

ŠKOLA ZA CESTOVNI PROMET

Zagreb, Trg J.F. Kennedyja 8

# CESTOVNA VOZILA 1

NASTAVNO PISMO

za

1. razred zanimanja Tehničar cestovnog prometa

Zagreb, 2011

## SADRŽAJ

Uvod	3
1. OTTOVI MOTORI	4
1.1. Načelo rada 4- taktnog Ottovog motora	5
1.2. Dijelovi motora	7
1.3. Razvodni uređaj motora	11
1.4. Dvotaktni Ottov motor	13
1.5. Uređaj za dovod goriva Ottovom motoru	14
1.6. Uređaj za paljenje smjese	17
Pitanja za ponavljanje iz 1. poglavlja	23
Literatura	25

## UVODNA RIJEĆ

Nastavno pismo iz predmeta *Cestovna vozila 1* namijenjeno je onim polaznicima koji slušaju i polažu taj predmet u Školi za cestovni promet u Zagrebu u okviru prekvalifikacija za smjer *Tehničar cestovnog prometa*. Iako svjesni svih nedostataka ovih skripta ipak smatramo da će one u mnogome pomoći polaznicima u savladavanju nastavnog gradiva i boljeg uspjeha na ispitu. Posebno zato što, koliko nam je poznato, dosada nije tiskan udžbenik koji bi objedinjavao cjelovit sadržaj ovog nastavnog predmeta. Iluzorno bi bilo očekivati da bi većina polaznika proučavala brojnu literaturu kako bi se pripremili za polaganje ispita i to jednako zbog pomanjkanja vremena kao i sredstava. Takvi su, prema našem iskustvu, rijetki.

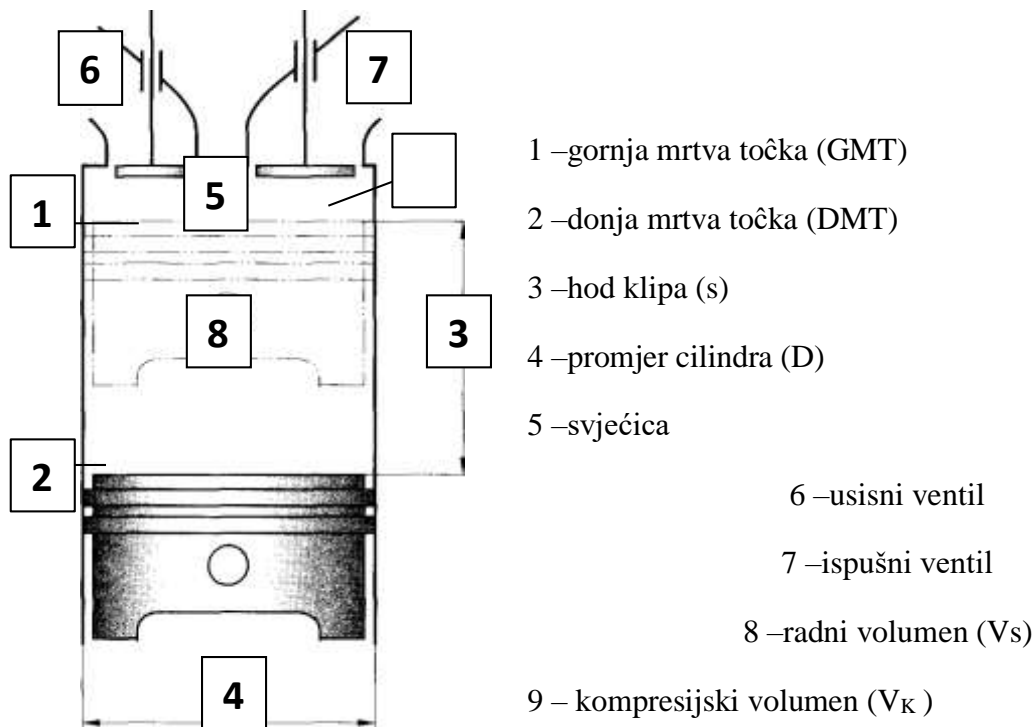
Posebno važno, poglavlje bavi se Ottovim motorom. Načelo rada četverotaktnih i dvotaktnih Ottovih motora sadržaji su kojima smo, iz opravdanih razloga, posvetili poseban prostor. Polaznici se mogu također upoznati sa pokretnim i nepokretnim dijelovima motora (zadace, smještaj, materijali izrade, opterećenja) te s načelom rada i dijelovima razvodnog uređaja motora kao i uređajima za dovod goriva i za paljenje smjese Ottovih motora.

Nadamo se da će polaznicima u savladavanje sadržaja nastavnog predmeta *Cestovna vozila 1* pomoći i pitanja za ponavljanje koja se nalaze iza određenih poglavlja, a onim ambicioznijima nudimo i popis knjiga i udžbenika koji će im omogućiti da prošire znanja iz ovog područja.

priređivač

## OTTOVI MOTORI

Ottovi motori su 2-taktni i 4-taktni motori s unutarnjim izgaranjem (MSUI) kojima se u cilindar dovodi smjesa goriva i zraka koja se pali električnom iskrom. U cilindru MSUI se odvija proces usisa, sabijanja i izgaranja smjese, a osnovni dijelovi, karakteristične veličine i pojmovi dati su uz sliku cilindra.



osnovni dijelovi Ottovog motora

Gornja mrtva točka (GMT) tj. donja mrtva točka (DMT) krajnji su gornji tj. donji položaji klipa u kojima klip mijenja smjer gibanja. Hod klipa (s) je put što ga klip prolazi od GMT do DMT, i obrnuto. Radni volumen ( $V_s$ ) je volumen kojim se giba klip između dviju mrtvih točaka. Kompresijski volumen je volumen iznad čela klipa kada je o u GMT. Ukupni volumen cilindra ( $V_U$ ) je zbroj radnog i kompresionog volumena ( $V_K$ ). Svi se volumeni cilindra izražavaju u  $\text{cm}^3$  ili u litrima.

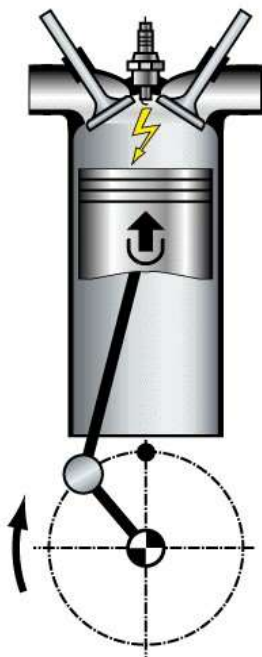
## NAČELO RADA 4 -TAKTNOG OTTOVOG MOTORA

### PRVI TAKT – USIS SMJESE



Usisni ventil je otvoren. Tijekom gibanja klipa iz GMT u DMT u cilindru se stvara podtlak (tlak manji od okolišnjeg) te se smjesa goriva i zraka usisava u cilindar.

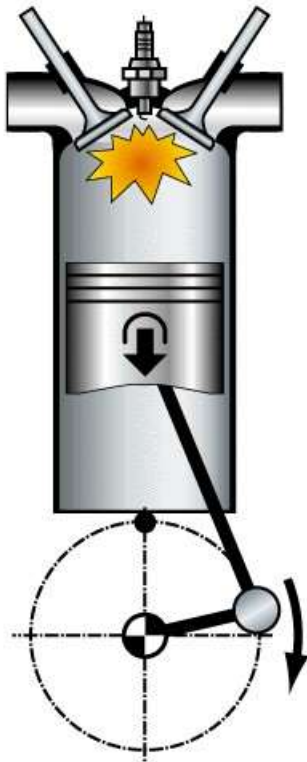
### DRUGI TAKT – SABIJANJE (KOMPRESIJA) SMJESE



U ovom taktu oba ventila su zatvorena. Klip se giba iz DMT u GMT. 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 t akta svjećica baca iskru i pali komprimiranu smjesu.

**Omjer (stupanj) kompresije** -  $\epsilon$  je kvocijent ukupnog ( $V_{UK}$  i kompresionog ( $V_K$ ) volumena cilindra. Za Ottove motore:  $\epsilon = 7:1$  do  $12:1$ . Povećanjem stupnja kompresije povećava se iskoristivost goriva, temperatura i tlak izgaranja te snaga motora. Povećanjem stupnja kompresije iznad gornje granice došlo bi do nekontroliranog paljenja gorive smjese.

