

ŠKOLA ZA CESTOVNI PROMET

Zagreb, Trg J.F. Kennedyja 8

CESTOVNA VOZILA 2

NASTAVNO PISMO

za

2. razred zanimanja vozač motornog vozila

Zagreb, 2011

SADRŽAJ

1. DIESELOV MOTOR	2
1.1. Načelo rada četverotaktnog Dieselova motora	2
1.2. Štetni sastojci ispušnih plinova i katalizator	3
1.3. Podjela Dieselovih motora prema načinu ubrizgavanja goriva	4
1.4. Sustav za dovod goriva kod Dieselova motora	5
1.5. Prednabijanje motora	9
2. PODMAZIVANJE MOTORA	9
2.1. Načini podmazivanja motora	10
2.2. Svojstva ulja za podmazivanje motora	11
3. HLAĐENJE MOTORA	12
3.1. Hlađenje motora tekućinom	12
3.2. Hlađenje motora zrakom	14
4. TRANSMISIJA – PRIJENOSNICI OKRETNOG MOMENTA	14
4.1. Spojke na motornim vozilima	15
4.1.1. Tarna lamelna spojka	15
4.1.2. Automatske spojke	16
4.1.3. Hidrodinamička spojka	16
4.2. Mjenjači na motornim vozilima	16
4.2.1. Mjenjač s kliznim zupčanicima	17
4.2.2. Sinkroni mjenjač	18
4.2.3. Automatski mjenjači	19
4.3. Kardansko vratilo i zglobovi	20
4.4. Pogonski most	20
4.4.1. Glavni prijenosnik	21
4.4.2. Diferencijal	21
4.5. Kvarovi i održavanje transmisije	22
Pitanja za ponavljanje	23
Literatura	25

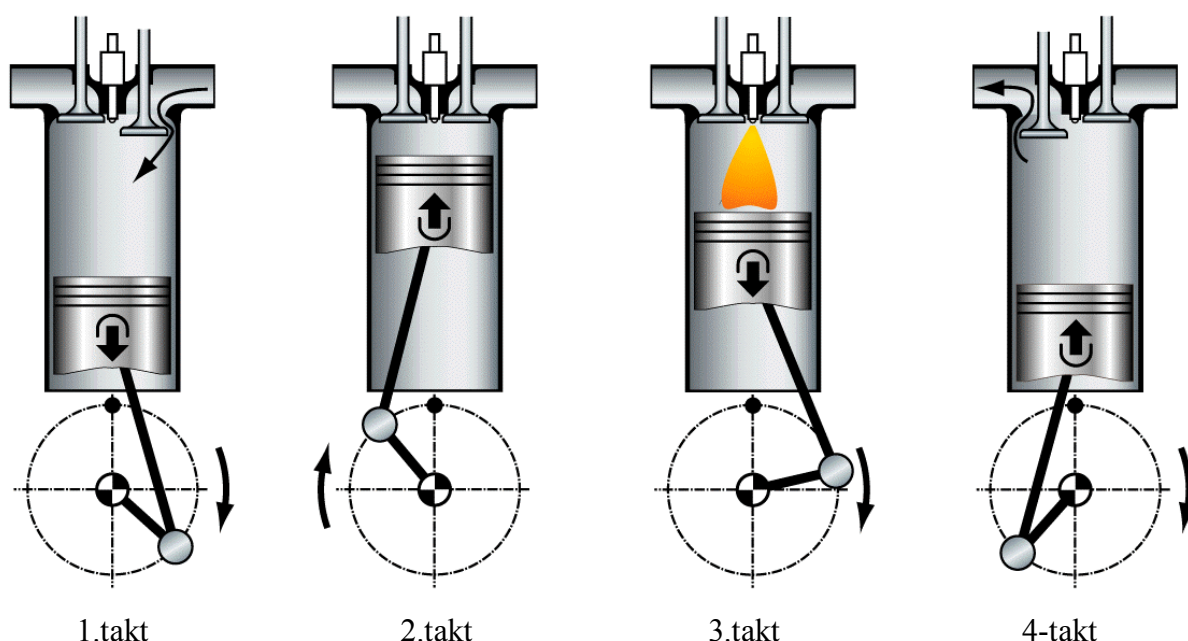
DIESELOV MOTOR

Dieselovi motori su motori s unutarnjim izgaranjem koji u cilindar usisavaju zrak koji se potom u cilindru sabija (komprimira). U stlačeni zrak ubrizgava se diesel gorivo koje se samo zapali. Mogu biti dvotaktni i četverotaktni.

Primjena:

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

NAČELO RADA ČETVEROTAKTNOG DIESELOVA MOTORA



PRVI TAKT – USIS ZRAKA

U prvom taktu usisni ventil je otvoren, ispušni zatvoren. Klip se giba iz gornje u donju mrtvu točku i dolazi do usisa okolišnjeg zraka. Zrak ulazi u cilindar zbog podtlaka koji vlada u cilindru (0,98 bara u DMT) ili ga u cilindar tlači kompresor tlakom od 1,5 do 1,9 bara u DMT.

DRUGI TAKT – SABIJANJE (KOMPRESIJA) ZRAKA

U ovom taktu oba ventila su zatvorena. Klip se giba iz DMT u GMT i sabija (komprimira) usisani zrak kojemu se smanjuje volumen, a raste mu tlak i temperatura. Nakon kompresije tlak je zraka: $p = 3$ do 5 MPa (30 do 50 bara), a temperatura: $T = 770$ do 1070 K (495°C do 797°C). Ubrizgavanje goriva počinje 15° - 30° okretaja koljenastog vratila prije GMT. Gorivo se samozapali zbog visoke temperature zraka. Omjer ukupnog (V_{UK}) i kompresionog (V_K) volumena cilindra nazivamo omjerom kompresije (ϵ) i on iznosi za Dieselove motore od 16:1 do 24:1.

TREĆI TAKT – IZGARANJE GORIVA I EKSPANZIJA PLINOVA

U ovom, jedinom radnom taktu, oba ventila su zatvorena. Gorivo izgara te svojim tlakom potiskuje klip prema donjoj mrtvoj točki. Nastaje ekspanzija ili širenje volumena. Pravocrtno gibanje klipa se preko klipnjače pretvara u kružno gibanje koljenastog vratila i prenosi kao koristan rad prema kotačima. Vremenski period od početka ubrizgavanja goriva do trenutka samozapaljenja goriva nazivamo *zakašnjenje paljenja*. To je vrijeme u kojem se gorivo zagrije, rasprši, pomiješa sa zrakom i potom samozapali. Preveliko zakašnjenje paljenja dovodi do naglog i prebrzog izgaranja, prevelikog povećanja tlaka koje se uzrokuje udarce u cilindru (detonativno izgaranje), kao i do taloženja goriva u cilindru. Cetanska vrijednost goriva označava se cetanskim brojem (CB), a pokazuje nam sklonost goriva prema samozapaljenju. Goriva s niskim cetanskim brojem imaju veće zakašnjenje paljenja.

