

ŠKOLA ZA CESTOVNI PROMET
Zagreb

NASTAVNO PISMO

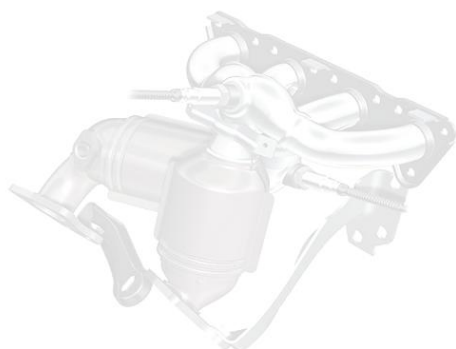
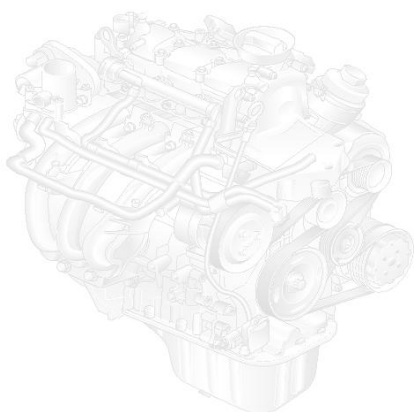
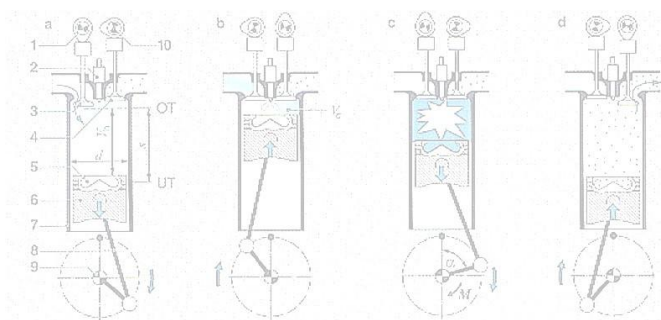
POZNAVANJE VOZILA

USAVRŠAVANJE

Zanimanje:

NADZORNIK TEHNIČKE ISPRAVNOSTI VOZILA

Obrazovanje odraslih



Sadržaj:

- Otto motori
- Dijelovi motora
- Razvodni uređaj motora
- Dvotaktni Ottovi motori
- Uređaj za dovod goriva kod Ottovih motora
- Stvaranje smjese kod Ottovih motora
- Sastojci ispušnih plinova kod Ottovih motora
- Uređaj za paljenje smjese (kod Ottovih motora)
- Četverotaktni proces Diesel motora
- Štetni sastojci ispušnih plinova
- Sustav za dovod goriva kod Diesel motora
- Podmazivanje MSUI-a
- Hlađenje MSUI-a
- Transmisija vozila
 - Spojke na motornim vozilima
 - Mjenjači na motornim vozilima
 - Kardansko vratilo i zglobovi
 - Pogonski most
 - Glavni prijenosnik
 - Diferencijal
 - Kvarovi i održavanje transmisije
- Hodni dio vozila
 - Okvir, karoserija
 - Sustav za ovjes
 - Kotači, pneumatici
- Uređaj za upravljanje
- Uređaj za zaustavljanje
- Električni sustav vozila
- Tehnički podaci za vozilo i motor
- Kontrola tehničke ispravnosti vozila
- Održavanje vozila

OTTO MOTORI

Da bismo mogli objasniti princip rada ovog tipa motora moramo definirati određene pojmove:

Gornja mrtva točka (GMT) je položaj klipa u kojem je klip najbliži ventilima.

Donja mrtva točka (DMT) je položaj klipa u kojem je klip najudaljeniji od ventila.

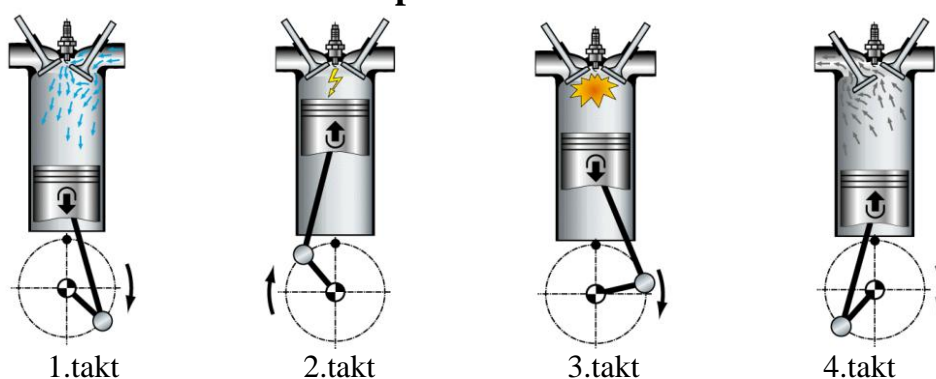
Hod klipa je put što ga klip prolazi od GMT do DMT (i obrnuto).

Radni volumen je volumen kojim se giba klip.

Kompresijski volumen je volumen iznad GMT.

Ottovi motori su 2-taktni i 4-taktni MSUI koji u cilindar dovode smjesu goriva i zraka, a pale ju električnom iskrom.

4 -taktni proces Otto motora



PRVI TAKT – USIS SMJESE

U prvom taktu četverotaktnog Ottova motora usisni ventil otvoren – usisava se smjesa goriva i zraka.

Klip se giba iz gornje mrtve točke u donju mrtvu točku.

Pri kretanju prema dolje klip stvara podtlak u cilindru i povlači za sobom smjesu goriva i zraka.

(podtlak je svaki tlak manji od okolišnjeg, a okolišni tlak iznosi otprilike 1 bar

1 bar = 100 000 Pa)

Napomena:

Po SI sustavu mjerna jedinica za tlak je Pascal, bar se službeno ne koristi. No, uz vozila se, zbog lakšeg razumijevanja koristi još uvijek bar. Isto tako je po SI sustavu osnovna mjerna jedinica za temperaturu – kelvin (K), ali, pošto su nam stupnjevi celzijusa bliži, koristit ćemo obje mjerne jedinice, zbog lakšeg razumijevanja.

DRUGI TAKT – KOMPRESIJA

(kompresija = sabijanje, stlačivanje; =smanjivanje volumena)

U drugom taktu oba ventila su zatvorena.

Klip se giba iz donje mrtve točke u gornju mrtvu točku.

Pri kretanju prema GMT klip sabija (komprimira) usisanu smjesu goriva i zraka.

Usisanoj smjesi smanjuje se volumen, a povećava temperatura i tlak.

Prije kraja drugog takta svjećica baca iskru i pali komprimiranu smjesu.

OMJER (STUPANJ) KOMPRESIJE - ϵ

OMJER KOMPRESIJE je omjer ukupnog volumena cilindra i kompresijskog volumena cilindra.

$$\epsilon = \frac{V_{UK}}{V_K}$$

(ϵ = slovo grčkog alfabeta, čita se “epsilon”)

Omjer (stupanj) kompresije pokazuje nam koliko se puta smanjio volumen usisane smjese nakon takta kompresije.

Omjer kompresije ϵ za Otto motore iznosi:

$$\epsilon = 7:1 \text{ do } \epsilon = 12:1$$

Povećanjem stupnja kompresije povećava se iskoristivost goriva.

Stupanj kompresije ne smije se povećati iznad 12:1 jer bi došlo do prevelikog porasta temperature i nekontroliranog paljenja gorive smjese, odnosno samozapaljenja goriva.

TREĆI TAKT – IZGARANJE I EKSPANZIJA

(ekspanzija = širenje; povećavanje volumena)

U trećem taktu oba ventila su zatvorena.

Klip se giba iz GMT u DMT, potiskuje ga tlak plinova izgaranja i u tom taktu dobivamo rad. To je jedini **radni takt!**

Težnja je dobiti maksimalni tlak izgaranja odmah iza gornje mrtve točke, pa se zbog toga smjesa pali prije GMT.

Benzin normalno izgara brzinom od 10-25 ms⁻¹

Ekspanzija je širenje volumena, a u ovom slučaju nastaje uslijed izgaranja, odnosno spajanja goriva sa kisikom – oksidacije.

ČETVRTI TAKT - ISPUH

Nakon ekspanzije, prije nego klip dođe u DMT, otvara se ispušni ventil.

Tlak u cilindru nakon ekspanzije iznosi 0,4 do 0,6MPa

(od 4 do 6 bar). Zbog razlike tlakova u cilindru i van njega dolazi do naglog istrujavanja ispušnih plinova u ispušnu cijev.

Dalje istrujavanje ispušnih plinova uzrokuje klip koji se kreće od DMT prema GMT.

Poslije toga slijedi otvaranje usisnog ventila, zatvaranje ispušnog ventila i počinje novi ciklus.

PRIGUŠIVANJE BUKE

Brzina istrujavanja ispušnih plinova na sjedištu ventila iznosi od 800 do 900 ms⁻¹, što rezultira velikom bukom.

Dozvoljena granica buke iznosi od 78 dB do 92 dB (decibela), stoga se na cestovna vozila ugrađuje **prigušivač buke** .

Prigušivač buke se sastoji od više komora u kojima se postupno smanjuje brzina ispušnih plinova, a samim tim i buka.

prigušivač buke



DIJELOVI MOTORA

Općenito gledano, dijelovi motora u grubo se dijele na nepokretne i pokretne dijelove. Pokretnost se odnosi na stanje u kojem su dijelovi za vrijeme rada motora. Nadalje, pokretni i nepokretni dijelovi se dijele:

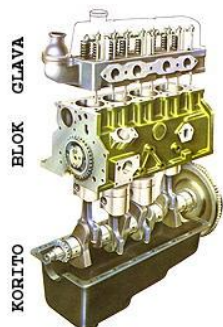
Nepokretni dijelovi

- glava motora
- blok motora i cilindri
- karter (kućište za ulje)

Pokretni dijelovi

- klipna grupa
- klipnjača
- koljenasto vratilo (radilica)
- zamašnjak

Nepokretni dijelovi motora



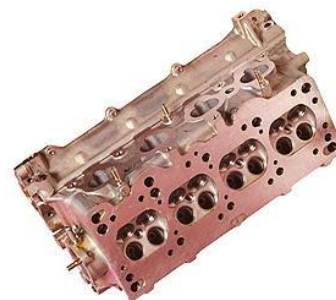
dijelovi motora

1. glava motora
2. blok motora i cilindri
3. karter (korito za ulje)

1. GLAVA MOTORA

Zadaće glave motora:

- zatvara blok motora i s klipom oblikuje prostor za izgaranje
- nosi svjeće (Ottovi motori) ili mlaznicu (Dieselovi motori)
- nosi ventile i bregasto vratilo (samo kod gornjeg razvodnog mehanizma)
- ima kanale za rashladnu tekućinu ili se na njoj nalaze rebra za zračno hlađenje



glava motora



oblici kompresijskih prostora u glavi motora

Opterećenje glave motora

- toplinsko (pri izgaranju goriva temperatura je oko 2000° C, zbog čega se materijal širi)
- mehaničko (ventili udaraju u sjedište ventila koji se troše)

Materijal za izradu glave motora

- sivi lijev, aluminijski lijev (najčešći), čelični lijev (brodski motori)
- aluminijska legura: manja masa, dobro provodi toplinu ali lošija mehanička svojstva

2. BLOK (KUĆIŠTE) MOTORA

Zadaće bloka motora:

- objedinjuje sve dijelove motora u jednu cjelinu
- u blok se ugrađuju cilindri
- između bloka i korita ugrađuje se radilica
- na blok se pričvršćuju svi dodatni uređaji
- u njemu se izvode kanali za rashladnu tekućinu i kanali za podmazivanje



blok motora



Razne izvedbe bloka motora s obzirom na broj i položaj cilindara – redni, V i bokser

Izrada bloka motora

- lijevanje i poslije toga strojna obrada

Opterećenje bloka motora

- toplinsko
- mehaničko

Materijal za izradu bloka motora

- sivi lijev (velika čvrstoća, velika masa)
- aluminijaska legura (manja masa, dobro provodi toplinu)

2.1. CILINDAR

Cilindar je šuplji metalni valjak u bloku motora sa zaglađenom unutarnjom površinom.

Zadaće cilindra

- vođene klipa
- preuzimanje bočnog pritiska klipa
- preuzimanje tlaka plinova izgaranja
- odvođenje topline na rashladno sredstvo

Izvedbe cilindra:

- provrt u bloku motora (kod manjih motora)
- ugrađena cilindarska košuljica koja može biti

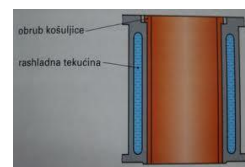
a) hlađena zrakom
(zrak prostrujava između rebra, koja poboljšavaju odvođenje topline)



b) mokra cilindarska košuljica
(u izravnom dodiru sa rashladnom tekućinom)



c) suha cilindarska košuljica
(nema dodira sa rashladnom tekućinom)



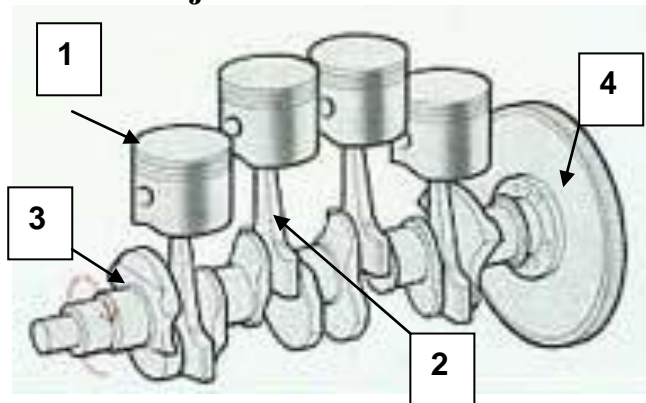
Materijal za izradu cilindarskih košuljica:

- Sivi lijev – toplinski obrađen nitriranjem – otporan na mehanička oštećenja

Cilindar je izložen:

- mehaničkom djelovanju (pritisak i trenje)
- toplinskom djelovanju
- koroziji zbog sumporne kiseline koja se nalazi u dimnim plinovima
- mehaničkom oštećenju (od čađe, ulja, loma klipnih prstena, zaglavljenju klipa radi toplinskih istezanja)

Pokretni dijelovi motora



1. Klipna grupa
2. Klipnjača
3. Koljenasto vratilo (radilica)
4. Zamašnjak

1. KLIPNA GRUPA

Klipna grupa sastoji se od klipa, klipnih prstena i osovinice klipa.

KLIP

Zadaće klipa:

- pretvara tlak izgaranja u mehanički rad
- brtvi radni prostor cilindra
- omogućuje usis, kompresiju i ispuh
- preuzima bočne sile i prenosi ih na cilindar
- odvodi toplinu preko prstena na cilindar

Konstrukcija klipa

- u gornjem dijelu ima utore za klipne prstene
- u središnjem dijelu ima otvor za osovinicu klipa

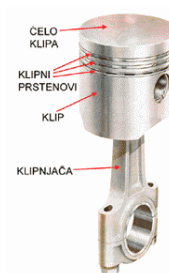
Opterećenje klipa

- toplinsko
- mehaničko

Materijal za izradu klipa

⇒ sivi lijev: dobra klizna svojstva, malo trenje, dobra mehanička svojstva ali veća masa, mala toplinska vodljivost

aluminijaska klipna legura: manja masa, dobro provodi toplinu ali lošija mehanička svojstva



klipnjača i klip

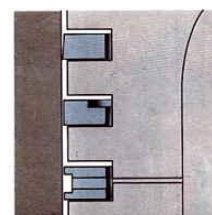
KLIPNI PRSTENI

Vrste:

- kompresijski prsten
- uljni prsten

Uloga:

- kompresijski prsten brtvi kompresijski prostor (najbliži čelu klipa)
- uljni prsteni podmazuju unutarnju stranu cilindra (donja dva)



presjek klipnih prstena: gornji je kompresijski, a donja dva su uljni

Opterećenje prstena:

- visoki tlak
- visoka temperatura
- trenje zbog slabijeg podmazivanja

Svojstva materijala klipnih prstena (sivi lijev, čelik za opruge – kromiran)

- ⇒ visoka elastičnost
- ⇒ otpornost na trošenje
- ⇒ dobra toplinska vodljivost

OSOVINICA KLIPA

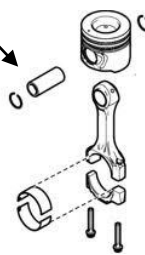
Uloga: zglobno povezuje klip sa klipnjačom

Opterećenje osovinice

- ⇒ opterećena je dinamički na savijanje
- ⇒ izložena je manjem trenju zbog njihanja klipnjače

Materijal: visokolegirani čelik toplinski obrađen i brušen

Osovinica je šuplja zbog smanjenja težine i boljeg hlađenja.



2. KLIPNJAČA

Dijelovi klipnjače:

Uloga:

- povezuje klip sa koljenastim vratilom
- prenosi sile između njih
- pretvara pravocrtno gibanje klipa u kružno gibanje koljenastog vratila

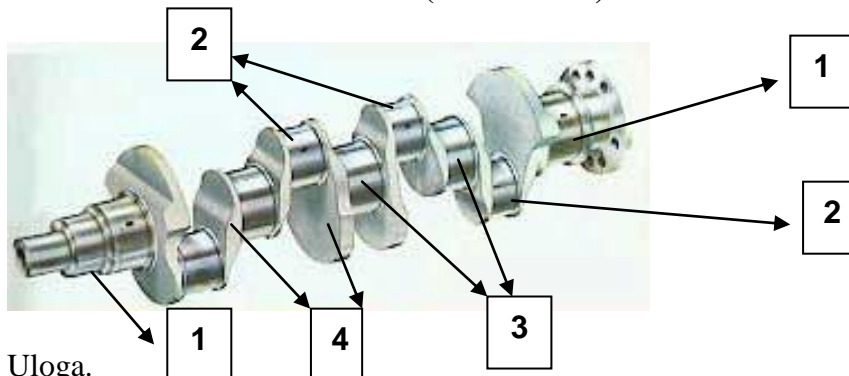


mala glava

tijelo klipnjače

velika glava

3. KOLJENASTO VRATILO (RADILICA)



Uloga.

- prenosi snagu dobivenu izgaranjem goriva kao okretni moment na sklopove transmisije

Dijelovi:

1. glavni čepovi (rukavci)
2. čepovi na kojima su uležištene klipnjače
3. ramena koja ih spajaju
4. protuteži za uravnoteženje

Materijal i izrada:

- kovanjem od legiranog čelika
- lijevanjem od specijalnog sivog lijeva
- čepovi se površinski kale i bruse
- ima kanale za podmazivanje

Naprezanje:

- na savijanje i uvijanje

Ležaji koljenastog vratila

- između velike glave klipnjače i koljenastog vratila nalazi se dvodijelni klizni ležaj od bijele kovine
- u bloku motora nalaze se dvodijelni klizni ležaji na koje se koljenasto vratilo oslanja preko glavnih rukavaca, a njihov broj ovisi o broju cilindara i opterećenju koljenastog vratila
- zračnost između ležaja i rukavca propisuje proizvođač za svaku vrstu motora

4. ZAMAŠNJAK

Zamašnjak je teški metalni kolut na jednom kraju koljenastog vratila.



Uloga:

- akumulira energiju iz radnog takta i predaje ju u neradne taktove
- omogućuje jednoliko okretanje koljenastog vratila
- omogućuje pokretanje motora pomoću zupčastog vijenca na obodu (na njega se veže elektropokretač)
- prenosi okretni moment sa koljenastog vratila na spojku

Smještaj:

- na kraju koljenastog vratila

Izrada i materijal

- lijevanjem od specijalnog SL ili od čelika

RAZVODNI UREĐAJ MOTORA

Uloga :

- U točno određenom trenutku radnog ciklusa omogućiti pravovremeno i kvalitetno punjenje i pražnjenje cilindra

Vrste razvodnih uređaja:

za 4-taktne motore

- ventilski razvodni uređaj

za 2-taktne motore

- razvod radne tvari obavlja se pomoću kanala na cilindru, koje svojim kretanjem otvara i zatvara klip

VENTILSKI RAZVODNI UREĐAJ

Ventilski razvodni uređaj upravlja otvaranjem i zatvaranje usisnih i ispušnih kanala, a mora zadovoljiti slijedeće UVJETE:

- otvaranje i zatvaranje ventila u točno određenom trenutku
- ventili moraju biti dovoljno dugo otvoreni zbog dobre izmjene plinova
- ventili moraju raditi pouzdano i dovoljni tiho pri različitim brojevima okretaja

Dijelovi:

1. Ventilski sklop
 - otvara ili zatvara kanale za dovod goriva i ispuh izgorjelih plinova
2. Bregasto vratilo
 - njegov smještaj određuje radi li se o gornjem ili donjem ventilskom razvodnom mehanizmu
3. Prijenosni uređaj
 - prenosi okretaje s radilice na bregasto vratilo

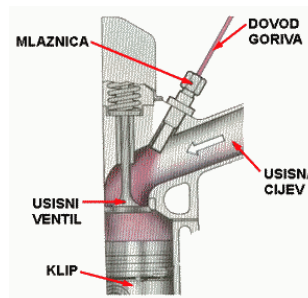
1)VENTILSKI SKLOP

Dijelovi ventilskog sklopa:

- a) ventili
- b) ventilska sjedala
- c) ventilske vodilice
- d) opruge

a) Ventili

- reguliraju punjenje i pražnjenje cilindra
- zadaća
 - dobro brtviti kompresijski prostor
 - pružati što manji otpor strujanju plinova
- opterećenje
 - visoke temperature, tlakovi, korozija
- materijal
 - čelik legiran kromom i niklom



ventil u usisnom kanalu

b) Ventilaska sjedala

- na njih nasjedaju ventili
- opterećena na tlak i visoke temperature
- jako izložena trošenju
- protusjedala – ugrađuju se u brzohodne motore i glave motora izrađene od lakih materijala

c) Ventilske vodilice

- zadaća – vode struk ventila i centriraju nasjedanje ventila na sjedište
- odvođe toplinu
- materijal – SL – najčešće, zbog dobrih kliznih svojstva
- trošenje – na krajevima

d) Opruge

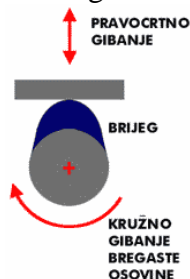
- osiguravaju nasjedanje ventila na sjedište
- materijal – čelik za opruge
- s vremenom mogu olabaviti – zamjena
- kod brzohodnih motora ugrađuju se dvije opruge

2) BREGASTO VRATILO

- vratilo koje na sebi ima bregove



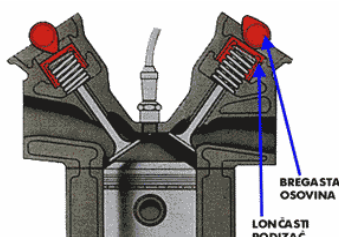
o bregasta vratila



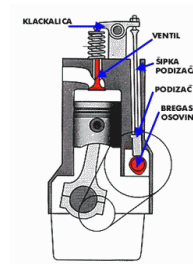
- bregasto vratilo pretvara kružno gibanje vratila u pravocrtno gibanje ventila prelaskom preko brijeg
- prilikom okretanja svakim svojim brijegom otvara po jedan ventil (opruga ga zatvara)
- ima brijegova koliko i ventila ili upola manje (dva bregasta vratila)
- o položaju i obliku brijegova ovisi snaga motora i potrošnja goriva

Prema smještaju bregastog vratila dijelimo ventilski razvodni uređaj na gornji i donji razvodni uređaj.

Gornji razvodni uređaj ili GORNJI RAZVOD
(bregasto vratilo u glavi motora)



Donji razvodni uređaj ili DONJI RAZVOD
(bregasto vratilo u bloku motora)

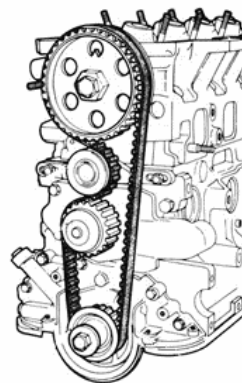


Materijal za bregasto vratilo:

- čelik ili sivi lijev
- bregovi moraju biti toplinski obrađeni da bi imali veću tvrdoću na površini
- danas se koristi viševentilska tehnika (više od dva ventila po cilindru) što uzrokuje potrebu za dva bregasta vratila u glavi motora (jedno za usisne a drugo za ispušne ventile)

3) PRIJENOSNI UREĐAJ (uređaj za pogon razvodnog uređaja)

- bregasto vratilo dobiva pogon od koljenastog vratila (radilice)
- okretanje se prenosi pomoću:
 - lanca i lančanika
 - zupčastog remena i remenice
- prijenosni omjer $i = 2 : 1$ (bregasto vratilo okreće se dva puta sporije od radilice)
- kod donjeg razvoda koriste se i zupčanici
- da bi se održala potrebna napetost remena ili lanca u sustav se postavljaju zatezači



remenski prijenos zupčastim klinastim remenom

DVOTAKTNI OTTO MOTOR

Dvotaktni Otto motori su benzinski motori kod kojih se sve faze procesa (usis, kompresija, izgaranje i ispuh) dešavaju u 2 takta tj. u jednom okretaju koljenastog vratila.

