni od razlike brzina,
 - Samoblokirajući diferencijali zavisni od razlike obrtnog momenta.
101. Koji su glavni podsklopovi pogonskog mosta?
- Nosač pogonskog mosta,
 - Glavni prijenosnik i diferencijal,
 - Točak,
 - Poluosovine,
 - Vratilo

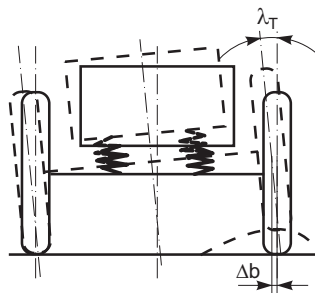
102. Razlika brzina obrtanja pogonskih točkova koja se ostvaruje upotrebom diferencijala nastaje usljed :
- Polaska vozila pri čemu su pogonski točkovi na istoj podlozi,
 - Polaska vozila pri čemu su pogonski točkovi na različitim podlogama,
 - Kretanja vozila u krivini,
 - Kretanja vozila na neravnom putu,
 - Kretanja vozila na uzbrdici.
103. Šta je to klirens vozila?
- Hladnjak vozila koje se hladi rashladnom tečnošću,
 - Rastojanje od poda vozila do podloge,
 - Najkraće rastojanje između površine zemlje i najniže fiksne tačke na vozilu.
104. Uloga razvodnika pogona je:
- Razvođenje snage motora,
 - Vršenje raspodjele obrtnog momenta na pogonske mostove,
 - Raspodjela kočione sile.
105. Kako se dijele razvodnici pogona prema načinu rada?
- Razvodnici za stalno razvođenje obrtnog momenta,
 - Integrisane,
 - Jednostepene,
 - Dvostepene,
 - Razvodnici za povremeno razvođenje obrtnog momenta.
106. Prema tipu nosećeg sistema vozila se dijele na:
- Vozila sa ramom,
 - Vozila sa karoserijom,
 - Vozila bez rama.
107. Vozila koja imaju ram su:
- Teška vozila,
 - Putnička vozila ,
 - Putnička vozila za prevoz većeg broja putnika.
108. Ako kod vozila karoserija obavlja funkciju rama, tada se takva karoserija naziva:
- Polunoseća,
 - Tričetvrtine noseća,
 - Samonoseća.

109. Prema vrsti i karakteru elemenata za vođenje točka, sistemi oslanjanja se dijele na:

- Nezavisne,
- Kružne,
- Zavisne,
- Savitljiv.

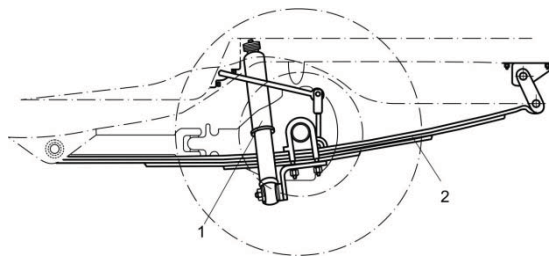
110. Koji je sistem oslanjanja prikazan na slici

- Nezavisni,
- Poluzavisne,
- Zavisni.



111. Sa slike upisati dijelove sistema elastičnog ovjesa

-
-



112. Na vozilima se kao najčešći prigušni elementi susureću:

- Amortizeri sa polugom,
- Opruge,
- Teleskopski amortizeri.

113. Teleskopski amortizeri mogu biti:

- Jednocjevni,
- Dvocjevni,
- Višecjevni.

114. Koji vid ovjesa se koristi kod Mc Pherson (Mek Fersonove) izvedbe prednjeg upravljačkog točka?

- Nezavisni,
- Poluzavisni,
- Zavisni.

115. Koji su glavni podsklopovi sistema upravljanja?
- Mehanizam za upravljanje,
 - Prijenosni mehanizam,
 - Mehanizam za elastično oslanjanje,
 - Upravljački točkovi.
116. Prema karakteru upravljanja, podjela sistema za upravljanje može biti:
- Upravljanje točkovima,
 - Upravljanje volanom
 - Upravljanje osovinama,
 - Kombinirano upravljanje
 - Bočno zanošenje (gusjenična vozila).
117. U zavisnosti od vrste prenosnih elemenata u kućištu, upravljački mehanizmi mogu biti:
- Pužni,
 - Zavojni,
 - Zupčasti,
 - Kandžasti,
 - Kulisni,
 - Kombinirani.
118. Koje su osnovne geometrijske veličine upravljačkih točkova (u konstruktivnom smislu)?
- Nagib točkova,
 - Bočni nagib osovinice rukavca,
 - Progib osovinice rukavca,
 - Zatur točkova (uzdužni nagib osovinice točka),
 - Uvlačenje točkova (konvergencija točkova).
119. Koje su osnovne funkcije nagiba upravljačkih točkova?
- Povećana stabilnost kretanja vozila u krivini,
 - Vođenje vozila u pravcu,
 - Lakše ispravljanje vozila na pravcu,
 - Povećanje manevarskih sposobnosti vozila.
120. Prema konstruktivnoj izvedbi i vrsti prenosnih medija tipovi servouređaja su:
- Hidraulički,
 - Pneumatski,
 - Mehanički,
 - Električni.