ČETVRTI TAKT – ISPUH IZGORJELIH PLINOVA

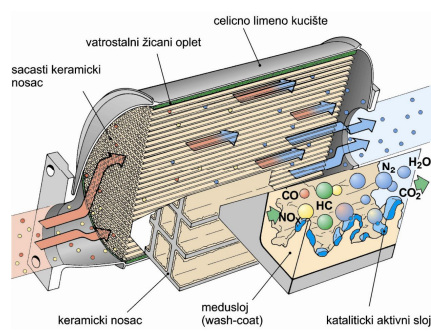
U posljednjem taktu ciklusa ispušni ventil je otvoren (on se otvara $30^\circ - 50^\circ$ prije DMT, dakle već krajem prethodnog - trećeg takta). U cilindru vlada predtlak, što uzrokuje početno istrujavanje dimnih plinova. Daljnje istrujavanje dimnih plinova uzrokuje klip koji se giba od DMT prema GMT, a do ispiranja kompresionog prostora cilindra od zaostataka izgorjelih plinova dolazi uslijed ulaska zraka u cilindar za sljedeći ciklus. S obzirom da se usisni ventil otvara već pred kraj četvrtog takta određeni vremenski period su otvorena oba ventila i to zovemo *prekrivanjem ventila*.

ŠTETNI SASTOJCI ISPUŠNIH PLINOVA KOD DIESOLOVA MOTORA

U štetne sastojke ispušnih plinova Diesolova motora spadaju dušični oksidi, sumporni spojevi i čađa. Dušični oksidi (NO_x) su otrovni spojevi, a nastaju zahvaljujući dušiku iz zraku (udio je 78 %), uz visoku temperaturu i tlak. Prilikom izgaranja u Dieselovim motorima nastaje sumporni dioksid (SO_2) koji s vodenom parom uzrokuje „kisele kiše“. Čađa u ispušnim plinovima veoma štetno utječe na čovjekov dišni sustav. Količinu čađe možemo smanjiti pravilnim podešavanjem vremena ubrizgavanja i količine ubrizganog goriva te dobrim miješanjem goriva i zraka

KATALIZATOR

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



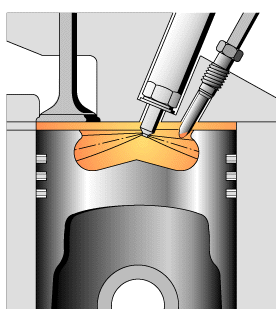
Katalizator kod Dieselova motora (oksidacijski katalizator) radi redukciju ugljičnog monoksida (CO) i redukciju neizgorenih ugljikovodika (HC).

Osnovni problem Dieselova motora je čađa koja se ne može eliminirati 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) i filterskim slojevitim sustavom s katalizatorom (izgaranje čađe dešava se u filteru svakih 500 – 600km i traje par sekundi. To se naziva „peti takt“ Dieselova motora).

PODJELA DIESEL MOTORA PREMA NAČINU UBRIZGAVANJA GORIVA

Postoje Dieselovi motori s izravnim ubrizgavanjem goriva, a oni s neizravnim ubrizgavanjem goriva mogu biti s predkomorom ili s vrtložnom komorom.

MOTORI S IZRAVNIM UBRIZGAVANJEM GORIVA

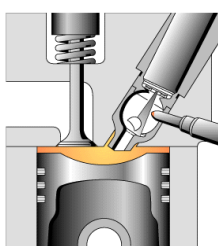


- gorivo se izravno ubrizgava u sredinu kompresijskog prostora tj. u klipno udubljenje
- tlak ubrizgavanja goriva iznosi 12 - 40 MPa (120 - 400 bara) i više

MOTORI S NEIZRAVNIM UBRIZGAVANJEM GORIVA

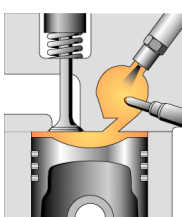
Gorivo se ubrizgava u predprostor za izgaranje, a tlak ubrizgavanja goriva iznosi 7-12 MPa (70 - 120 bara). Prednost ovog načina ubrizgavanja je u manjem opterećenju motornog mehanizma zbog nižih tlakova ubrizgavanja ($p < 12$ MPa), a nedostatak je u većoj specifičnoj potrošnji goriva zbog manjeg toplinskog stupnja djelovanja. Ubrizgavanje može biti preko predkomore ili vrtložne komore.

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)

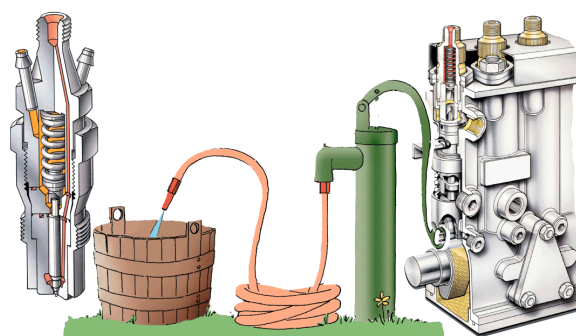
b) Motori s vrtložnom komorom



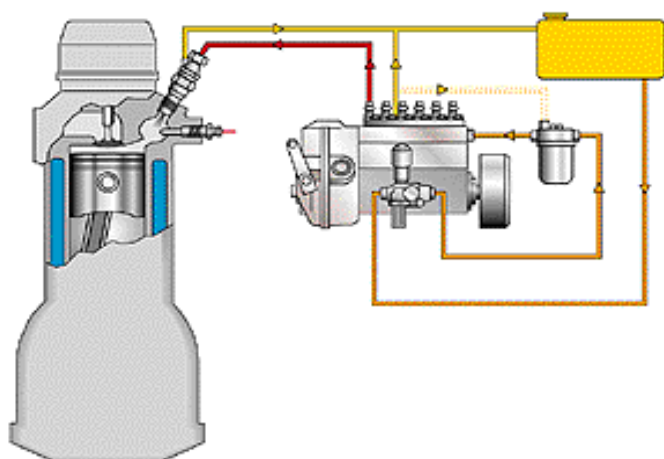
- 1) mlaznica
 - 2) vrtložna komora
- vrtložna komora nalazi se u glavi motora i ima oblik kugle
 - spojena je pomoću tangencijalnog kanala s kompresijskim prostorom

OSOBITOSTI UBRIZGAVANJA			
	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



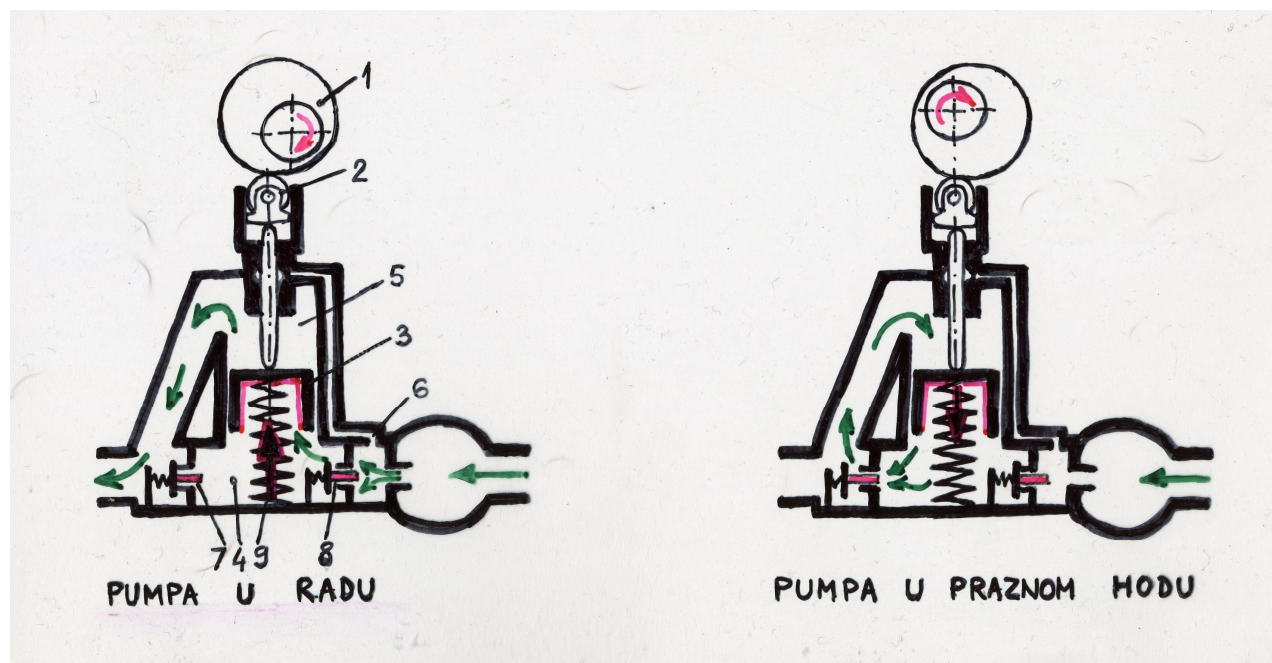
Uloga sustava za dovod goriva je opskrba motora točno određenom količinom goriva ovisno o opterećenju motora i broju okretaja