Postoje dvije konstrukcije dvotaktnih Otto motora

- | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> □ Konstrukcija s 3 kanala (najčešća) ima poprečno ispiranje cilindra <ul style="list-style-type: none"> – cilindar – karter – svjećica – usisni, ispušni i prestrujni kanal – klipni uređaj | | <ul style="list-style-type: none"> □ Konstrukcija s kanalom za usis i ispušnim ventilom ima uzdužno ispiranje cilindra <ul style="list-style-type: none"> – u donjem dijelu cilindra ima kanal za usis – u gornjem dijelu ima ispušni ventil |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

PRIMJENA:

- jednocilindrični dvotaktni Otto motori za pogon motocikala, čamaca, poljoprivrednih strojeva (za male snage)
- dvotaktni Diesel motori za pogon brodova (velike snage)

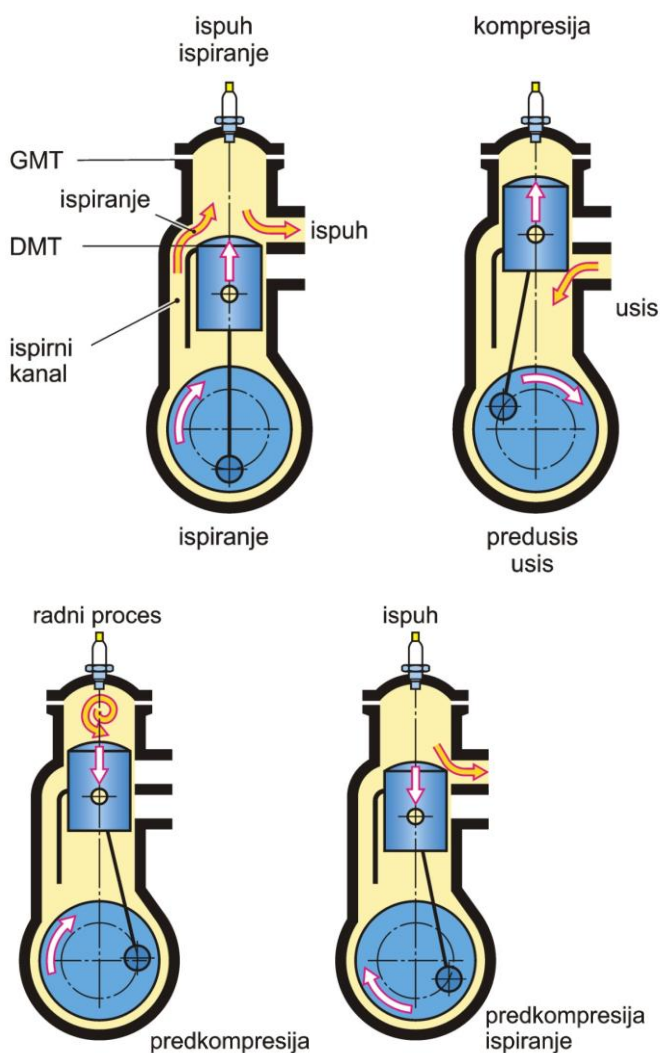
PREDNOSTI:

- lakši, jeftiniji, manje održavanje jer
 - nema ventilskog razvodnog uređaja
 - nema uređaja za podmazivanje
- veće ubrzanje
- mirniji rad

NEDOSTACI:

- veća potrošnja goriva i maziva
- slabije punjenje cilindra
- jače se griju

PRINCIP RADA 2-TAKTNOG OTTO MOTORA



1.takt

- klip se kreće iz DMT u GMT
- zatvara se prestrujni kanal i u cilindru klip tlači prethodno usisanu smjesu - **KOMPRESIJA**
- otvara se usisni kanal pa u karteru nastaje podtlak i počinje **USIS** smjese
- nešto prije gornje mrtve točke svjećica baca iskru i pali smjesu u cilindru

2.takt

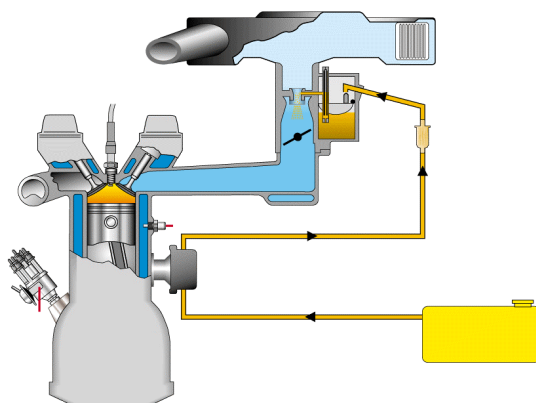
- upaljena smjesa izgara u cilindru, a tlak izgorjelih plinova potiskuje klip prema DMT – **EKSPANZIJA**
- na putu prema DMT klip zatvara usisni kanal i djelomično komprimira smjesu u karteru
- zatim klip otvara ispušni kanal i počinje **ISPUH** izgorjelih plinova
- istovremeno se otvara i prestrujni kanal pa usisana smjesa iz kartera naglo ulazi u cilindar te pomaže ispiranju cilindra

RAZLIKE IZMEĐU DVOTAKTNIH I ČETVEROTAKTNIH MOTORA

	DVOTAKTNI	ČETVEROTAKTNI
<i>NAMJENA KUĆIŠTA</i>	radni prostor za predusisavanje smjese	spremnik ulja za podmazivanje motora
<i>RAZVODNI UREĐAJ</i>	razvod obavlja klip otvaranjem i zatvaranjem kanala na cilindru	pomoću ventilskog razvodnog uređaja
<i>BROJ OKRETAJA RADILICE</i>	jedan okret za sve četiri faze ciklusa	dva okretaja za sve četiri faze ciklusa
<i>PODMAZIVANJE</i>	uljem koje se dodaje u gorivo	uljem iz spremnika za ulje

UREĐAJ ZA DOVOD GORIVA KOD OTTO MOTORA

Uređaj za dovod goriva u klasičnom obliku ima sljedeće osnovne dijelove:



1. Spremnik za gorivo

- izrađuje se od čeličnog lima
- iznutra je obojen posebnim lakom zbog sprečavanja korozije
- ima pregrade da ne bi došlo do ljućanja vozila u zavoju
- cijev za gorivo ide do dna spremnika i na kraju ima mrežicu
- na čepu spremnika se nalazi rupica zbog podtlaka
- ima plovak povezan sa voltmetrom (mijenja otpor), koji daje električni impuls na komandnoj ploči

2. Crpka za gorivo

- dobavlja gorivo od spremnika do rasplinjača
- vrste: 1) membranske crpke: mehaničke, pogon od radilice
- 2) elektromagnetska: bolja, već pri startu motora dovede dovoljnu količinu goriva

3. Pročistač za gorivo (filter)

- odstranjuje mehaničke nečistoće

4. Rasplinjač

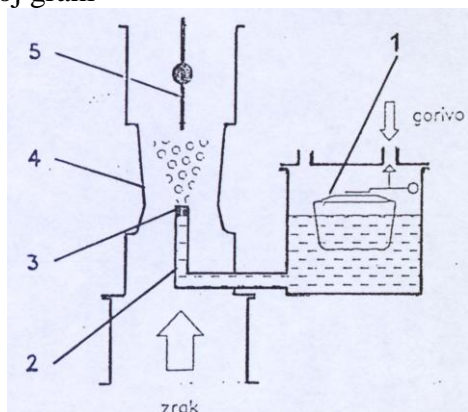
- rasplinjuje gorivo u maglu i miješa ga sa zrakom
- tekućine ne gore, samo njihove pare

Princip rada rasplinjača razjasnit će se preko elementarnog rasplinjača.

ELEMENTARNI RASPLINJAČ

Smještaj

- na usisnoj grani



Dijelovi:

- 1) komorica s plovkom
- 2) cijev
- 3) mlaznica
- 4) difuzor
- 5) leptirasta zaklopka**

Uloga

- miješanje goriva (raspršenog u maglu) i zraka u određenom omjeru u svrhu napajanja motora svježom smjesom

Način rada

U prvom taktu, u cilindru koji usisava svježju smjesu, nastaje podtlak, koji se prenosi na usisnu cijev. Zrak iz okoline nastoji izjednačiti razliku tlakova, pa ustrujava u usisnu cijev i prolazi kroz difuzor. Zbog suženja poprečnog presjeka povećava se brzina, a pada tlak. Zbog pada tlaka benzin se isisava kroz mlaznicu iz komorice s plovkom i u struji zraka se rasprši u sitne čestice.

DODATNI UREĐAJI RASPLINJAČU

Uređaj za prazni hod

-kada leptirasti zatvarač zatvori usisnu cijev (vozač ne dodaje „gas“), smanji se podtlak u difuzoru, pa glavna mlaznica ne radi. Da se u tom trenutku motor ne bi ugasio, predviđen je dovod goriva u praznom hodu. Iza leptirastog zatvarača nalazi se provrt sa vijkom kroz koji se dovodi gorivo kada vozač ne pritišće papučicu akceleratora.

Uređaj za puno opterećenje motora

Pri punom opterećenju motora leptirasti zatvarač je potpuno otvoren, ali motor nema maksimalni broj okretaja. Zato se na glavnoj mlaznici nalazi više provrta kroz koje se dovodi dodatna količina goriva, tako da se postigne maseni omjer zraka i goriva 13,5 : 1. Ta smjesa daje maksimalni broj okretaja, tj. maksimalnu snagu motora.

Uređaj za naglu akceleraciju

Pri *naglom* dodavanju gasa u rasplinjač ulazi veća količina zraka, velikom brzinom, ali je zrak manje gustoće pa u rasplinjač ulazi manje goriva (manji je podtlak zbog manje gustoće zraka). Takva smjesa je presiromašna da bi dala potrebnu snagu pri naglom ubrzanju (pretjecanje). Zato se rasplinjaču dodaje pumpa koja dovodi dovoljno goriva pri naglom ubrzanju vozila.

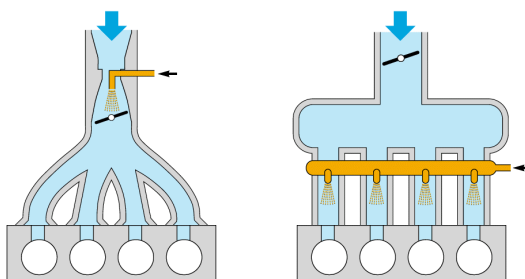
Uređaj za puštanje hladnog motora u rad (takozvani „čok“)

Pri puštanju hladnog motora u rad stvara se mali podtlak u difuzoru pa ulazi malo goriva koje se ne raspline u maglu, već se u obliku kapljica zadržava na stjenkama rasplinjača. Takvo gorivo se ne može zapaliti. Zbog toga se rasplinjaču dodaje leptirasti zatvarač za start *ispred* glavne mlaznice, koji se aktivira ručno (ručica“ čoka“). Kada je motor hladan, zatvori se zatvarač za start, pa je podtlak u difuzoru veći i gorivo se raspline u maglu.

STVARANJE SMJESE KOD OTTOVIH MOTORA

Postoje dva načina stvaranja smjese goriva i zraka kod Ottovih motora:

- ⇒ usisavanje goriva u struju zraka
- ⇒ ubrizgavanje goriva u struju zraka
- ⇒ ubrizgavanje goriva u cilindar



USISAVANJE GORIVA U STRUJU ZRAKA

Zbog pada tlaka u difuzoru gorivo se usisava u struju zraka (princip rada rasplinjača). Rasplinjač može biti jedan za sve cilindre ili može svaki cilindar (na usisnoj cijevi) imati rasplinjač.

UBRIZGAVANJE GORIVA U STRUJU ZRAKA

(direktno ubrizgavanje goriva kod Otto motora)

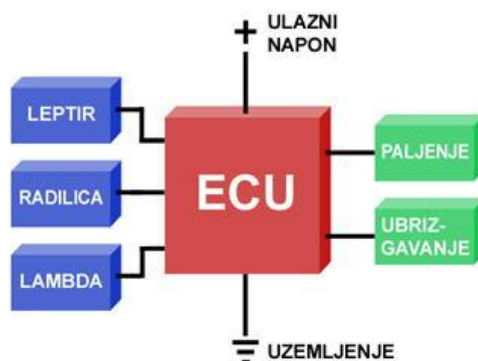
Kod direktnog ubrizgavanja nema rasplinjača. Postoje dvije vrste ubrizgavanja goriva:

- mehaničko ubrizgavanje goriva (prije elektronike)
- elektroničko ubrizgavanje goriva (središnje računalo – procesor)

ELEKTRONIČKO UBRIZGAVANJE GORIVA nema razvodnika goriva, samo leptirastu zaklopku za zrak. Mlaznice su elektromagnetske (otvaranjem i zatvaranjem upravlja struja). Ima osjetnike (senzore) i središnje računalo (ECU – Electronic Control Unit).

Način rada:

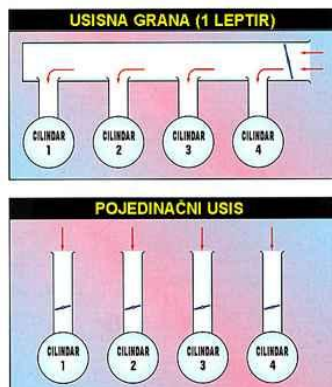
Leptirasta zaklopka vezana je za papučicu akceleratora. Senzori očitavaju položaj zaklopke i šalju informaciju središnjem računalu (ECU), koji određuje širinu (trajanje) pulsa. Puls je vrijeme kroz koje je mlaznica otvorena i tijekom kojeg se gorivo ubrizgava u usisnu cijev. Pumpa za gorivo održava uvijek stalni pritisak. Višak goriva vraća se povratnim cijevima u spremnik.



Shematski prikaz rada elektroničkog ubrizgavanja goriva. Na lijevoj strani su mjesta na kojima su osjetnici (senzori), a na desnoj procesi koji se korrigiraju.

Središnje računalo dobiva podatke o položaju leptiraste zaklopke, broju okretaja radilice, sastavu ispušnih plinova, temperaturi motora itd. te na osnovu toga određuje trenutak paljenja smjese i količinu goriva koju treba ubrizgati.

⇒ Postoje dvije izvedbe sustava za ubrizgavanje vezane uz položaj mlaznice.



središnja izvedba = mlaznica je postavljena ispred leptira a iza njega se usisna cijev grana (central point)

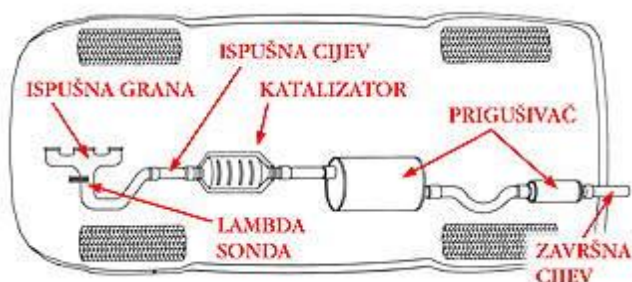
izravno ubrizgavanje = po jedna mlaznica za svaki cilindar a smještena je što bliže usisnom ventilu (multi point)

Središnji sustav ima nisku cijenu (vrlo je jednostavan), ali se gorivo ne raspodjeljuje ravnomjerno po cilindru

Sustav izravnog ubrizgavanja je efikasniji jer se njime postiže pravilniji omjer goriva i zraka.

Danas sa proizvode i Ottovi motori kod kojih se gorivo ubrizgava direktno u cilindar, a kroz usisni kanal do cilindra dolazi samo zrak (kao kod Diesel motora)

SASTOJCI ISPUŠNIH PLINOVA KOD OTTOVIH MOTORA



Osnovni dijelovi ispušnog sustava prikazani su na slici.

Nakon izgaranja, vrući plinovi kroz otvoreni ispušni ventil odlaze u ispušnu granu, prolaze pokraj lambda-sonde ulaze u katalizator te nakon njega prolaze kroz jedan ili više prigušivača Sve što je ostalo odlazi u atmosferu.

Ugljični monoksid (CO)

- nepotpuno izgaranje goriva
- 0,3% ugljičnog monoksida u zraku izaziva smrt

Štetni ugljikovodici (HC)

- nepotpuno izgaranje goriva
- pare ugljikovodika imaju narkotično djelovanje

Dušični oksidi (NO_x)

- udio dušika u zraku je 78% , uz visoku temperaturu i tlak nastaju dušični oksidi
- otrovni spojevi

Olovo i njegovi spojevi

- olovo se dodaje za povećanje oktanske vrijednosti goriva
- taloži se u organizmu

Ugljični dioksid (CO₂)

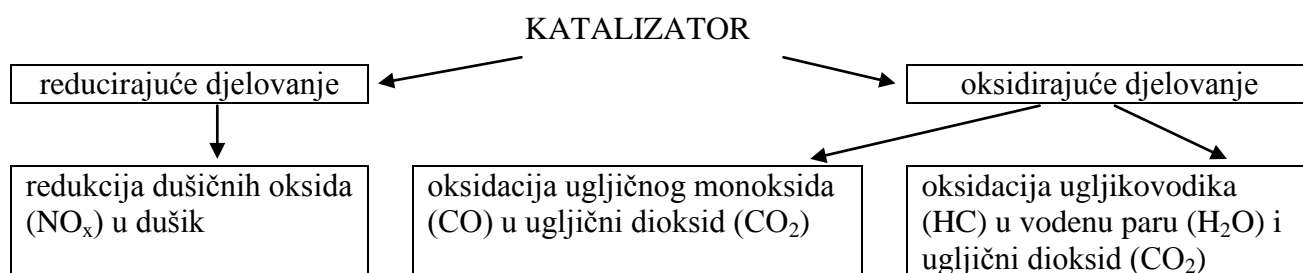
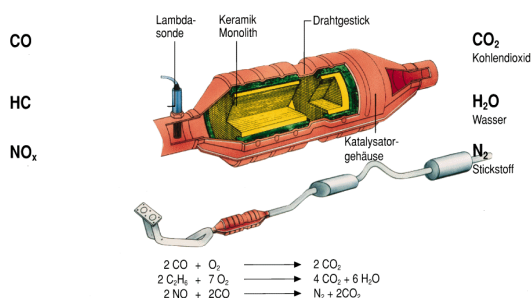
- nastaje potpunim izgaranjem
- izaziva "efekt staklenika"

KATALIZATOR

Katalizator je uređaj koji se ugrađuje u ispušni sustav vozila, a smanjuje štetnost ispušnih plinova preko 90%

Dijelovi katalizatora:

- sačasto tijelo od keramike presvučeno katalitičkim elementima
- žičano ojačanje za prigušenje vibracija
- metalno kućište
- lambda sonda



Za vozila s katalizatorom koristi se bezolovni benzin (olovo uništava katalitičke elemente).

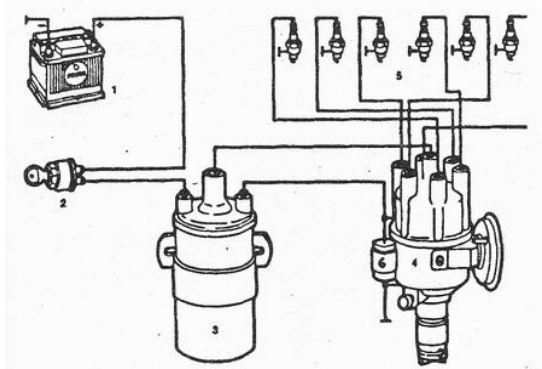
UREĐAJ ZA PALJENJE SMJESE (kod Otto motora)

Za dobivanje snage kod Ottovih motora potrebno je izgaranje smjese goriva i zraka. Uređaj za paljenje daje električnu iskrnu potrebnu za paljenje smjese.

Postoje dvije vrste uređaja za paljenje (kod Ottovih motora), a to su magnetno paljenje i baterijsko paljenje.

- Magnetno paljenje proizvodi struju pomoću magneta i rjeđe se koristi.
- Baterijsko paljenje koristi struju iz baterije (akumulatora), a može biti:
 - a) Indukcijsko paljenje
 - b) Tranzistorsko paljenje
 - c) Kondenzatorsko paljenje
 - d) Elektronsko paljenje

BATERIJSKO INDUKCIJSKO PALJENJE



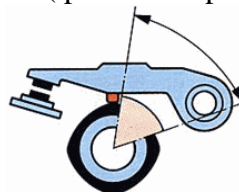
Baterijsko-indukcijsko paljenje dijeli se u dva strujna kruga: primarni krug i sekundarni krug. Kroz dijelove primarnog strujnog kruga teče struja NISKOG napona, a kroz dijelove u sekundarnom str. Krugu teče struja VISOKOG napona.

- Primarni strujni krug ima napon akumulatora (12V, 24V, 36V...), a dijelovi su:

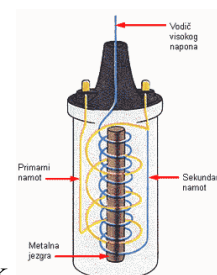
1) Akumulator



3) Automatski prekidač (platinske tipke)



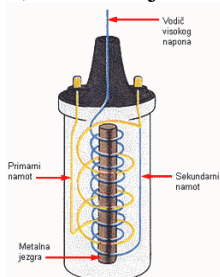
2) Glavni prekidač (ključ)



4) Indukcijski svitak

- Sekundarni strujni krug ima napon svjećice (15 000V do 30 000V), a dijelovi su:

5) Indukcijski svitak



6) Razvodnik paljenja



7) Svjećica



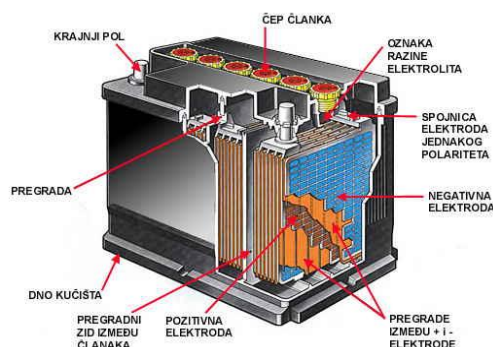
AKUMULATOR

Akumulator kakav danas poznajemo, izum je Francuza Gastona Plantea nastao još 1859. godine. To je uređaj koji služi za proizvodnju električne energije neposrednim pretvaranjem kemijske energije u električnu. Fizikalno se temelji na principu rada galvanskog članka (baterije) koji se u najjednostavnijem obliku sastoji od 2 elektrode i elektrolita. Promjene u akumulatoru su reverzibilne (povratne). Akumulator je izvor energije dok motor NE RADI!

GRAĐA AKUMULATORA:

<u>2 elektrode:</u>	a) + olovo (IV) oksid	rešetka s olovnim dioksidom, tamnosmeđe boje
	b) - elementarno Pb	spužvasta olovna ploča, sive boje
<u>elektrolit:</u>	razrijeđena sumporna kiselina	33% kiseline, 67% destilirane vode

Zbog razlike potencijala između te dvije elektrode dolazi do toka struje među njima!



OSNOVNI ELEMENT AKUMULATORA

Osnovni element zove se ČLANAK ili ČELIJA. Članak ili ćelija predstavlja dvije elektrode u elektrolitu, međusobno odvojene pregradom, čiji je nazivni napon 2 V. Više ćelija spojenih serijski čine akumulator. (6 članaka → 12 V...12 članaka → 24V)

PUNJENJE AKUMULATORA:

- punjenje akumulatora vrši se električnom strujom pri čemu se olovni sulfat razgrađuje na elementarno olovo i olovni dioksid pri čemu se oslobađa sumporna kiselina
- pri punjenju sumporna kiselina se pojavljuje i u obliku pare -ZAPALJIVO!!!

KAPACITET AKUMULATORA

- ⇒ Kapacitet akumulatora je broj koji nam pokazuje koliko sati akumulator može davati struju određene jakosti.
- ⇒ mjerna jedinica: Ah (ampersat)
- ⇒ kapacitet ovisi o jakosti struje pražnjenja i temperaturi elektrolita

OPASNOST ZA AKUMULATOR

- niske temperature (pri -20°C može se smanjiti kapacitet i do 50%!)
- visoke temperature

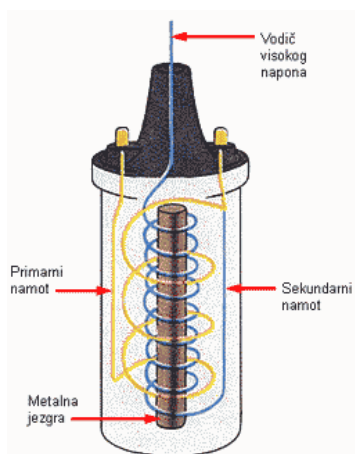
ODRŽAVANJE:

- ⇒ provjera razine elektrolita (i dodavanje destilirane H₂O, po potrebi)
- ⇒ čišćenje priključaka
- ⇒ povremeno punjenje kod dužeg stajanja

INDUKCIJSKI SVITAK (BOBINA)

Zadaća induksijskog svitka:

- induksijskom svitku (bobini) nastaje, tj. inducira se struja visokog napona (15000 – 30000 V) u trenutku kada platinske tipke prekinu primarni strujni krug (struju niskog napona).