## TREĆI TAKT – IZGARANJE SMJESE I EKSPANZIJA



U ovom taktu oba ventila su zatvorena. Tlak plinova izgaranja potiskuje klip te se on giba iz GMT u DMT (ekspanzija), predajući svoj rad koljenastom vratilu. Ovo je jedini radni takt. Smjesa se pali već prije GMT, a uvjet da dođe do zapaljenja je da se gorivo ispari, pomiješa sa zrakom i da svjećica baci iskru. Gorivo normalno izgara brzinom od  $10\text{-}25\text{ ms}^{-1}$ . Izgaranjem goriva povisuje se tlak na 4 do 6 MPa (40 do 60 bar) i temperatura u cilindru od 1373 K do 1923 K ( $1100^{\circ}\text{C}$  -  $1650^{\circ}\text{C}$ ).

## ČETVRTI TAKT – ISPUH IZGORJELIH PLINOVA



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

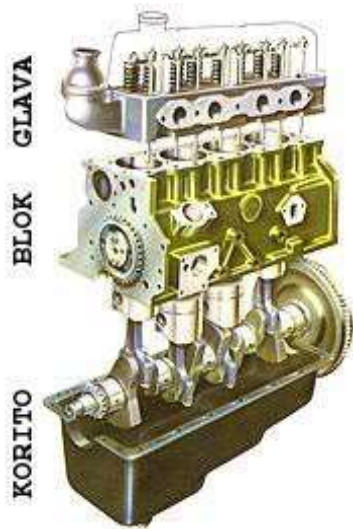
Tlak u cilindru nakon ekspanzije iznosi 0,4 do 0,6MPa (od 4 do 6 bar). Zbog razlike tlakova u cilindru i van njega dolazi do naglog istrujavanja ispušnih plinova u ispušnu cijev.

Dalje istrujavanje ispušnih plinova uzrokuje klip koji se kreće od DMT prema GMT. U okolini GMT otvorena su (kraće vrijeme) oba ventila kako bi se „isprao“ cilindar od zaostalih ispušnih plinova. Brzina istrujavanja ispušnih plinova na sjedištu ventila iznosi od  $800$  do  $900\text{ ms}^{-1}$ , što rezultira velikom bukom. Dozvoljena granica buke iznosi od 78 do 92 dB, 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.

## DIJELOVI MOTORA

Osnovna podjela dijelova motora je na nepokretne i pokretne dijelove. Pokretnost se odnosi na stanje u kojem su dijelovi za vrijeme rada motora. U nepokretne dijelove spadaju: glava motora, blok motora s cilindrima i kućište (karter). U pokretne dijelove spadaju: klip, klipnjača, koljenasto vratilo (radilica) i zamašnjak.

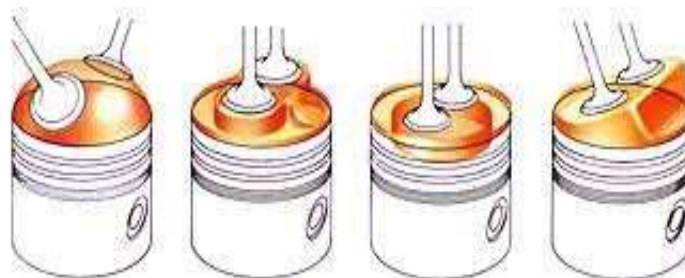
### NEPOKRETNI DIJELOVI MOTORA



1. glava motora
2. blok motora i cilindri
3. kućište (karter)

Nepokretni dijelovi motora

GLAVA MOTORA zatvara blok motora i s klipom oblikuje prostor za izgaranje, nosi svjeće (Ottov motor) ili brizgaljke (Dieselov motor), nosi ventile i bregasto vratilo (ako je gornji razvod), ima kanale za rashladnu tekućinu ili se na njoj nalaze rebra za zračno hlađenje.



Razni oblici kompresijskih prostora u glavi motora

Glava motora opterećena je toplinski (temperatura izgaranja goriva je oko 2273 K ili 2000° C) i mehanički (udarno djelovanje ventila u sjedišta). Glava se motora izrađuje od sivog lijeva, aluminijskog lijeva (najčešće) ili čeličnog lijeva (brodski motori) te od aluminijske legure koja ima manju masu, dobru toplinsku provodnost ali lošija mehanička svojstva.

BLOK MOTORA objedinjuje sve dijelove motora u cjelinu, služi kao kućište za cilindre te za koljenasto vratilo, u njemu se nalaze kanali za rashladnu tekućinu i za podmazivanje, na nje-

mu se pričvršćuju dodatni uređaji. Blok motora opterećen je toplinski i mehanički. Izrađuje se od sivog lijeva (velika čvrstoća, velika masa) ili od aluminijske legure (manja masa, dobra toplinska provodnost).



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

**CILINDAR** motora je šuplji metalni valjak u bloku motora sa zaglaćenom unutarnjom površinom. Zadaća mu je da vodi klip, da odvodi toplinu na rashladno sredstvo, da preuzima bočni tlak klipa te tlak plinova izgaranja. Izvodi se kao provrt u bloku motora (manji motori) ili kao ugradbena cilindarska košuljica koja može biti hlađena zrakom (orebrena) ili hlađena tekućinom (mokra i suha). Cilindar je izložen mehaničkom djelovanju (tlak, trenje), toplinskom djelovanju (visoka temperatura), koroziji (sumporna kiselina iz dimnih plinova) i mehaničkim oštećenjima (djelovanje čače, ulja, lom klipnih prstena, zaglavljenje klipa uslijed toplinskih dilatacija). Izrađuje se od sivog lijeva (nitriranog).

## POKRETNI DIJELOVI MOTORA

Pokretni dijelovi motora su klipna grupa, klipnjača, koljenasto vratilo i zamašnjak. **KLIPNA GRUPA** se sastoji od klipa, klipnih prstena i osovinice.

**Zadaća 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 (kompresijski i uljni), u središnjem dijelu ima otvor za osovinicu kojom se ostvaruje pokretni spoj klipa s klipnjačom.

**Opterećenje klipa:** toplinsko i mehaničko.

**Materijal za izradu klipa:** sivi lijev (dobra klizna svojstva, malo trenje, dobra mehanička svojstva ali veća masa, mala toplinska vodljivost) i aluminijska klipna legura (manja masa, dobra toplinska provodnost, lošija mehanička svojstva).



Klipna grupa i klipnjača



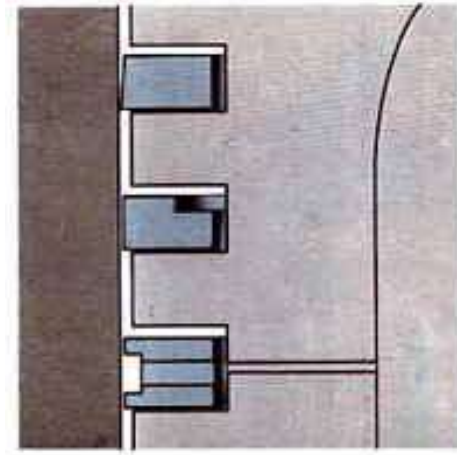
## KLIPNI PRSTENI

Vrste klipnih prstena: kompresijski prsten i uljni prsten

Uloga klipnih prstena: kompresijski prsten brtvi kompresijski prostor (kada je klip u gornjoj mrtvoj točki), a uljni prsteni podmazuju unutar-nju stjenku cilindra.

Opterećenje prstena: visoki tlak, visoka temperatura, trenje zbog slabijeg podmazivanja.

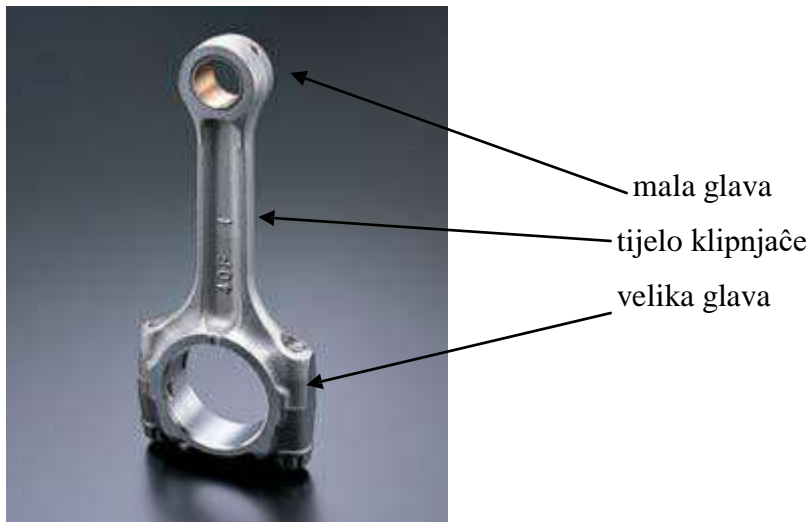
Svojstva materijala klipnih prstena (sivi lijev, čelik za opruge – kromiran): visoka elastičnost, otpornost na trošenje, dobra toplinska vodljivost.



