

ŠKOLA ZA CESTOVNI PROMET

Zagreb, Trg J.F. Kennedyja 8

CESTOVNA VOZILA 1

NASTAVNO PISMO

za

1. razred zanimanja vozač motornog vozila

Zagreb, 2011

SADRŽAJ

Uvod	3
1. OSNOVE STROJARSTVA	4
1.1. Svojstva tehničkih materijala	4
1.2. Opterećenja i naprezanja	6
1.3. Proizvodnja i označavanje čelika	7
1.4. Toplinska obrada čelika	10
1.5. Korozija i zaštita od korozije	13
1.6. Zavarivanje i lemljenje	14
2. ELEMENTI STROJEVA	15
2.1. Trenje i podmazivanje	16
2.2. Elementi za spajanje	16
2.3. Elementi za prijenos gibanja	19
2.4. Elementi za protok fluida	22
Pitanja za ponavljanje iz 1. i 2. poglavlja	23
3. OTTOVI MOTORI	25
3.1. Načelo rada 4- taktnog Ottovog motora	26
3.2. Dijelovi motora	28
3.3. Razvodni uređaj motora	32
3.4. Dvotaktni Ottov motor	34
3.5. Uređaj za dovod goriva Ottovom motoru	35
3.6. Uređaj za paljenje smjese	38
Pitanja za ponavljanje iz 3. poglavlja	43
Literatura	46

UVODNA RIJEČ

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 *Vozač motornog vozila*. 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 po-manjkanja vremena kao i sredstava. Takvi su, prema našem iskustvu, rijetki.

Skripta je podijeljena na tri osnovne cjeline. U poglavlju *Osnove strojarstva* dati su osnovni pojmovi o svojstvima tehničkih materijala kao i o opterećenjima i naprezanjima koja na njih i u njima u praksi djeluju. Zatim su izložene osnove toplinske obrade kao nezaobilaznog postupka poboljšavanja tih svojstava. Dat je kraći osvrt o proizvodnji i označavanju čelika te pregled legiranih elemenata koji čeliku poboljšavaju određena svojstva ili sposobnost obrade nekom određenom tehnologijom. Slijedi poglavlje o koroziji i zavarivanju. U poglavlju *Elementi strojeva* iznesen je, općenito, problem trenja i podmazivanja strojnih dijelova, a potom je dan naglasak na pojedine strojne elemente iz grupe elemenata za spajanje, elementa za pretvaranje gibanja i elementa za protok fluida. Posebno važno, treće 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 (zadaće, 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.

priredivač

OSNOVE STROJARSTVA

SVOJSTVA TEHNIČKIH MATERIJALA

Svojstva tehničkih materijala odnosno gotovih proizvoda dijelimo na: proizvodna ili tehnološka i uporabna ili eksploatacijska

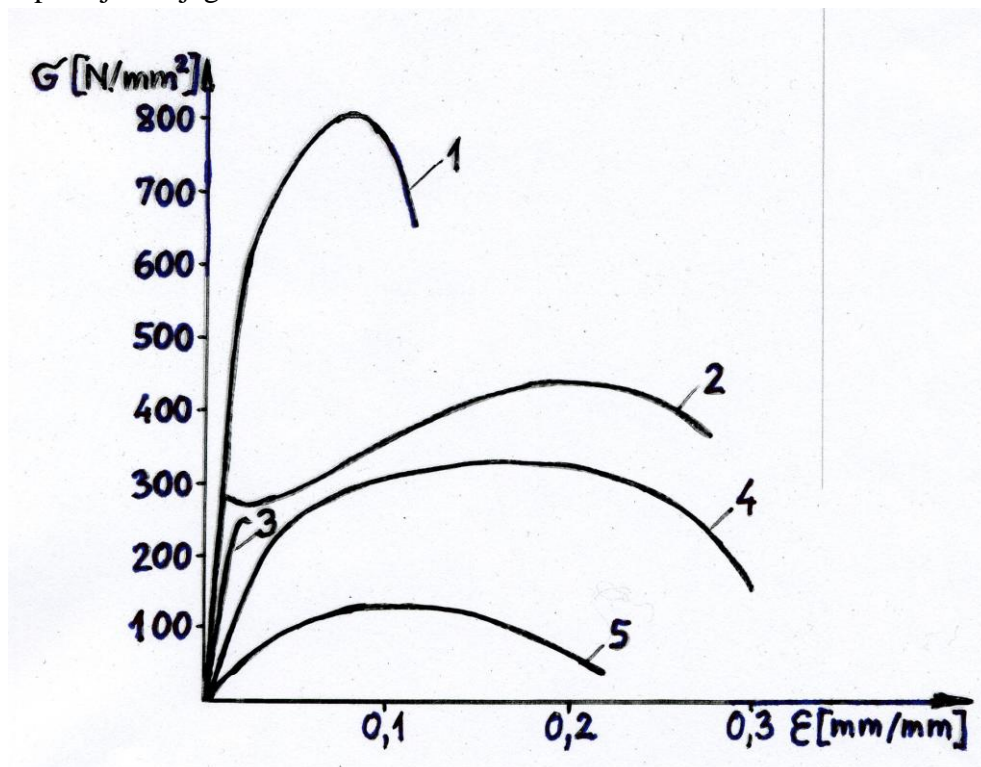
PROIZVODNA SVOJSTVA definiraju ponašanje materijala prilikom njegove obrade određenim tehnološkim postupcima. Tako je odljevnost ili livljivost tehnološko svojstvo koje pokazuje sposobnost lijevanja nekog materijala, oblikovljivost sposobnost obrade plastičnom deformacijom (kovanje, prešanje, valjanje i dr.), rezljivost sposobnost obrade skidanjem čestica – strugotina (tokarenje, glodanje, bušenje i dr.) i slično.