1. Spremnik za gorivo, od čeličnog je lima, iznutra obojen posebnim lakom
2. Usisni vod, povezuje spremnik i pumpu niskog tlaka
3. Pročistač goriva, odstranjuje nečistoće iz goriva
4. Crpka niskog tlaka (CNT), dobavlja gorivo do CVT
5. Crpka visokog tlaka (CVT), ubrizgava gorivo u cilindar
6. Visokotlačni vod, povezuje pumpu visokog tlaka i mlaznicu
7. Mlaznica, ubrizgava gorivo u cilindar
8. Vod za povrat goriva u spremnik
9. Regulator praznog hoda i maksimalnog broja okretaja

CRPKA NISKOGL TLAKA (CNT)

Uloga crpke niskog tlaka je da dobavlja goriva iz spremnika do crpke visokog tlaka. Pričvršćena je na kućište crpke visokog tlaka, a pokreće ju ekscentar pričvršćen na bregasto vratilo crpke visokog tlaka. Može biti jednoradna i dvoradna. Jednoradna dobavlja gorivo u svakom drugom okretu bregastog vratila, a dvoradna u svakom okretu bregastog vratila.



Na slici je prikazana shema jednoradne niskotlačne crpke sa slijedećim dijelovima: ekscentar (1), valjkasti potiskivač (2), klip (3), tlačna komora (4), usisna komora (5), preljevni kanal (6), tlačni ventil (7), usisni ventil (8) i klipna opruga (9).

Načelo rada crpke niskog tlaka

U praznom hodu breg ekscentra nailaskom na valjkasti potiskivač potiskuje klip prema dolje i time tlači gorivo u tlačnoj komori. Istovremeno u usisnoj komori pada tlak. Klip sabija klipnu oprugu. Zbog porasta tlaka u tlačnoj komori otvara se tlačni ventil i propušta gorivo u usisnu komoru. U radnom taktu opruga svojom silom vraća klip prema gore, a on potiskuje gorivo iz usisne komore prema crpki visokog tlaka. Istodobno zbog pada tlaka u tlačnoj komori otvara se usisni ventil i u tlačnu komoru se usisava gorivo iz spremnika.

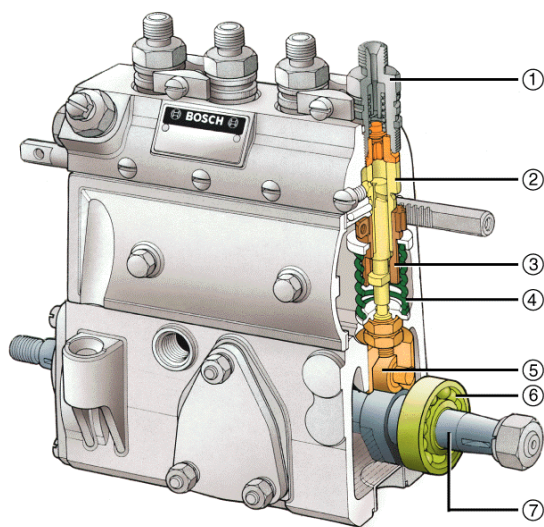
Dvoradna niskotlačna crpka ima nešto složeniju konstrukciju, a prednost joj je što u svakom taktu doprema gorivo u visokotlačnu crpku.

PROČISTAČI GORIVA

Pročistač goriva (filter) odstranjuje nečistoće iz goriva. Nepravilna izmjena i čišćenje pročistača može dovesti do prebrzog uništenja elemenata u uređaju za dovod goriva. Mogu biti: normalni, stupnjeviti, s pločama od pusta, s cijevima od pusta, spiralni, zvjezdasti, kombinirani.

CRPKA VISOKOG TLAKA (CVT)

Crpka visokog tlaka (CVT) komprimira gorivo i povisuje mu tlak te točno određenu količinu goriva u točno određenom trenutku, ovisno o broju okretaja motora, ubrizga preko mlaznice u cilindar motora.



Dijelovi crpke visokog tlaka:

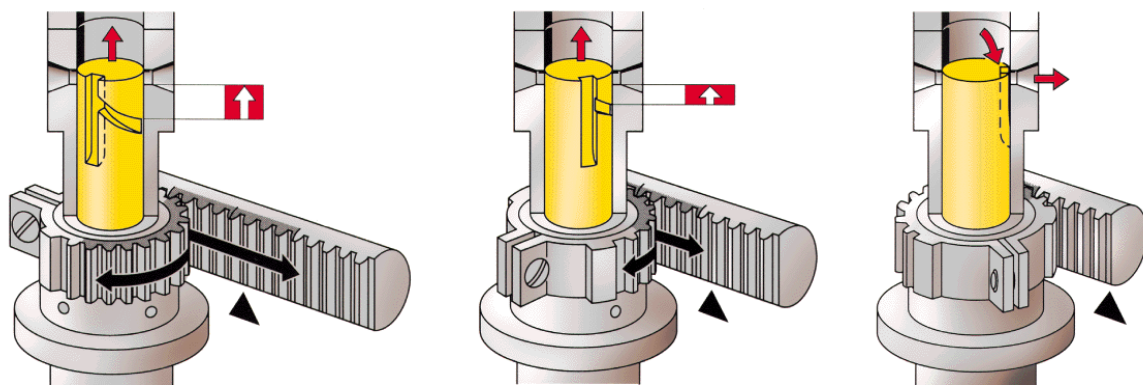
1. visokotlačni ventil
2. cilindar CVT sa ulaznim i izlaznim otvorom
3. segmentni zupčanik
4. opruga
5. valjkasti podizač
6. ležaj bregastog vratila CVT
7. bregasto vratilo CVT
8. klip CVT sa okomitim i kosim urezom
9. zubna letva

Načelo rada crpke visokog tlaka

Gorivo ulazi kroz ulazni otvor u cilindar CVT. Bregasto vratilo CVT, koje dobiva okretaje od koljenastog vratila motora, podiže klip CVT preko valjkastog podizača, te klip komprimira gorivo u cilindru CVT. Kada se postigne odgovarajući tlak u cilindru crpke, otvara se visokotlačni ventil i propušta gorivo pod tlakom u visokotlačni vod i mlaznicu.