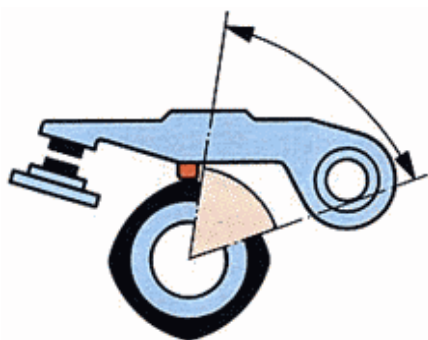
Osnovni dijelovi bobine:

- ⇒ željezna jezgra
- ⇒ primarni namoti (debela žica)
- ⇒ sekundarni namoti (tanka žica)

Priključci:

- ⇒ niski napon sa ključa
- ⇒ niski napon prema platinskim tipkama
- ⇒ visokonaponski priključak prema razvodniku paljenja

PLATINSKE TIPKE (AUTOMATSKI PREKIDAČ)



Zadaća platinskih tipki

- prekid struje niskog napona u primarnom strujnom krugu da bi se inducirala struja visokog napona u indukcijskom svitku

Dijelovi:

- pokretni dio – čekić (izoliran)
- nepokretni dio – nakovanj (spojen na masu)

Smještaj:

⇒ u kućištu razvodnika paljenja

Način rada

- ⇒ čekić od nakovnja odmiče brijeg na vratilu razvodnika paljenja i time prekida strujni krug.
- ⇒ broj brijegova ovisi o broju svjećica.

KONDENZATOR

Uloga kondenzatora

- ⇒ stalno prekidanje struje niskog napona izaziva iskrenje između čekića i nakovnja
- ⇒ iskrenje uništava platinske tipke
- ⇒ kondenzator na sebe preuzima strujni udar i sprečava iskrenje

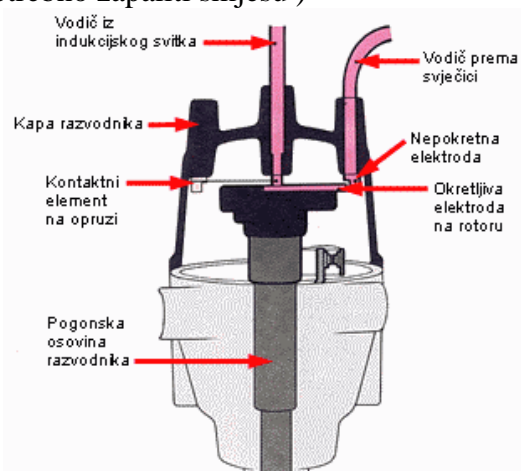
Smještaj

⇒ s vanjske strane kućišta razvodnika paljenja

RAZVODNIK PALJENJA

Zadaća:

Razvodnik paljenja razvodi struju visokog napona na svjećice u točno određenom trenutku (kad je potrebno zapaliti smjesu)



Dijelovi razvodnika paljenja:

- ⇒ vodič visokog napona iz indukcijskog svitka
- ⇒ automatski prekidač (platine)
- ⇒ sustav za prilagođavanje trenutka paljenja
- ⇒ kapa razvodnika
- ⇒ rotor sa okretnom elektrodom
- ⇒ pogonsko vratilo razvodnika (pokreće ga koljenasto vratilo; ima na jednom dijelu bregova koliko i cilindara jer određuje vrijeme prekidanja struje na platinama)
- ⇒ nepokretna elektroda
- ⇒ vodič prema svjećici

Način rada

Struja visokog napona iz indukcijskog svitka dolazi na središnji kontakt razvodnika paljenja i prelazi na okretnu elektrodu rotora koja u prolazu preko nepomičnih elektroda unutar razvodne kape predaje struju. (broj nepomičnih elektroda = broj svjećica)

Određivanje trenutka paljenja

- Određivanje trenutka paljenja vrši se pomoću:
 - a) centrifugalnog regulatora
 - b) podtlačnog regulatora

Regulatori pomiču trenutak paljenja unaprijed kad se poveća brzina vrtnje motora

DANAS



novi elektronički sustavi imaju jednostavnije rješenje paljenja:

- ⇒ DIS (Direct Ignition System) = nekoliko manjih indukcijskih svitaka - najčešće jedan za dvije svjeće - nema razvodnika paljenja - elektronika određuje trenutak napajanja indukcijskog svitka
- ⇒ CDI (Capacitor Discharge Ignition) = svaka svjećica ima svoj indukcijski svitak s kondenzatorom smještenim direktno na svjećicu - kondenzator na kratko vrijeme pohrani manju količinu naboja prije isporučivanja primaru - povišenje napona u 2 koraka: 12V → 400V → 40000V

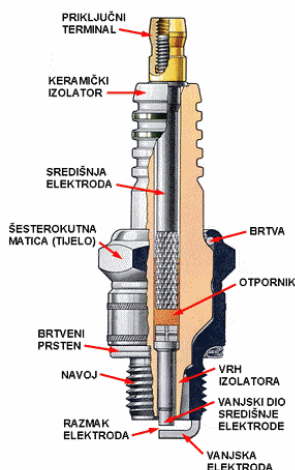
Oba sistema imaju pouzdan rad i veliku trajnost.

SVJEĆICE

Zadaća svjećice



Zadatak svjećice je da pomoću struje visokog napona izazove iskra između elektroda



DIJELOVI SVJEĆICE

- 1) glavna elektroda = u sredini svjećice, provodi struju visokog napona
- 2) keramički izolator = obuhvaća glavnu elektrodu, sprečava gubitak napona prema glavi motora
- 3) visokonaponski priključak = na njega se spaja visokonaponski vodič koji dolazi od indukcijskog svitaka (bobine)
- 4) kućište = odvodi toplinu sa svjećice, na donjem dijelu ima navoj (dugi ili kratki)
- 5) vanjska elektroda = zavarena na nozi svjećice, preko glave motora spojena s masom, između nje i glavne elektrode nastaje iskra

Izbor svjećice:

Svjećica se bira prema **dužini navoja** i prema **toplinskoj vrijednosti svjećice**

- dugi navoj:
 - ⇒ za deblje stjenke glave motora
 - ⇒ takva svjećica bi u tankoj glavi motora stršala predaleko u prostor za izgaranje
- kratki navoj
 - ⇒ za tanke stjenke glave motora
 - ⇒ u glavi s debljom stjenkom takva svjećica bi slabo palila smjesu

Toplinska vrijednost svjećice je vrijeme izraženo u stotim dijelovima minute, potrebno da se svjećica zagrije na radnu temperaturu

- ⇒ visoka toplinska vrijednost = kratka noga zagrijavanja, dugo vrijeme zagrijavanja
- ⇒ niska toplinska vrijednost = duga noga izolatora, kratko vrijeme zagrijavanja

O položaju svjećice u prostoru za izgaranje uvelike ovisi kvaliteta sagorijevanja smjese

Pitanja za ponavljanje:

1. Definiraj Ottove motore!
2. Nabroji osnovne pojmove vezane za Ottov motor i definiraj ih!
3. Opiši četiri takta Ottovog motora – što se zbiva i u kojim položajima su dijelovi?
4. Što je omjer kompresije i koliko iznosi za Ottove motore?
5. Što označava pojam “radni takt” i koji je od četiri postojeća u Ottovu motoru?
6. Kako se rješava prigušivanje buke?
7. Što znači da je strojni dio toplinski opterećen, a što mehanički?
8. Koje su moguće izvedbe cilindarske košuljice?
9. Nabroji pokretne dijelove motora i navedi njihove specifične uloge!
10. Što znači da je klipni prsten kompresijski, a što da je uljni? Kako su smješteni?
11. Koja je uloga razvodnog uređaja?
12. Koji elementi se podrazumijevaju pod ventilskim sklopom?
13. Zašto bregasto vratilo ima bregove?
14. Koje su vrste razvodnog mehanizma?
15. Što povezuje prijenosni uređaj razvodnog mehanizma i koje su mu moguće izvedbe?
16. Definiraj dvotaktne Ottove motore!
17. Koji su kanali u dvotaktnom Ottovom motoru? Čemu služe?
18. Navedi razlike između dvotaktnih i četverotaktnih Ottovih motora!
19. Koji su elementi za dovod goriva Ottovu motoru u klasičnom obliku? Opiši ih!
20. Objasni princip djelovanja elementarnog rasplinjača?
21. Koji su dodatni uređaji rasplinjaču i čemu služe?
22. Koja su dva osnovna načina stvaranja smjese goriva i zraka kod Ottovih motora? Opiši!
23. Koji podaci ulaze u računalo, a na što se djeluje na temelju dobivenih podataka?
24. Što predstavlja „multi point“, a što „central point“ ubrizgavanje?
25. Koji je sastav ispušnih plinova Ottovih motora? Koja su im svojstva? Objasni!
26. Kako se rješava štetnost ispušnih plinova? Opiši!
27. Što je lambda sonda?
28. Što znači da katalizator vrši oksidaciju, a što da vrši redukciju?
29. Zašto je olovo opasno za katalizator?
30. Nabroji elemente baterijskog indukcijskog paljenja Ottovih motora?
31. Koji je napon u primarnom, a koji u sekundarnom strujnom krugu paljenja?
32. Opiši akumulator, njegovu građu, ulogu, svojstva, održavanje!
33. Što je indukcijski svitak i koja mu je uloga? Na kom principu radi?
34. Koja je uloga automatskog prekidača? Koji su mu dijelovi?
35. Koja je uloga kondenzatora?
36. Što radi razvodnik paljenja? O čemu ovisi broj kablova na njemu?
37. Koja je uloga svjećice? Koji su joj dijelovi?
38. Definiraj toplinsku vrijednost svjećice!

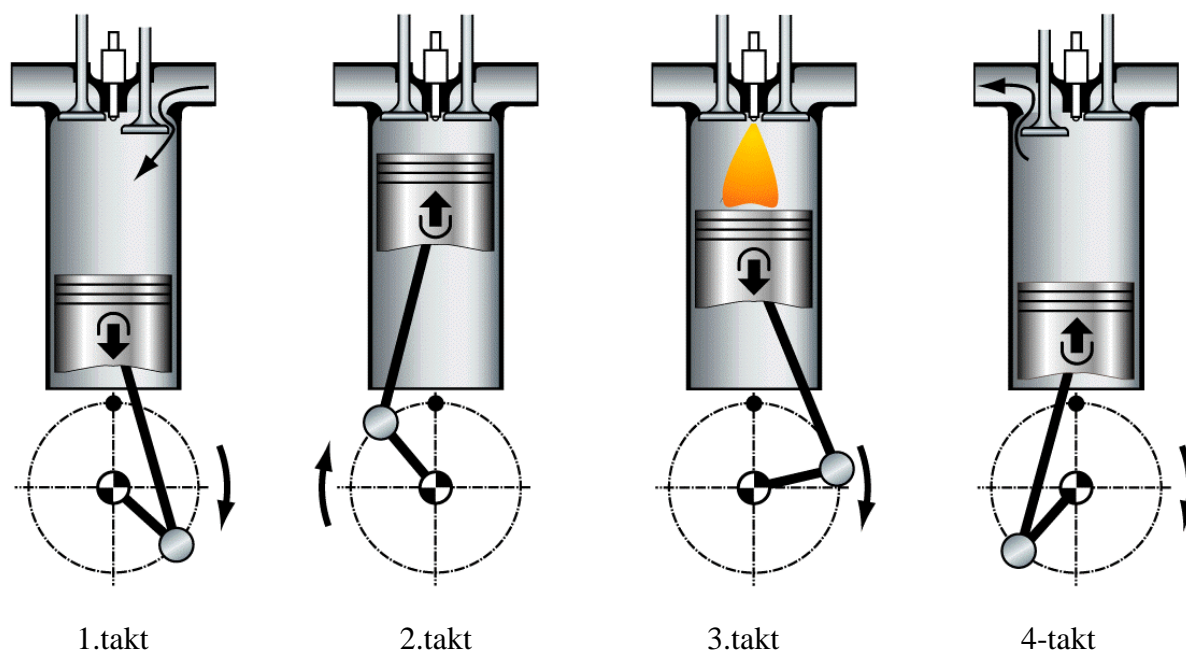
DIESEL MOTORI

- Diesel motori su MSUI koji u cilindar uvlače čisti ZRAK te ga komprimiraju. U komprimirani zrak ubrizgava se diesel gorivo koje se samo zapali.
- Mogu biti 2-taktni i 4-taktni.

Primjena:

- 4-taktni za cestovna vozila i male strojeve
- 2-taktni za pogon brodova i diesel elektrana (motori preko 400kW)

ČETVEROTAKTNI PROCES DIESEL MOTORA



PRVI TAKT – USIS ZRAKA

- usisni ventil otvoren, ispušni zatvoren
- klip se giba iz gornje mrtve točke u donju mrtvu točku
- usisavanje okolišnjeg zraka
- zrak ulazi u cilindar zbog :
 - a) podtlaka (0,98 bara u DMT)
 - b) kompresora (1,5 do 1,9 bara u DMT)

DRUGI TAKT – KOMPRESIJA I PALJENJE

- oba ventila zatvorena
- klip se giba iz DMT u GMT
- sabijanje (kompresija) zraka
- zraku se smanjuje volumen a rastu tlak i temperatura
- na kraju kompresije tlak i temperatura su:
 - $p = 3 \text{ do } 5 \text{ MPa (30 do 50 bara)}$
 - $T = 770 \text{ do } 1070 \text{ K (495°C do 797°C)}$
- ubrizgavanje goriva počinje $15^\circ - 30^\circ$ prije GMT
- gorivo se samozapali zbog visoke temperature zraka

OMJER KOMPRESIJE - ϵ (epsilon)

... je omjer ukupnog i kompresionog volumena u cilindru

$$\epsilon = \frac{V_{UK}}{V_K}$$

V_K kompresioni volumen

V_S radni volumen (između DMT i GMT)

V_{UK} ukupni volumen cilindra ($V_{UK} = V_K + V_S$)

Omjer kompresije nam pokazuje koliko se puta smanjio volumen usisanog zraka nakon kompresije. Za DIESEL MOTORE $\epsilon = 16:1$ do $24:1$

TREĆI TAKT – IZGARANJE I EKSPANZIJA

- oba ventila zatvorena
- gorivo koje izgara gura klip od GMT prema DMT
- ekspanzija (širenje volumena) je posljedica izgaranja goriva
- jedini radni takt (u tom taktu DOBIVAMO rad)

ZAKAŠNJELO PALJENJE

....je vremenski period od početka ubrizgavanja goriva do trenutka samozapaljenja goriva. Za to vrijeme gorivo se zagrije, rasprši , pomiješa sa zrakom i tek tada počinje samopaljenje.

- Preveliko zakašnjelo paljenje uzrokuje taloženje goriva u cilindru.
- Kada se veća količina goriva zapali naglo i prebrzo izgara.
- Posljedica ja naglo i preveliko povećanje tlaka što uzrokuje lupanje u cilindru (DETONATIVNO IZGARANJE)
- Goriva s niskim cetanskim brojem imaju veće zakašnjenje paljenja

CETANSKA VRIJEDNOST GORIVA

Cetanska vrijednost goriva označava se cetanskim brojem (CB)

CETANSKA VRIJEDNOST goriva pokazuje nam sklonost goriva prema samozapaljenju

ČETVRTI TAKT - ISPUH

- ispušni ventil se otvara 30° - 50° prije DMT (krajem trećeg takta)
- u cilindru vlada predtlak, što uzrokuje početno istrujavanje dimnih plinova
- istrujavanje preostalih dimnih plinova uzrokuje klip koji se giba od DMT prema GMT
- usisni ventil se otvara prije kraja četvrtog takta

PREKRIVANJE VENTILA je vremenski period kada su oba ventila otvorena (kraj četvrtog i početak prvog takta). Okolišnji zrak ulazi u cilindar, izbacuje dimne plinove i izlazi kroz otvoreni ispušni ventil (postupak se naziva ISPIRANJE CILINDRA)

ŠTETNI SASTOJCI ISPUŠNIH PLINOVA KOD DIESEL MOTORA

Dušični oksidi (NO_x)

- Udio dušika u zraku je 78 %, uz visoku temperaturu i tlak nastaju dušični oksidi = otrovni spojevi

Sumporni spojevi

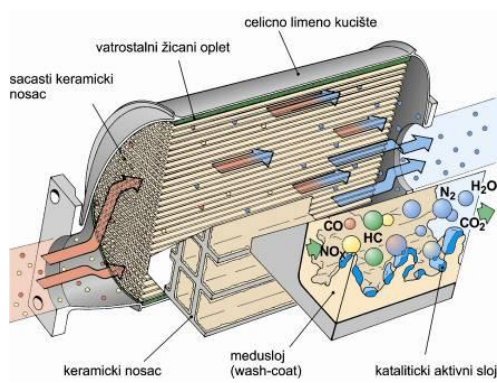
- Kod Diesel motora nastaje sumporni dioksid (SO_2) + vodena para →» kisele kiše «

Čestice čađe

- Količina čađe se može smanjiti:
 1. pravilnim podešavanjem vremena ubrizgavanja i količine ubrizganog goriva
 2. dobrim miješanjem goriva i zraka

KATALIZATOR

Katalizator je uređaj koji se ugrađuje u ispušni sustav vozila, a smanjuje štetnost ispušnih plinova preko 90 %.



Katalizator kod Diesel motora radi redukciju ugljičnog monoksida i redukciju neizgorenih ugljikovodika (HC) (to su oksidacijski katalizatori) **Osnovni problem Diesel motora je čađa koja se NE MOŽE se riješiti katalizatorom.**

Smanjenje količine čađe može se izvesti:

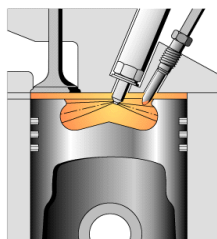
- ⇒ ispiranjem ispušnih plinova (potrebna velika količina vode)
- ⇒ ciklon filterom (izdvajanje čestica uslijed vrtloženja)
- ⇒ elektrostatskim filterom (čestice se izdvajaju prolaskom kroz elektronsko polje)
- ⇒ dodavanjem aditiva gorivu (stvaranje drugih nepoželjnih spojeva)
- ⇒ filterskim slojevitim sustavom s katalizatorom (izgaranje čađe dešava se u filteru svakih 500 – 600km i traje par sekundi. To se naziva »peti takt« Diesel motora.)

PODJELA DIESEL MOTORA

PREMA NAČINU UBRIZGAVANJA GORIVA

1. Motori s izravnim ubrizgavanjem goriva
2. Motori s neizravnim ubrizgavanjem goriva
 - a) motori s predkomorom
 - b) motori s vrtložnom komorom

MOTORI S IZRAVNIM UBRIZGAVANJEM GORIVA

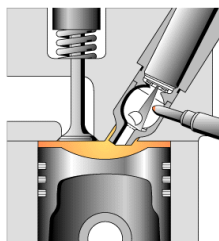


- gorivo se izravno ubrizgava u sredinu kompresijskog prostora tj. u klipno udubljenje
- tlak ubrizgavanja goriva iznosi 12 - 40 MPa (120 - 400 bara) i više

MOTORI S NEIZRAVNIM UBRIZGAVANJEM GORIVA

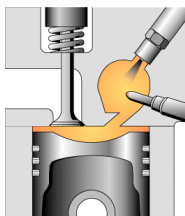
- gorivo se ubrizgava u predprostor za izgaranje
- tlak ubrizgavanja goriva iznosi 7 - 12 MPa (70 - 120 bara)
- Prednosti: zbog nižih tlakova ubrizgavanja ($p < 12$ MPa) manje je i opterećenje motornog mehanizma
- Nedostaci: veća specifična potrošnja goriva zbog manjeg toplinskog stupnja djelovanja

a) Motori s predkomorom



- 1) mlaznica
 - 2) grijač
 - 3) predkomora
- u glavi motora nalazi se komora valjkastog oblika
 - veza između predkomore i kompresijskog prostora izvedena je s više manjih provrta
 - u predkomori se nalazi grijač (za puštanje hladnog motora u rad)

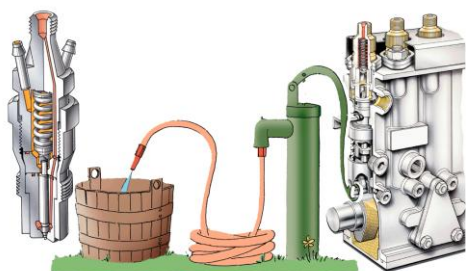
b) Motori s vrtložnom komorom



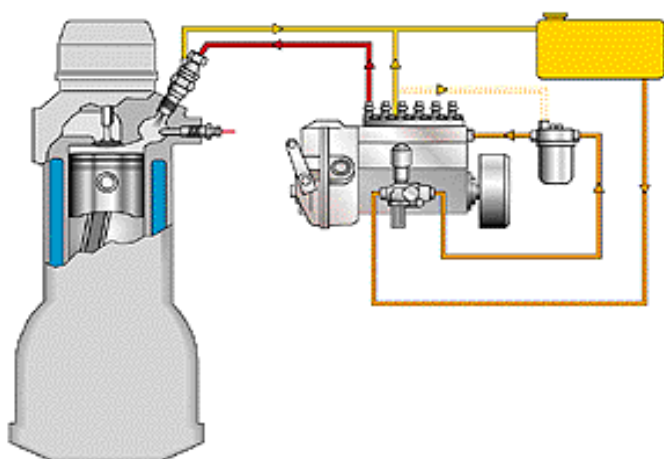
- 1) mlaznica
 - 2) vrtložna komora
- vrtložna komora nalazi se u glavi motora i ima oblik kugle
 - spojena je pomoću tangencijalnog kanala s kompresijskim prostorom

<u>OSOBITOSTI UBRIZGAVANJA</u>			
	Pretkomora	Vrtložna komora	Izravno ubrizgavanje
Ispušni plinovi	vrlo dobar motor, problemi samo nakon hladnog starta	vrlo dobar motor, problemi samo nakon hladnog starta	dobar motor, u području punog opterećenja problemi s NO _x
Potrošnja goriva	srednje dobar	dobar	vrlo dobar
Buka motora	vrlo dobar, samo kod hladnog motora oštri šumovi	dobar, kod hladnog motora i malih opterećenja oštri šumovi	oštri šumovi na svim režimima
Pokretanje motora	neizostavno potrebna pomoć pri pokretanju hladnog motora		pomoć pri kretanju potrebna je tek pri niskim temperaturama

SUSTAV ZA DOVOD GORIVA KOD DIESEL MOTORA



Uloga sustava za dovod goriva je opskrba motora točno određenom količinom goriva ovisno o opterećenju motora i broju okretaja



1. Spremnik za gorivo = od čeličnog lima, iznutra obojen posebnim lakom
2. Usisni vod = cijev koja povezuje spremnik i pumpu niskog tlaka
3. Pročistač goriva = odstranjuje nečistoće iz goriva
4. Pumpa niskog tlaka (PNT) = dobavlja gorivo do PVT
5. Pumpa visokog tlaka (PVT) = ubrizgava gorivo u cilindar
6. Visokotlačni vod = cijev izložena visokom pritisku između PVT i mlaznice
7. Mlaznica = dio sustava koji ubrizgava gorivo u cilindar
8. Vod za povrat goriva = cijev za povrat goriva u spremnik
9. Regulator praznog hoda i max. broja okretaja

PUMPA NISKOGL TLAKA (PNT)

Uloga:

- dobava goriva iz spremnika do pumpe visokog tlaka

Smještaj:

- pričvršćena na kućište pumpe visokog tlaka
- PNT pokreće ekscentar pričvršćen na bregasto vratilo pumpe visokog tlaka

Vrste:

- jednoradna (dobavlja gorivo u svakom drugom okretu bregastog vratila)
- dvoradna (dobavlja gorivo u svakom okretu bregastog vratila)

PROČISTAČI GORIVA

Nepravilna izmjena i čišćenje pročistača može dovesti do prebrzog uništenja elemenata u uređaju za dovod goriva

- | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------|
| Vrste pročistača: | - normalni | - spiralni |
| | - stupnjeviti | - zvjezdasti |
| | - s pločama od pusta | - kombinirani |
| | - s cijevima od pusta | |

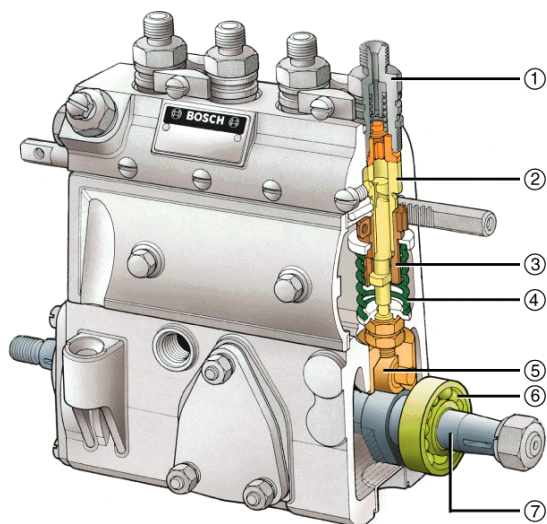
PUMPA VISOKOG TLAKA

- crpka za dovod goriva pod tlakom (pumpa visokog tlaka = PVT)

Uloga (zadaca) pumpe visokog tlaka (PVT)