UPORABNA SVOJSTVA definiraju ponašanje materijala pri uporabi tj. radu nekog strojnog elementa, a dijelimo ih na fizikalna, kemijska i mehanička.

MEHANIČKA SVOJSTVA

Mehanička svojstva definiraju ponašanje materijala pod djelovanjem vanjskih sila. To su čvrstoća, tvrdoća, elastičnost, žilavost te statička i dinamička izdržljivost.

ČVRSTOĆA je otpornost materijala prema silama (tlačna, vlačna, savojna i dr.) koje nastoje izazvati promjenu njegova oblika.



Prikaz krivulja čvrstoće nekih tehničkih materijala (1 - „tvrđi“ ugljični čelik Č. 1630; 2 - „meki“ ugljični čelik Č.0361; 3 - sivi ljev SL25; 4 - mjed CuZn40; 5 - tehnički čisti aluminij Al 99,5)

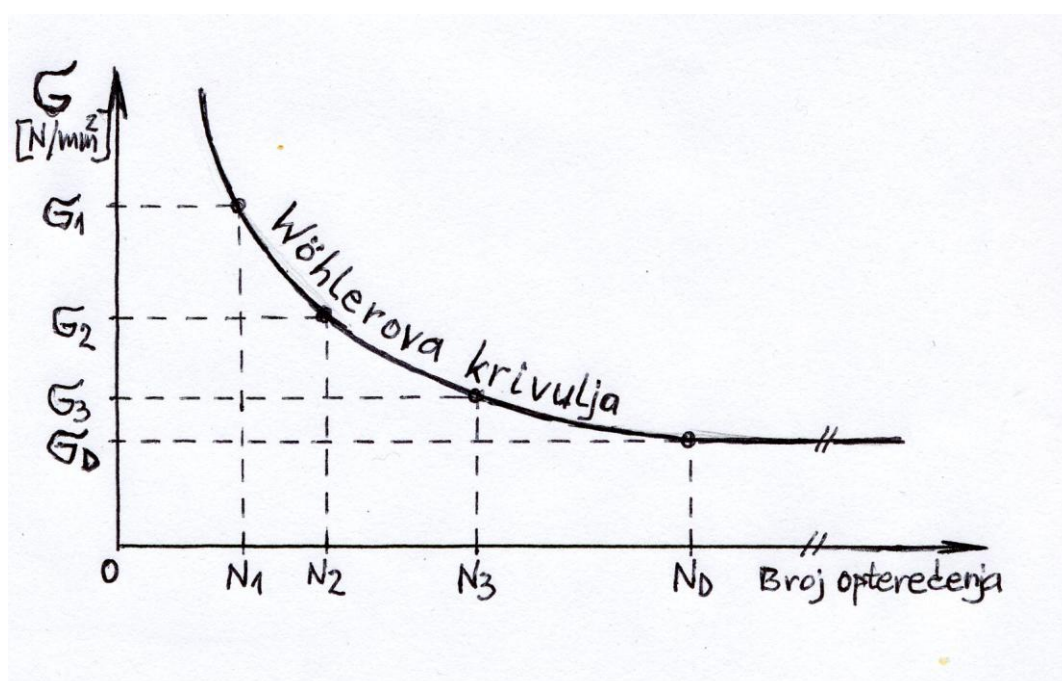
TVRDOĆA je svojstvo materijala da se opire zadiranju drugog tijela u njegovu površinu.