Regulacija snage Dieselova motora

Snaga Dieselova 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 crpke visokog tlaka koji ima na sebi okomiti i kosi utor. Dok se klip giba prema gornjem najvišem položaju njegov kosi utor nailazi na izlazni otvor i dio goriva se vraća u spremnik. Zakretanjem klipa oko uzdužne osi, koje obavlja zubna letva, određuje se trenutak preklapanja kosog utora sa izlaznim otvorom cilindra pumpe, a time i količine goriva koja će ostati u cilindru CVT i biti ubrizgana u cilindar motora.



Regulacija snage motora pomoću zubne letve

BRIZGALJKE

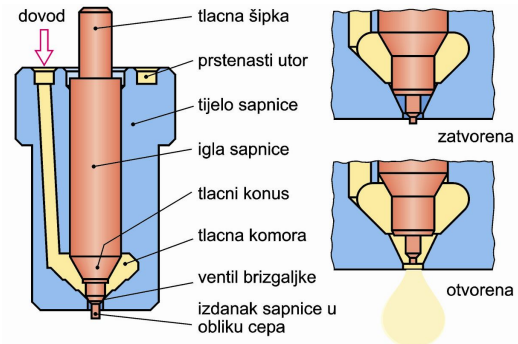
Zadatak brizgaljke je raspršiti gorivo kojeg tlači visokotlačna crpka i tako stvoriti optimalnu smjesu goriva i zraka za određeni oblik prostora izgaranja.

Brizgaljke utječu na:

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

Materijal izrade:

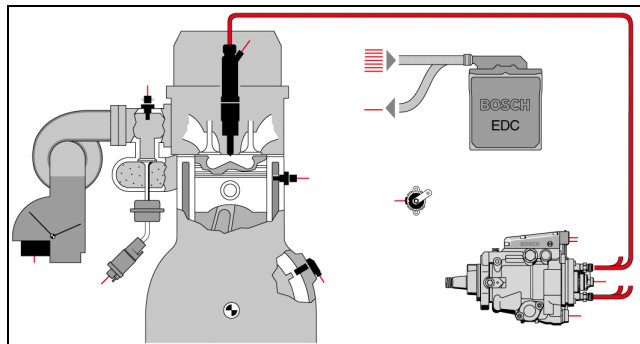
- ⇒ visokokvalitetni čelik
- ⇒ obrađene poliranjem (tolerancija 2 – 4 μm)
- ⇒ tijelo i igla brizgaljke moraju se mijenjati u paru



NAČINI UBRIZGAVANJA GORIVA KOD DIESEL MOTORA mogu biti:

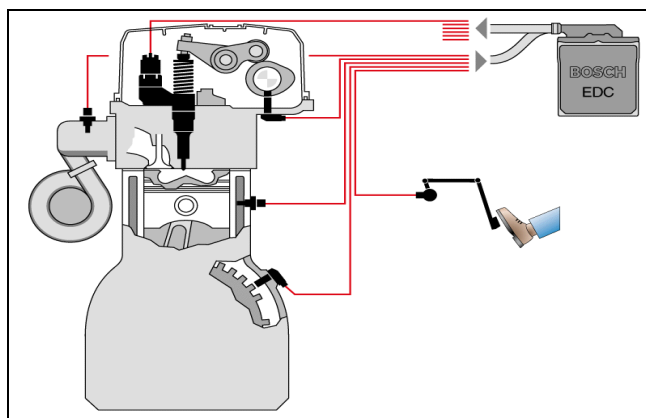
- a) Indirektno ubrizgavanje (tlak ubrizgavanja $p = 7 - 12 \text{ MPa}$)
 - motori s predkomorom
 - motori s vrtložnom komorom
- b) Direktno ubrizgavanje
 - ⇒ postoje četiri različita uređaja za direktno ubrizgavanje goriva u cilindar:

UREĐAJ S CRPKOM VISOKOG TLAKA



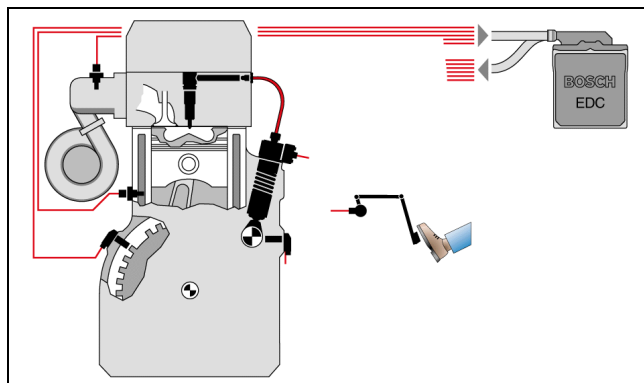
- crpka visokog tlaka (tlak ubrizgavanja goriva $p = 12 - 40 \text{ MPa}$)

UREĐAJ S CRPKOM – BRIZGALICOM – PDE (Pumpe- Düse- Einheit)



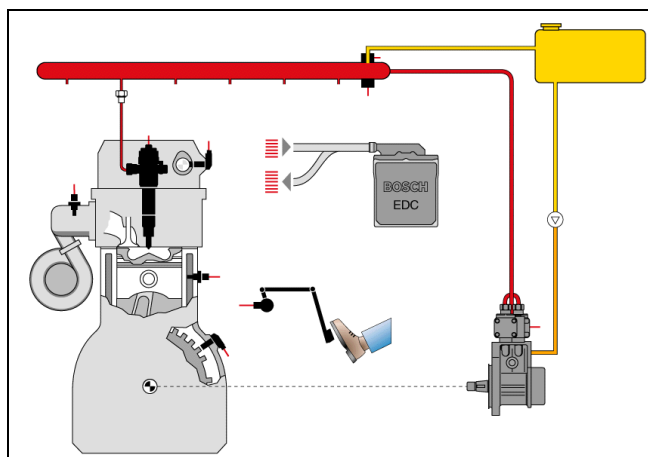
- ⇒ crpke-brizgalice (tlak ubrizgavanja $p = \text{do } 180 \text{ MPa}$)
- ⇒ crpka i brizgaljka u jednom komadu
- ⇒ elektroničko upravljanje
- ⇒ pogon od bregastog vratila

UREĐAJ S VISOKOTLAČNOM REDNOM CRPKOM - PLD (Pumpe-Leitung-Düse)



SUSTAV "COMMON REIL"

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



- ⇒ tlak ubrizgavanja $p =$ do 135 MPa
- ⇒ visokotlačna crpka koja kontinuirano tlači 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 stlačuće 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 2002 turbo, što je povećalo snagu motora s tadašnjih 100 KS na 170 KS. Sve uređaje za prednabijanje zraka zajedničkim imenom nazivamo "kompresori", a razlikujemo turbokompresore (pokretane strujom ispušnih plinova) i 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

Motore s unutrašnjim izgaranjem podmazujemo zbog **smanjenja trenja** između pokretnih dijelova kako bi se smanjilo njihovo trošenje. Ostale zadaće ulja za podmazivanje su:

- **hlađenje motora** - Ulje u svojem kretanju kroz motor preuzima na sebe dio topline nastale izgaranjem goriva. Pri povratku 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 prstenima 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 metalne dijelove iz 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.
- **zaštita od korozije** – Ulje stvara film na metalnim površinama i tako sprečava koroziju.

Ulja se dijele prema viskoznosti koju definiramo kao 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 podmazivati.