- da komprimira gorivo i povisi mu tlak
- da točno određenu količinu goriva u točno određenom trenutku, ovisno o broju okretaja motora, ubrizga preko mlaznice u cilindar motora

Dijelovi PVT:



1. visokotlačni ventil
2. cilindar PVT sa ulaznim i izlaznim otvorom
3. segmentni zupčanik
4. opruga
5. valjkasti podizač
6. ležaj bregastog vratila PVT
7. bregasto vratilo PVT
8. klip PVT sa okomitim i kosim urezom
9. zubna letva

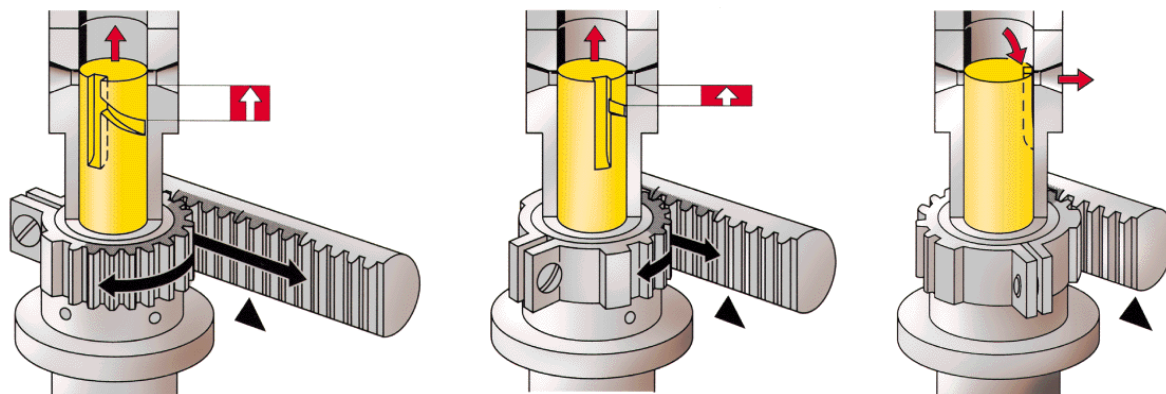
Način rada PVT

- gorivo koje tjera pumpa niskog tlaka ulazi kroz ulazni otvor u cilindar PVT
- bregasto vratilo PVT (koje je povezano s koljenastim vratilom motora) podiže klip PVT preko valjkastog podizača, te klip komprimira gorivo u cilindru PVT
- kada se postigne odgovarajući pritisak u cilindru pumpe, otvara se visokotlačni ventil i propušta gorivo pod tlakom u visokotlačni vod i mlaznicu

Regulacija snage Diesel motora

Snaga Diesel motora regulira se količinom goriva koje se ubrizga u cilindar motora

- vozač pritiskom na papučicu gasa pomiče zubnu letvu, koja zakreće segmentni zupčanik, a time i klip pumpe visokog tlaka
- klip PVT ima na sebi okomiti i kosi utor
- dok se klip giba prema vrhu cilindra (gore) njegov kosi utor nailazi na izlazni otvor i dio goriva se vraća u spremnik
- zakretanjem klipa oko uzdužne osi (to radi zubna letva) određuje se trenutak nailaska kosog utora na izlazni otvor cilindra pumpe, a time i količine goriva koja će ostati u cilindru PVT i biti ubrizgana u cilindar motor



Regulacija snage motora pomoću zubne letve

BRIZGALJKE (MLAZNICE)

Zadaća:

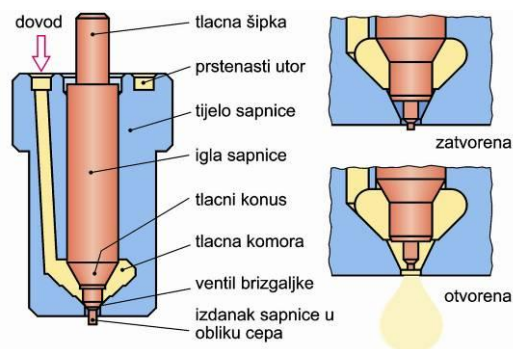
- ⇒ zadatak brizgaljke je raspršiti gorivo kojeg tlači visokotlačna pumpa i tako stvoriti optimalnu smjesu goriva i zraka za određeni oblik prostora izgaranja

Brizgaljke utječu na:

- rad motora
- proces izgaranja
- buku motora, posebno u praznom hodu
- emisiju štetnih tvari

Materijal izrade:

- visokokvalitetni čelik
- obrađene poliranjem (tolerancija 2 – 4 μm)
- tijelo i igla brizgaljke moraju se mijenjati u paru



NAČINI UBRIZGAVANJA GORIVA KOD DIESEL MOTORA

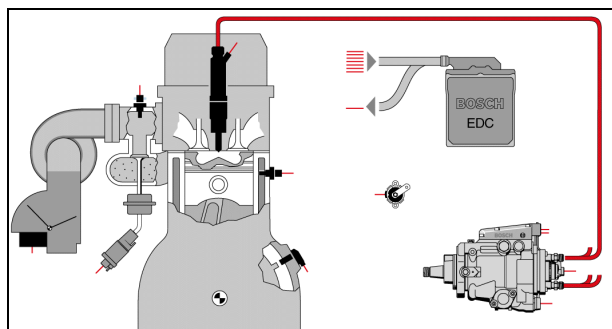
a) Indirektno ubrizgavanje (tlak ubrizgavanja $p = 7 - 12 \text{ MPa}$)

- motori s predkomorom
- motori s vrtložnom komorom

b) Direktno ubrizgavanje

- postoje četiri različita uređaja za direktno ubrizgavanje goriva u cilindar:

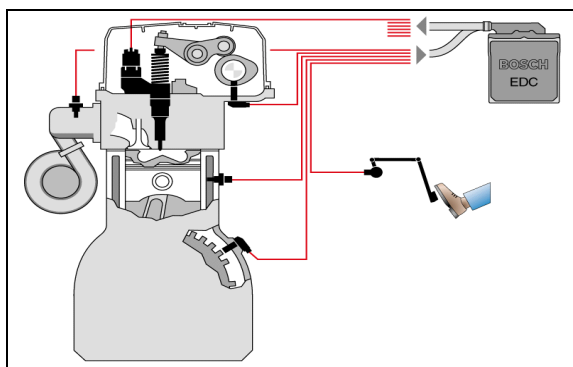
UREĐAJ SA PUMPOM VISOKOG TLAKA



- pumpa visokog tlaka (tlak ubrizgavanja goriva $p = 12 - 40 \text{ MPa}$)

UREĐAJ SA PUMPOM – BRIZGALICOM

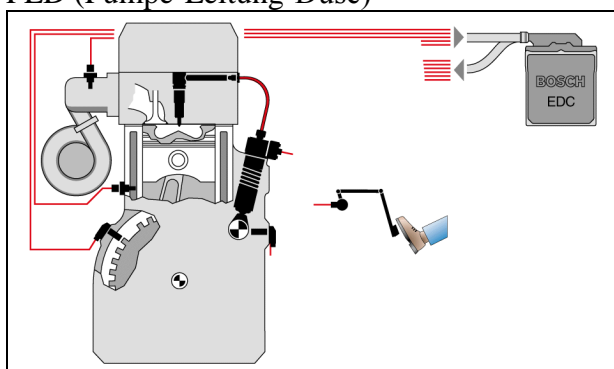
PDE (Pumpe- Düse-Einheit)



- ⇒ pumpe-brizgalice (tlak ubrizgavanja $p=$ do 180 MPa)
- ⇒ pumpa i brizgaljka u jednom komadu
- ⇒ elektroničko upravljanje
- ⇒ pogon od bregastog vratila

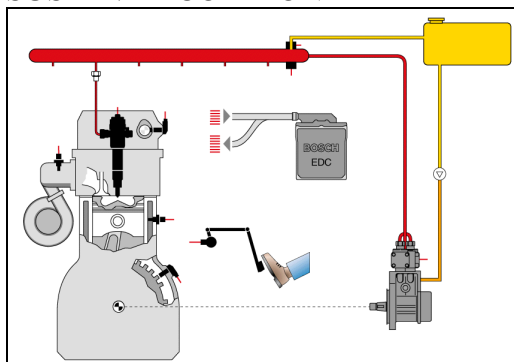
UREĐAJ SA VISOKOTLAČNOM REDNOM PUMPOM

PLD (Pumpe-Leitung-Düse)



- ⇒ visokotlačne redne pumpe (tlak ubrizgavanja goriva $p=$ 115 – 140 MPa)
- ⇒ svakom cilindru motora po jedan element pumpe
- ⇒ robusna konstrukcija, dugi vijek trajanja
- ⇒ elektronska regulacija ubrizgavanja, smanjenje čađe

SUSTAVA “COMMON REIL”



- ⇒ tlak ubrizgavanja $p=$ do 135 MPa
- ⇒ visokotlačna crpka koja kontinuirano nabija gorivo u zajedničku cijev
- ⇒ gorivo se iz zajedničke cijevi preciznim elektromagnetskim ventilima ubrizgava u cilindre

PREDNABIJANJE MOTORA

- kod motora s uređajem za prednabijanje se u cilindar ubacuje zrak koji ima viši tlak od okolišnjeg
- klip u drugom taktu stlačuje već djelomično stlačeni zrak što znatno poboljšava izgaranje i performanse motora (više kisika=potpunije izgaranje)
- prva ugradnja uređaja za prednabijanje bila je 1973 godine u BMW 2002turbo (100 KS ⇒ 170 KS)



- Sve uređaje za prednabijanje zraka zajedničkim imenom nazivamo "kompresori", a razlikujemo turbokompresore (pokretane strujom ispušnih plinova) te mehaničke kompresore (pokretane remenom ili lancem s koljenastog vratila)

PREDNABIJANJE

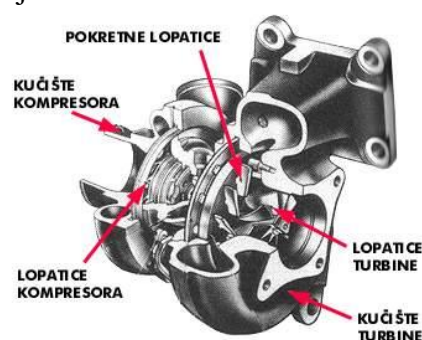
mehanički kompresor

- pogon od radilice preko multiplikatora (povećava broj okretaja)
- linearno povisuje punjenje ovisno o broju okretaja motora



turbokompresor

- pogon pomoću turbine koju pokreću ispušni plinovi, turbina je učvršćena na isto vratilo s kompresorom
- punjenje se povećava s kvadratom brzine vrtnje



PODMAZIVANJE MOTORA

ULOGA PODMAZIVANJA:

- Motore s unutrašnjim izgaranjem podmazujemo zbog smanjenja trenja između pokretnih dijelova

ZADAĆE ULJA ZA PODMAZIVANJE:

- *Smanjenje trošenja* pokretnih dijelova
- *Hlađenje motora* - Ulje u svojem kretanju kroz motor sakuplja toplinu.. Prilikom povratka u korito ulje se hladi. Motori visokih karakteristika katkada su opremljeni i hladnjacima za ulje čime se postiže bolje hlađenje ulja, a tako i dijelova motora
- *Brtvljenje pokretnih dijelova* motora - Uz ulogu podmazivanja među klipnim prstenovima i unutarnjim stjenkama cilindara, ulje doprinosi i njihovom međusobnom brtvljenju čime se dodatno sprečava mogućnost prolaska plinova
- *Čišćenje motora* - Prolaskom kroz ležajeve motorno ulje za sobom odnosi i sitnu nečistoću, pa čak i male okrhnutе dijelove motora. Strujanjem ulja kroz motor sve se odvodi u korito na čijem dnu ostaju krupnije čestice, dok se one sitnije zadržavaju u filtru za ulje

PODJELA ULJA:

- Ulja se dijele prema viskoznosti.
- Viskoznost je otpornost ulja prema tečenju.
- Ulja preniske viskoznosti neće se dovoljno dugo zadržati na površinama dijelova koje je potrebno podmazivati. S druge pak strane, ulje previsoke viskoznosti pri pokretanju hladnog motora ne može na vrijeme doći do svih mjesta koja treba podmazivat

VRSTE PODMAZIVANJA

1. Podmazivanje mješavinom goriva i ulja
 - koristi se kod dvotaktnih motora
 - ulje se dodaje gorivu ili se u manjoj količini ubrizga u cilindar
 - učinak slabiji, ispušni plinovi lošijeg sastava
2. Podmazivanje zapluskivanjem
 - rijetka upotreba-za motore manjih snaga
 - klipnjača je konstruirana tako da zahvaća ulje i njime zapluskuje motor
 - slaba učinkovitost
3. Podmazivanje pod tlakom
 - koristi se danas za podmazivanje četverotaktnih motora.

PODMAZIVANJE POD TLAKOM –

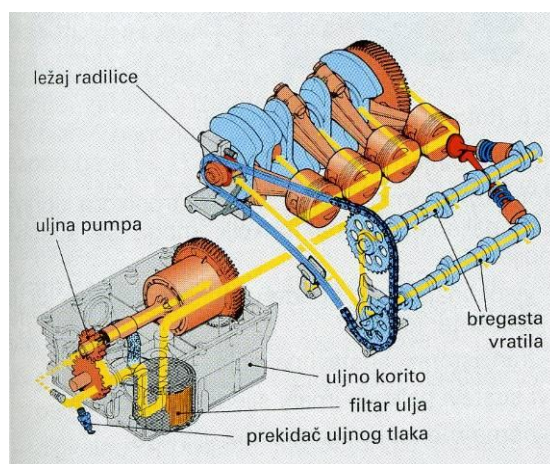
Crpka za ulje- omogućuje protok ulja kroz uređaj, najčešće zupčasta s vanjskim ozubljenjem, a pogon dobiva od radilice ili osovine razvodnika paljenja

Pročistač ulja- grubi i fini zadržavaju nečistoće u ulju koje nastaju kao produkti izgaranja ili od istrošenih dijelova motora. Izvedbe: papirnati, sitasti, lamelni, centrifugalni

Pre tlačni ventil- štiti uređaj od previsokog tlaka, a višak ulja u sustavu izlijeva u kućište

Hladnjak ulja – imaju samo jači i veći motori, ulje se može hladiti vodom ili zrakom

Manometar – mjeri tlak u sustavu

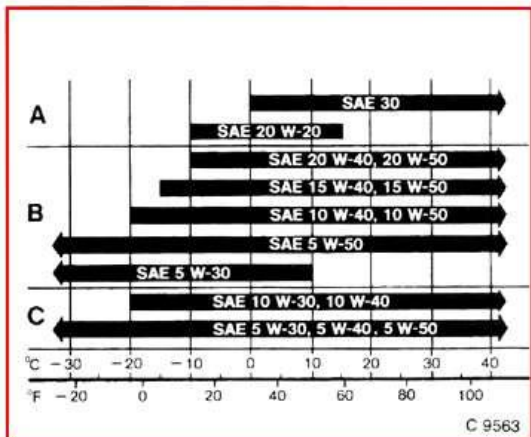


Osnovna svojstva ulja potrebna za pravilno podmazivanje motora:

- 1) **Ispravna viskoznost.** Viskoznost je otpornost ulja prema tečenju. U stvari, radi se o tome da ulja manje viskoznosti lakše teku kroz za to predviđene dijelove motora, dok ona veće viskoznosti teku teže. U praksi možemo pojednostavniti priču i reći da se radi o osobini koja se manifestira slično gustoći tekućine. Ulje preniske viskoznosti neće se dovoljno dugo zadržavati na površinama dijelova koje je potrebno podmazivati. S druge pak strane, ulje previsoke viskoznosti pri pokretanju hladnog motora ne može na vrijeme doći do svih mjesta koja treba podmazivati. Korištenje ulja ispravne viskoznosti (kakvu propisuje proizvođač motora) je, kao što vidimo, najznačajniji čimbenik ispravnog podmazivanja. Dakako, gustoća ulja se mijenja s promjenom njegove temperature te ovakva ulja nazivamo uljima jedinstvene viskoznosti.
- 2) **Indeks viskoznosti.** Ovo je mjera koja nam govori koliko se mijenja gustoća ulja (jedinstvene viskoznosti) s promjenom njegove temperature. Naime, mogući problem se javlja kod ulja koja bi u radu hladnog motora mogla biti pregusta, a previše rijetka kada se motor zagrije. Stoga se uljima, uz razne druge aditive, dodaju i sredstva za unapređivanje indeksa viskoznosti kako bi njihova gustoća ostala približno jednaka u velikom rasponu temperatura.
- 3) **Stupnjevi (brojevi) viskoznosti.** Kod ulja jedinstvene viskoznosti postoji više stupnjeva. Tako, npr., imamo "zimsku" ulja (W=winter) oznaka SAE 0W, SAE 5W, SAE 10W itd. (SAE = Society of Automotive Engineers - prema kojem je razvijen sustav gradacije motornih ulja). Za druga korištenja ulja, osim tzv. zimskih, možemo naići na oznake SAE 20, SAE 30, Sae 40 itd. Dakako, napominjemo kako se ovdje i dalje radi o uljima jedinstvene viskoznosti. Što je viši broj u ovoj oznaci, ulje je gušće.

- 4) **Ulja višestruke viskoznosti.** Kod većine motora današnjih osobnih automobila naći ćemo uputu za korištenje ulja višestrukog stupnja viskoznosti. Radi se, u stvari, o uljima kojima su dodana sredstva za unapređivanje stupnja viskoznosti kako bi se ostvarile približno jednake karakteristike pri većem rasponu temperatura. Tako ulje višestruke viskoznosti gradacije SAE 5W-30 ima viskoznost ulja SAE 5W kada je hladno, odnosno viskoznost ulja gradacije SAE 30 kada je vruće.

Poboljšanja karakteristika ulja, ostvaruju se dodavanjem raznih aditiva. Tako se u današnjim uljima mogu naći dodaci koji sprečavaju koroziju dijelova motora koji su u dodiru s uljem, ali i dodaci za čišćenje koji skidaju sagorjele naslage s unutarnjih površina motora i odnose ih u korito. Upravo zbog takvih ostataka sagorijevanja stara motorna ulja bivaju tamnija ili katkada i potpuno crna.



Podjela ulja prema viskoznosti: A - ulja jedinstvene viskoznosti, B - ulja višestruke viskoznosti, C - ulja koja lako teku

HLAĐENJE MOTORA

1/3 toplinske energije nastale izgaranjem goriva prenosi se na dijelove motora. Uslijed toga dolazi do povišenja temperature motora i istezanja glave i klipa motora. Ukoliko se ne odvođi toplina (hlađenje motora) dolazi do slijedećih posljedica:

- pregrijavanje motora
- smanjenja stupnja punjenja cilindra
- smanjenja snage
- smanjenja sposobnosti ulja (slabije podmazivanje)
- uništenja motora

Načini hlađenja motora

- a) unutarnje hlađenja – hlađenje uljem za podmazivanje i usisanom smjesom
- b) vanjsko hlađenje – hlađenje tekućinom ili zrakom

HLAĐENJE TEKUĆINOM

Način rada : između dvostrukih stijenki bloka i glave motora struji rashladna tekućina i prenosi toplinu sa stijenki motora preko hladnjaka u okolinu, tj. na zrak

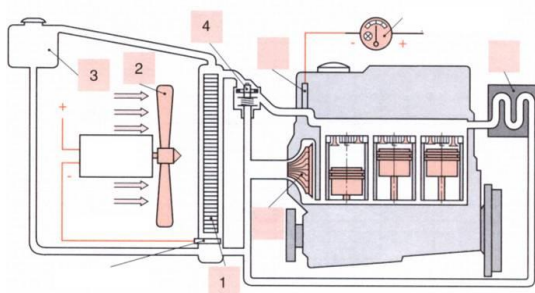
Sustavi hlađenja tekućinom

- gravitacijski sustav
- sustav prisilne cirkulacije

GRAVITACIJSKI SUSTAV (do 1930g.)

- prirodna cirkulacija tekućine zbog razlike u gustoći zagrijane i ohlađene tekućine (specifična težina tekućine)
- nedostatak: mala brzina strujanja – ne mogu se odvoditi veće količine topline
- prednost: jednostavna konstrukcija sustava

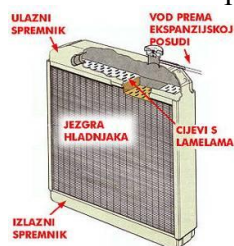
SUSTAV HLAĐENJA S PRISILNOM CIRKULACIJOM



tekućinu kroz sustav tjera pumpa

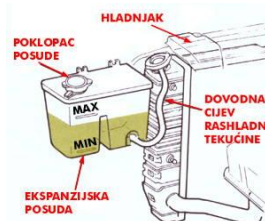
Dijelovi sustava:

1) hladnjak: toplinu rashladne tekućine predaje zraku

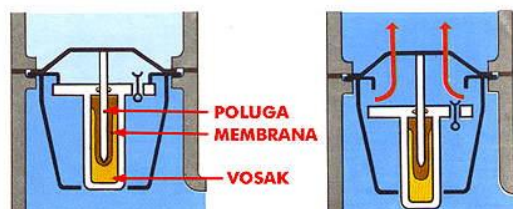


2) ventilator: pokreće zračnu struju kroz hladnjak

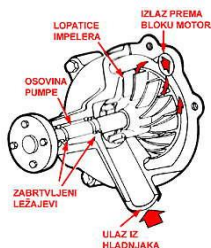
3) kompenzacijska posuda omogućava prestrujavanje dijela tekućine iz sustava



4) termostatski ventil: nalazi se na izlazu rashladne tekućine iz hladnjaka, a zatvara ili prigušuje protok tekućine dok motor ne postigne radnu temperaturu. Kada je temperatura na stijenkama cilindra manja od 60°C nastaje kondenzacija i korozija pa termostat prekida strujanje tekućine dok se motor ne zagrije na radnu temperaturu.



5) pumpa za tekućinu: ubrzava kružno strujanje rashladne tekućine



6) ventil za ispuštanje tekućine iz hladnjaka

7) vezne cijevi: povezuju hladnjak s motorom i omogućavaju kružno strujanje tekućine

8) kanali u glavi i bloku motora: okružuju zagrijane dijelove (provrtne cilindra, prostor

9) indikator temperature rashladne tekućine

10) manometar

11) grijanje kabine

SREDSTVA ZA HLAĐENJE

- a) destilirana voda
- b) tekućina s niskim ledištem (antifriz)
- c) alkoholi: metanol, etanol, etilenglikol....