ELASTIČNOST je svojstvo materijala da se nakon prestanka djelovanja sile tijelo vrati u svoj prvobitni oblik.

ŽILAVOST je svojstvo materijala da podnese trajne deformacije – promjene oblika bez loma.

OTPORNOST NA PUZANJE (STATIČKA IZDRŽLJIVOST) je svojstvo materijala da u uvjetima dugotrajnog statičkog opterećenja ne dođe do porasta deformacija.

OTPORNOST NA UMOR (DINAMIČKA IZDRŽLJIVOST) je svojstvo materijala da u uvjetima dugotrajnog dinamičkog opterećenja ne podlegne postupnom razaranju.



Rezultat ispitivanja dinamičke izdržljivosti čelika

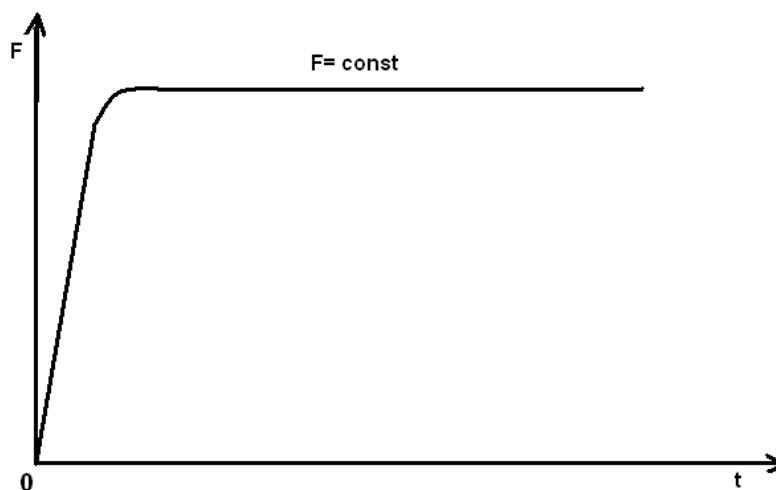
Sva ova svojstva ispituju se standardiziranim postupcima i uređajima kako bi mogli uspoređivati određeno svojstvo za razne materijale. Čvrstoća se ispituje najčešće statičkim vlačnim pokusom na univerzalnoj kidalici kojom se razvlači pripremljeni uzorak – epruveta određenog materijala, standardnog oblika i dimenzija do puknuća. Tijekom pokusa prate se promjene opterećenja (naprezanja) i produljenja (istezanja) a rezultati pokusa se iskazuju dijagramski. Tvrdoća se ispituje zadiranjem utiskivača (oblika kuglice, stošca ili piramide izrađenog od zakaljenog čelika ili dijamanta) u površinu materijala najčešće metodama Vickers, Brinell ili Rockwell pri čemu se mjeri promjer ili dijagonala otiska. Žilavost se pak ispituje utvrđivanjem energije potrebne za prelamanje epruvete (udarna radnje loma) Charpyjevim batom.

OPTEREĆENJA I NAPREZANJA

Opterećenjem smatramo svaku vanjsku silu koja djeluje na neko materijalno tijelo. Silu označavamo s F , a mjerimo u Newton-ima [$1\text{N} = \text{kg m s}^{-2}$].

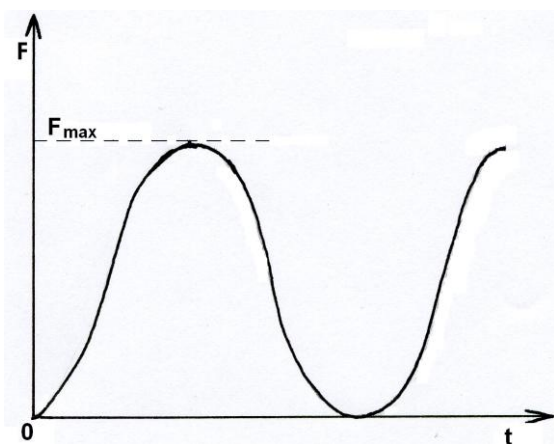
S obzirom na način djelovanja opterećenja mogu biti:

1. STATIČKO OPTEREĆENJE, kada sila ne mijenja veličinu ili je mijenja vrlo polako.

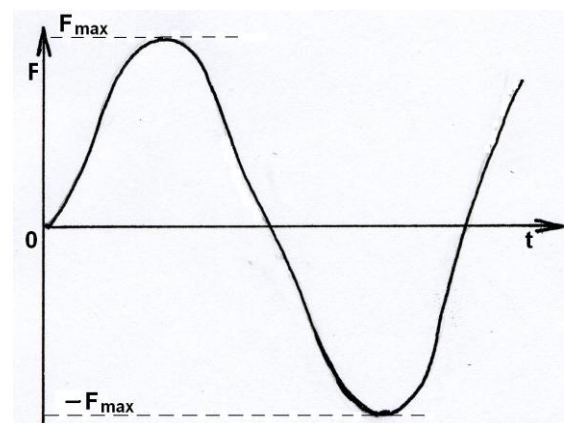


Krivulja statičkog opterećenja u dijagramu sila (F) – vrijeme (t)

2. DINAMIČKO OPTEREĆENJE može biti ISTOSMJERNO (kada sila mijenja veličinu ali ne i smjer djelovanja), IZMJENIČNO ili TITRAJNO (kada sila mijenja i veličinu i smjer djelovanja) i UDARNO (kada sila djeluje trenutno).



Krivulja dinamičkog istosmjernog opterećenja



Krivulja dinamičkog izmjeničnog opterećenja

U cestovnom vozilu dinamički izmjenično opterećena je klipnjača motornog mehanizma, a dinamički udarno opterećena je lisnata opruga (gibanj).

NAPREZANJE

Opterećenje koje djeluje na tijelo u njemu izaziva reakciju, koja se, svedena na jedinicu površine, naziva naprežanjem. Naprežanje računamo kao omjer sile i površine presjeka opterećenog tijela, označavamo ga sa σ , a izražavamo u jedinici N/m^2 ili Pa (Pascal).

$$\sigma = F/A \quad \sigma = \text{naprežanje [N/m}^2 \text{]}$$

$$F = \text{sila [N]}$$

$$A = \text{površina presjeka opterećenog tijela [m}^2 \text{]}$$

Normalno naprežanje, σ , (sila okomita na površinu poprečnog presjeka tijela) uzrokuje produženje ili skraćivanje tijela, a tangencijalno naprežanje, τ , (sila leži u ravnini poprečnog presjeka) uzrokuje odrez ili smik tijela.

PROIZVODNJA I OZNAČAVANJE ČELIKA

Željezo se dobiva iz željezne rude (oksidne, karbonatne, sulfidne) koja se u fazi pripreme drobi, prži, briketira i aglomerira, a potom zasipa u visoku peć zajedno sa koksom (reduktor i izvor topline) i topiteljem (teško topive tvari i pepeo pretvara u lako topivu trosku). Produkti visoke peći su BIJELO SIROVO ŽELJEZO (nastaje brzim hlađenjem pri čemu se ugljik izlučuje u obliku karbida Fe_3C - cementit) i SIROVO ŽELJEZO (nastaje sporim hlađenjem pri čemu se ugljik izlučuje u obliku grafita). Sirovo željezo je slitina željeza Fe i ugljika C, a sadrži još i primjese: pratioce Mn i Si te nečistoće P i S. Njegovim pročišćavanjem određenim postupcima u posebnim agregatima dobivamo čelik. Čelik je slitina željeza i ugljika koja sadrži do 2,06 % ugljika.

Naziv rudače	Vrsta kemijskog spoja	Kemijska formula	Fe %	Primjedba
magnetit	oksid	Fe_3O_4	45 – 70	dosta je rijetka
hematit (slika 13.5.)	oksid	Fe_2O_3	40 – 60	najviše se koristi
limonit	oksid	$Fe_2O_3 \cdot H_2O$	40	rjeđe se koristi
siderit	karbonat	$FeCO_3$	35 – 45	rjeđe se koristi
pirit (slika 13.6.)	sulfid	FeS_2	60	ne koristi se

U cilju poboljšanja svojstava čelik legiramo, dodajući mu Cr, Ni, Mn, W, Co, Mo, Si i druge elemente. Svaki legirni element utječe na veće ili manje povećanje ili smanjenje određenoga svojstva pa tako legiranjem možemo dobiti željeni rezultat – takva svojstva materijala strojnog elementa koja će osigurati njegovu izdržljivost na djelovanje određenih opterećenja i naprežanja te dugi vijek trajanja. U tablici na slijedećoj stranici vidljivi su utjecaji utjecaji različitih legirnih elemenata na čvrstoću, tvrdoću, produljenje, elastičnost, žilavost te otpornost materijala na različite utjecaje (kemijske, vatra) kao i na sposobnost materijala određenim načinom obrade (kovanje, izvlačenje, zavarivanje, rezanje).