Postoje slijedeći načini podmazivanja:

1. Podmazivanje **mješavinom goriva i ulja**

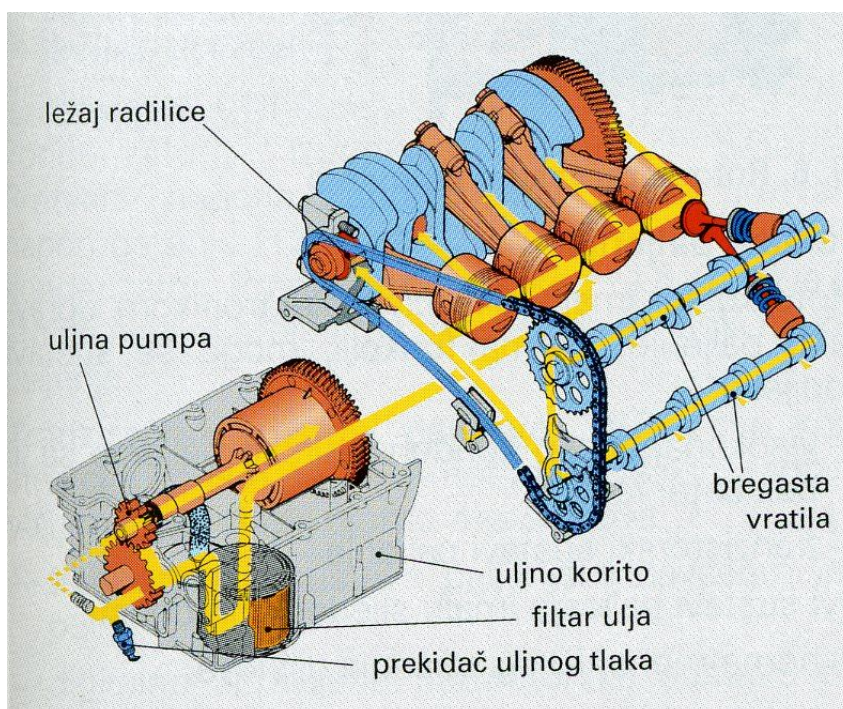
Primjenjuje se kod dvotaktnih motora. Ulje se dodaje gorivu ili se u manjoj količini ubrizga u cilindar. Ovakvo podmazivanje daje slabiji učinak, a ispušni plinovi su lošijeg sastava.

2. Podmazivanje **zapluskivanjem**

Ovaj način podmazivanja koristi se rijetko i to za četverotaktne motore manjih snaga. Klipnjača je konstruirana tako da zahvaća ulje i njime zapluskuje motor. Učinkovitost je slaba

3. Podmazivanje **pod tlakom**

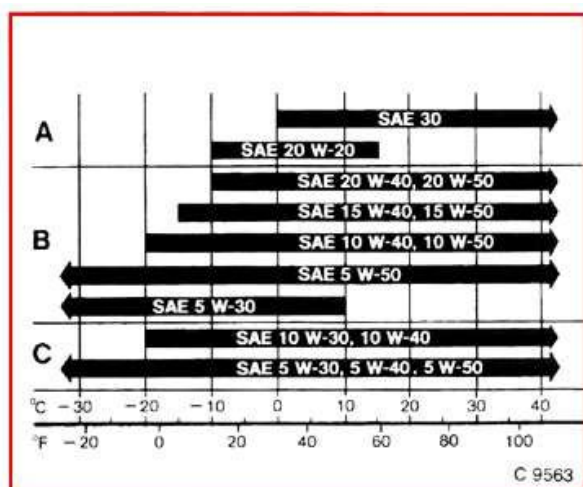
Primjenjuje se za podmazivanje četverotaktnih motora. Podmazuje se uređajem koji se sastoji od: crpke za ulje (omogućuje protok ulja kroz uređaj, najčešće se koristi zupčasta crpka s vanjskim ozubljenjem, a pogon dobiva od koljenastog vratila ili osovine razvodnika paljenja), Pročistač ulja (grubi i fini pročistači zadržavaju nečistoće iz ulja koje nastaju kao produkti izgaranja ili trošenjem dijelova motora, a mogu biti: papirnati, sitasti, lamelni, centrifugalni), Pretlačni ventil (štiti uređaj od previsokog tlaka, a višak ulja u sustavu izliva u kućište), Hladnjak ulja (imaju samo jači i veći motori, a ulje se može hladiti vodom ili zrakom) i Manometar (mjeri tlak u sustavu). Na slici je prikazan sustav tlačnog kružnog podmazivanja:



Osnovna svojstva ulja potrebna za pravilno podmazivanje motora:

- 1) Ispravna viskoznost. Ulja koja imaju manju viskoznost lakše teku kroz za to predviđene dijelove motora, dok ona veće viskoznosti teku teže. Pojednostavljeno rečeno radi se 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 najznačajniji čimbenik ispravnog podmazivanja. Gustoća ulja se mijenja s promjenom njegove temperature te ovakva ulja nazivamo uljima jedinstvene viskoznosti.
- 2) Odgovarajući indeks viskoznosti. Ovaj indeks nam kazuje 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) Odgovarajući stupanj (broj) 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). Koriste se, osim tzv. zimskih, i ulja oznake SAE 20, SAE 30, SAE 40 itd. Treba napomenuti da se ovdje i dalje radi o uljima jedinstvene viskoznosti. Što je viši broj u ovoj oznaci, ulje je gušće.
- 4) Odabir ulja višestruke viskoznosti. Kod većine motora današnjih osobnih automobila naći ćemo uputu za korištenje ulja višestrukog stupnja viskoznosti. Radi se 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

Oko trećine toplinske energije nastale izgaranjem goriva prenosi se na dijelove motora. Uslijed toga dolazi do povišenja temperature motora i istežanja glave i klipa motora. Ukoliko se nebi, hlađenjem motora, ne odvodila toplina došlo bi do: pregrijavanja motora, smanjenja stupnja punjenja cilindra a time i smanjenja snage motora, smanjenja sposobnosti podmazivanja ulja te u konačnici uništenja motora.

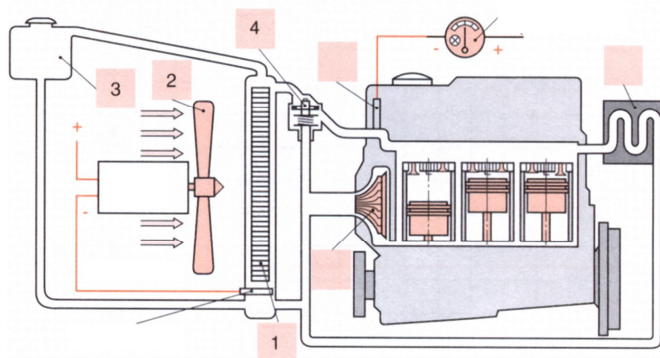
Hlađenje motora može biti nutarnje – uljem za podmazivanje i usisanom smjesom i vanjsko – tekućinom ili zrakom.

HLAĐENJE TEKUĆINOM

Ovaj način podmazivanja motora zasniva se na činjenici da između dvostrukih stijenki bloka i glave motora struji rashladna tekućina i prenosi toplinu sa stijenki motora preko hladnjaka okolišnjem zraku. Postoje gravitacijski sustav i sustav prisilnog kolanja tekućine.

Gravitacijski sustav hlađenja motora bio je u uporabi do 1930. godine. Zasniva se na prirodnom kolanju (cirkulaciji) tekućine zbog razlike u specifičnoj težini zagrijane i ohlađene tekućine. Nedostatak ovog načina hlađenja je što se zbog male brzine kolanja ne mogu odvoditi veće količine topline. Prednost je u jednostavnoj konstrukciji sustava.