121. Koji su uređaji za zaustavljanje vozila?

- a) Radna kočnica,
- b) Ručna kočnica,
- c) Pomoćna kočnica,
- d) Parkirna kočnica,
- e) Retarder,
- f) ABS.

122. Karakteristični režimi prilikom kočenja vozila su:

- a) Kočenje u slučaju iznenadne opasnosti (naglo kočenje),
- b) Normalno kočenje,
- c) Stepenasto kočenje,
- d) Djelomično kočenje
- e) Kočenje vozila u stanju mirovanja,
- f) Kružno kočenje.

123. Sistem kočenja ima slijedeće osnovne podsisteme:

- a. Motorna kočnica,
- b. Radna kočnica,
- c. Disk kočnica,
- d. Pomoćna kočnica,
- e. Parkirna kočnica,
- f. Dopunska kočnica – usporivač.

124. Prenosni mehanizmi kod kočnica mogu biti:

- a. Mehanički,
- b. Hidraulički,
- c. Pneumatski,
- d. Zupčasti,
- e. Električni/elektronski,
- f. Kombinirani.

125. Frikcione kočnice mogu biti:

- a. Doboš kočnice,
- b. Disk kočnice,
- c. Motorne kočnice.

126. Doboš kočnice mogu biti:

- a. Sa stegom,
- b. Sa spoljnim papučama,
- c. Sa unutrašnjim papučama,
- d. Sa trakom.

127. Disk kočnice mogu biti:

- a. Sa stegom,
- b. Lamelaste,
- c. Sa papučama.

128. Šta od navedenog ne spada u dijelove doboš kočnice:

- a. Doboš,
- b. Obloge kočnice,
- c. Hidraulički radni cilindar,
- d. Kliješta,
- e. Kočione pločice,
- f. Čeljusti.

129. Šta od navedenog ne spada u dijelove disk kočnice:

- a. Doboš,
- b. Čeljusti,
- c. Kliješta,
- d. Disk,
- e. Klip,
- f. Kočione pločice.

130. Prema rasporedu cijevi do pojedinih točkova i njihove veze za glavnim kočionim cilindrom hidraulički prenosni mehanizmi se dijele na:

- a. Jednokružne,
- b. Dvokružne,
- c. Višekružne.

131. Koliko neovisnih sistema kočenja može biti na vozilu:

- a. Jedan,
- b. Četiri,
- c. Pet.

132. Osnovni dijelovi hidrauličkog prenosnog mehanizma kočenja su:

- a. Kompresor,
- b. Rezervoar zraka,
- c. Pedala kočnice,
- d. Pojačivač sile kočenja,
- e. Glavni kočioni cilindar sa rezervoarom tečnosti,
- f. Regulator sile kočenja.

133. Osnovni dijelovi pneumatskog prenosnog mehanizma kočenja su:

- a. Kompresor i rezervoar zraka,
- b. Glavni kočioni cilindar sa rezervoarom tečnosti,
- c. Regulator pritiska,
- d. Razvodnik zraka,
- e. Pojačivač sile kočenja,
- f. Kočioni cilindri.

134. Trajni usporivači mogu biti:

- a. Leptir motorna kočnica,
- b. Usporivači sa blokadom diferencijala,
- c. Motor-kompresor trajni usporivači,
- d. Elektromagnetski trajni usporivači,
- e. Hidrodinamički trajni usporivači,
- f. Mehanički sistem usporenja.

135. Šta se kod savremenih motora dešava sa protokom goriva prilikom kočenja motorom?

- a) Povećava se,
- b) Prekida se u potpunosti,
- c) Ostaje isti.

136. Kakvi mogu biti retarderi na vozilima?

- a) Pneumatski,
- b) Hidro-dinamički,
- c) Elektro-magnetni,
- d) Električni.