Svojstva čelika	Legirni elementi												
	C	S	P	Si	Mn	Al	Ni	Cr	Mo	W	V	Ti	Co
Čvrstoća	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tvrdoća	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rel. produljenje	-	-			+	-	+	+					-
Elastičnost	+		+	+	+		+	+	+		+		
Udarne žilavost	-	-	-	-	+	-	+	+	+		+	-	
Trajna statička čvrstoća (pri višim temperaturama)	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
Dinamička čvrstoća					+	-		+	+	+	+	+	+
Otpornost prema kem. utjecajima	-	-	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Otpornost prema vatri	+			+	-	+		+	-		-		
Sposobnost za izvlačenje	-	-	-	-	-		-	-		-	-		
Sposobnost za kovanje	-	-	+	-									
Sposobnost za zavarivanje	-	-	-	-								+	
Sposobnost za obrađivanje	-	+	+	-	-	-	-	-		-	-	-	
Sposobnost za rezanje (alat)	+			+		+		+	+	+	+	+	+
Otpornost prema popuštanju								+	+	+	+	+	+

Prikaz utjecaja legirnih elemenata na svojstva čelika. Oznaka + znači utjecaj u smislu povećanja odgovarajućeg svojstva čelika, a oznaka - znači smanjenje tog svojstva. Dvostruki znakovi znače pojačan utjecaj legirnog elementa.

OZNAČAVANJE ČELIKA

Čelik se označava prema standardu HRN (Hrvatske norme) slovnom oznakom Č (čelik) i brojčanim oznakama koje se sastoje od osnovne oznake (četveroznamenasti broj koji opisuje vrstu, sastav i svojstva čelika) te dopunske oznake (jedno ili dvoznamenkasti broj koji opisuje stanje čelika i rjeđe se koristi): HRN Č.XXX XX.