Sustav hlađenja motora s prisilnim kolanjem tekućine ima vodenu crpku koja osigurava prisilno (ubrzano) kolanje tekućine kroz sustav i time odvođenje veće količine topline. Shematski prikaz sustava:



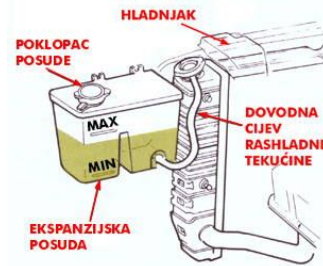
Dijelovi ovog sustava hlađenja motora jesu:

1) hladnjak - toplinu rashladne tekućine predaje zraku

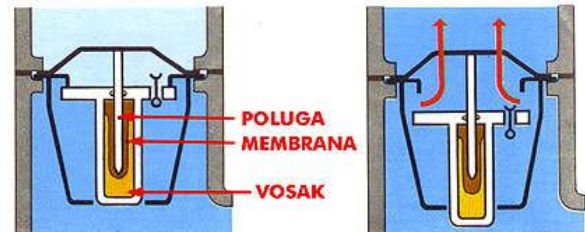


2) ventilator – pokreće zračnu struju kroz hladnjak

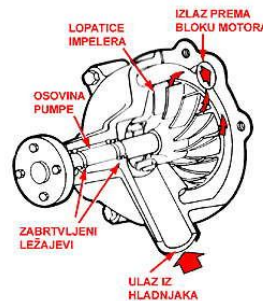
- 3) kompenzacijska posuda - omogućava prestrujavanje dijela tekućine iz sustava



- 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) crpka za tekućinu - ubrzava kružno strujanje rashladne tekućine



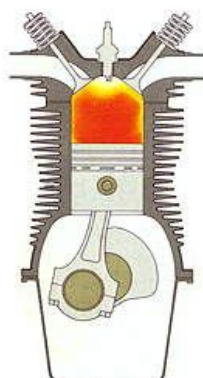
- 6) ventil za ispuštanje tekućine iz hladnjaka
 7) vezne cijevi - povezuju hladnjak s motorom i omogućavaju kružno strujanje tekućine
 8) kanali u glavi i bloku motora - okružuju zagrijane dijelove (prostor za izgaranje)
 9) indikator temperature rashladne tekućine
 10) manometar
 11) izmjenjivač topline za grijanje kabine vozača

Koriste se slijedeća sredstva za hlađenje: destilirana voda, tekućina s niskim leđištem (antifriz), alkoholi (metanol, etanol, etilenglikol i drugi). Rashladna tekućina (destilirana voda + antifriz) ima leđište na -30°C, a temperatura je rashladne tekućine 75 - 90°C. Nakon 2 godine antifriz više nema nisko leđište i izaziva koroziju.

Prednosti i nedostaci hlađenja 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

Kod motora hlađenih zrakom toplina se odvodi pomoću struje zraka. Takvi motori imaju rebra pomoću kojih se povećava površina preko koje se odvodi 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 ubrzava struju zraka kroz motor. Prikaz cilindra hlađenog zrakom (presjek):

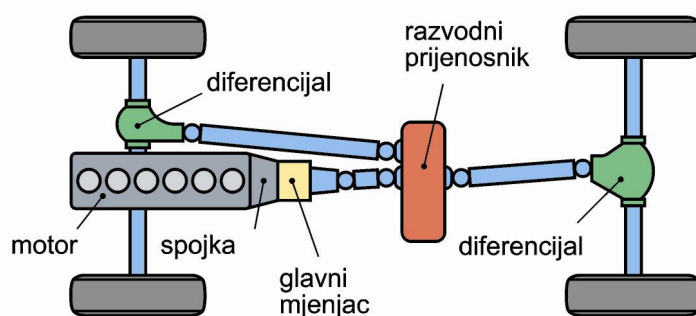


Prednosti i nedostaci hlađenja zrakom	
<p><u>Prednosti</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Jednostavnije od hlađenja tekućinom ⇒ Povoljno pri normalnom hlađenju u granicama od -39°C do $+30^{\circ}\text{C}$ 	<p><u>Nedostaci</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Velika buka pri radu motora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

U cilju **održavanja rashladnog sustava** potrebno je blagovremeno provjeravati količinu tekućine za hlađenje, provjeravati točke ledišta antifrizu, propuhivati ćelije hladnjaka, povremeno odmastiti rebra hladnjaka te provjeravati brtvljena mjesta.

TRANSMISIJA – PRIJENOSNICI OKRETNOG MOMENTA OD MOTORA DO KOTAČA

Transmisija ili prijenosno polužje su svi sklopovi između motora i pogonskih kotača sa zadaćom prijenosa okretnog momenta od motora na pogonske kotače te prilagođavanja okretnog momenta i broja okretaja zahtjevima vožnje.



Sastavni dijelovi (sklopovi)
transmisije

- 1) **SPOJKA** – ostvaruje vezu između motora i mjenjača ili je po potrebi prekida
- 2) **MJENJAČ** – prilagođava okretni moment uvjetima vožnje

- 3) **KARDANSKO VRATILO** – ostvaruje vezu 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

SPOJKE NA MOTORNIM VOZILIMA

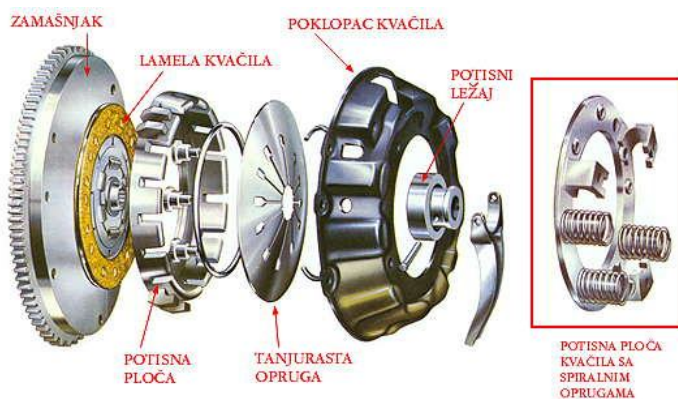
Spojke su strojni elementi kojima se spajaju osovine i vratila ili ih produžuju, a prema trajnosti spoja mogu biti stalne (spoj pogonskog i gonjenog vratila je stalan), isključne (mogu se isključiti i za vrijeme rada, a uključiti samo dok pogonsko vratilo miruje ili se sporo kreće) i uključno - isključne spojke (mogu se isključiti i uključiti za vrijeme rada). U sklopu transmisije cestovnih vozila nalaze se stalne i uključno - isključne spojke. U stalne spojke spada križni zglobov koji povezuje kardansko vratilo s mjenjačem i diferencijalom. Od uključno – isključnih spojki u transmisiji se ugrađuju tarne lamelne spojka i hidrodinamičke (hidrauličke spojka), koje omogućuju uključivanje i isključivanje vratila motora od ostalih dijelova transmisije. Na spojke cestovnih vozila postavljaju se slijedeći zahtjevi: - što manje dimenzije i težina

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

Prema načinu prenošenja okretnog momenta spojke dijelimo na: tarne, hidrauličke, elektromagnetske i kombinirane, a prema načinu pokretanja na one pokretane ručnom komandom, nožnom komandom i automatske spojke.