Klipni prsteni (detalj u presjeku)

OSOVINICA KLIPA zglobno povezuje klip s klipnjačom. Opterećena je dinamički na savijanje te izložena manjem trenju zbog njihanja klipnjače. Izrađuje se od visokolegiranog čelika toplinski obrađenog i brušenog. Šuplja je zbog manje težine i boljeg hlađenja.

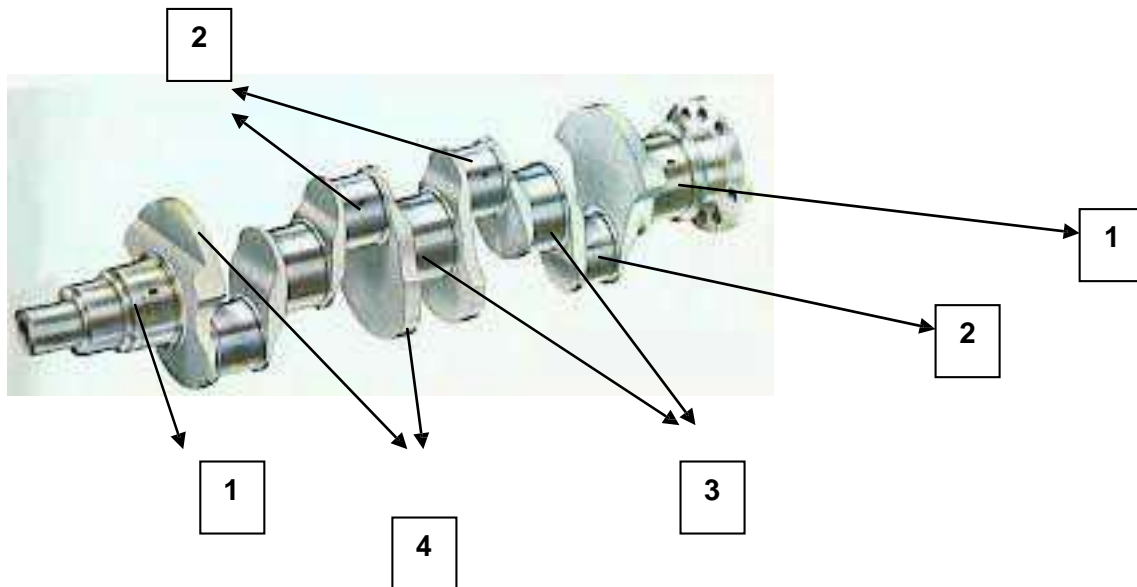
KLIPNJAČA povezuje klip s koljenastim vratilom, prenosi sile među njima, pretvara pravocrtno gibanje klipa u kružno gibanje koljenastog vratila. Dijelovi su joj mala glava (jednodjelna, spaja se s klipom pomoću osovinice), tijelo i velika glava (dvodjelna, spaja se na rukavac koljenastog vratila vijčanim spojem; između rukavca i velike glave ulažu se klizni ležaji).



Osnovni dijelovi klipnjače

KOLJENASTO VRATILO (RADILICA) prenosi snagu dobivenu izgaranjem goriva kao okretni moment na sklopove transmisije. Dijelovi su joj: 1. glavni rukavci, 2. rukavci na kojima su uležištene klipnjače, 3. ramena koja ih spajaju, 4. protutezi za uravnoteženje. Koljenasto

vratilo se izrađuje kovanjem od legiranog čelika ili lijevanjem od specijalnog sivog lijeva. Rukavci se površinski kale i bruse. Kroz vratilo prolaze kanali za podmazivanje rukavaca. Opterećeno je na savijanje i uvijanje.



Koljenasto se vratilo oslanja u bloku ležajima kojih u četvorocilindričnim motorima ima 3 (u Ottovim motorima) ili 5 (u Dieslovim motorima), a zračnost između ležaja i rukavca propisuje proizvođač za svaku vrstu motora.

ZAMAŠNJAK je teški metalni kolut na jednom kraju koljenastog vratila koji ima višekratnu ulogu. Izrađuje se lijevanjem od specijalnog sivog lijeva ili od čelika.



Uloga zamašnjaka:

- akumulira energiju iz radnog takta i predaje ju u neradne taktove;

- omogućuje jednoliko okretanje koljenastog vratila;

- omogućuje pokretanje motora elektropokretačem pomoću zupčastog vijenca na obozamašnjaka;

Zamašnjak

- prenosi okretni moment sa koljenastog vratila na spojku

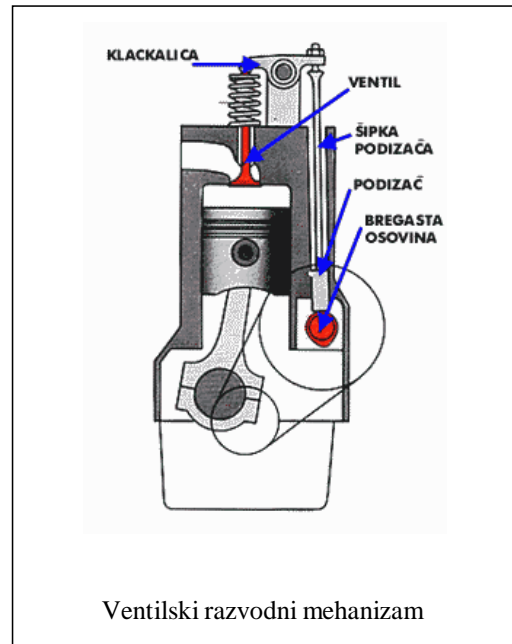
## RAZVODNI UREĐAJ MOTORA

Razvodni uređaj motora mora u točno određenom trenutku radnog ciklusa omogućiti kvalitetno punjenje i pražnjenje cilindara. Za četverotaktne motore koristi se ventilski razvodni uređaj, a kod dvotaktnih se motori razvodi radna tvar pomoću klipa i kanala na cilindru.

Ventilski razvodni uređaj upravlja otvaranjem i zatvaranje usisnih i ispušnih kanala.

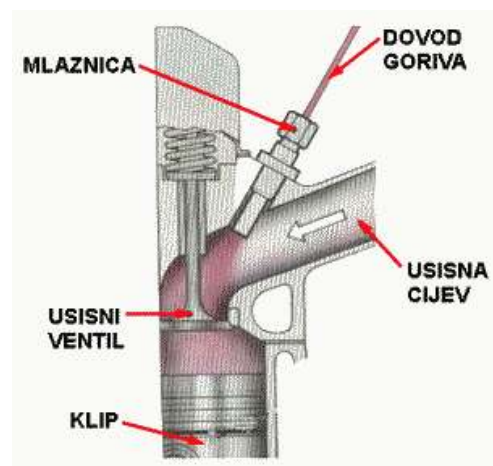
Ventilski razvodni uređaj mora osigurati: otvaranje i zatvaranje ventila u točno određenom trenutku, dovoljno dugu otvorenost ventila zbog dobre izmjene plinova, pouzdan i dovoljno tihi rad ventila pri različitim brojevima okretaja.

Dijelovi su mu: ventilski sklop, bregasto vratilo (u glavi ili bloku motora), prijenosni uređaj (prijenos okretaja s koljenastog na bregasto vratilo).



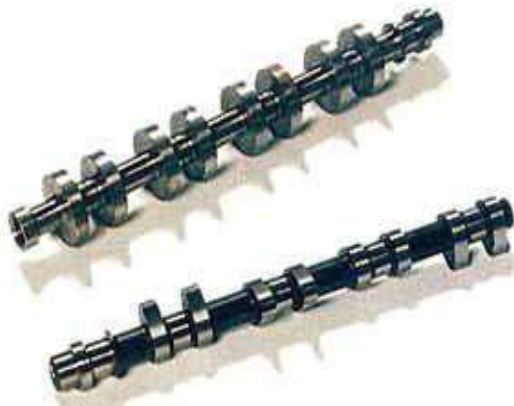
Ventilski sklop se sastoji od: ventila, ventilskih sjedala, ventilskih vodilica i opruga.

Ventili reguliraju punjenje i pražnjenje cilindra. Moraju osigurati dobro brtvljenje kompresijskog prostora i pružati što manji otpor strujanju plinova. Opterećeni su na visoke temperature i tlakove te podložni koroziji. Izrađuju se od čelika legiranog kromom (Cr) i niklom (Ni).