137. Šta omogućava sistem ESP (Electronic Stability Program) kod savremenih vozila?

- a. Smanjenje puta kočenja,
- b. Povećanje stabilnosti vozila prilikom prolaska kroz krivinu,
- c. Proklizavanje točkova pri polasku vozila iz mjesta.

138. Šta omogućava sistem ABS (Antilock Braking System) kod savremenih vozila?

- a. Proklizavanje točkova pri polasku iz mjesta,
- b. Sprečavanje blokiranja točkova,
- c. Stabilnost vozila prilikom prolaska kroz krivinu.

- 139.Šta omogućava sistem ASR kod savremenih vozila?
- Sprečavanje blokiranja točkova,
 - Pokretanje vozila maksimalnom snagom bez proklizavanja točkova,
 - Proklizavanje točkova pri polasku iz mjesta.
- 140.Kakva je uloga ARSK ventila kod savremenih vozila?
- Sprečavanje blokiranja točkova,
 - Proklizavanje točkova pri polasku vozila,
 - Regulacija pritisaka u kočionim cilindrima,
 - Korekcija pritiska zraka u kočionoj grani u kojoj se nalaze kočnice zadnjih točkova u skladu sa vertikalnim opterećenjem.
- 141.Od kojih elemenata se sastoji noseći sistem vozila?
- Okvira/šasije,
 - Karoserije,
 - Amortizera,
 - Torzionih opruga,
 - Aksijalnih ležajeva.
- 142.Napon akumulatora koji se koriste kod putničkih motornih vozila iznosi:
- 6 V,
 - 12 V,
 - 14 V.
- 143.Svjetlosno i svjetlosno signalni uređaji na motornom vozilu su:
- Glavni farovi,
 - Svjetla za maglu,
 - Sirena,
 - Žmigavci (pokazivači pravca),
 - Svjetla za vožnju unazad.
- 144.Koji elementi čine električnu instalaciju na vozilu?
- Kablovi.
 - Alternator,
 - Električne spojnice, prekidači i osigurači,
 - Akumulator,
 - Davači.
- 145.Koji elementi čine elektronske sisteme na vozilu?
- Mikroprocesori,
 - Instrument table,
 - Senzori,
 - Releji,
 - Alternator sa diodama.

146. Koji uređaji spadaju u osnovne grupe svjetlosnih uređaja?
- Uređaji za osvjetljavanje ceste,
 - Uređaji za označavanje vozila,
 - Uređaji za označavanje teretnih vozila,
 - Uređaji za davanje svjetlosnih znakova,
 - Uređaji za označavanje vozila sa pravom prvenstva prolaza.
147. Koja svjetla spadaju u kategoriju aktivnih svjetala?
- Svjetla koja se mogu uključiti i isključiti automatski,
 - Svjetla koja prate pravac kretanja vozila,
 - Svjetla koja se sama uključuju i podešavaju.
148. Koju funkciju ima dinamički sistem osvjetljenja?
- Automatsko podešavanje dometa svjetlosnog snopa,
 - Automatsko uključivanje i isključivanje,
 - Automatsko praćenje pravca kretanja vozila.
149. Koje vrste sirena se ugrađuju na vozila kao uređaji za davanje zvučnih signala?
- Električni,
 - Hidraulični,
 - Elektro-pneumatski,
 - Kombinovani.
150. Koji uređaji spadaju u kontrolno-signalne uređaje putničkih automobila?
- Brzinomjer,
 - Putomjer sa sijalicom za osvjetljavanje,
 - Kontrolna plava sijalica za veliko svjetlo farova,
 - Pokazivač broja obrtaja radilice motora,
 - Svjetlosni ili zvučni znak za kontrolu rada pokazivača pravca,
 - Svjetlosni znak za dodatna svjetla za osvjetljavanje puta.
151. Kakve moraju biti brave koje se ugrađuju na vrata vozila?
- Jednostepene
 - Dvostepene
 - Višestepene,
 - Kombinovane.
152. Sigurnosni pojasevi na prednjem redu sjedišta se kod putničkih motornih vozila izvode sa vezivanjem u:
- 2 tačke,
 - 3 tačke,
 - 4 tačke.

153. Motorna vozila za vuču priključnih vozila preko 1500 kg mase moraju imati:

- a. Mehaničku vezu vučnog i priključnog vozila,
- b. Priključke za elektroinstalaciju priključnog vozila,
- c. Priključak za gorivo,
- d. Hidro ili pneumatske priključke,
- e. Priključak za vodu.