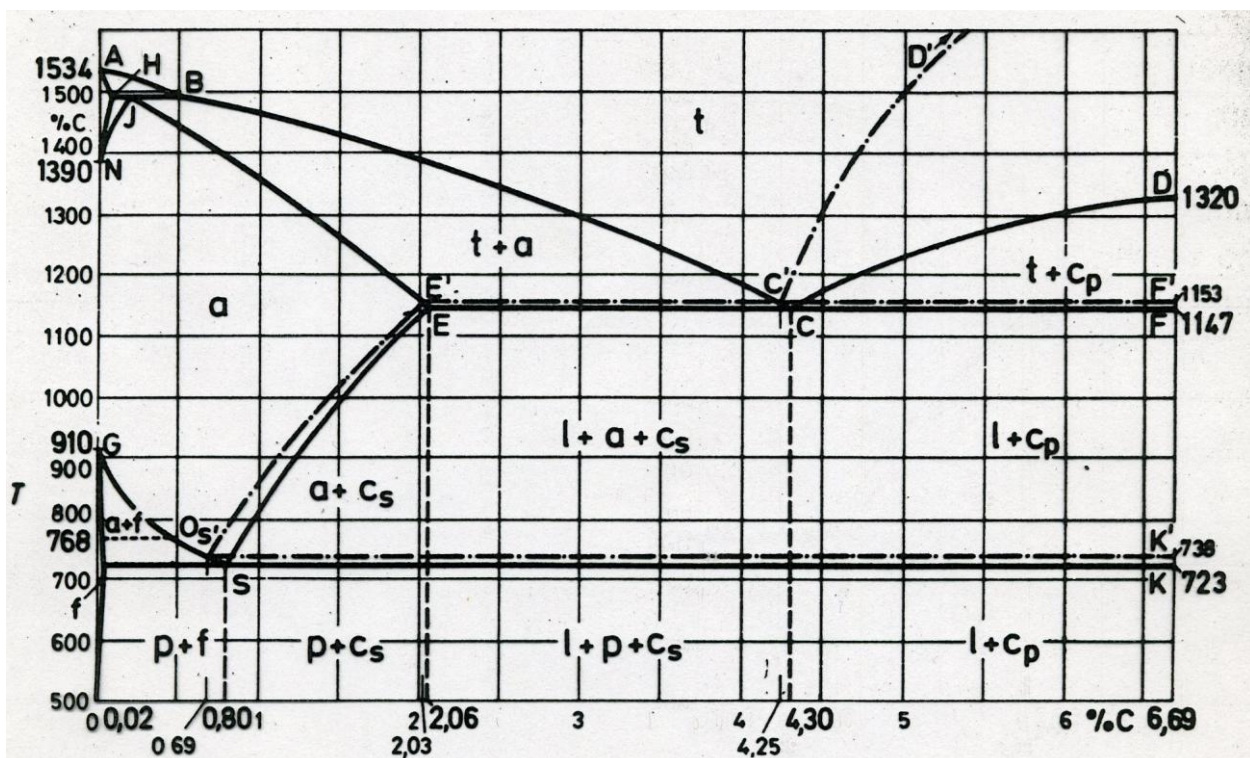
Označivanje čelika prema HRN - u													
Oznaka materijala (slovni simbol) Č. XXXX XX													
Oznaka vrste (osnovna oznaka)													
Oznaka stanja (dopunska oznaka)													
Legirajući elementi	C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	Co	Ti	Cu	Al	ostali
% više od	—	0,60	0,80	0,20	0,30	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05	—
Redni broj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	9	9	9
Faktor vrijednosti	—	1	1	4	4	7	14	17	20	30	1	1	30
SUSTAV OZNAČAVANJA – OSNOVNA OZNAKA													
		Čelici negarantiranog sastava				Čelici garantiranog sastava							
		Ugljični čelici				Ugljični čelici				Legirani čelici			
Simbol na prvom mjestu	0				1				Brojčani simboli najutjecajnijeg legirajućeg elementa određenog prema gornjoj tablici				
Simbol na drugom mjestu	Simbol	Rastezna (zatezna) čvrstoća N/mm ²			Brojčani simbol označava 10 x maksimalni sadržaj C zaokružen na deseticu; brojčani simbol „9” označuje 0,90% C i više od 0,90% C				Kod višestruko legiranih čelika, brojčani simbol drugog po redu utjecajnog legiranog elementa određenog prema gornjoj tablici. Kod jednostruko legiranih čelika brojčani simbol na drugom mjestu uvijek je „1”				
	0	čelik bez propisanih mehaničkih svojstava											
	1	do 330											
	2	340–360											
	3	370–390											
	4	400–450											
	5	500–590											
	6	600–690											
	7	700 i više											
Simbol na trećem i četvrtom mjestu	Redni broj				Redni broj								
	00–44: čelici negarantirane čistoće				00–19: čelici koji nisu predviđeni za toplinsku obradu								
	45–89: čelici garantirane čistoće ili garantiranog sadržaja pojedinih elemenata				20–29: čelici za cementiranje 30–39: čelici za poboljšanje 40–49: čelici, ugljični i niskolegirani za alate 50–59: čelici visokolegirani za alate 60–69: čelici posebnih fizičkih svojstava 70–79: čelici kemijski postojani i vatrootporni 80–89: slobodno (prizovani čelici) 90–99: čelici za automate								
90–99: slobodno													
Dopunska oznaka													
Simbol stanja	Stanje čelika				Simbol stanja	Stanje čelika							
0	nije posebno toplinski obrađen				4	poboljšan							
1	žaren				5	hladno deformiran (gnječen)							
2	žaren radi postizavanja najbolje obradljivosti				9	podečeno na osnovi posebnih uputa							
3	normaliziran				V	garantirana zavarljivost							

Primjer 1.: Opišite čelik Č.1302. Radi se o ugljičnom čeliku garantiranog sastava s 0,3 % ugljika koji nije predviđen za toplinsku obradu. U strojarskom priručniku nalazimo da je ovaj čelik svrstan u skupinu “Ugljičnih konstrukcijskih čelika s garantiranim sastavom”.

Primjer 2.: Opišite čelik Č.6440. Radi se o čeliku garantiranog sastava legiranom s volframom (W) i kromom (Cr), niskolegiranom za alate. U strojarskom priručniku nalazimo da je ovaj čelik svrstan u skupinu “Legirani alatni čelici za hladnu obradu”.