TARNA LAMELNA SPOJKA

Tarna lamelna spojka prenosi okretni moment trenjem. Karakteristike tarne lamelne spojke su češća primjena od ostalih vrsti spojki, jednostavna konstrukcija te pouzdanost u radu i jednostavno 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

Načelo rada tarne lamelne spojke

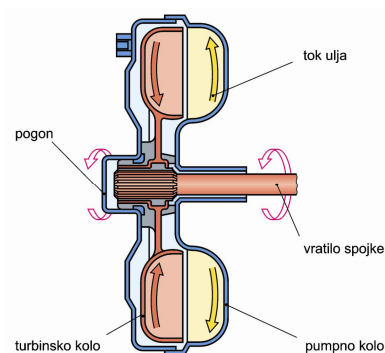
Pritiskom na papučicu spojke, preko poluznog mehanizma, djelujemo na potisnu ploču. Potisna ploča se odvaja od lamele i sabija opruge. Prekida se kontakt između lamele i zamašnjaka, spojka više ne prenosi okretni moment na mjenjač. Opuštanjem papučice spojke opruge se razvlače i potiskuju

potisnu ploču, a ona lamelu na zamašnjak. Usljed trenja između lamele i zamašnjaka dolazi do ponovnog prijenosa okretaja sa spojničkog vratila na mjenjačko. Tarna spojka prenosi okretni moment trenjem klizanja koje 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

Ove 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) Automatske spojke mogu biti: tarne, hidrauličke i elektromagnetske.

HIDRODINAMIČKA (HIDRAULIČKA) SPOJKA



Dijelovi:

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

Rotori se nalaze u hermetički zatvorenom kućištu.

Načelo rada hidrodinamičke spojke

Okretanjem koljenastog vratila ulje u rotoru pumpe dobiva kinetičku energiju. Centrifugalna sila potiskuje ulje iz rotora pumpe u rotor turbine. Kinetička energija pretvara se u potencijalnu na lopaticama turbine odnosno 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. Kod malog broja okretaja kinetička energija ulja nije dovoljna za pokretanje rotora turbine i spojka je isključena. Kod porasta broja okretaja 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 tarnom lamelnom spojkom ili ima mehanički uređaj za uključivanje i isključivanje spojke.

MJENJAČI NA MOTORNIM VOZILIMA

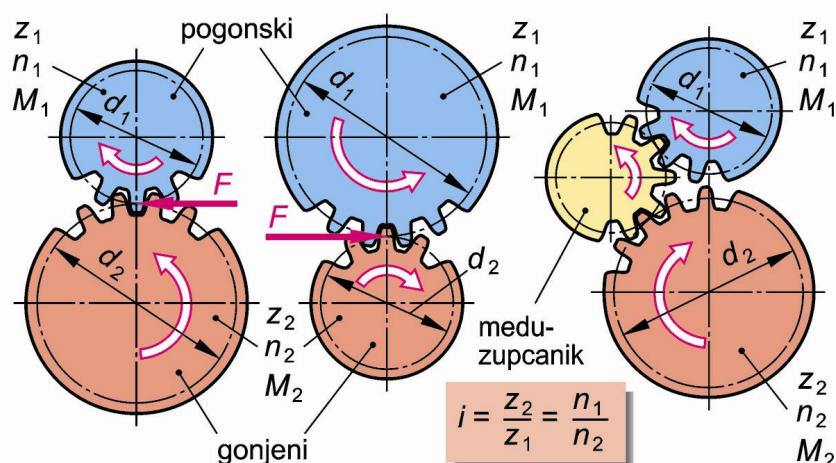
Kod automobila bez mjenjača motor se okreće brzinom proporcionalnom pritisku na papučicu akceleratora (gasa). Brzinu kretanja prilagođava se isključivo pritiskom noge. Kada bi takav automobil došao na uzbrdicu, naglo bi se povećalo opterećenje na njegov pogonski sustav i motor bi s vremenom (stalno gubeći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

Mjenjač su smješteni u sklopu transmisije između spojke i kardanskog vratila (ako postoji) ili spojke i diferencijala. Uloga mjenjača je da prenosi okretni moment sa spojke na kardansko vratilo ili diferencijal, da mijenja okretni moment po veličini i po smjeru (vožnja unatrag) te da mijenja broj okretaja.

MJENJAČ S KLIZNIM ZUPČANICIMA

Mjenjač s kliznim zupčanicima sastoji se od nekoliko pari zupčanika, tri vratila (spojničko, mjenjačko, pomoćno), kutije mjenjača te polužnog mehanizma 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 brzina“) $i = 3:1$

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned} M_1 &= 90 \text{ Nm} \\ n_1 &= 3000 \text{ }^\circ/\text{min} \\ i &= 2 : 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i &= M_2 / M_1 \\ M_2 &= i M_1 = 2 \cdot 90 = 180 \\ n_2 &= n_1 / i = 3000 / 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= 180 \text{ Nm} \\ n_2 &= 1500 \text{ }^\circ/\text{min} \end{aligned}$$

- u drugom stupnju vozilo je prilagođeno manjim otporima ali ima veći broj okretaja u odnosu na prvi stupanj

Treći stupanj („treća brzina“) $i = 1:1$

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

$$\begin{aligned} i &= M_2 / M_1 \\ M_2 &= i M_1 = 1 \cdot 90 = 90 \\ n_2 &= n_1 / i = 3000 / 1 \end{aligned}$$

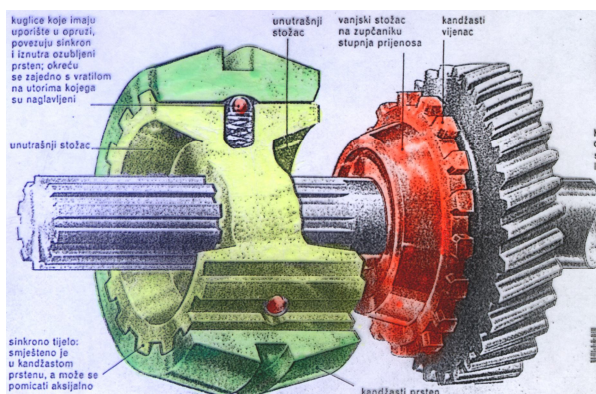
$$\begin{aligned} M_2 &= 90 \text{ Nm} \\ n_2 &= 3000 \text{ }^\circ/\text{min} \end{aligned}$$

- u trećem stupnju vozilo svladava najmanje otpore uz maksimalnu brzinu

Nedostaci su mjenjača s kliznim zupčanicima otežana promjena stupnja prijenosa (potrebna međuakceleracija), trošenje zubi zupčanika i lomovi zubi.

SINKRONI MJENJAČ

Kod običnog, kliznog mjenjača nedostatak je otežano uspostavljanje stupnjeva prijenosa (prelaženje iz jednog u drugi stupanj) koje rezultira bukom zbog neusklađenog broja okretaja, trošenjem i, u krajnjem slučaju, lomom zubaca zupčanika. Zbog toga se između dva para zupčanika postavlja sinkroni uređaj koji se pomiče aksijalno, a zupčanici se ne pomiču. 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

Osnovne su karakteristike sinkronih mjenjača:

- zupci zupčanika su u neprekidnom zahvatu
- primjenjuju se zupčanici 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

Načelo rada sinkronog mjenjača

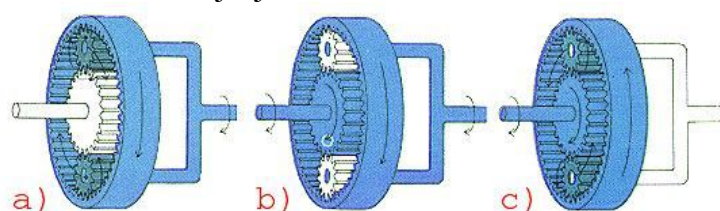
Aksijalnim (uzduž vratila) pomicanjem sinkronog uređaja unutarnji stožac sinkrona spoji se sa vanjskim stošcem zupčanika. Kada sinkroni uređaj i zupčanik postignu istu brzinu vrtnje (sinkronizacija) zubi tijela sinkrona spoje se sa zubima za uključivanje koji se nalaze na zupčaniku.