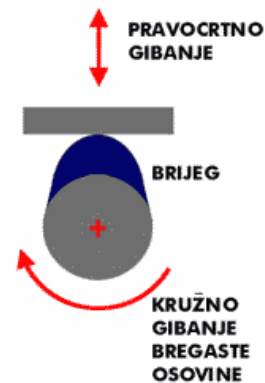


Ventili nasjedaju na ventilska sjedala koja su opterećena na tlak i visoke temperature i jako su izložena trošenju. Ventilske vodilice vode struk ventila i centriraju nasjedanje ventila na sjedište te odvede toplinu. Izrađene su najčešće od SL zbog dobrih kliznih svojstva. Opruge osiguravaju nasjedanje ventila na sjedište, a izrađuju se od čelika za opruge. Kod brzohodnih

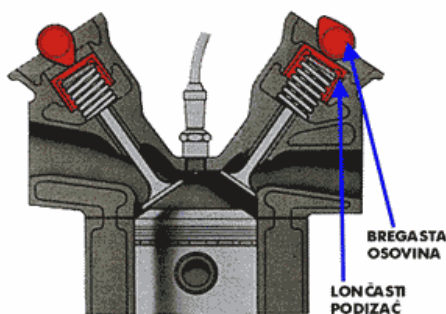
motora ugrađuju se dvije opruge. Bregasto vratilo svojim bregovima osigurava otvaranje ventila (opruga ga zatvara). O položaju i obliku bregova ovisi snaga motora i potrošnja goriva. Prema smještaju bregastog vratila razlikujemo gornji i donji razvodni uređaj.



Bregasta vratila

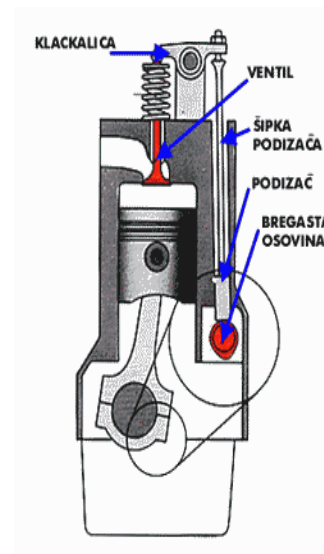


Posredstvom brega kružno gibanje bregastog vratila pretvara se u pravocrtno gibanje ventila



Gornji razvod (gore) – bregasta vratila nalaze se u glavi motora

Donji razvod (desno) – bregasto vratilo nalazi se u bloku motora



Bregasto se vratilo izrađuje od čelika ili sivog lijeva. Bregovi se toplinsko obrađuju postupkom cementiranja, radi postizanja visoke površinske tvrdoće odnosno sporijeg trošenja. U novije doba u praksi se rabi viševentilska tehnika – više usisnih i više ispušnih ventila po jednom cilindru.

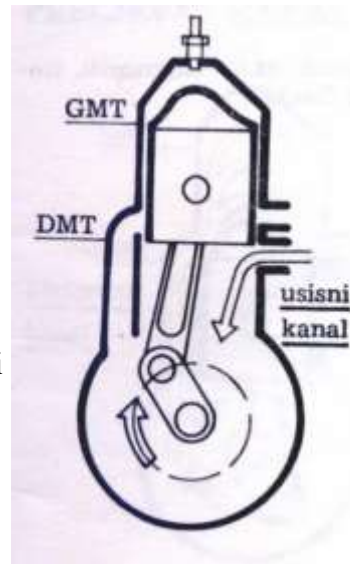
Prijenosni uređaj (uređaj za pogon razvodnog uređaja) prenosi pogon (okretaje) s koljenastog vratila na bregasto. Kod gornjeg razvoda izvodi se kao lančani prijenos ili remeni prijenos klinastim remenom, a kod donjeg razvoda i kao zupčani prijenos. Prijenos se ostvaruje s prijenosnim omjerom  $i = 2 : 1$ , a da bi se održala potrebna napetost lanca ili remena u sustav se postavljaju zatezači.

## DVOTAKTNI OTTO MOTOR

Dvotaktni Ottovi motori su benzinski motori kod kojih se sve faze procesa (usis, kompresija, izgaranje, ekspanzija i ispuh) dešavaju u 2 takta tj. u jednom okretaju koljenastog vratila. Osim konstrukcije s tri kanala (s poprečnim ispiranjem cilindra) postoji i dvotaktni Ottov motor s usisnim kanalom i ispušnim ventilom (s uzdužnim ispiranjem cilindra).

Ottov motor s tri kanala i poprečnim ispiranjem cilindra

Kod dvotaktnog motora kućište ima ulogu predusisa smjese, a podmazivanje se vrši dodavanjem ulja u gorivo



Jednocilindrični dvotaktni Ottovi motori rabe se za pogon motocikala, čamaca, poljoprivrednih strojeva (za male snage), a dvotaktni Diesel motori za pogon brodova (velike snage).

Dvotaktni su motori lakši, jeftiniji za održavanje (nema ventilskog razvodnog mehanizma niti uređaja za podmazivanje), većeg ubrzanja i mirnije radu. No, imaju veću potrošnju goriva, slabije punjenje cilindra i jače se griju.

### NAČELO RADA 2-TAKTNOG OTTOVOG MOTORA

**Prvi takt** – sabijanje gorive smjese

Klip se giba iz DMT u GMT. Zatvaranjem prestrujnog kanala u cilindru započinje sabijanje (kompresija) prethodno usisane smjese. Istovremeno, otvara se usisni kanal pa u kućištu (karteru) nastaje podtlak i dolazi do usisavanja gorive smjese. Prije gornje mrtve točke svjećica baca iskru i pali smjesu u cilindru.

**Drugi takt** – izgaranje smjese i ekspanzija plinova

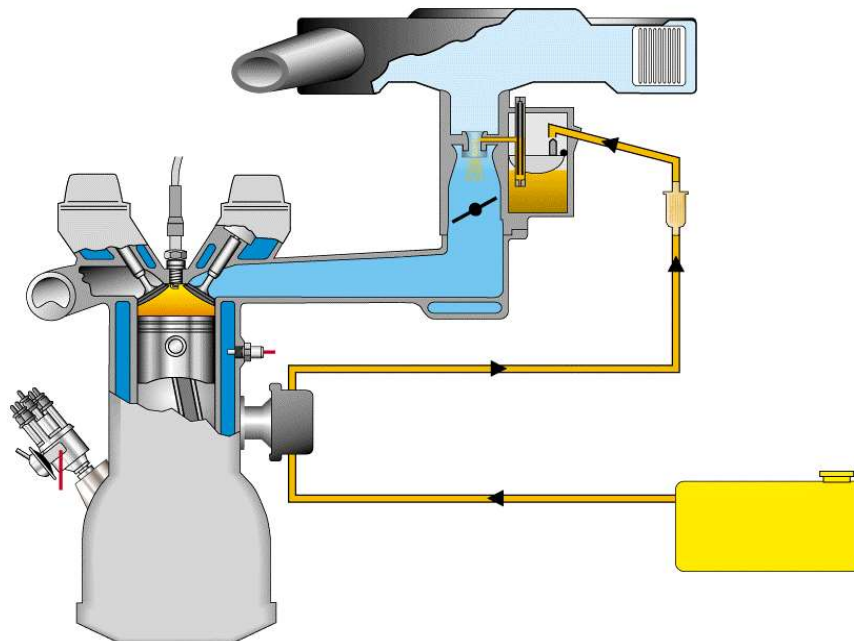
Upaljena smjesa izgara u cilindru, a tlak izgorjelih plinova potiskuje klip prema DMT (ekspanzija). Na putu prema DMT klip zatvara usisni kanal i sabija smjesu u karteru, potom otvara ispušni kanal čime započinje ispuh izgorjelih plinova. Istovremeno se otvara prestrujni kanal pa usisana smjesa iz kućišta ulazi u cilindar te pomaže ispiranju cilindra.

**RAZLIKE IZMEĐU DVOTAKTNIH I ČETVEROTAKTNIH MOTORA**

	<i>DVOTAKTNI</i>	<i>ČETVEROTAKTNI</i>
<i>NAMJENA KUĆIŠTA</i>	Radni prostor za predusisavanje smjese	Spremnik ulja za podmazivanje motora
<i>RAZVOD SMJESE</i>	Obavlja klip otvaranjem i zatvaranjem kanala na cilindru	Obavlja ventilski razvodni uređaj
<i>BROJ OKRETAJA KO-LJENASTOG VRATILA PO CIKLUSU</i>	Jedan okretaj	Dva okretaja
<i>PODMAZIVANJE</i>	Dodavanjem ulja u gorivo	Sustavom za podmazivanje

**UREĐAJ ZA DOVOD GORIVA KOD OTTOVOG MOTORA**

Uređaj mora osigurati dovod gorive smjese u prostor za izgaranje.