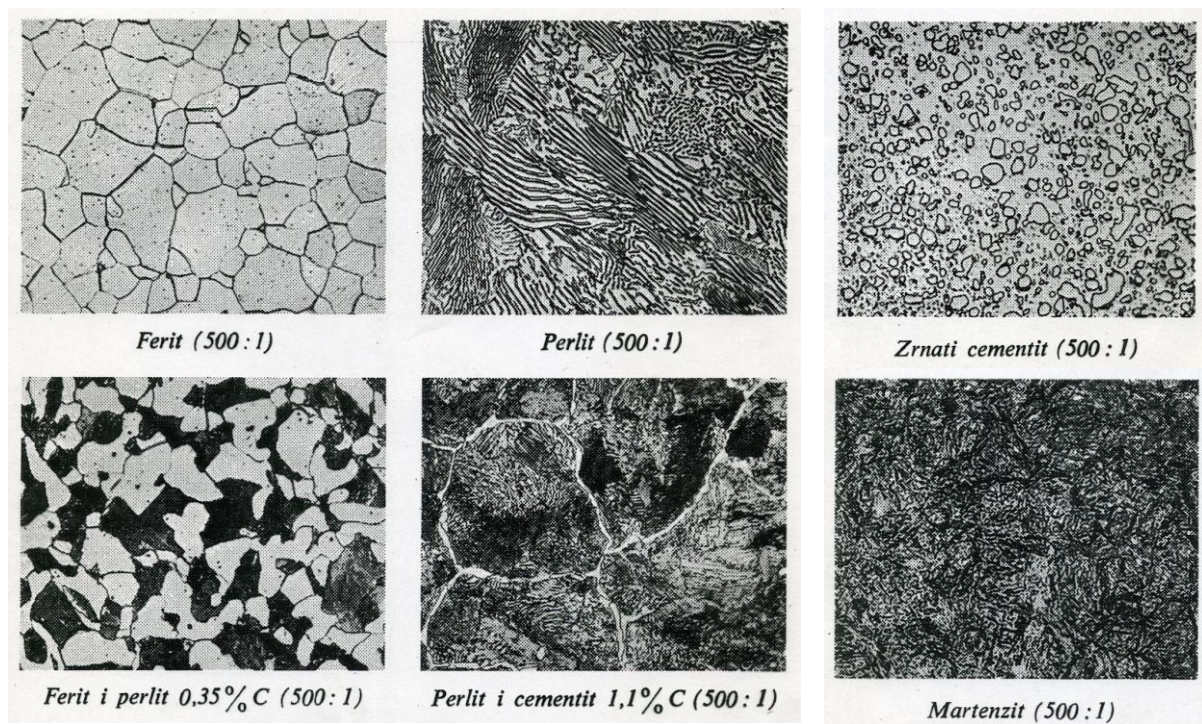
TOPLINSKA OBRADA ČELIKA

Toplinska obrada je postupak obrade metalnih djelova pomoću toplinskog ili kemijsko – toplinskog djelovanja kojim se poboljšavaju svojstva materijala. Svaka se toplinska obrada provodi tako da se materijal zagrijava na određenoj temperaturi i progrijava određeno vrijeme u peći te se potom određenim intezitetom hladi. Promjene svojstava koje postizemo toplinskom obradom posljedica su promjene strukture tretiranog materijala. Čelik može imati ovisno o postotku ugljika i temperaturi na kojoj je zagrijan različite strukture. Područja i granice nastajanja te pretvorbe strukturnih sastojaka čelika možemo pratiti u dijagramu sustava željezo – ugljik. Također možemo iz istog dijagrama (metastabilnog ili stabilnog sustava) određivati potrebne temperature na kojima se, u ovisnosti o postotku ugljika u čeliku, postižu određeni strukturni konstituenti potrebni kod neke toplinske obrade.



Sustav željezo – ugljik s granicama strukturnih sastojaka. Pune linije predstavljaju *metastabilni sustav* Fe – Fe₃C (željezo – cementit), a linija crta – točka – crta predstavlja *stabilni sustav* Fe – C (željezo – grafit).

Strukturne sastojke čelika vidljive kao kristalna zrna određene veličine i oblika možemo uočiti pod mikroskopskim povećalom ako prethodno uzorke određenog čelika adekvatno pripreмимо.



Prikaz nekoliko različitih struktura čelika snimljenih pod mikroskopom s uvećanjem 500 : 1.