Rashladna tekućina = destilirana voda + antifriz

- smjesa ima ledište na -30°C
- temperatura rashladne tekućine $75 - 90^{\circ}\text{C}$
- nakon 2 godine antifriz više nema nisko ledište i izaziva koroziju

HLAĐENJE ZRAKOM

- Motori hlađeni zrakom odvođe toplinu pomoću struje zraka
- Takvi motori imaju rebra pomoću kojih se povećava površina sa koje se može odvoditi toplina
- Rebra su duža i gušća na mjestima koja se jače griju: glava motora (prostor za izgaranje) i gornji dio bloka motora (cilindri)
- Sustav ima ventilator kojim pojačava struju zraka preko motora



PREDNOSTI I NEDOSTACI HLAĐENJA

Hlađenje tekućinom	
<p><u>Prednosti</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Hlađenje je jednakomjernije ⇒ Manje je zagrijavanje motora pa je moguć veći stupanj kompresije ⇒ Manja je zračnost u motoru što uzrokuje tiši rad ⇒ Neznatan gubitak snage za pogon ventilatora i pumpe 	<p><u>Nedostaci</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Teški uređaji, zauzimaju mnogo mjesta ⇒ Postoji opasnost zamrzavanja ⇒ Postoji opasnost pregrijavanja ⇒ Mogućnost taloženja kamenca ⇒ Duže zagrijavanje do radne temperature

Hlađenje zrakom	
<p><u>Prednosti</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Jednostavnije od hlađenja tekućinom ⇒ Povoljno pri normalnom hlađenju u granicama od -39°C do $+30^{\circ}\text{C}$ 	<p><u>Nedostaci</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Velika buka pri radu motora ⇒ Mali rashladni učin (odvodi manju količinu topline s motora)

ODRŽAVANJE RASHLADNOG SUSTAVA

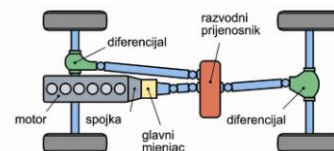
- ⇒ provjera količine tekućine za hlađenje
- ⇒ provjera točke ledišta antifriz
- ⇒ propuhati ćelije hladnjaka
- ⇒ rebra hladnjaka povremeno odmastiti
- ⇒ provjeriti brtvljena mjesta

TRANSMISIJA

Transmisija ili prijenosno polužje su svi sklopovi između motora i pogonskih kotača

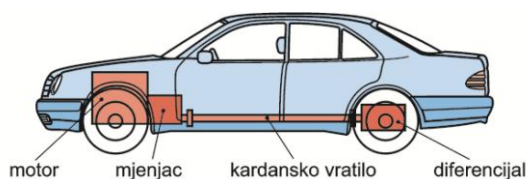
Zadaće transmisije

- prenosi okretni moment od motora na pogonske kotače
 - prilagođava okretni moment i broj okretaja zahtjevima vožnje
- 1) **SPOJKA** – ostvaruje vezu između motora i mjenjača ili je prekida po potrebi
 - 2) **MJENJAČ** – prilagođava okretni moment uvjetima vožnje
 - 3) **KARDANSKO VRATILO** – veza između mjenjača i diferencijala, nije potrebno kod vozila koja imaju motor i pogonske kotače na istoj strani
 - 4) **DIFERENCIJAL** – omogućuje različite brzine vrtnje kotača u zavoju
 - 5) **POGONSKA VRATILO** – povezuju diferencijal i pogonske kotače

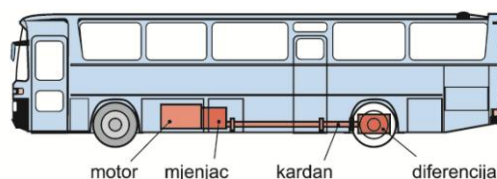


Ovisno o tome kako se snaga i okretni moment prenose do pogonskih kotača kod cestovnih vozila razlikujemo:

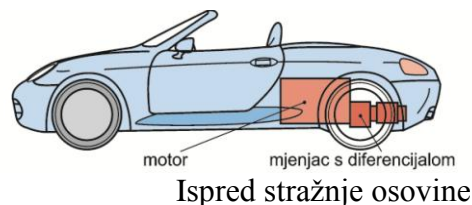
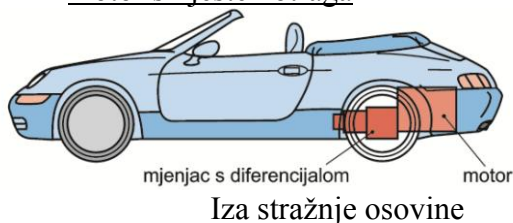
- stražnji pogon – motor i mjenjač smješteni naprijed a diferencijal otraga (standardno)



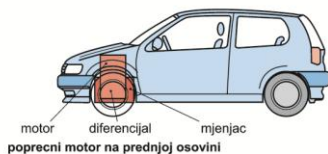
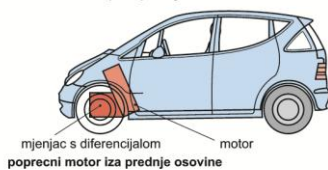
- motor smješten ispod poda (autobusi i teretna vozila)



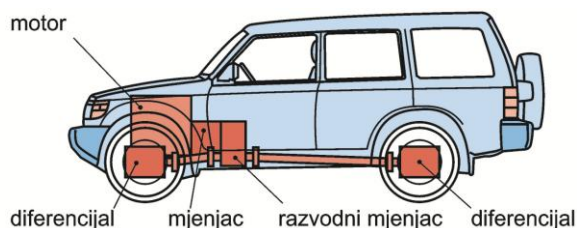
- motor smješten otraga



- prednji pogon – motor može biti ispred, na prednjoj osovini ili iza nje (motor, spojka, mjenjač i diferencijal čine jedan blok)



- pogon na sve kotače – može biti stalan i povremen



SPOJKE NA MOTORNIM VOZILIMA

Spojke spajaju osovine i vratila ili ih produžuju, a prema trajnosti spoja mogu biti:

- stalne \Rightarrow spoj pogonskog i gonjenog vratila je stalan
- isključne \Rightarrow mogu se isključiti i za vrijeme rada, a uključiti samo dok pogonsko vratilo miruje ili se sporo kreće
- uključno - isključne spojke \Rightarrow mogu se isključiti i uključiti za vrijeme rada

U sklopu transmisije nalazi se uključno- isključna spojka!

Uloga spojke

- omogućiti uključivanje i isključivanje vratila motora i ostalih dijelova transmisije

Zahtjevi koje mora ispunjavati spojka

- što manje dimenzije i težina
- jednostavna konstrukcija
- velika izdržljivost
- max. prigušenje udarnih opterećenja u svim uvjetima
- mora osigurati lagan prijenos momenta u toku proklizavanja

Podjela spojki:

A) Prema načinu prenošenja okretnog momenta:

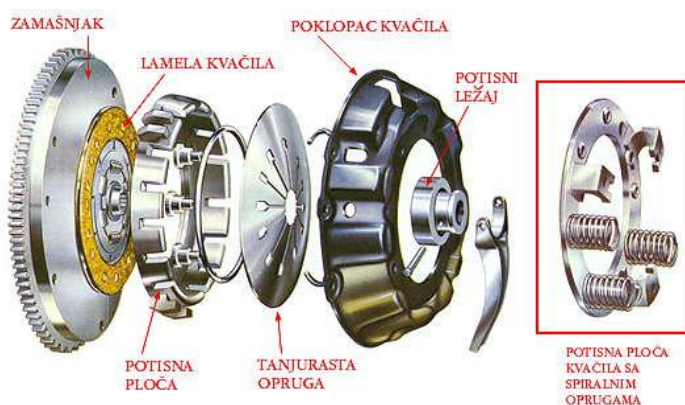
- 1) tarne
- 2) hidrauličke
- 3) elektromagnetske
- 4) kombinirane

B) Prema načinu aktiviranja:

- ručnom komandom
- nožnom komandom
- automatske spojke

TARNA LAMELNA SPOJKA

Tarna lamelna spojka prenosi okretni moment trenjem. Karakteristike tarne lamelne spojke suda je najčešća u primjeni, jednostavne konstrukcije, pouzdana u radu i jednostavna za rukovanje.



Dijelovi tarne lamelne spojke:

- zamašnjak – pogonski dio, aksijalno nepomičan
- lamela – gonjeni dio, aksijalno pomičan po vratilu spojke
- opruge – spiralne ili tanjuraste, upiru se na poklopac spojke
- potisna ploča – pritišće lamelu uz zamašnjak
- kućište (poklopac) spojke
- poluge za isključivanje – prenose pritisak papučice na potisnu ploču
- potisni ležaj

Način rada spojke:

- pritiskom na papučicu spojke, preko polužnog mehanizma, djelujemo na potisni ploču
- potisna ploča se odvaja od lamele i sabija opruge
- prekida se kontakt između lamele i zamašnjaka, spojka više ne prenosi okretni moment na mjenjač

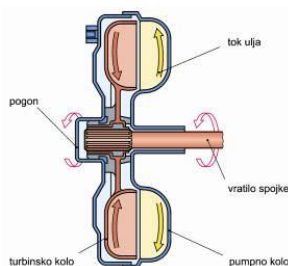
Tarna spojka prenosi okretni moment trenjem klizanja. Trenje klizanja ovisi o pritisku među tarnim površinama (zamašnjak-lamela) i o materijalu dodirnih površina (koeficijentu trenja) što znači da sila trenja ovisi o pritisku opruga na tarne površine i o koeficijentu trenja

AUTOMATSKE SPOJKE

Ugrađuju se u vozila s automatskim mjenjačem, te automatski odvajaju motor od transmisije pri promjeni stupnja prijenosa (spojka se isključuje pri određenom broju okretaja motora)

Vrste automatskih spojki:

1. tarne automatske spojke
2. hidrauličke automatske spojke
3. elektromagnetske automatske spojke

HIDRODINAMIČKA SPOJKA (hidraulička spojka)Dijelovi:

- ⇒ rotor pumpe (primarna zdjelica) ⇒ na koljenastom vratilu
- ⇒ rotor turbine (sekundarna zdjelica) ⇒ na vratilu mjenjača

Dijelovi se nalaze u hermetički zatvorenom kućištu.

Princip rada:

- okretanjem koljenastog vratila ulje dobiva kinetičku energiju u rotoru pumpe
- centrifugalna sila potiskuje ulje iz rotora pumpe u rotor turbine
- kinetička energija pretvara se u potencijalnu na lopaticama turbine tj. u mehanički rad kojim se pokreće vratilo mjenjača
- nakon prolaska ulja kroz turbinu ponovo ga zahvaćaju lopatice rotora pumpe gdje ono opet dobiva kinetičku energiju

MALI BROJ OKRETAJA MOTORA

- kinetička energija ulja nije dovoljna za pokretanje rotora turbine- spojka je isključena

PORAST BROJA OKRETAJA MOTORA

- raste kinetička energija ulja, te se povećava broj okretaja rotora turbine-zbog hidrauličkog klizanja omogućeno je vrlo meko uključivanje spojke
- broj okretaja primarne i sekundarne zdjelice se izjednačuje i kod velikog broja okretaja spojka je neprekidno uključena
- ova spojka ne omogućuje kočenje vozila motorom niti je moguće parkirano vozilo osigurati protiv kotrljanja, zato se ona izrađuje u kombinaciji s tamom lamelnom spojkom ili ima mehanički uređaj za uključivanje i isključivanje spojke.

MJENJAČI NA MOTORNIM VOZILIMA

Kod automobila bez mjenjača motor se okreće brzinom proporcionalnom pritisku na papučicu akceleratora (gasa) Brzinu kretanja prilagođava se isključivo pritiskom noge. Kada bi takav automobil došao na uzbrdicu, naglo bi se povećalo opterećenje na njegov pogonski sustav i motor bi s vremenom (stalno gubeći broj okretaja) prestao raditi. Upravo stoga, u automobilski sustav prijenosa snage ugrađuju se mjenjači

Smještaj mjenjača :

- Mjenjač se nalazi u sklopu transmisije između spojke i kardanskog vratila (ako postoji) ili spojke i diferencijala

Uloga mjenjača :

- prenosi okretni moment sa spojke na kardansko vratilo ili diferencijal
- mijenja okretni moment i po veličini i po smjeru (vožnja unatrag)
- mijenja broj okretaja

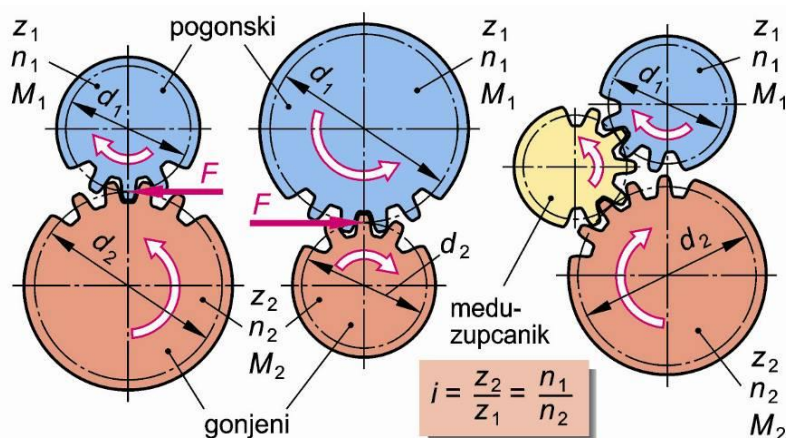
Način rada mjenjača s kliznim zupčanicima



Dijelovi mjenjača

1. nekoliko pari zupčanika
2. kutija mjenjača i tri vratila (spojničko, mjenjačko, pomoćno)
3. polužni mehanizam za uključivanje pojedinih stupnjeva prijenosa

Prijenosni omjer “i”



Primjer:

Motor daje pri 3000 okretaja u minuti, okretni moment od 90 Nm. Ako mjenjačem promijenimo stupanj prijenosa (“brzinu”), promijenit ćemo broj okretaja i okretni moment na izlaznom vratilu mjenjača.

Prvi stupanj (“ prva ”) $i = 3 : 1$

$$\begin{aligned} M_1 &= 90 \text{ Nm} \\ n_1 &= 3000 \text{ }^\circ/\text{min} \\ i &= 3 : 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i &= M_2 / M_1 \\ M_2 &= i M_1 = 3 \cdot 90 = 270 \\ n_2 &= n_1 / i = 3000 / 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= 270 \text{ Nm} \\ n_2 &= 1000 \text{ }^\circ/\text{min} \end{aligned}$$

- u prvom stupnju povećava se okretni moment, a smanjuje broj okretaja u odnosu na motor (veći otpori vožnje, npr. uzbrdica)

Drugi stupanj (" druga ") $i = 2:1$ do $i = 3:1$

$$M_1 = 90 \text{ Nm} \quad i = M_2 / M_1 \quad M_2 = 180 \text{ Nm}$$

$$n_1 = 3000 \text{ }^\circ/\text{min} \quad M_2 = i M_1 = 2 \cdot 90 = 180 \quad n_2 = 1500 \text{ }^\circ/\text{min}$$

$$i = 2 : 1 \quad n_2 = n_1 / i = 3000 / 2$$

- u drugom stupnju vozilo je prilagođeno manjim otporima ali je veći broj okretaja prema prvom stupnju

Treći stupanj (" treća ") $i = 1:1$

$$M_1 = 90 \text{ Nm} \quad i = M_2 / M_1 \quad M_2 = 90 \text{ Nm}$$

$$n_1 = 3000 \text{ }^\circ/\text{min} \quad M_2 = i M_1 = 1 \cdot 90 = 90 \quad n_2 = 3000 \text{ }^\circ/\text{min}$$

$$i = 1 : 1 \quad n_2 = n_1 / i = 3000 / 1$$

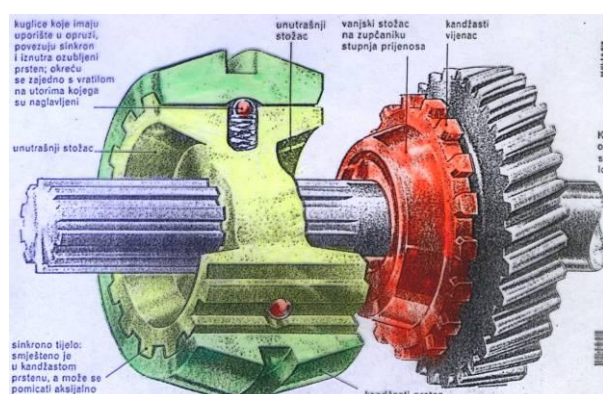
- u trećem stupnju vozilo svladava najmanje otpore uz maksimalnu brzinu

Nedostaci mjenjača s kliznim zupčanicima

- otežana promjena stupnja prijenosa (potrebna međiakceleracija)
- trošenje zubi zupčanika i lomovi zubi

SINKRONI MJENJAČ

Kod običnog, kliznog mjenjača nedostatak je otežano prelaženje iz jednog u drugi stupanj (buka zbog neusklađenog broja okretaja, trošenje i lom zubaca zupčanika). Zbog toga se između dva para zupčanika postavlja sinkroni uređaj koji se pomiče aksijalno, a zupčanci se ne miču. Takav mjenjač naziva se SINKRONI MJENJAČ.



Dijelovi sinkronog uređaja:

zupčanik	→	vanjski stožac i vanjsko ozubljenje za uključivanje
tijelo sinkrona	↙ ↘	sinkrona ogrlica zapor sinkrona (kuglice i opruge)
pomična ogrlica	→	utor za vilicu zbog pomicanja ogrlice

SINKRONIZIRATI = (grčki) = učiniti da se nešto događa istodobno, uskladiti

Osnovne karakteristike sinkronih mjenjača:

- zupci zupčanika su u neprekidnom zahvatu
- primjenjuju se zupčanci sa kosim zubima
- potpuno bešumno uključivanje stupnjeva
- sigurnost i trajnost veća nego kod običnih mehaničkih
- promjena stupnja vrši se bez međugasa
- povezivanje zupčanika sa mjenjačkim vratilom vrši sinkroni uređaj

Način rada rada :

- aksijalnim pomicanjem sinkronog uređaja unutarnji stožac sinkrona spoji se sa vanjskim stošcem zupčanika
- kada sinkroni uređaj i zupčanik postignu istu brzinu vrtnje (SINKRONIZACIJA) zubi tijela sinkrona spoje se sa zubima za uključivanje koji se nalaze na zupčaniku
- sinkroni uređaj može biti jednostran i dvostrani.

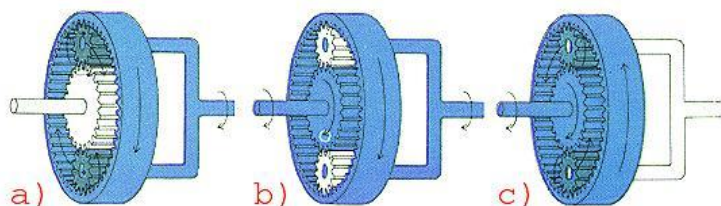
Automatski mjenjač

- u automatskom mjenjaču automatski se uključuje onaj stupanj prijenosa koji odgovara brzini i opterećenju vozila (automatski mjenjač reagira na broj okretaja motora)

Vrste automatskih mjenjača:

1. Planetarni mjenjač
2. Variomatik
3. Hidrodinamički mjenjač

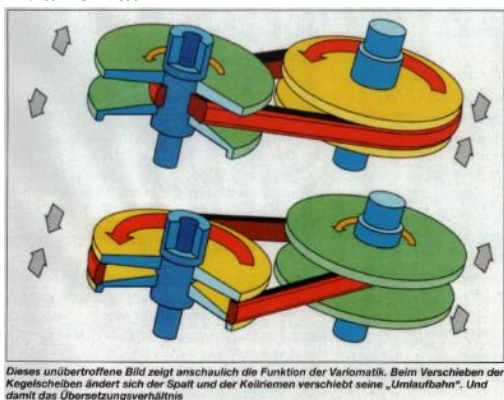
1. Planetarni mjenjač



- unutrašnji zupčanik (sunčani)
- više planetarnih zupčanika
- kolutni zupčanik (s unutrašnjim ozubljenjem)

- način rada: različiti stupnjevi prijenosa postižu se zaustavljanjem pojedinih elemenata planetarija. Ovisno o veličini i broju zubi pojedinih elemenata postižu se različiti prijenosni omjeri.

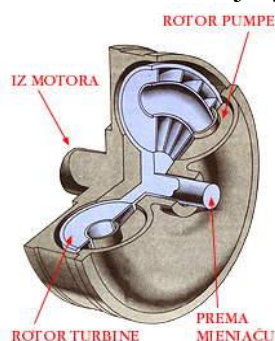
2. Variomatik



Dieses unübertroffene Bild zeigt anschaulich die Funktion der Variomatik. Beim Verschieben der Kegelscheiben ändert sich der Spalt und der Keilriemen verschiebt seine „Umlaufbahn“. Und damit das Übersetzungsverhältnis

- dijelovi:
 - više dvodjelnih remenica
 - klinasti remeni
 - opruge i centrifugalni regulator
- način rada:
 - ovisno o broju okretaja vratila pomiče se pomični dio remenice (gura ga centrifugalni regulator) i mijenja prijenosni omjer

3. Hidrodinamički mjenjač



Dijelovi:

- isti kao kod hidrodinamičke spojke s pojačanjem okretnog momenta

Način rada:

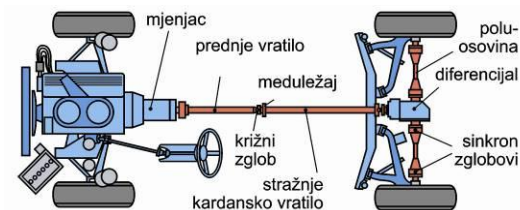
- različitim smjerovima kruženja ulja postiže se promjena smjera, a promjenom količine ulja mijenja se prijenosni omjer.

KARDANSKO VRATILO I ZGLOBOVI

Uloga kardana:

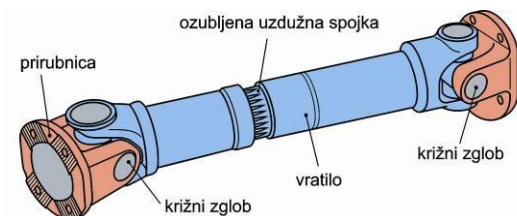
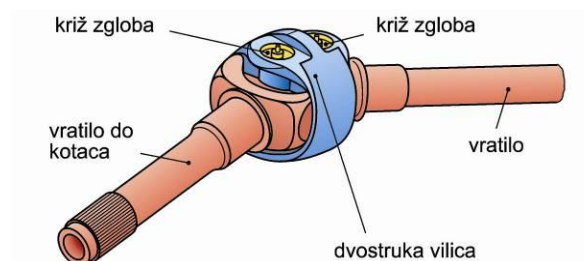
- a) spaja mjenjač i diferencijal (motor sprijeda, pogon straga), te prenosi okretni moment s mjenjača na diferencijal
- b) izjednačava različite visine mjenjačkog vratila i vratila diferencijala, te omogućava male pomake u uzdužnom smjeru

Dijelovi kardana:



kardansko vratilo ⇒ Šupljačelična cijev, ne duža od 2 metra

križni zglobovi ⇒ Pogonska vratila i diferencijal pričvršćeni su na opruge i titraju, dok je mjenjač kruto pričvršćen na karoseriju ili okvir vozila. Kardansko vratilo koje se okreće mora pratiti te titraje. Na oba kraja kardanskog vratila nalazi se po jedan križni zglob koji može pratiti gibanje.



klizni uložak ⇒ Dok diferencijal titra, mijenja se razmak između mjenjača i diferencijala, te se kardansko vratilo mora prilagođavati i promjenama duljine. Na početku kardanskog vratila nalazi se klizni uložak pa se kraj vratila može pomicati uzdužno.

POGONSKI MOST

Zadaća:

- prenosi okretni moment sa kardanskog vratila (motor naprijed, pogon straga) na pogonske kotače i mijenja smjer momenta za 90°



Sastoji se od:

1. glavni prijenosnik
2. diferencijal
3. pogonska poluvratila

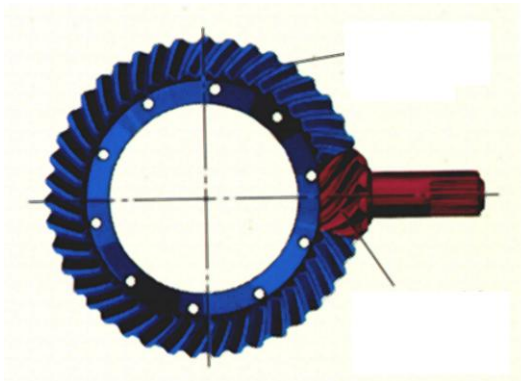
Prema smještaju može biti:

- Prednji pogonski most
- Stražnji pogonski most

Pogonski most treba:

- smanjiti broj okretaja na pogonskim kotačima (glavni prijenosnik + veliki tanjurasti zupčanik na kućištu diferencijala), $i = 4:1$ za osobna vozila ($i = 6,5:1$ do $i = 3:1$)
- omogućiti različiti broj okretaja kotača u zavoju (diferencijal)

GLAVNI PRIJENOSNIK



- Glavni prijenosnik je dio pogonskog mosta koji prenosi okretni moment s kardanskog vratila na veliki tanjurasti zupčanik diferencijala. U sklopu sa velikim tanjurastim zupčanikom mijenja smjer momenta za 90°, te smanjuje broj okretaja kotača.
- U praksi se koriste dvije izvedba:
 - zupčanici s hipoidnim (lučnim) zupcima
 - pužni vijak i pužno kolo

DIFERENCIJAL

Zadaća diferencijala je:

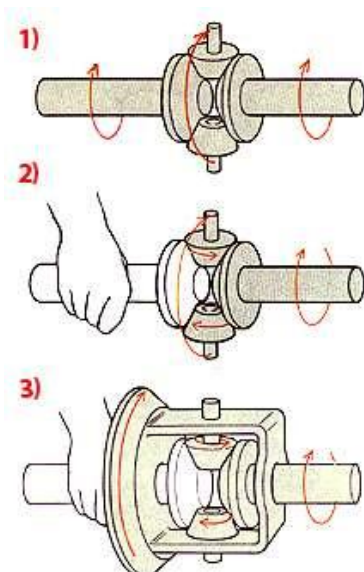
- ⇒ omogućiti različitu brzinu vrtnje pogonskih kotača
- ⇒ ravnomjerno razdijeliti okretni moment na pogonske kotače

Pogonski kotači okreću se različitim brzinama:

- kod vožnje u zavoju
- na neravnoj podlozi
- kad je vozilo nejednoliko opterećeno, tlakovi u pneumaticima različiti, različito istrošeni pneumatici itd.

Dijelovi diferencijala:

- kućište – vezano uz veliki tanjurasti zupčanik glavnog prijenosnika
- dva stožasta zupčanika – na pogonskim poluvratilima
- mali stožasti zupčanici pomoću osovina smješteni u kućište diferencijala (sateliti ili trkači), može ih biti 2 ili 4



Način rada

Vožnja po pravcu (sl. 1.)


- oba pogonska kotača okreću se istom brzinom pa tako i stožnici na pogonskim poluvratilima
- sateliti se ne okreću oko svoje osi već samo rotiraju zajedno s kućištem diferencijala

Vožnja u zavoju

Jedan kotač zakočen, drugi se slobodno okreće (sl. 2. i 3.)