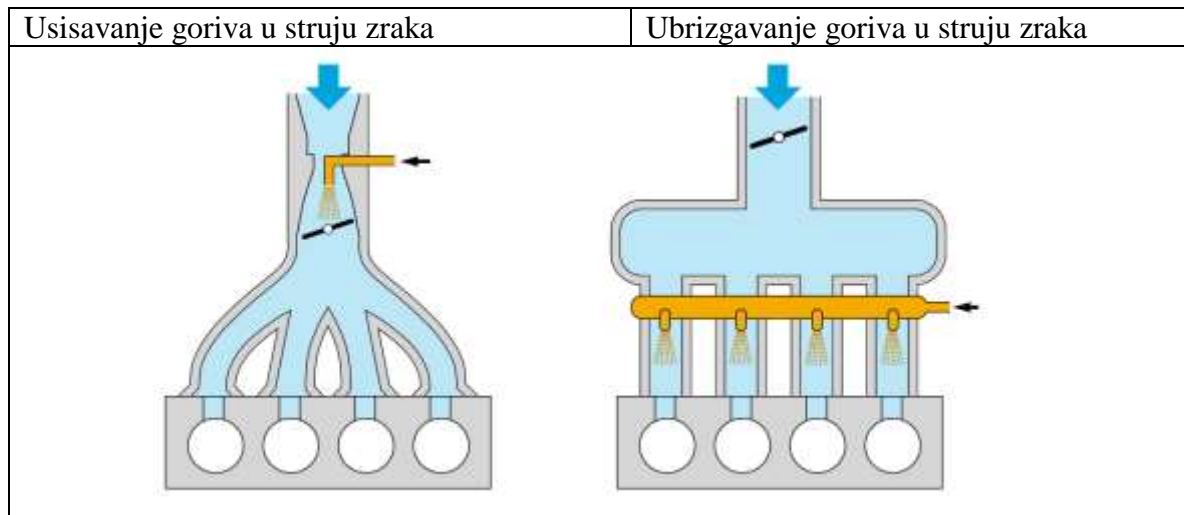
Uređaj za dovod goriva u klasičnom obliku

Uređaj se sastoji od: spremnika za gorivo (za pohranu goriva), crpke za gorivo (dobavlja gorivo od spremnika do rasplinjača, membranska ili elektromagnetska), pročistača za gorivo

(odstranjuje mehaničke nečistoće) i rasplinjača (rasplinjuje gorivo u maglu i miješa ga sa zrakom). Princip rada rasplinjača razjasnit će se preko elementarnog rasplinjača.

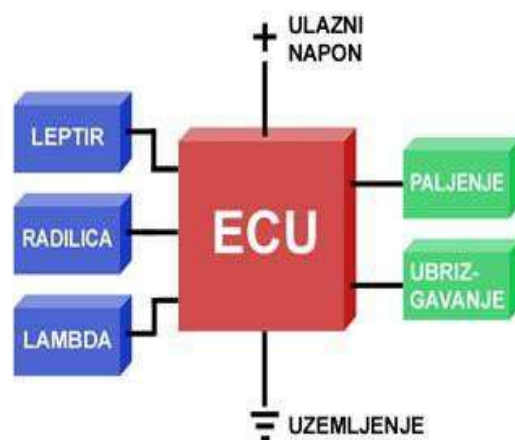
### STVARANJE SMJESE KOD OTTOVIH MOTORA

Postoje dva načina stvaranja smjese goriva i zraka kod Ottovih motora: usisavanje goriva u struju zraka i ubrizgavanje goriva u struju zraka.



**Usisavanje goriva u struju zraka** nastaje zbog pada tlaka u difuzoru (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 Ottovog motora) vrši se mehanički ili elektronički.

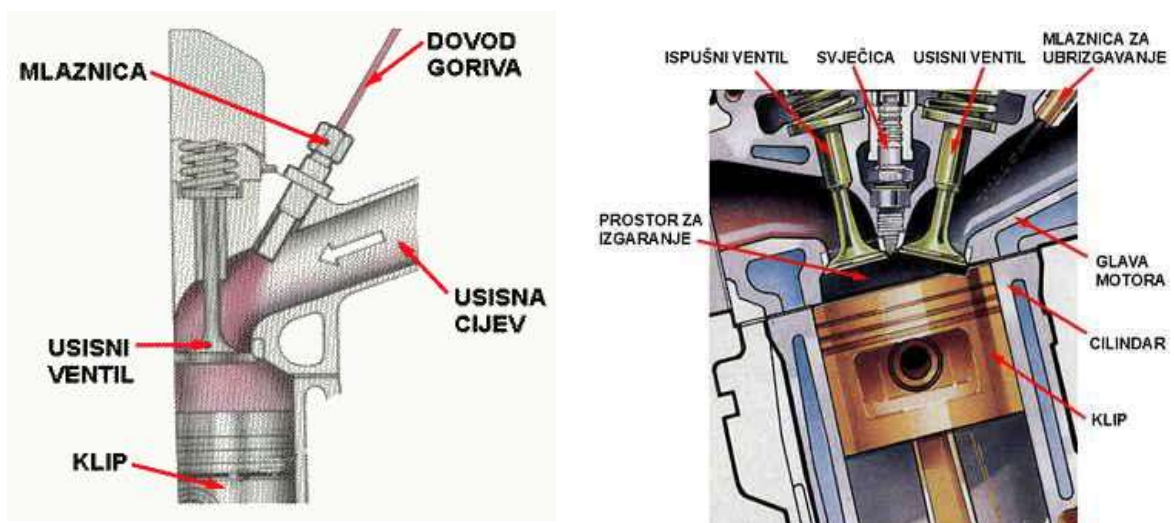
ELEKTRONIČKO ubrizgavanje goriva nema razvodnika goriva, samo leptirastu zaklopku za zrak. Mlaznice su elektromagnetske (otvaranjem i zatvaranjem upravlja struja). Ima osjetnike (senzore) i središnje računalo ( ECU – Electronic Control Unit ). NAČIN RADA: Leptirasta zaklopka vezana je za papučicu akceleratora. 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 tlak. Višak goriva vraća se povratnim cijevima u spremnik.



Shematski prikaz rada elektroničkog ubrizgavanja goriva. Na lijevoj strani prikazani su osjetnici, a na desnoj procesi koji se korigiraju.

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.

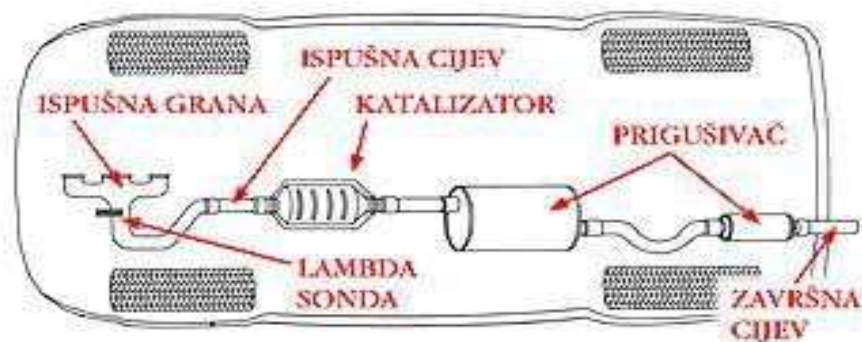
Postoje dvije izvedbe sustava za ubrizgavanje obzirom na položaj mlaznice. Kod središnje izvedbe mlaznica je postavljena ispred leptira, a iza nje usisna se cijev grana (Central point). Kod izravnog ubrizgavanja postoji mlaznica za svaki cilindar, a smještene su bliže usisnom ventilu (Multi point). Središnji sustav ima nisku cijenu i 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.



Prikazi izravnog ubrizgavanja

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 Dieselog motora ).