AUTOMATSKI MJENJAČI

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:

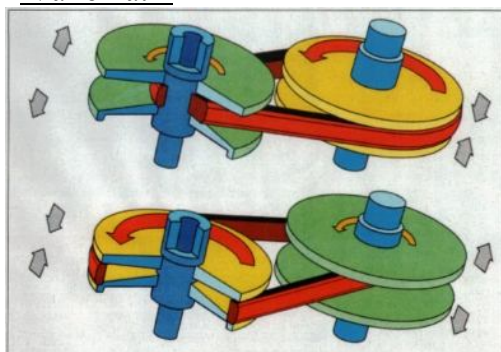
1. Planetarni mjenjač
2. Variomatik
3. Hidrodinamički mjenjač

1. Planetarni mjenjač



Dijelovi: centralni zupčanik, 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

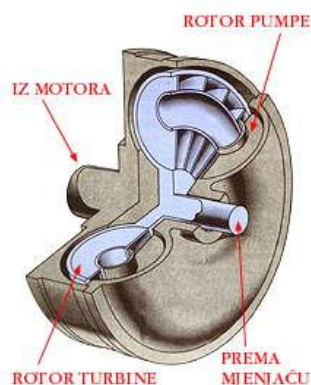
Dijelovi:

- 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

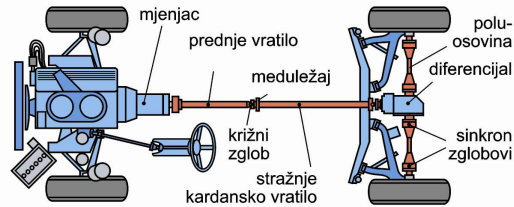
Način rada:

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

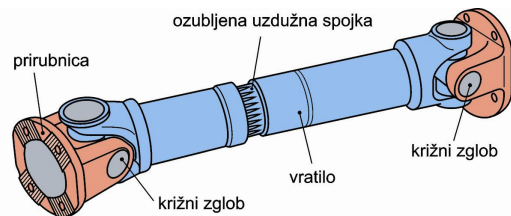
KARDANSKO VRATILO I ZGLOBOVI

Uloga kardana je da spaja mjenjač i diferencijal (motor sprijeda, pogon straga), te prenosi okretni moment s mjenjača na diferencijal; da izjednačava različite visine mjenjačkog vratila i vratila diferencijala, te da omogućava male pomake u uzdužnom smjeru.

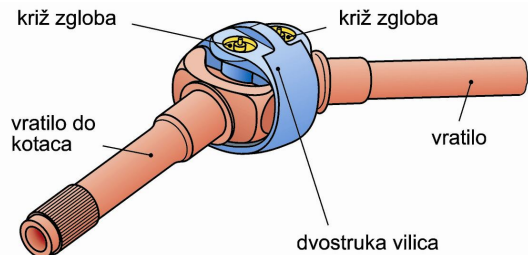
Dijelovi kardana:



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.



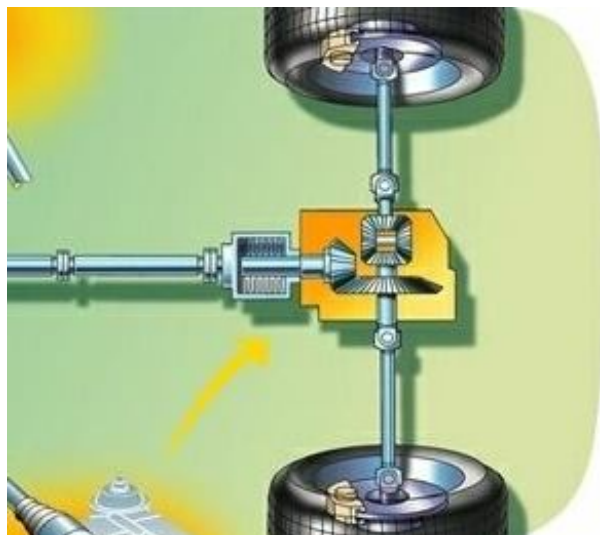
kardansko vratilo ⇒ Šuplja čelična cijev, ne duža od 2 metra



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 pogonskog mosta je da prenosi okretni moment sa kardanskog vratila (motor naprijed, pogon straga) na pogonske kotače i da mijenja smjer momenta za 90° te da omogući različite brojeve okretaja kotača u zavoju (diferencijal).



Sastoji se od:

1. glavni prijenosnik
2. diferencijal
3. pogonska poluvratila

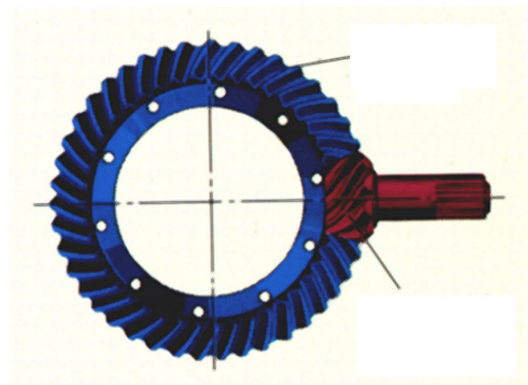
Prema smještaju može biti:

- 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 $i = 3:1$)

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

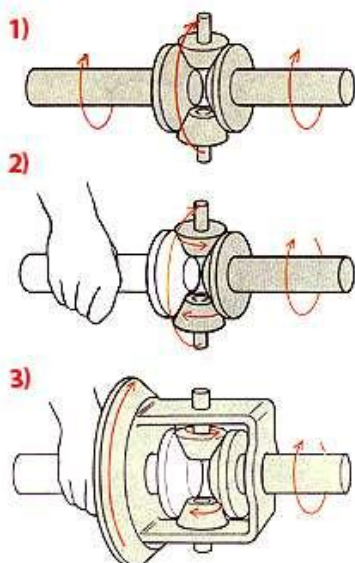
Zadaća diferencijala je da omogući različitu brzinu vrtnje pogonskih kotača, odnosno da ravnomjerno razdjeli okretni moment na pogonske kotače.

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 osovinica 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 zglob – 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 Diesel. 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)?

LITERATURA:

- Antun čevra, Motori i motorna vozila 1, Zagreb 2002.
- Antun čevra, Motori i motorna vozila 2, Zagreb 2003.
- Miro Grljušić, Motori s unutrašnjim izgaranjem, Split 2000.
- Zoran Kalinić, Motori s unutrašnjim izgaranjem, zagreb 2004.
- Zoran Kalinić, Održavanje cestovnih vozila 1, Zagreb 2008.
- Grupa autora, Knjiga o autu, Ljubljana 1978.
- Grupa autora, Tehnika motornih vozila, zagreb 2004.