- sateliti se okreću oko svojih osi i kotrljaju po stožniku zakočenog poluvratila
- kotač koji se slobodno okreće rotira dvostrukom brzinom ali ne prenosi okretni moment
- vozilo se ne može pokrenuti

KVAROVI I ODRŽAVANJE TRANSMISIJE

-  Pojačani šumovi ili lupanje dijelova transmisije znak su kvara na nekom njezinom dijelu. U krajnjem slučaju može doći i do loma dijelova, uslijed čega dolazi do prekida toka okretnog momenta.
- ⇒ SPOJKA
- u slučaju istrošenosti tarne površine lamela proklizava
 - može doći do oslabljenja ili loma opruga
 - promjena lamele, opruga, potisnog ležaja
- ⇒ MJENJAČ
- najčešće se troše sinkroni uređaji (jaki šumovi), u tom slučaju potrebna je promjena sinkrona
 - oštećenje ležajeva – promjena
 - oštećenje zupčanika – promjena zupčanog para
 - necentričnost vratila – provjera i zamjena
- ⇒ Održavanje mjenjača
- vizualni pregled zamašćenosti – dolijevanje ulja po potrebi
 - izmjena ulja – prema uputama proizvođača
- ⇒ KARDANSKO VRATILO
- križni zglobovi – potrebno podmazivanje mastima otpornim na vodu
 - pojava šumova i lupanja – oštećeni valjni i klizni ležajevi – zamjena
 - klizni uložak – podmazivanje mastima otpornim na vodu – u slučaju izvlačenja dolazi do neravnomjernosti vrtnje – popravak
 - vratilo mora biti izbalansirano – ne smije doći do oštećenja i savijanja
- ⇒ GLAVNI PRIJENOSNIK I DIFERENCIJAL
- pojačani šumovi znak su istrošenosti zupčanika – izmjena
 - oštećenje ležaja – pregled i izmjena
 - izmjena ulja – prema uputama proizvođača – povremena kontrola količine i po potrebi dolijevanje
 - vizualna kontrola zauljenosti kućišta

PITANJA ZA PONAVLJANJE

- 1) Navedite primjenu dvotaktnog i četverotaktnog Dieselova motora?
- 2) Navedite razlike između Ottova i Dieselova motora?
- 3) Objasnite načelo rada četverotaktnog Dieselova motora?
- 4) Objasnite značenje omjera kompresije i koliko iznosi za Dieselove motore?
- 5) Koji su štetni sastojci ispušnih plinova kod Dieselova motora? Zašto?
- 6) Što je zadaća katalizatora i na kom principu radi?
- 7) Navedite načine ubrizgavanja goriva u Dieselov motor?
- 8) Navedite načine neizravnog ubrizgavanja goriva u Dieselov motor?
- 9) Navedite zadaću i dijelove sustava za dovod goriva kod Dieselova motora?
- 10) Objasnite rad niskotlačne crpke?
- 11) Što znate o prečistaču goriva?
- 12) Objasnite rad visokotlačne crpke?
- 13) Objasnite kako se regulira snaga Dieselova motora?
- 14) Navedite dijelove brizgaljke i objasnite njen rad?
- 15) Navedite suvremene načine izravnog (direktnog) ubrizgavanja goriva u cilindar Diesela motora?
- 16) Što je prednabijanje motora i što se njime postiže?
- 17) Navedite načine prednabijanja motora?
- 18) Navedite zadaće podmazivanja motora?
- 19) Navedite načine podmazivanja motora i recite koji se motori tako podmazuju?
- 20) Objasnite postupak podmazivanja motora tlačnim sustavom?
- 21) Navedite glavna svojstva maziva za podmazivanje motora?
- 22) Navedite razloge hlađenja motora?
- 23) Navedite načine hlađenja motora?
- 24) Objasnite postupak hlađenja motora tekućinom?
- 25) Navedite prednosti i nedostatke hlađenja motora tekućinom?
- 26) Objasnite postupak hlađenja motora zrakom?
- 27) Navedite prednosti i nedostatke hlađenja motora zrakom?
- 28) Što je transmisija vozila i koji su joj dijelovi?
- 29) Navedite zadaću i vrste spojki?
- 30) Navedite zahtjeve na spojke u cestovnim vozilima?
- 31) Objasnite rad tarne lamelne spojke?
- 32) Objasnite rad hidrodinamičke spojke?
- 33) Navedite zadaće i vrste mjenjača?
- 34) Objasnite rad i navedite nedostatke mjenjača s kliznim zupčanicima?
- 35) Navedite osnovne karakteristike sinkronog mjenjača?
- 36) Objasnite rad sinkronog mjenjača?
- 37) Navedite vrste automatskih mjenjača? Koje su im prednosti?
- 38) Navedite ulogu kardana i kardanskih zglobova?
- 39) Navedite dijelove i objasnite rad križnog zgloba?
- 40) Navedite ulogu i dijelove glavnog prijenosnika?
- 41) Navedite zadaću i dijelove diferencijala?
- 42) Objasnite način rada diferencijala?
- 43) Što znate o održavanju elemenata transmisije (spojka, mjenjač, kardan, diferencijal)?

HODNI DIO VOZILA

Hodni dio vozila omogućava povezanost dijelova vozila koji se gibaju sa onima koji se ne gibaju, s tim da priguši titraje i osigura umjerene progibe dijelova vozila.

Sklopovi hodnog dijela vozila:

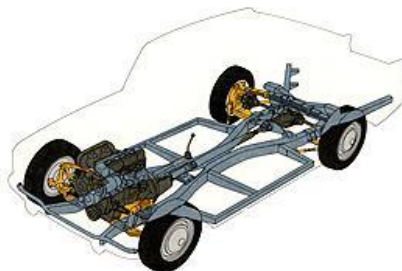
- okvir vozila
- sustavi za ovjes
- mostovi
- kotači

Zadaće hodnog dijela vozila

- nosi i objedinjuje sve sustave, uređaje i elemente vozila
- osigurava njihov međusobni odnos i funkciju vozila kao sustava
- prihvaća sile koje djeluju pri kretanju vozila, a to su:
 - težine dijelova vozila
 - težine tereta
 - reakcije koje se od tla preko ovjesa prenose na vozilo
 - sile inercije pri kretanju vozila (zavoj, kočenje, ubrzavanje itd.)
 - sile otpor zraka
 - sile priključnih vozila i dr.

OKVIR VOZILA

...ima ulogu glavnog postolja, odnosno nosača ostalih dijelova vozila



okvir vozila sa transmisijom i kotačima

- okvir vozila ne predstavlja u svim izvedbama posebnu konstrukciju, već se često izrađuje u sklopu karoserije
- samostalni okvir imaju sva teretna vozila i motorkotači

KAROSERIJA

- karoserija je nadgradnja šasije vozila



samosivna karoserija

šasija = francuski (chassis) okvir automobila sa svim njegovim mehaničkim uređajima, osim karoserije – Rječnik stranih riječi, Anić, Klajić, Domović; SANI-PLUS, Zagreb 2002.]

Uloga karoserije:

- osigurava prostor za smještaj putnika (kod osobnih vozila i autobusa) te vozača i tereta (kod teretnih vozila)

Izrada karoserije:

- prešanjem, kako bi se dobili otvoreni ili zatvoreni profili koji prihvaćaju odgovarajuće vrste naprezanja
- spajaju se zavarivanjem čime se povećava čvrstoća konstrukcije
- zavisno od uloge dijela karoserije debljine upotrebljivanih limova su od 0,7 do 1,5 mm

Materijal:

- čelični lim
- limovi od lakih metala
- stakloplastične mase

Vrste karoserija

SIGURNOSNA KAROSERIJA

- U slučaju sudara mora doći do plastičnog sruza (što znači da je deformacija trajna), odnosno do „gužvanja“ karoserije.
- Karoserija se izrađuje s rastućim mehaničkim svojstvima prema kabini, koja je najbolje osigurana.

SAMONOSIVA KAROSERIJA

... je karoserija koja ujedno vrši funkciju nosača, odnosno okvira. Ojačavanjem pojedinih dijelova dobivaju se željena mehanička svojstva.



- Održavanje karoserije podrazumijeva pranje uz korištenje različitih sredstava za njegu, te popravak, ukoliko je potrebno.
- Danas se izrađuju karoserije koje traju gotovo kao i vozilo – garancija na karoseriju iznosi i do 18 godina.

SUSTAV ZA OVJES

Dijelovi ovjesa:

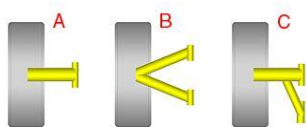
Elementi veze čine vezu između mostova i okvira ili karoserije a mogu biti kruti i elastični

Kruti elementi veze su zglobno vezani za nosač kotača i karoseriju, a čine ih

- oscilirajuće poluge (uzdužne i poprečne)
- oscilirajuća ramena (kosa i uzdužna)

Elastični elementi veze ublažavaju udarce

- opruge (zavojne, lisnate, zračne i hidrauličke)



shematski prikaz krutih elemenata veze:
A – poprečno rame
B – poprečno rame
C – uzdužno rame

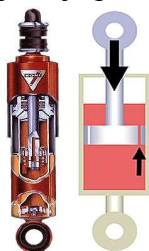


tlačne zavojne opruge

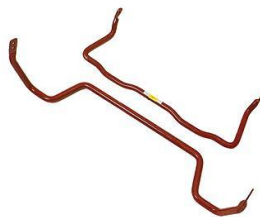


lisnata opruga

Prigušni elementi ovjesa su amortizeri.
Oni prigušuju titraje koje proizvode opruge.



Stabilizirajući elementi ovjesa smanjuju nagib karoserije pri djelovanju poprečnih sila i osiguravaju stabilnost vozila u zavoju.



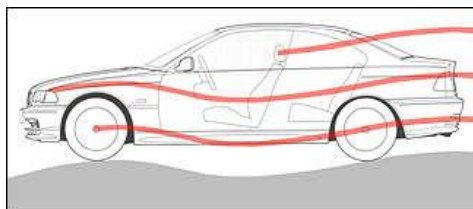
OVJES KAO SKLOP



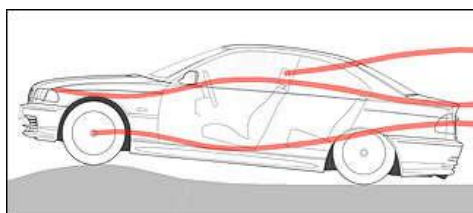
Zadaće ovjesa:

- ❑ povezuju okvir, karoseriju i mostove vozila
- ❑ prihvaća reakcije podloge i prenosi ih na okvir i karoseriju
- ❑ prigušuje oscilacije karoserije i kotača (mirnije kretanje vozila)
- ❑ sprečava nagananje vozila (kretanje u zavoju)
- ❑ osigurava stabilno kotrljanje kotača, te stabilnost upravljačkih kotača

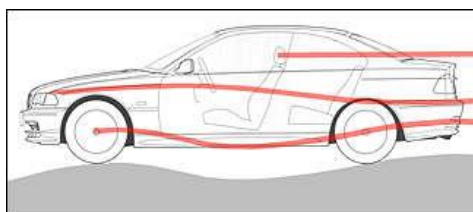
Sljedeće slike prikazuju gibanje tri važne točke na vozilu: mjesto naslanjanja glave, točka fara i središte kotača:



Vozilo bez ovjesa – udarac svake neravnine prenosi se na karoseriju i putnike



Vozilo koje ima samo opruge – udarci su ublaženi, no karoserija se neprekidno ljulja, i ljuljanja se povećava sa svakim prelaskom preko neravnine



Dobar ovjes – neravnine na podlozi prate kotači, prostor za putnike ostaje miran

VRSTE OVJESA:

- ❑ zavisan ovjes (ovjes kotača na krute osovine)
- ❑ nezavisan ovjes (ovjes kotača na njihajuće ili klatne osovine)

ZAVISAN OVJES



Konstrukcija zavisnog ovjesa:

- ❑ sastoji se od krute osovine na koju su ugrađeni lijevi i desni kotač zbog čega položaj jednog kotača utječe na položaj drugog (pomak lijevog uzrokuje pomak desnog i obrnuto)
- ❑ krutu osovinu s karoserijom povezuju opruge, poluge, amortizeri, torzioni stabilizatori

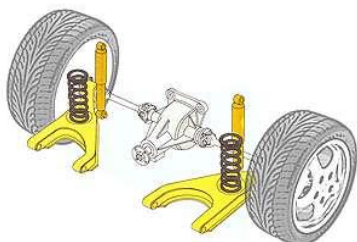
Karakteristike zavisnog ovjesa:

- ❑ jednostavna konstrukcija
- ❑ jeftiniji i lakši za održavanje
- ❑ velika čvrstoća i krutost

Primjena zavisnog ovjesa:

- ❑ kod teških teretnih vozila
- ❑ rjeđe za ovjes zadnjeg pogonskog mosta kod nekih putničkih vozila

NEZAVISNI OVJES



Karakteristike nezavisnog ovjesa

- ❑ složenija i skuplja konstrukcija
- ❑ teže održavanje
- ❑ veća stabilnost vozila, kotači bolje leže na cesti
- ❑ veća udobnost vožnje

Primjena: osobna i terenska vozila

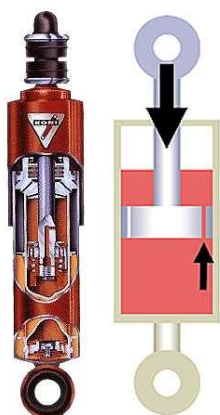
Konstrukcija nezavisnog ovjesa:

- ❑ nema kinematičke povezanosti lijevog i desnog kotača pri vertikalnom pomicanju
- ❑ nema krute osovine – poluvratila nisu uležištena u oblogu već su s diferencijalom i kotačima spojena preko zglobova (najčešće križnih)

AMORTIZERI

- ❑ ublažavaju vibracije karoserije tj. usporavaju gibanje ovjesa
- ❑ amortizeri mogu biti:
 - hidraulički (sadrže tekućinu)
 - pneumatski (sadrže plin)
 - hidropneumatski (kombinacija tekućine i plina)

HIDRAULIČKI AMORTIZERI



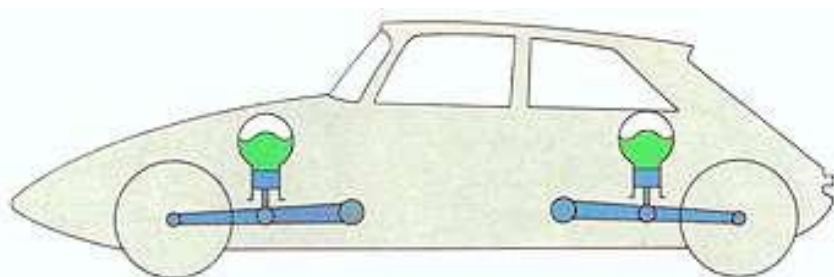
hidraulički amortizeri

- ❑ teleskopski amortizeri jednim krajem pričvršćeni na karoseriju vozila, a drugim na nosač kotača
- ❑ rad temelje na strujanju tekućine kroz ventile proračunatih dimenzija
- ❑ ventili su jednosmjerni i propuštaju tekućinu ovisno o rastezanju (odnosno stezanju) amortizera
- ❑ mogu biti jednocijevni i dvocijevni

HIDROPNEUMATSKI AMORTIZERI (kombinirani)

- ❑ konstrukcija = prostor ispunjen plinom pod tlakom, koji je membranom odvojen od prostora s tekućinom

HIDROPNEUMATSKI OVJES



primjer hidroaktivnog ovjesa

- ❑ konstrukcija = umjesto opruge i amortizera ima kuglu ispunjenu plinom pod tlakom koja se smještenu na prigušivač ispunjen uljem
- ❑ sustavom upravlja računalo na temelju podataka o brzini vozila, nagnutosti karoserije, položaju kotača

POLUAKTIVNI OVJES

- ❑ konstrukcija = opružna noga koja umjesto hidrauličkog amortizera ima hidraulički cilindar
- ❑ cilindar je spojen s pumpom koja regulira tlak ulja tj. cilindar se po potrebi puni i prazni
- ❑ elektronički upravljano

DODATNO O AMORTIZERIMA

Neispravni amortizeri produžuju put kočenja i do par metara, stoga je izuzetno važna njihova potpuna ispravnost.

SERVIS

- Po preporuci stručnjaka provjera svakih 20 000 km u specijaliziranim radionicama koje imaju tzv. shock – testere
- ZAMJENA – kad na mjerenjima odstupaju 30 i više % od vrijednosti koje je proizvođač propisao, u servisu (na našim prometnicama prosječno izdrže 60 do 80 000 km)

SAMOSTALNA PROVJERA VOZAČA

1. TRAMVAJSKE TRAČNICE

→pravi poligon za provjeru amortizera, osobito ako su između tračnica ugrađene kocke

- automobil sa lošim amortizerima doslovce će ploviti cestom, bit će teško kontrolirati njegovu putanju, a na upravljaču će se jasno raspoznati svaka kocka

2. VIZUALNA PROVJERA

→uzeti ručnu svjetiljku i zaviriti ispod blatobrana; potražiti cilindar amortizera i na otvoru u koji ulazi klip provjeriti da li je mastan. Vide li se tragovi ulja, to je pouzdan znak dotrajalosti i amortizer treba što prije zamijeniti.

3. NJIHANJE

→objema rukama nasloniti se na blatobran i nekoliko puta za redom snažno ga zanjhati pritišćući ga prema dolje;

- nakon što ga se pusti, karoserija bi se trebala zaustaviti u gornjem položaju, a ako se nastavi njhati – neispravni su!

ODRŽAVANJE I NAJČEŠĆI KVAROVI SUSTAVA ZA OVJES

Opruge

1. gube elastičnost – potrebno je provesti ispitivanje
2. lisnate opruge – podmazivati
3. zavojne – izmjena gumenih podmetača

Oscilirajuća ramena i poluge

4. provjera gumenih zglobova na mjestu spajanja s karoserijom

Amortizeri

5. provjera zauljenosti i pričvršćenosti

Stabilizatori

6. provjera učvršćenosti i gumenih zglobova

KOTAČI

Uloga kotača:

- preuzeti težinu vozila i njegovog tereta
- odrediti smjer kretanja vozila



Vrste kotača s obzirom na prijenos snage:

- prijenosni (pogonski) kotači
- trčeći kotači (gonjeni)

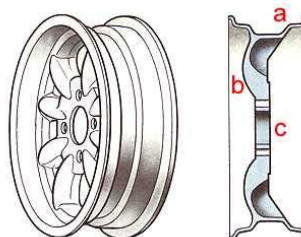
Dijelovi kotača

1) GLAVINA (SL, ČL)

- nosač ostalih dijelova
- na nju se pomoću vijaka pričvršćuje naplatak
- glavina je pomoću ležaja pričvršćena na rukavac kotača

2) NAPLATAK

- nosač pneumatika (gume)
- standardiziran
- može biti ravni, žljebni, trillex, dvodjelni
- čelični naplatak: prešana ploča + zavareni obroč
- "alumijski" naplatak = lijevani u jednom komadu iz aluminijske ili magnezijske legure



3) PNEUMATIK

- elastični element kotača sastavljen od unutrašnjeg (nije obavezan) i vanjskog dijela



PNEUMATICI

Pneumatici su elastični elementi kotača čija je zadaća nošenje mase vozila.

KARAKTERISTIKE pneumatika

- prionjivost podlozi
- nosivost pneumatika
- elastičnost
- otpornost trošenju
- mali otpor kotrljanju

DIJELOVI pneumatika

- ❑ karkas se izrađuje od KORDA
- ❑ kord se izrađuje tako da se *čelične, pamučne ili plastične* niti zaliju gumom i tako nastaju ploče korda
- ❑ ploče se ručno oblikuju u pneumatik i zatim vulkaniziraju

VRSTE pneumatika:

Prema zračnici:

- ❑ sa zračnicom
- ❑ bez zračnice

Prema nitima korda:

- ❑ dijagonalne
- ❑ radijalne

OZNAČAVANJE PNEUMATIKA



Oznaka dimenzije, razreda brzine i konstrukcije gume

Oznake dimenzija govore nam koliko je guma široka te kolika je visina njezinog poprečnog presjeka. Također, oznake dimenzija govore nam i o promjeru gume koji je ujedno i jednak promjeru naplatka. Na slici vidljiva je oznaka 195/70 HR 14. Brojka 195 podatak je koji nam govori o širini gume i u pravilu je izražen u milimetrima. Broj 70 označava visinu poprečnog presjeka. To znači da je razmak od mjesta gdje guma prijanja na naplatak (noga) i vrha gazne površine jednak 70% širine gume. Visina poprečnog presjeka uvijek je izražena u odnosu na širinu gume. Vežano uz to, dolazi nam i pojam niskoprofilne gume. Ovakvim se gumama smatraju one čija visina poprečnog presjeka iznosi 80 ili manje postotaka najveće širine. Slijedeća je na redu oznaka "H". Ona nam govori o brzinskom razredu u koji spada naša guma, odnosno pokazuje koliko se najbrže možemo s njome voziti

Oznaka "R" opisuje nam konstrukciju gume. Radi se o radijalnoj gumi. Posljednja brojka pokazatelj je promjera gume i izražava se u colima (1 col = 25,4 mm). Ova dimenzija gume služi nam kako bi mogli odabrati odgovarajući naplatak, s obzirom da će njegova dimenzija također biti prikazana u colima. Promjer gume, izražen u colima, je promjer unutrašnjeg ruba gume, odnosno promjer kruga koji zatvara noga gume (rub koji naliježe na naplatak).

Oznake najveće dozvoljene brzine

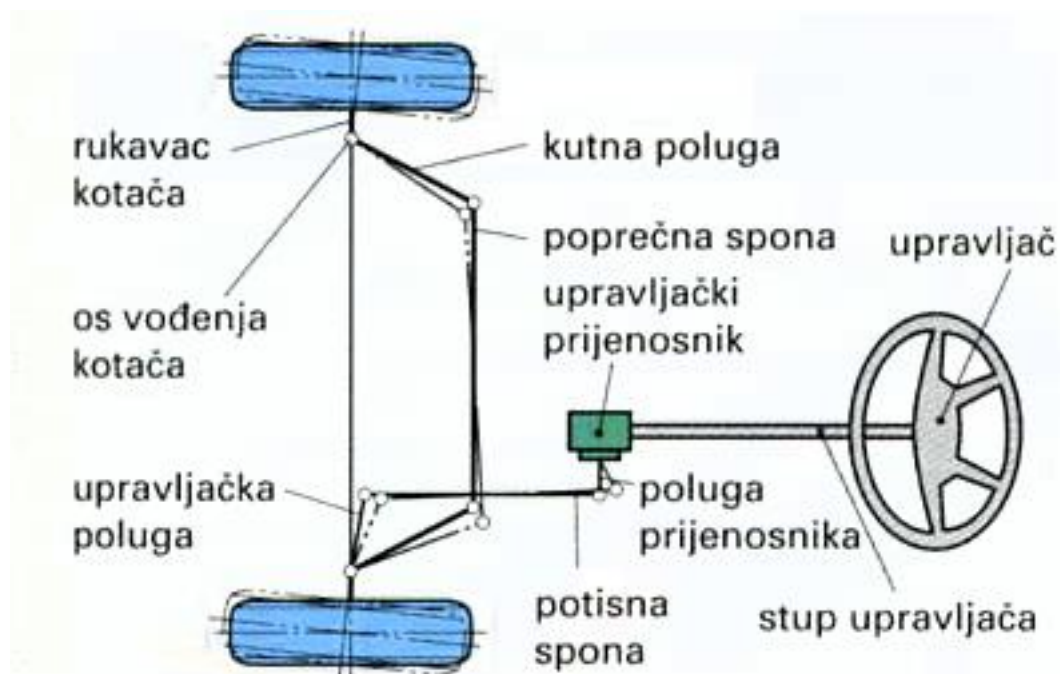
- Q ... 160 km/h
- S ... 180 km/h
- T ... 190 km/h
- H ... 210 km/h
- V ... 240 km/h
- W ... 270 km/h



UREĐAJ ZA UPRAVLJANJE

Uloga: mijenjati i održavati pravac gibanja vozila

.....najčešće djeluje na okretanje prednjih kotača, a rjeđe na sve kotače



osnovni dijelovi upravljačkog sustava vozila

OSNOVNI DIJELOVI UPRAVLJAČKOG SUSTAVA VOZILA grupirani su u tri skupine:

SKLOP UPRAVLJAČA

1. Upravljač – položaj, promjer i hvatište prilagođeni su vozaču (volan)
2. Vratilo upravljača – različiti konstrukcija (stup upravljača)
3. Upravljački prijenosnik –zubna letva i zupčanik, pužni prijenosnik
4. Potisna spona
5. Upravljačka poluga

PRIJENOSNO POLUŽJE

- a) Poprečna spona
- b) Kutne poluge – međusobno povezane zglobovima (kuglastim)

SERVO UREĐAJ (nije obavezan)

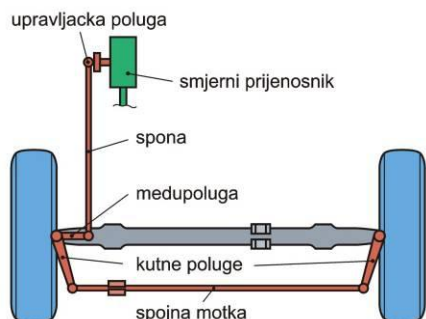
- umanjuje sile za upravljanje vozilom
- mora omogućiti osjećaj puta
- mora omogućiti upravljanje vozilom i u slučaju kvara

VOŽNJA U ZAVOJU

Kad bi se oba upravljačka kotača zakrenula za jednaki kut, prisiljavali bi jedan drugog na gibanje po neprirodnoj putanji, pa bi se pored kotrljanja pojavilo i klizanje.