### ISPUŠNI SUSTAV CESTOVNOG VOZILA



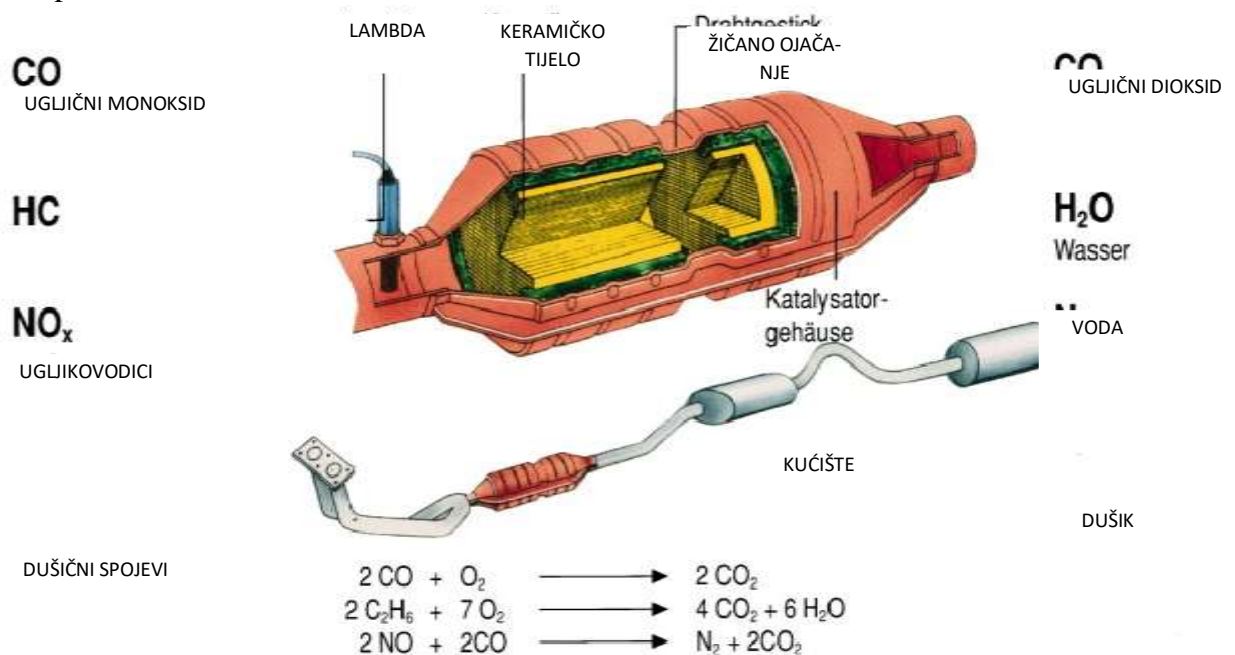
Prikaz ispušnog sustava cestovnog vozila



Nakon izgaranja, vrući plinovi kroz otvoreni ispušni ventil odlaze u ispušnu granu, prolaze pokraj lambda-sonde i ulaze u katalizator. Nakon njega prolaze kroz jedan ili više prigušivača te odlaze u atmosferu. Izgaranje može biti nepotpuno pri čemu kao produkt nastaju ugljični monoksid – CO i štetni ugljikovodici – HC. Potpunim izgaranjem nastaje ugljični dioksid - CO<sub>2</sub> (izaziva "efekt staklenika"). Uz njih u ispušnim se plinovima nalazi dušični oksidi - NO<sub>x</sub>) te olovo (koje se dodaje za povećanje oktanske vrijednosti goriva) i njegovi spojevi.

### KATALIZATOR

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

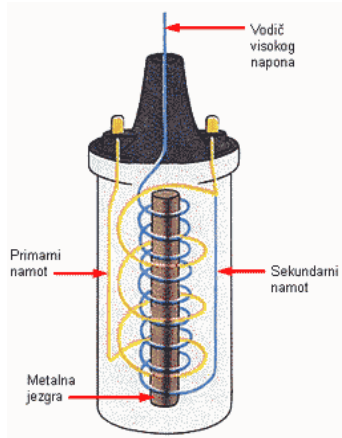


Katalizator se sastoji od sačastog tijela od keramike presvučenog katalitičkim elementima, žičanog ojačanja za prigušivanje vibracija, metalnog kućišta i lambda sonde. Katalizator vrši **oksidaciju** ugljičnog monoksida (CO) u ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>), ugljikovodika (HC) u vodenu paru (H<sub>2</sub>O) i ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>) te **redukciju** dušičnih oksida (NO<sub>x</sub>) u dušik. Za vozila s katalizatorom koristi se bezolovni benzin jer olovo uništava katalitičke elemente.

### UREĐAJ ZA PALJENJE SMJESE

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, a baterijsko paljenje koristi struju iz baterije (akumulatora), a može biti: indukcijsko, tranzistorsko, kondenzatorsko i elektronsko.

BATERIJSKO INDUKCIJSKO PALJENJE kao izvor struje ima bateriju (akumulator) čiji napon uvećava indukcijski svitak. Primarni strujni krug ima napon akumulatora (12V ili 24V), a osim akumulatora čine ga glavni prekidač, indukcijski svitak (bobina) i automatski prekidač (platinske tipke). Sekundarni strujni krug ima napon svjeće (15 000V do 30 000V), a čine ga indukcijski svitak, razvodnik paljenja i svjeće.



Indukcijski svitak



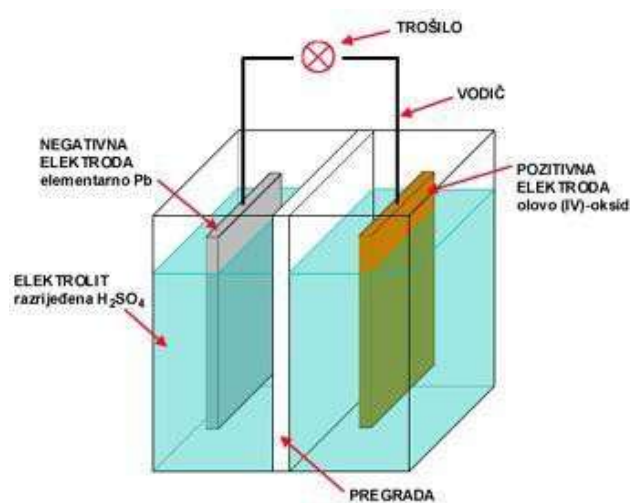
Razvodnik paljenja



Svjećica

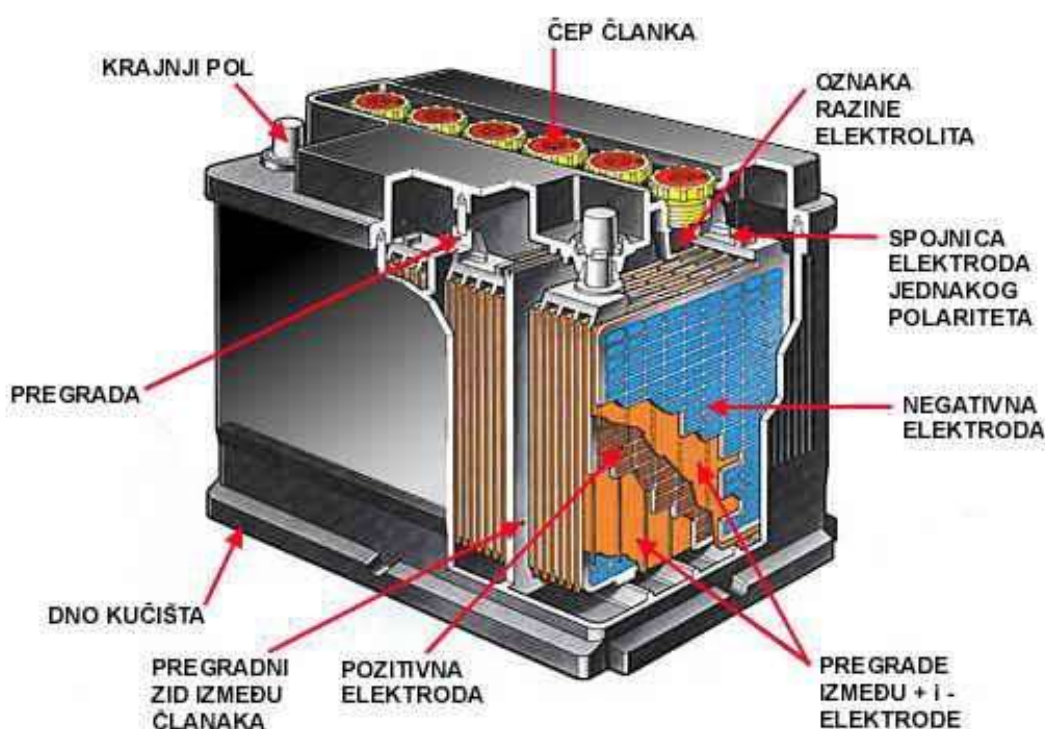
## AKUMULATOR

Akumulator kakav danas poznajemo, izum je Francuza Gastona Plantea iz godine 1859. 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 (rešetka s olovnim dioksidom i olovna ploča) i elektrolita (trećina sumporna kiselina, a ostatak destilirana voda). Zbog razlike potencijala između te dvije elektrode dolazi do toka struje među njima. Promjene u akumulatoru su reverzibilne (povratne). Akumulator je izvor energije dok motor ne radi.