Da bi se kotači kotrljali bez klizanja unutarnji kotač mora se zakrenuti za veći kut od vanjskog.

ACKERMANOV KUT



- Ackermanov kut je kut između kutne motke i prednje osovine
- o njemu ovisi pravilno zakretanje upravljačkih kotača
- Ako produženi pravci kutnih poluga imaju zajedničko sjecište na sredini stražnje osovine, upravljački kotači će se pravilno zakretati.

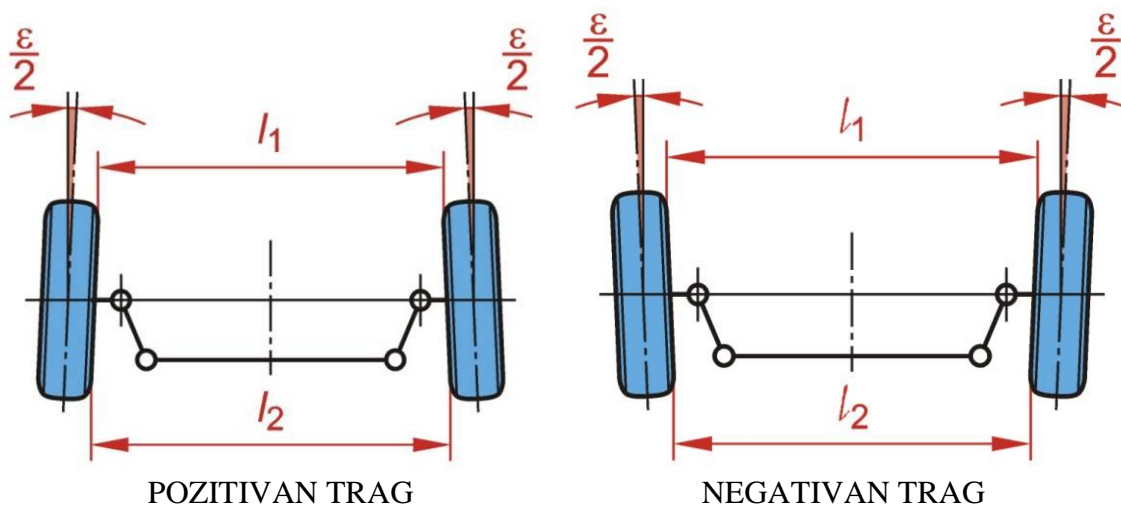
Da bi se :

- ❑ održala stabilnost vozila i u zavoju i u pravcu
- ❑ smanjilo trenje upravljačkih kotača
- ❑ osigurao automatski povratak upravljača nakon zavoja
- ❑ smanjio napor vozača za održavanje vozila u pravcu
- ❑ potrebno je da prednji kotači imaju određeni TRAG, NAGIB i ZATUR, što se zajedničkim imenom zove GEOMETRIJA UPRAVLJAČKIH KOTAČA)

GEOMETRIJA UPRAVLJAČKIH KOTAČA

TRAG (njem. Spur, engl. toe)

- ❑ trag je razmak između prednjih kotača mjereno s prednje i stražnje strane, a gledano odozgo

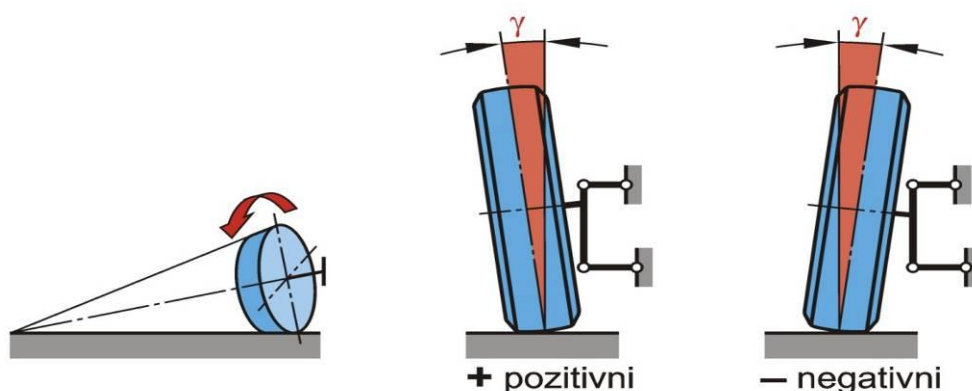


- ❑ Da su prednji kotači paralelni oni bi se u vožnji zbog elastičnosti polužnog mehanizma za upravljanje okrenuli malo prema van.
- ❑ U 90% slučajeva trag je pozitivan. Negativan trag podešava se na automobilima sa prednjim pogonom (zbog efekta vuče prednjih kotača)
- ❑ Po kotaču razlika $a - b$ iznosi 1 do 6 mm (12 mm za oba kotača), a dopuštena razlika među kotačima je 1 mm.
- ❑ Najveći broj vozila ima trag 2 – 5mm po kotaču, odnosno 4 – 10mm za oba kotača.

Ako je gazeća površina pneumatika NEJEDNAKOMJERNO istrošena to pokazuje da je trag nepravilno podešen!

NAGIB (njem. Sturtz, engl. camber)

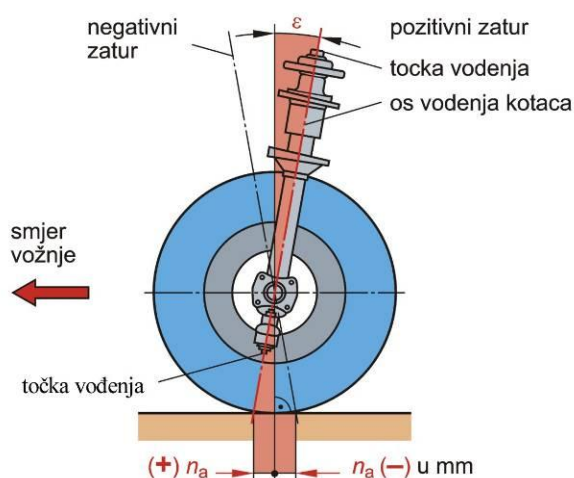
- nagib je kut kotača u odnosu prema osovini i putu



- ❑ Nagib kotača olakšava upravljanje vozilom (jer smanjuje moment otpora protiv skretanja kotača), smanjuje titranje kotača i otpore kotrljanja.
- ❑ Osobna vozila imaju najčešće pozitivan nagib kotača koji iznosi 2° i susreće se kod sportskih vozila na prednjim i stražnjim kotačima.

ZATUR (njem. Nachlauf, engl. caster)

- zatur je kut između osi čepa i osi kotača



- ❑ pravilno podešen zatur pruža mogućnost smanjenja vibracija i klizanja vozila
- ❑ smanjuju se sile na polužje upravljačkog mehanizma i njihove zglobove
- ❑ olakšano je upravljanje i kotači se lakše vraćaju iz zavoja
- ❑ čep kotača nagnut je suprotno od smjera vožnje

- Kut zatura iznosi $1^\circ - 6^\circ$, a kod vozila čiji se motor nalazi otraga i do 10° .

ODRŽAVANJE MEHANIZMA ZA UPRAVLJANJE

Za pravilno održavanje uređaja za upravljanje potrebno je podmazivati prijenosnik i zglobove.

Pokazatelji neispravnosti:

- veliki slobodni hod upravljača
- nejednoliko trošenje pneumatika
- vibracije upravljača

Uzroci:

- zračnost u zglobovima
- nepodešenost geometrije upravljačkih kotača
- zračnost u prijenosniku (slobodan hod)

UREĐAJ ZA ZAUSTAVLJANJE (kočni sustav)

- Kočni sustav na motornim i priključnim vozilima mora biti izveden tako da vozač može na siguran , brz i efikasan način zaustaviti vozilo, bez obzira na stupanj opterećenja vozila i nagib ceste po kojoj se vozilo kreće, te osigurati vozilo u nepokretnom položaju na cesti s nagibom.
- Zakon kaže da svako vozilo mora imati radnu, pomoćnu i parkirnu kočnicu (dva kočna sustava ali tri funkcije)

Podjela kočnih sustava prema upotrebi

1. radna kočnica :

- mora omogućiti reguliranje intenziteta kočenja s vozačkog mjesta, a da pri tom vozač ne ispušta upravljač iz ruku
- mora podjednako djelovati na kotače koji se nalaze na istoj osovini

2. pomoćna kočnica:

- mora omogućiti vozaču da zaustavi vozilo ako otkáže radna kočnica
- mora biti postavljena tako da je vozač može brzo i lako upotrijebiti s vozačkog mjesta , a da pri tom vozač ne ispušta upravljač iz ruku

3. parkirna kočnica:

- mora omogućiti da se parkirano vozilo može osigurati u zakočenom položaju odgovarajućim mehaničkim uređajem
- mora biti postavljena tako daje vozač može aktivirati s vozačkog mjesta, a u priključnom vozilu tako da je vozač može aktivirati s vozačkog mjesta ili da je može aktivirati osoba koja je izvan vozila

Svaki uređaj za kočenje, bez obzira na način prenošenja kočne sile, sastoji se od tri mehanizma:

- komandni mehanizam (papučica, poluga, glavni tlačni cilindar...)
- prijenosni mehanizam (čelična užad, vodovi...)
- izvršni mehanizam (disk kočnice, bubanj kočnice)

Podjela kočnih sustava prema načinu prenošenja sile:

Od vozača do kočnica na kotačima postoji:

- ❑ mehanički sustav kočenja
- ❑ hidraulički sustav kočenja
- ❑ pneumatski sustav kočenja
- ❑ kombinirani sustavi

Podjela kočionih sustava prema izvedbi na kotačima

- ❑ bubanj kočnice
- ❑ disk kočnice

KOČNI MEHANIZAM NA KOTAČIMA

Vrste kočnih mehanizama na kotačima

- Bubanj kočnica
- Disk kočnica

BUBANJ KOČNICA

Dijelovi

- ❑ Bubanj
- ❑ Kočne obloge na metalnim nosačima (čeljustima)
- ❑ Kočni cilindar

Način rada



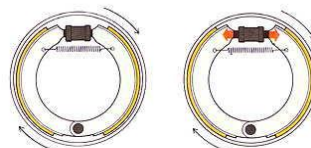
- ❑ bubanj je pričvršćen na glavinu kotača tako da se s njim zajedno okreće
- ❑ na nosač kotača nepomično su pričvršćene kočne obloge i kočni cilindar
- ❑ kada kočimo cilindar raširi čeljusti s oblogama prema unutrašnjoj površini bubnja
- ❑ pritiskanjem obloga uz unutrašnjost bubnja javlja se trenje među njima
- ❑ ovo trenje usporava okretanje kotača, a time i zaustavlja automobil

Nedostaci :

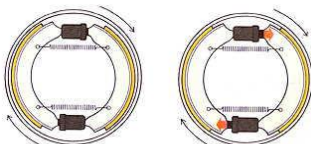
- ❑ zatvorena konstrukcija = slabo provjetravanje, sklone pregrijavanju
- ❑ manja efikasnost u odnosu na disk kočnice
- ❑ prednje kočnice moraju podnijeti i do 75% ukupne sile kočenja, pa se bubanj kočnice stavljaju samo na zadnje kotače
- ❑ ako na bubanj kočnicama imamo ABS treba paziti da ga naglo rasterećeni zadnji kotači ne aktiviraju (kod usporavanja vozila)

Vrste bubanj kočnica

Simpleks kočnica



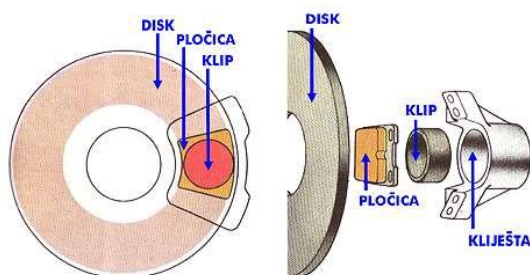
Dupleks kočnica



DISK KOČNICE

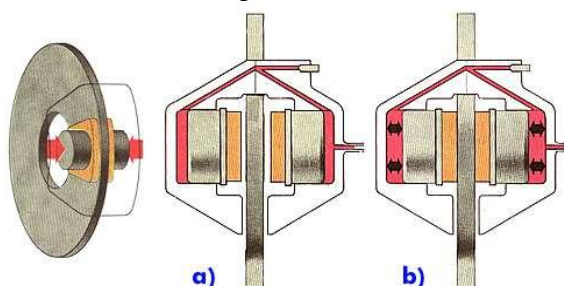
Dijelovi

- ❑ Disk
- ❑ Kliješta (čeljust)
- ❑ Disk pločice
- ❑ Klip



Način rada

- ❑ disk je pričvršćen na glavinu kotača tako da se s njim zajedno okreće
- ❑ na nosač kotača nepomično su pričvršćena kliješta sa hidrauličkim klipovima i disk pločicama
- ❑ kada kočimo klipovi pritišću disk pločice uz disk
- ❑ između disk pločica i diska dolazi do trenja te se vozilo zaustavlja



a) kočnica u stanju mirovanja

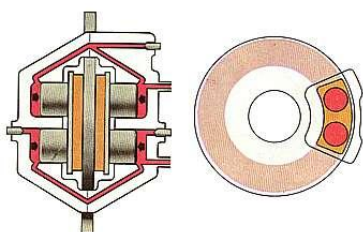
b) kočnica koja koči

Prednosti disk kočnica

- diskovi se slobodno okreću (kliješta ih obuhvaćaju tek u jednom manjem dijelu) pa se bolje hlade od bubanj kočnica

Vrste disk kočnica

- kočnice s više klipnih kliješta



samoventilirajuće kočnice

- ❑ - mogućnost postavljanja većih kočnih pločica = veća površina trenja a time i jača sila kočenja



- metalni disk nije od jednog lijevanog dijela već po obodu ima otvore za hlađenje (slika)
- poprečno bušeni diskovi čiji otvori služe za odvođenje plinova koji se stvaraju zagrijavanjem kočnih pločica

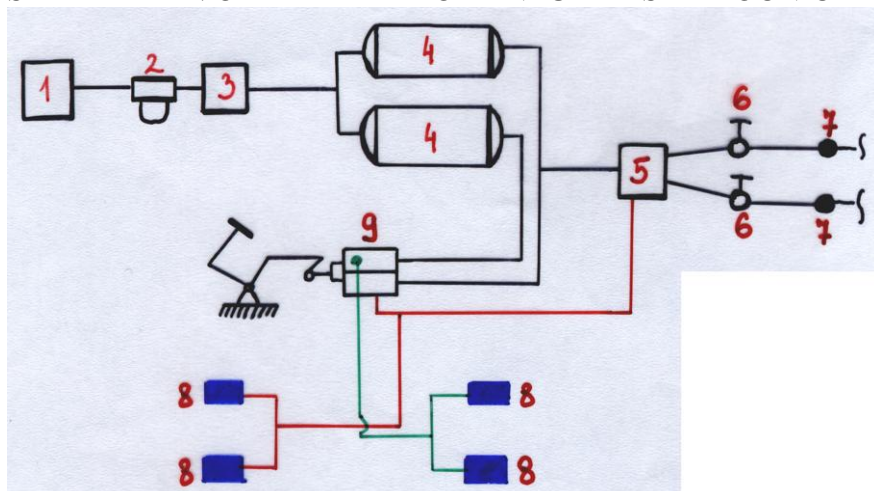
• diskovi od keramike ojačani ugljičnim vlaknima

- ❑ najveći nedostatak kočnica je pregrijavanje zbog kojeg dolazi do smanjenja sile kočenja
- ❑ keramički diskovi ojačani ugljičnim vlaknima izdržavaju 1400 do 1600°C što je dvostruko više od toplinskog opterećenja metalnih diskova

PNEUMATSKE KOČNICE

- ⇒ pneumatske ili zračne kočnice koriste energiju stlačenog zraka za prijenos sile kočenja od papučice kočnice do kočnica na kotačima
- ⇒ radni medij: zrak iz okoline
- ⇒ zrak iz okoline stlačuje se kompresorom i sprema u spremnike
- ⇒ kada vozač pritisne papučicu kočnice djeluje na razvodni ventil

SHEMA RAZVODA ZRAKA KOD PNEUMATSKE KOČNICE



- 1) kompresor
- 2) pročištač (filter) zraka
- 3) regulator tlaka
- 4) spremnik za zrak
- 5) sigurnosni ventil
- 6) ventil za kondenzat (vodu)
- 7) spojka sa ventilom
- 8) kočni cilindri
- 9) pneumatski razvodnik

1. Kompresor
 - tlači okolišni zrak na povišeni tlak (5 bara i više)
 - izvedba: klipni kompresor
 - pogon : klinastim remenom sa radilice
 - podmazivanje : uljem iz kućišta kompresora
 - hlađenje : zrakom ili tekućinom iz sustava za hlađenje motora
2. Pročištač zraka
 - čisti zrak od mehaničkih nečistoća
 - ako je začepljen zrak prolazi pokraj njega
3. Regulator tlaka
 - automatski održava potreban tlak zraka (u slučaju povećanja tlaka ispušta zrak u atmosferu)
4. Spremnik zraka
 - na vučno vozilo najčešće se ugrađuju dva spremnika a na priključno samo jedan spremnik
 - zapremina spremnika je 20 do 25 puta veća od ukupne zapremine svih kočionih cilindara
 - na najnižoj točki nalazi se ventil za ispuštanje kondenzata
9. Razvodni ventil
 - vezan za komandu (papučicu)
 - regulira protok stlačenog zraka iz spremnika u kočne cilindre (upravlja radom kočnice)
8. Kočni cilindar
 - energiju stlačenog zraka pretvara u mehanički rad
 - većih dimenzija od hidrauličkog cilindra zbog nižeg radnog tlaka pneumatskih kočnica
 - smještaj: izvan bubnja
 - izvedba: klipni, membranski

Prednosti pneumatskih kočnica:

- pogodne za kočenje tegljača s prikolicom i poluprikolicom
- radni medij: zrak iz okoline
- sustav nije osjetljiv na izvjesna propuštanja
- stlačeni zrak se može koristiti i za druge namjene (gume, vrata na autobusu i sl.)

HIDRAULIČKE KOČNICE

- ⇒ koriste se isključivo kao radne kočnice
- ⇒ sile se prenose preko tekućine

Način rada

- ⇒ PASKALOV ZAKON: u tlačenoj tekućini u zatvorenoj posudi djeluje tlak na sve strane i na svim mjestima jednoliko

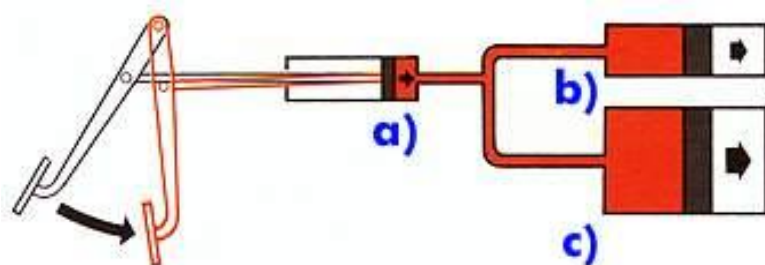
$$p = \frac{F}{A}$$

p = tlak [Pa]

F = sila [N]

A = površina [m²]

- ⇒ sustav hidrauličkih kočnica potpuno je zatvoren pa će se tlak širiti na sve strane jednako



pojednostavljeni prikaz rada hidrauličkih kočnica

Dijelovi

- glavni tlačni cilindar (a)
- vodovi za tekućinu
- kočni (radni) cilindar (b, c)
- kočnica (disk ili bubanj)

Tekućina za kočnice:

- proizvodi se na bazi biljnih i mineralnih ulja
- mora imati visoko vrelište i nisko ledište
- ne smije izazivati oštećenje gumenih crijeva i brtvi u cilindrima
- ne smije se miješati sa motornim uljem jer ono otapa brtve u sustavu kočnica

KOMBINIRANE KOČNICE

Kombinirane kočnice primjenjuju se na teretnim vozilima srednje i velike nosivosti, a mogu biti izvedene kao:

- hidropneumatske
- elektropneumatske

Kombinacija različitih vrsta prijenosa sile kod kočnica djelomično umanjuje neke nedostatke, a spaja dobre strane pojedinih vrsta.

Hidropneumatske kočnice

- više u uporabi
- skraćeno vrijeme reagiranja u odnosu na pneumatske
- manja i lakša konstrukcija
- kompliciranija i skuplja izvedba

Način rada:

- -kočenje kotača postiže se pomoću tlaka u ulju, a potreban tlak ulja postiže se pomoću komprimiranog zraka
- -vozač malom silom djeluje na kočnicu i otvara razvodni ventil koji propušta zrak iz spremnika do servouređaja gdje taj zrak osigurava potreban tlak ulja za kočenje

USPORIVAČI (RETARDERI)

Kod dugotrajnih kočenja postoji opasnost od pregrijavanja tarnih dijelova radne kočnice. Zbog toga se na takva vozila ugrađuju dodatni uređaji koji omogućuju neprestano kočenje, a nazivamo ih usporivači ili retarderi.

Osnovna razlika između kočnica i retardera je u tome što se kočenje ne obavlja na kotačima vozila, već na sklopu motora ili prijenosa (transmisije).

Vrste usporivača:

- motorna kočnica
- elektrodinamički usporivači
- hidrodinamički usporivači

MOTORNA KOČNICA

Način rada:

- vozač pritiskom na pedalu zatvara ispušni kanal cilindra tako da se u samom radnom cilindru stvara OTPOR koji KOČI motor

Nedostaci:

- preporuka da se ne upotrebljava neprekidno više od 30 s
- nema regulaciju jačine kočenja

Ostali usporivači se obično ugrađuju

- između motora i transmisije ili
- između transmisije i pogonskog vratila,

a prema principu rada konstruirani su

- ◆ elektrodinamički i
- ◆ hidrodinamički usporivači.

ELEKTRODINAMIČKI USPORIVAČ

Sastoji se od:

- statorskog dijela pričvršćenog na kućište mjenjačke kutije ili na kućište diferencijala
- rotora pričvršćenog na izlazno središnje vratilo mjenjača pomoću prirubnice

Način rada:

- promjenjivo magnetsko polje statora inducira vrtložne struje u rotoru koji svojim gibanjem stvara kočni moment → usporavanje bez mehaničkog trenja

HIDRODINAMIČKI USPORIVAČI

Način rada:

- rade na principu hidrodinamičke spojke

Prednost:

- osiguravaju veliki kočni moment uz finu regulaciju
- produljuju vijek trajanja kočnih obloga te cjelokupnog kočnog sustava vozila, uključujući spojku, mjenjač, motor i pneumatike.

Nedostaci:

- zahtijevaju dobro izvedeno hlađenje.

Upravljanje se vrši preko sklopke (sa više stupnjeva) na kontrolnoj ploči.

A B S (engl. Anti Blocking System
njem. Antiblockiersystem)

Kočenje je najuspješnije dok se kotači OKREĆU . Ukoliko je koeficijent trenja između pneumatika i kolnika manji od koeficijenta trenja u kočnici, dolazi do blokiranja kotača.

BLOKIRANJE KOTAČA PRI KOČENJU:

- znatno smanjuje koeficijent trenja
- višestruko produžava zaustavni put
- onemogućava upravljanje vozilom

ABS je elektronsko – hidraulički sklop koji dobiva informacije od sklopa osjetnika (za praćenje okretanja kotača), te određuje moment kočenja na svakom kotaču posebno i sprečava blokiranje kotača.

- ❑ ABS je dodatni uređaj u kočnom sustavu
- ❑ ABS aktivira kočnicu desetak puta u sekundi
- ❑ u početku su bili dvokanalni – sa dva osjetnika na dijagonalnim kotačima
- ❑ danas se ugrađuju četverokanalni sa osjetnicima na svim kotačima

A S R (Antriebsschlupfregelung)

je regulacijski uređaj koji sprečava proklizavanje pogonskih kotača pri kretanju i ubrzanju

- koristi se zajedno s ABS – om
- predstavlja proširenje sustava ABS (potencijetar za snagu i elektromotor za pokretanje zaklopke za snagu)

Način rada:

- kada računalo dobije podatak od osjetnika da postoji razlika brzina između pogonskih kotača, ili između prednje i zadnje osovine, sustav aktivira kočnicu ili smanjuje snagu na određenom kotaču

KOČENJE PRIKLJUČNIH VOZILA

...izvodi se pneumatskim, a rjeđe kombiniranim kočnicama.

Prikolice mase do 1,5 tona koče naletnom (inercijskom) kočnicom.

Zahtjevi na kočnice priključnih vozila:

- moraju **djelovati istodobno** ili ranije od kočnica vučnog vozila;
- moraju se **deaktivirati** istodobno ili kasnije od kočnica vučnog vozila;
- moraju osigurati maksimalno automatsko kočenje u slučaju otkidanja prikolice

PRIKLJUČNI UREĐAJI

...spajaju vučno i priključno vozilo.

- Za motocikle se odgovarajuća prikolica priključuje čvrsto pomoću vijaka s lijeve bočne strane;
- Za sva ostala cestovna vozila priključni uređaj se postavlja u uzdužnoj okomitoj ravnini, koja vozilo dijeli na dva simetrična dijela, i to zglobno

Vrste priključnih uređaja:

1. VUČNA KUKA – za osobna vozila sa prikolicama do 1,5 tona mase;
2. VUČNA VILICA – za teretna vozila;
3. TANJURASTA SPOJKA (VUČNO SEDLO) –za poluprikolice – preuzima znatan dio mase poluprikolice

ELEKTRIČNI SUSTAV VOZILA

Električni sustav vozila sastoji se od:

- 1) izvora električne energije
- 2) električnih instalacija
- 3) trošila

IZVORI ELEKTRIČNE ENERGIJE

- akumulator (baterija)
- generator (proizvodi el. energiju)

ELEKTRIČNE INSTALACIJE

predstavljaju vodovi, prekidači, sabirnice, osigurači, releji

TROŠILA

- elektropokretač (anlaser)
- uređaji za osvjetljavanje puta
- uređaji za označavanje vozila
- sustav za paljenje
- mjerno – regulacijska oprema
- električni brisači
- grijači stakla, retrovizora itd.
- alarm, auto radio, klima uređaj itd.

Karakteristike električnog sustava vozila

- Sustav je jednovodan, a drugi vod je karoserija
- Napon u sustavu je od 12V do 36V
- Potrošači se napajaju iz općeg sabirnog voda preko glavnog prekidača
- Veliki potrošači spajaju se direktno na akumulator i uključuju preko elektromagnetskog releja
- Zaštita strujnih krugova izvodi se preko rastalnih osigurača

ELEKTRIČNI GENERATORI

zadatak:

- napajanje trošila istosmjernom strujom
- punjenje akumulatora

pogon:

- preko remena sa koljenastog vratila

proizvodnja struje:

- princip elektromagnetske indukcije

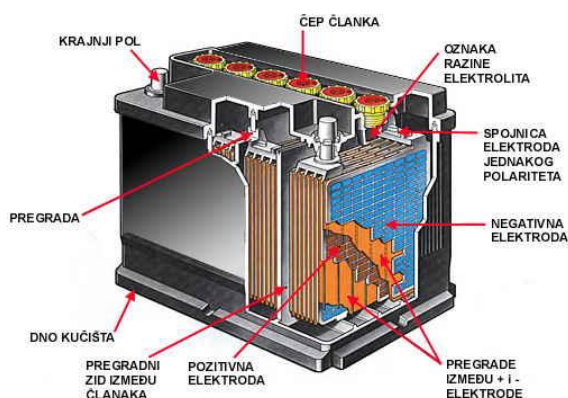
Istosmjerni generator – DINAMO –

- snaga: 300 – 500 W
- jačina napona ovisi o broju okretaja motora
- pod velikim opterećenjem se zagrijava
- problem previsokog napona (uništenje trošila npr. svijetla)
- problem preniskog napona (ne rade trošila)
- reguliranje napona regulatorom (REGLER)
- proizvodi izmjeničnu struju
- kolektor pretvara izmjeničnu struju u istosmjernu (trošenje četkica)

Izmjenični generator – ALTERNATOR –

- generira dovoljno visok napon i pri malom broju okretaja (prazan hod)
- može se jače opteretiti i ima duži vijek eksploatacije
- u usporedbi s dinamom iste težine daje dvostruku snagu
- izmjenična struja se pretvara u istosmjernu elektronski, pomoću dioda ili tranzistora u kućištu alternatora
- regulator održava konstantni napon i prekida vezu kada je u generatoru niži napon nego u akumulatoru

AKUMULATOR



Samopražnjenje

- ⇒ pun akumulator na temperaturi od 15°C isprazni se nakon približno 4mj., a na temp. od 40°C za dva tjedna!
- ⇒ Kontrola razine elektrolita- mora biti 10-15mm iznad ploča, dolijeva se samo destilirana voda!

Akumulatori bez održavanja- imaju elektrolit u obliku gela pa nema čepova za dolijevanje tekućine

AKUMULATOR je izvor el. energije dok je motor ugašen.

Karakteristične veličine:

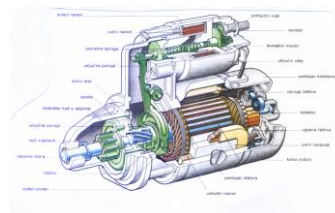
- nazivni napon akumulatora – određen je naponom od 2V po članku (za osobna vozila 6 članaka znači napon od 12V)
- akumulator je prazan ako napon po članku padne na 1,75V
- napon se mjeri voltmetrom
- napunjenost akumulatora može se mjeriti i mjerenjem gustoće elektrolita pomoću areometra
- kod punog akumulatora gustoća je 1,28 g/cm³, a kod praznog 1,12g/cm³
- kapacitet akumulatora-pokazuje koliko dugo (u satima) akumulator može davati struju određene jakosti
- mjeri se u ampersatima- oznaka Ah
- ovisi o: jakosti struje pražnjenja, gustoći i temperaturi elektrolita, stanju napunjenosti

ELEKTROPOKRETAČ

(njemački – anlassen = staviti u pogon)

Elektropokretač je elektromotor koji daje početni moment pri čemu savladava trenje motornog mehanizma i uzrokuje potrebni kompresijski tlak.

- ⇒ za Otto motore $p_k = 1 - 2 \text{ MPa} (10 - 20 \text{ bara})$
- ⇒ za Diesel motore $p_k = 3 - 5 \text{ MPa} (30 - 50 \text{ bara})$



Sklop elektropokretača podrazumijeva:

- ⇒ elektromotor sa malim zupčanikom
- ⇒ elektromagnetski prekidač (relej) sa dvokrakom polugom

Način rada:

Prolaskom istosmjerne struje elektromagnet istovremeno :

- priključuje (uzubljuje) svoj zupčanik na ozubljenje zamašnjaka
- propušta struju na stator elektromotora, gdje nastaje elektromagnetska indukcija i motor se pokreće

Smještaj:

⇒ stražnji kraj motora

Napon i snaga:

- za vozila sa Otto motorom $U = 12V$ $P = 0,5$ do 1 kW
- za vozila sa Diesel motorom koriste se elektromotori sa većim naponom i snagom zbog potrebe za većim kompresijskim tlakom

Broj okretaja motora:

- Za Otto motore je potreban minimalan broj okretaja od 40 do 80 u minuti, a za Diesel motore bar dva puta više.

elektropokretač sa relejom

UREĐAJI ZA OSVJETLJAVANJE I SVJETLOSNU SIGNALIZACIJU

...po zakonu sistematizirani su u tri skupine:

- a) Uređaji za osvjetljavanje
- b) Uređaji za označavanje vozila
- c) Uređaji za davanje svjetlosnih znakova

Pojedine skupine podrazumijevaju:

a)Uređaji za osvjetljavanje

- A. dugo svjetlo
- B. kratko svjetlo
- C. svjetlo za maglu
- D. pokretno svjetlo za istraživanje
- E. svjetlo za osvjetljavanje ceste prilikom vožnje unatrag
- F. svjetlo za osvjetljavanje radnog mjesta

b)Uređaji za označavanje vozila

1. prednja pozicijska svjetla
2. stražnja pozicijska svjetla
3. parkirna svjetla
4. gabaritna svjetla
5. katadiopteri
6. žuto rotacijsko svjetlo
7. plavo treptavo ili rotacijsko svjetlo
8. stražnja svjetla za maglu

c)Uređaji za davanje svjetlosnih znakova

- 1) stop svjetla
- 2) pokazivači smjera
- 3) uređaj za uključivanje svih pokazivača smjera

SVJETLA NOVE GENERACIJE

Većina novih automobila više klase oprema se svjetlima nove generacije. Ona znatno bolje svijetle ispred vozila, a zbog manjih ugradbenih mjera omogućuju daleko bolju aerodinamiku. Svjetlost nastaje u automobilskoj žarulji i učinkovitost žarulje direktno povećava intenzitet svjetlosti. U proteklom su desetljeću halogene žarulje gotovo potpuno potisnule klasične vakuumske. Njihova je osnovna prednost u većoj iskoristivosti električne energije, odnosno. više svjetlosti po jedinici snage.

KLASIČNE su žarulje snage 45/40 W (dugo/oboreno) i pružaju 600/500lumena svjetlosti (lumen- "lm" -jedinica svjetlosnog tijeka)

Najčešće korištena, halogena žarulja H4, nabijena je inertnim plinom te iz snage 60/56 W pruža 1650/1000 lm. Za trećinu veća instalirana snaga pruža gotovo trostruko više svjetlosti u dugom, a dvostruko više u oborenom snopu.

H1 i H3 su halogene žarulje za dodatna svjetla (koja se sve manje koriste)

H2 su žute, "francuske" halogenke.

Dobra je žarulja nužna, ali ne i dovoljna za kvalitetno svjetlo. Bitno je svjetlost što bolje reflektirati i usmjeriti ispred vozila uz uvjet da se ne zasljepljuje nadolazeće vozilo. To se postiže na dva načina:

Prvi je u potpunom korištenju reflektirajuće površine svjetala, pri čemu se najbolji učinci ostvaruju specijalnim reflektorima sa dva fokusa.

Drugi način je povećanje širine reflektora, što se zbog manje raspoloživog prostora u aerodinamički oblikovanom nosu novih tipova vozila jedino može koristiti.

Svjetlosni sustav LITRONIC (Light-Electronic) pružio je najveći napredak u svjetlosnoj tehnologiji. Sa samo 35 W snage pruža šesterostruki intenzitet svjetla u usporedbi sa običnim, i trostruki u usporedbi sa svjetlima H4 .Oznaka Litronic žarulje je D1. Umjesto klasične žarne niti ona ima dvije elektrode i napunjena je inertnim plinom ksenonom. Visokofrekventnom izmjeničnom strujom između elektroda nastaje električni luk visokog svjetlosnog intenziteta, u čijem svjetlosnom spektru prevladavaju (poput sunčeva svjetla) plava i zelena komponenta. Time se znatno povećava svjetlosno polje u uvjetima otežane vidljivosti. Trajnost ovakve lampe je 1500 sati, što odgovara prosječnom vijeku trajanja automobila u pogonu.

Drugi važan element sustava Litronic je polieliptički optički sklop PES (Poly Ellipsoid System) koji se ,poput fotografskog aparata, sastoji od objektiva, zaslona i sjenila. Svjetlosni se snop usmjerava na najpovoljniji način, a intenzitet se dodatno pojačava međusobnom interferencijom svjetlosnih zraka.Za sigurnu vožnju naročito je važno što se širina svjetlosnog snopa povećava za čak 75 %.Ispitivanja su pokazala da se udvostručuje vidni spektar u rubnim područjima, posebice važnim za sigurnost, a istovremeno se omogućuje značajno smanjenje promjera reflektora (na manje od 100 mm),što znatno olakšava dizajniranje karoserije.

OSNOVNI TEHNIČKI PODACI O VOZILU

...nalaze se u knjižici vozila i predstavljaju „osobnu iskaznicu“ vozila. Oni obuhvaćaju podatke...

1) ZA MOTOR

- tip, taktnost i broj cilindara
- efektivna snaga motora P_{ef} (kW)
- kubikaža motora u (cm^3) ili (dm^3) ili (l)
- najveći i najmanji broj okretaja
- najveći okretni moment (Nm) i broj okretaja kod kojeg se postiže (okretaja / min)
- toplinska vrijednost svječice ili tip mlaznice
- podaci o podmazivanju
- podaci o hlađenju

2) ZA VOZILO

- gabaritne dimenzije
- masa i nosivost vozila
- dimenzije i tlak u gumama
- podaci o transmisiji
- podaci o uređaju za upravljanje
- podaci o kočnicama
- maksimalna brzina
- maksimalno ubrzanje

KONTROLA TEHNIČKE ISPRAVNOSTI VOZILA

Tehnički pregled je propisan zakonom

Utvrđuje se:

- ima li vozilo propisane uređaje i opremu
- jesu li ti uređaji i oprema ispravni
- da li udovoljavaju propisanim uvjetima za sudjelovanje u prometu na cestama

Zadaća: Provjera tehničke ispravnosti onih uređaja na vozilu o kojima ovisi sigurnost prometa.

Tehnički pregled može biti:

1) Redovni

- jednom godišnje pri produžetku registracije vozila
- nova vozila moraju obaviti tehnički pregled u roku 24 mjeseca od prvog tehničkog pregleda
- označava se posebnom naljepnicom na prednjoj strani vozila

2) Preventivni

- obavezan za sva vozila koja služe za javni prijevoz putnika i tereta (obavlja se u propisanim rokovima ovisno o starosti i namjeni vozila)

3) Izvanredni

- obavlja se po nalogu službene osobe ili nakon popravka oštećenog uređaja o kojem ovisi sigurnost vozila

Tehnički pregled obavlja se u stanicama za tehnički pregled koje moraju imati odgovarajuću opremu i stručno osoblje.

UREĐAJI KOJI PODLIJEŽU KONTROLI TEHNIČKE ISPRAVNOSTI

- 1) UREĐAJ ZA UPRAVLJANJE – provjerava se opće stanje, pričvršćenost, zračnost u zglobovima, slobodan hod upravljača (slobodni hod upravljača smije biti do 30°)
- 2) UREĐAJ ZA ZAUSTAVLJANJE - kontrolira se radna i pomoćna kočnica mjerenjem sila na obodu kotača pojedinih osovina
 - razlika u veličini sile kočenja na kotačima iste osovine ne smije biti veća od 25%

- kada se izmjere sile kočenja izračunava se kočni koeficijent koji je propisan za pojedine kategorije vozila

$$k = (F_k / G) \cdot 100\%$$

k = kočni koeficijent

F_k = zbroj svih sila kočenja

G = težina vozila

k = 55% za osobna vozila

k = 50% za autobuse

k = 45% za teretna vozila

k = 25% za osobna vozila i

autobuse

k = 20% za teretna vozila

kočni koeficijent za radnu kočnicu

kočni koeficijent za pomoćnu kočnicu

- po potrebi može se kontrolirati sila pritiska radne i pomoćne kočnice dinamometrom

3) UREĐAJ ZA OSVJETLJENJE I SVJETLOSNU SIGNALIZACIJU

- Svjetla za osvjetljenje ceste – kontrolira se stanje, broj, položaj, boja, ujednačenost intenziteta dugog i kratkog svjetla (uređaj regloskop), funkcioniranje
- Svjetla za označavanje vozila – vizualna kontrola, boja, položaj, funkcioniranje
- Svjetla za davanje svjetlosnih znakova – vizualna kontrola, broj treptaja za pokazivače smjera mora biti 90 ± 30 u minuti

4) UREĐAJI KOJI OMOGUĆUJU NORMALNU VIDLJIVOST

- vjetrobransko staklo i ostale staklene površine, brisači, vozačka ogledala
- kontrola je vizualna – da li su uređaji u ispravnom stanju i da li funkcioniraju

5) UREĐAJ ZA DAVANJE ZVUČNIH SIGNALA

- mora postojati najmanje jedan uređaj koji daje zvuk nepromjenjivog intenziteta čija buka ne prelazi 100 dB

6) OSOVINE, KOTAČI, GUME

- provjerava se stanje i pričvršćenost
- za gume – dubine šara gazećeg sloja, istovjetnost (vrata, tip, nosivost, dimenzije)

7) KONTROLNI I SIGNALNI UREĐAJI

a) na osobnim vozilima

- brzinomjer s putomjerom
- kontrolno (plavo) svijetlo za dugo svijetlo
- svjetlosni ili zvučni znak za kontrolu pokazivača smjera

b) na autobusima

- isto što i na osobnim vozilima +
- tahograf koji pokazuje i registrira brzinu i prijeđeni put vozila
- manometar – pokazuje tlak zraka u uređaju radne kočnice

c) na teretnim vozilima

- isto što i na osobnim vozilima +
- uređaj za davanje znaka nedovoljnog tlaka u gumama na onim kotačima koji nisu dvostruki, ako je razmak osovina veći od 2m na priključnom vozilu

8) UREĐAJ ZA ODVOD ISPUŠNIH PLINOVA

- provjera se stanje, pričvršćenost, usmjerenost i položaj izvoda ispušne cijevi, stanje prigušivača zvuka i katalizatora
- kod Otto motora mjeri se % CO na motoru zagrijanom na radnu temperaturu u praznom hodu

Za vozila s katalizatorom do 0,5% CO

Za vozila bez katalizatora do 3,5% CO

Vozila starija od 1986 do 4,5% CO

- kod Diesel motora mjeri se obojenost ispušnih plinova
- uzorak se uzima na motoru zagrijanom na radnu temperaturu nakon 6 uzastopnih ubrzanja.

- 9) UREĐAJ ZA SPAJANJE VUČNOG I PRIKLJUČNOG VOZILA
- provjerava se stanje, položaj, pričvršćenost, pokretljivost i osigurač protiv razdvajanja te spoj električnih instalacija vučnog i priključnog vozila
- 10) OSTALI UREĐAJI VAŽNI ZA SIGURNOST
- vizualna provjera
 - uređaj za ventilaciju u autobusima
 - karoserija
 - blatobrani
 - branici
 - vrata i brave
 - priključci za vezivanje sigurnosnih pojaseva

UREĐAJI I OPREMA KOJU MORAJU IMATI STANICE ZA TEHNIČKI PREGLED VOZILA

1. uređaj za ispitivanje kočnica (valjci na kojima se provjerava sila kočenja)
2. kanal za pregled donjeg postroja vozila (propisanih dimenzija i osvjetljenosti) u kojem se nalazi dizalica za automatsko podizanje vozila
3. kutomjer za mjerenje slobodnog hoda kola upravljača
4. regloskop s ugrađenim svjetlomjerom koji omogućuje brzo i precizno utvrđivanje reguliranosti dugih, oborenih i svjetala za maglu neovisno o tome da li je vozilo prazno ili opterećeno
5. svjetlomjer pomoću kojeg se može utvrditi razlika osvjetljenosti dvaju ili više istovrsnih svjetala
6. dinamometar za mjerenje sile pritiskanja na komande kočnice
7. kompresor s manometrom za kontrolu tlaka u gumama
8. mjerač dubine šara gazećeg sloja koji ima skalu i mogućnost očitavanja 1/10 mm
9. fonometar za mjerenje buke vozila
10. metar ili metarske trake
11. indeks ili etalon boja
12. štoperica (broj titraja žmigavaca)
13. uređaj za mjerenje obojenosti ispušnih plinova kod Diesel motora
14. uređaj za mjerenje sastava ispušnih plinova kod Otto motora
15. uređaj za mjerenje usporenja s grafičkim pisacem koji pokazuje usporenje (u % ili m/s^2) i silu pritiskanja na komande kočnice
16. indikator točke isparavanja tekućine za kočenje
17. uređaj za kontrolu spajanja električne instalacije između vučnog i priključnog vozila
18. dva klinasta podmetača za kotače vozila
19. brojeve i zaštitne znakove za utiskivanje broja motora i šasije

ODRŽAVANJE VOZILA

U tijeku eksploatacije vozilo je potrebno održavati kako bi bilo ispravno, sigurno u prometu, ekonomično te da mu se produži vijek trajanja.

Održavanje može biti:

1. Preventivno
2. Servisno
3. Lakši i srednji popravci
4. Generalni popravak

1. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE VOZILA

- ⇒ provodi se : prije vožnje, tijekom vožnje i nakon završetka vožnje
- Prije vožnje potrebno je:
 - kontrolirati količinu po potrebi nadoliti motorno ulje, rashladnu tekućinu, elektrolit, tekućinu za kočnice
 - provjeriti ispravnost svjetala za osvjetljenje i za signalizaciju, stanje guma i kočnica
- U tijeku vožnje potrebno je:
 - pratiti kontrolne i signalne uređaje na komandnoj ploči
- Nakon vožnje potrebno je:
 - provjeriti opće stanje vozila

U preventivno održavanje vozila ubraja se i redovito pranje, čišćenje i održavanje vozila. Vozilo je izloženo različitim organskim (plinovi u zraku, kiseline) i anorganskim (prašina, pijesak, kamenčići) nečistoćama. Zbog toga je potrebno redovito pranje vozila kako bi se odstranile ove nečistoće i zaštitilo vozilo od korozije.

2. SERVISNO ODRŽAVANJE VOZILA

- ⇒ propisuje proizvođač vozila na osnovu broja prijeđenih kilometara
- ⇒ postoji servisno održavanje u garantnom roku i izvan garantnog roka
- ⇒ pri kupnji vozila vozač dobiva servisnu knjižicu koja sadrži:
 - popis ovlaštenih servisnih radionica
 - garantni list
 - uvjete garancije
 - kupone za servisne preglede u garantnom roku s označenim brojem prijeđenih kilometara
 - upute za servisno održavanje izvan garantnog roka, podatke o broju prijeđenih kilometara i opis radova na pojedinom servisnom pregledu

Servisno održavanje u garantnom roku

- obavezno je i obavlja se u ovlaštenim servisima
- potrebno je zbog razrađivanja motora i ostalih sklopova kod novog vozila
- na prvom servisnom pregledu kontrolira se:
 - pritegnutost vijaka na glavi motora
 - provjera i po potrebi podešavanje zračnosti na ventilima
 - podešava se omjer smjese
 - podešava se moment paljenja (ubrizgavanja)
 - mijenja se motorno ulje i pročistač ulja

Servisno održavanje izvan garantnog roka

- obavlja se nakon većeg broja prijeđenih kilometara koje propisuje proizvođač, a ujedno propisuje što se kontrolira a što mijenja na pojedinom servisnom pregledu

3. LAKŠI I SREDNJI POPRAVCI

...obavljaju se u servisnim radionicama, po potrebi

.4. GENERALNI POPRAVAK MOTORA

- unatoč dobrom održavanju vozila s vremenom dolazi do trošenja dijelova u pojedinim uređajima, a posebno dijelova motora
- trošenjem dijelova motora povećava se zračnost između klipa i cilindra te na ležajevima radilice, zbog čega se smanjuje snaga motora (manja kompresija) a povećava potrošnja goriva i ulja
- osnovni pokazatelj istrošenosti dijelova motora je mjerenje tlaka kompresije u cilindrima
- ako se mjerenjem utvrdi da je tlak kompresije u svim cilindrima znatno manji od tlaka navedenog u knjižici vozila, znači da je motor istrošen i da je potrebno izvršiti generalni popravak motora
- u tom slučaju potrebno je skinuti motor s vozila, a prethodno moramo učiniti slijedeće:
 - odvojiti motor od električne instalacije
 - odvojiti motor od hladnjaka
 - odvojiti motor od dovoda goriva
 - odvojiti ispušni kolektor od ispušne cijevi
 - rastaviti veze motora sa šasijom odnosno samonosivom karoserijom
 - rastaviti motor od prijenosnog mehanizma (transmisije)
- Svaki proizvođač daje remontnim radionicama tzv. Radionički priručnik u kojem je opisan redoslijed rastavljanja motora; potreban alat; dijelovi koji se mjere i mjesta na kojima se vrši mjerenje kao i veličine koje zadovoljavaju ili na koje se mora obraditi pojedini dio.

PITANJA ZA PONAVLJANJE:

1. Što obuhvaća hodni dio vozila
2. Opiši okvir vozila i njegovu ulogu?
3. Koja je uloga karoserije ? Može li karoserija zamijeniti okvir ?
4. Koji su elementi sustava za ovjes ?
5. Koje su vrste ovjesa ?
6. Koja je uloga opruga, a koja amortizera ?
7. Opišite građu i način funkcioniranja, te vrste amortizera !
8. Opišite načine provjere i održavanja elemenata za ovjes !
9. Koja je uloga kotača i koji su mu dijelovi ?
10. Koji su dijelovi svakog pneumatika? Kako se dijele pneumatici s obzirom na položaj niti pletiva ?
11. Kako se odražava na pneumatike preniski odn. previsoki tlak zraka u njemu ?
12. Koje oznake postoje na pneumatiku ?
13. Koji su dijelovi mehanizma za upravljanje ?
14. Što podrazumijevamo pod geometrijom upravljačkih kotača ?
15. Kako se dijele kočnice s obzirom na upotrebu ?
16. Kako se dijele kočnice s obzirom na način prijenosa sile kočenja ?
17. Koje su moguće izvedbe izvršnog dijela kočnice ?
18. Opiši hidrauličke kočnice !
19. Opiši pneumatske kočnice !
20. Opiši kombinirane kočnice !
21. Koja je funkcija usporivača i koje su moguće izvedbe ?
22. Koja je razlika između usporivača i kočnica ?
23. Opiši princip rada ABS-a !
24. Opiši princip rada ARSK uređaja !
25. Opiši princip rada ASR-a !
26. Opiši funkcioniranje kočnica priključnih vozila !
27. Akumulator (građa, kapacitet, samopražnjenje, održavanje)
28. Koje generatore struje možemo susresti na vozilima (način rada, prednosti i nedostaci)?
29. Elektropokretač (funkcija, snaga, princip rada, ..)
30. Vrste svjetala na vozilu, koja svjetla daju glavni farovi ?
31. Koje su karakteristike suvremenih sustava za osvjetljenje puta ?
32. Tehnički podaci, vrste tehničkog pregleda?
33. Tehnički pregled (tko propisuje, što se pregledava, kako , gdje....)
34. Koje su vrste održavanja vozila ?