Prikaz galvanskog članka (ćelije akumulatora)

Akumulator se troši (radi) kad se priključe potrošači. Električna struja počinje teći sa – ploča, preko strujnog kruga kroz potrošače na + ploče i natrag u kiselinu. Kemijskom reakcijom nastaje olovni sulfat (izlučuje se na obje elektrode) i voda. Punjenje akumulatora vrši se električnom strujom pri čemu se olovni sulfat razgrađuje na elementarno olovo i olovni dioksid te se oslobađa sumporna kiselina. Pri punjenju sumporna kiselina se pojavljuje i u obliku pare (zapaljivo!). Nazivni napon jedne ćelije iznosi 2 V, a ćelije se spajaju serijski. Kapacitet akumulatora je broj koji nam pokazuje koliko sati akumulator može davati struju određene jakosti. Kapacitet ovisi o jakosti struje praćenja i temperaturi elektrolita, a izražava se u „amper satima“ (Ah). Za akumulator opasnost predstavljaju niske temperature (pri  $-20^{\circ}\text{C}$  može se smanjiti kapacitet i do 50%) kao i visoke temperature. Osnovno održavanje akumulatora sastoji se od provjere razine elektrolita (po potrebi dodavanja destilirane vode), čišćenja priključaka i povremenog punjenja (kod dužeg stajanja).



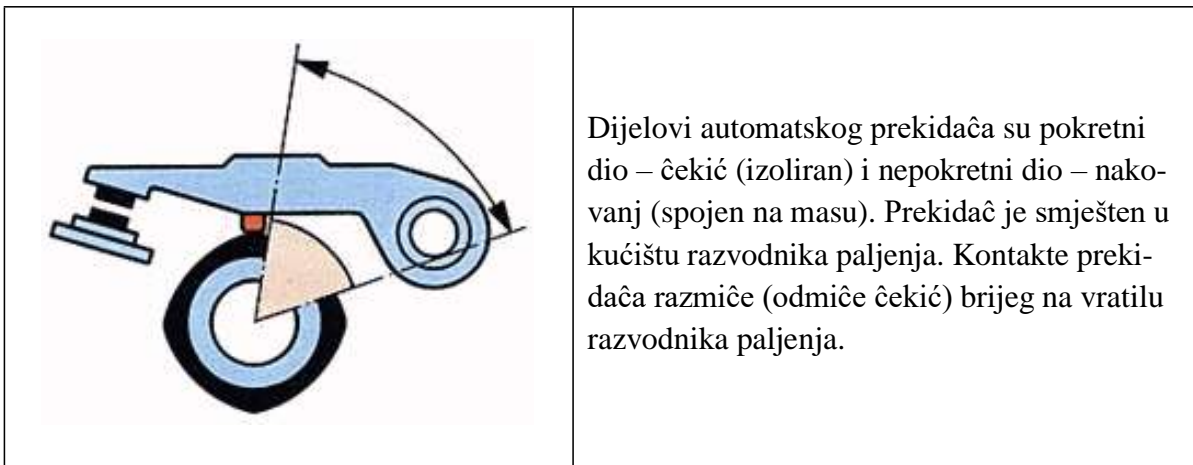
Prikaz akumulatora u djelomičnom presjeku

## INDUKCIJSKI SVITAK

Indukcijski svitak (bobina) zahvaljujući pojavi magnetske indukcije inducira struju visokog napona (15000 – 30000 V) u trenutku kada platinske tipke prekinu protok struje niskog napona primarnim strujnim krugom. Indukcijski svitak se sastoji od željezne jezgre oko koje su primarni namoti (debele) žice i sekundarni namoti (tanke) žice te priključaka - niskonaponskih (na glavni prekidač i platinske tipke) i visokonaponskih (na razvodnik paljenja).

## AUTOMATSKI PREKIDAČ (PLATINSKE TIPKE)

Zadaća platinskih tipki je da prekida struju niskog napona u primarnom strujnom krugu da bi se inducirala struja visokog napona u indukcijskom svitku.

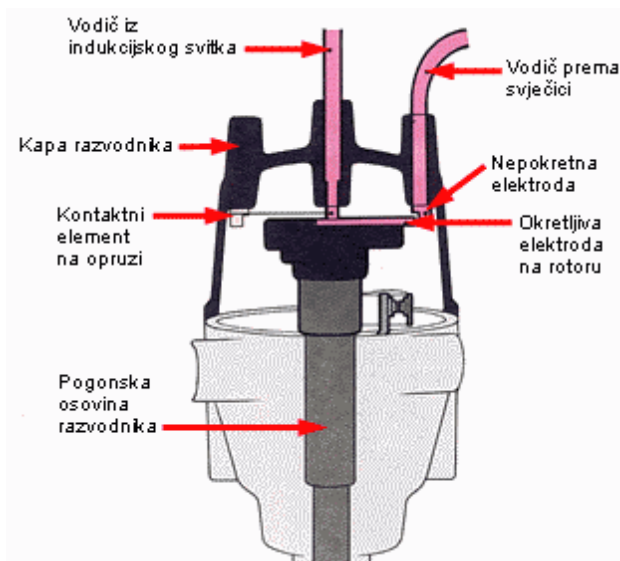


## KONDENZATOR

Kondezator preuzima strujni udar i sprječava iskrenje između kontakata automatskog prekidača koje nastaje uslijed stalnog prekidanja toka struje i koje uništava kontakte prekidača. Smješten je s vanjske strane kućišta razvodnika paljenja.

## RAZVODNIK PALJENJA

Razvodnik paljenja razvodi struju visokog napona u točno određenom trenutku na svjeće koje pale smjesu.



Dijelovi razvodnika paljenja:

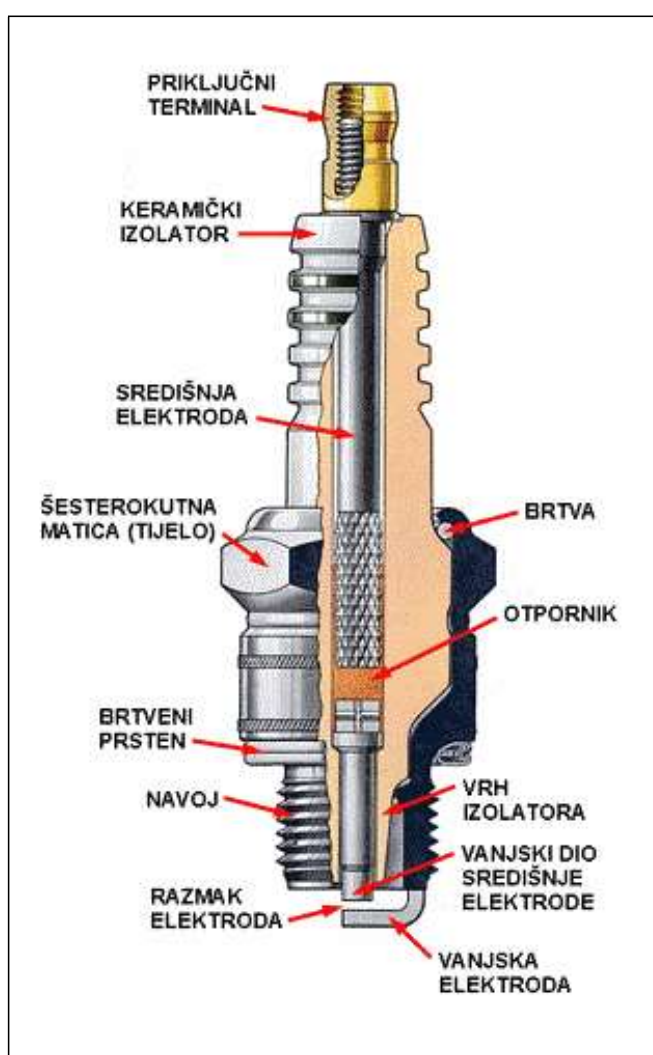
- ⇒ vodič visokog napona iz indukcijskog svitka
- ⇒ automatski prekidač (platine)
- ⇒ sustav za prilagođavanje trenutka paljenja
- ⇒ kapa razvodnika
- ⇒ rotor sa okretnom elektrodom

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 jednak je broju svjećica. Određivanje

trenutka paljenja vrši se pomoću centrifugalnog ili podtlačnog regulatora. Regulatori pomiču trenutak paljenja unaprijed kad se poveća brzina vrtnje motora. Novi elektronički sustavi imaju jednostavnije rješenje paljenja. DIS ( Direct Ignition System ) ima nekoliko manjih indukcijских svitaka, najčešće jedan za dvije svjećice, trenutak napajanja indukcijskog svitka određuje elektronika. Kod CDI ( Capacitor Discharge Ignition ) svaka svjećica ima svoj indukcijски svitak s kondenzatorom smještenim direktno na svjećicu. Kondenzator na kratko vrijeme pohrani manju količinu naboja prije isporučivanja primaru. Povećuje se napon u dva koraka. Prvo s 12 V na 400 V, a zatim na 40000 V. Oba sistema imaju pouzdan rad i veliku trajnost.

## SVJEĆICE

Svjećica pomoću struje visokog napona osigurava iskrnu između elektroda potrebnu za paljenje gorive smjese u cilindru motora.



### Dijelovi svjećice:

- 1) glavna elektroda - prolazi središtem 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

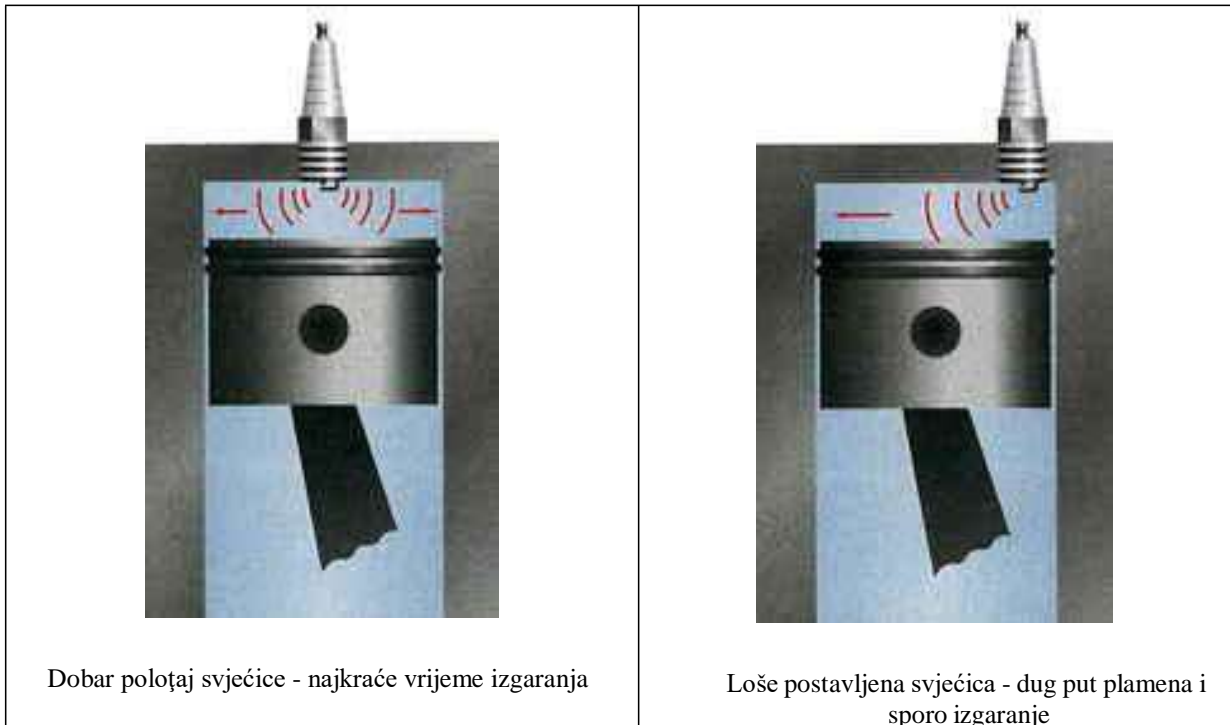
Prikaz svjećice u djelomičnom presjeku

Svjećica se bira prema debljini navoja i prema toplinskoj vrijednosti svjećice. Dugi navoj primjenjuje se za deblje stjenke glave motora. Takva svjećica bi u tankoj glavi motora ulazila pre-

daleko u prostor za izgaranje. Kratki navoj primjenjuje se 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. Svjećice s visokom toplinskom vrijednošću imaju dugo vrijeme zagrijavanja i kratku nogu izolatora. Svjećice s niskom toplinskom vrijednošću imaju kratko vrijeme zagrijavanja i dugu nogu izolatora.

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



#### PITANJA ZA PONAVLJANJE:

1. Što su Ottovi motori?
2. Što u radu motora predstavljaju donja i gornja mrtva točka, a što hod klipa?
3. Koji volumeni čine ukupan volumen cilindra i u kojim jedinicama se izražava?
4. Navedite taktove četverotaktnog Ottovog motora i opišite 1. takt?
5. Opišite zbivanja u 2. taktu rada četverotaktnog motora?
6. Što je omjer kompresije, kako se izračunava i koliko iznosi za Ottove motore?

7. Opišite zbivanja u 3. taktu rada četverotaktnog motora?
8. Opišite zbivanja u 4. taktu rada četverotaktnog motora?
9. Koji takt nazivamo radnim i zašto?
10. Što znači „prekrivanje ventila“ i koja mu je svrha?
11. Navedite glavne nepokretne dijelove motora?
12. Što znate o glavi motora?
13. Što znate o bloku motora?
14. Što se odvija u cilindru i kakve postoje izvedbe cilindara?
15. Navedite pokretne dijelove motora?
16. Što znate o klipnom motora?
17. Od kojih materijala se izrađuje klip i zašto?
18. Navedite vrste i zadaće klipnih prstena?
19. Koja je zadaća osovinice i kako se izrađuje?
20. Navedite zadaće klipnjače?
21. Kako se izrađuje klipnjača i kako je spojena s klipom i koljenastim vratilom?
22. Što znate o koljenastom vratilu?
23. Navedite ulogu i način izrade zamašnjaka?
24. Koja je zadaća razvodnog mehanizma?
25. Kako se razvode fluidi kod dvotaktnog, a kako kod četverotaktnog Ottovog motora?
26. Navedite dijelove ventilske razvodnog mehanizma?
27. Navedite razlike, prednosti i nedostatke između gornjeg i donjeg razvoda?
28. Što znate o ventilima?
29. Kako se obrađuje brijeg bregastog vratila? Navedite razloge?
30. Navedite načine prijenosa okretaja s koljenastog na bregasto vratilo?
31. Opišite konstrukciju dvotaktnog motora?
32. Navedite razlike između dvotaktnog i četverotaktnog Ottovog motora?
33. Opišite rad dvotaktnog motora?
34. Navedite zadaću i dijelove uređaja za dovod goriva kod Ottovog motora?
35. Navedite dva načina stvaranja smjese kod Ottovog motora?
36. Što znate o elektroničkom ubrizgavanju goriva u struju zraka?
37. Navedite elemente ispušnog sustava kod cestovnog vozila?
38. Koji su produkti izgaranja u motorima SUI štetni i zašto?
39. Navedite zadaću i dijelove katalizatora?
40. Što se događa u katalizatoru?

41. Kolika je dozvoljena buka ispušnih plinova i kako se smanjuje?
42. Navedite vrste uređaja za paljenje gorive smjese?
43. Navedite elemente sustava baterijskog indukcionog paljenja?
44. Što je akumulator i koji su mu osnovni dijelovi?
45. Kakav se proces događa u akumulatoru? Opišite?
46. Što je kapacitet akumulatora i u kojoj jedinici se izražava?
47. Što spada u osnovno održavanje akumulatora?
48. Što je induksijski svitak (bobina) i koji su mu dijelovi?
49. Kakva se pojava događa u indukcijskom svitku i što se njome dobiva?
50. Navedite ulogu i dijelove automatskog prekidača (platinske tipke)?
51. U čemu je značaj kondenzatora u sustavu za paljenje smjese?
52. Navedite dijelove razvodnika paljenja?
53. Što je DIS (Direct Ignition System)?
54. Što je CDI (Capacitor Discharge Ignition)?
55. Navedite ulogu i dijelove svjećice?
56. Što je toplinska vrijednost svjećice? U čemu se mjeri?
57. U čemu se razlikuju svjećice s visokom i niskom toplinskom vrijednošću?



- Edmund Kron, Strojarsstvo, Zagreb 1971.
- Mladen Franz, Mehanička svojstva materijala, Zagreb 1998.
- Jozo Jelinić, Strojarsstvo, Čakovec 2004.
- Grupa autora, Strojarsstvo i osnove strojarstva, 2. dio, Zagreb 2008.
- Ivan Turk, Nauka o toplini 1, Zagreb 1981.
- Dušan Hrgović, Tehnički materijali 2, Zagreb 1991.
- Eduard Hercigonja, Elementi strojeva, Zagreb 2004.
- Eugen Oberšmit, Ozubljenja i zupčanici, Zagreb 1993.
- Antun Čevra, Motori i motorna vozila 1, Zagreb 2003.
- Zoran Kalinić, Motori s unutrašnjim izgaranjem, Zagreb 2004.
- Grupa autora, Knjiga o autu, Ljubljana 1978.
- Mirko Grljušić, Motori s unutrašnjim izgaranjem, Split 2000.
- Grupa autora, Tehnika motornih vozila, Zagreb 2004.