Strukturni sastojci u sustavu Fe – C (željezo – ugljik) su ferit (kristalni oblik α -željeza), austenit (rastopinski kristal γ -željeza i ugljika - 0 do 2,06% C), cementit (kristalni oblik željeznog karbida Fe_3C – 6,69% C), ledeburit (eutektoid željeza i cementita – 4,30% C), perlit (eutektoid željeza i cementita – 0,80% C) te grafit (kristalni oblik ugljika C). Mjerenjima su utvrđena mehanička svojstva većini strukturnih sastavina.

Sastavina	Čvrstoća (N/mm ²)	Tvrdoća (HV)	Produljenje (%)
ferit	250... 300	90	35
austenit	750	210	60
cementit, ledeburit	—	850	—
perlit	700... 900	220	10
grafit	20	—	—

Mehanička svojstva (čvrstoća, tvrdoća i produljenje) za razne strukturne sastavine čelika

Pravilnim odabirom i postupkom toplinske obrade možemo poboljšati neko mehaničko svojstvo čelika.

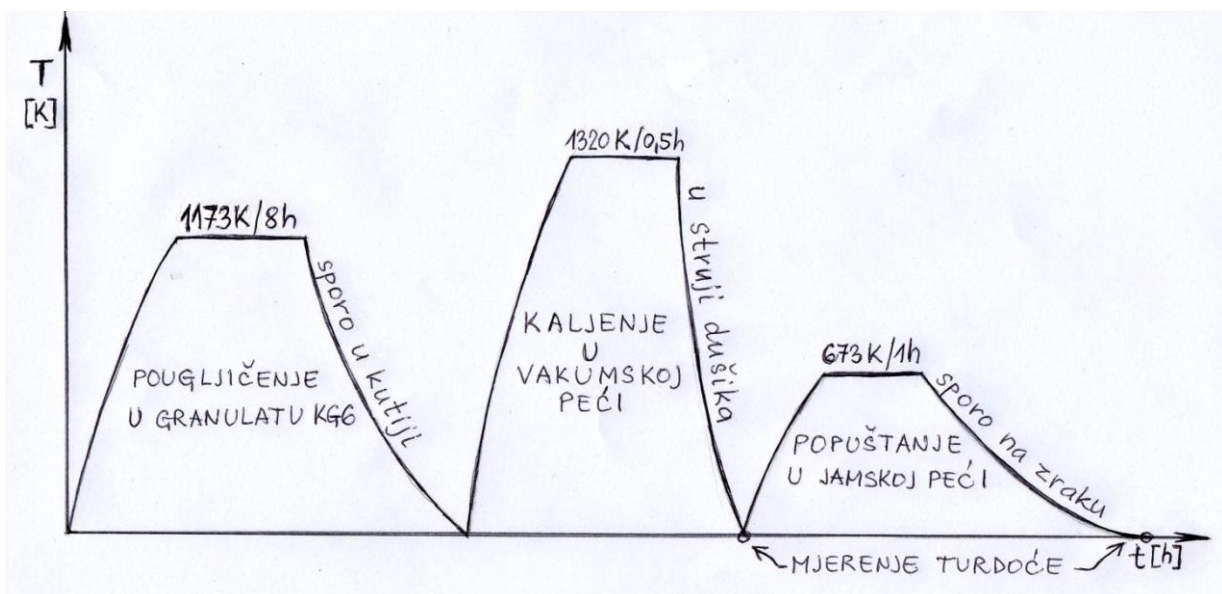
Postupske toplinske obrade dijelimo na:

1. Toplinske postupke: žarenje (normalizacijsko, homogenizacijsko, sferoidizacijsko, rekristalizacijsko, za smanjenje zaostalih naprezanja idr.), kaljenje, popuštanje, poboljšanje.
2. Toplinsko-kemijski postupci: cementiranje i nitriranje.

KALJENJE je toplinski postupak kojim čeliku povećavamo tvrdoću i čvrstoću, a provodi se tako da čelik zagrijemo na temperaturu austenitizacije, držimo određeno vrijeme na toj temperaturi (progrijavanje) te dovoljno brzo ohladimo (gašenje). Da bi se zakalio čelik mora ispunjavati još jedan nužni uvjet – mora imati više od 0,4 % ugljika u sebi. Zagrijavanjem čelik dobiva austenitnu strukturu, a potom se brzim hlađenjem austenit transformira u martenzit (FCC rešetka u BCC rešetku tj. γ -željezo u α -željezo) te atomi ugljika koji se u martenzitnoj rešetki smjeste u nedovoljno velikom prostoru među atomima željeza deformiraju rešetku te ta tetragonalnost rešetke postaje uzrokom povećane tvrdoće čelika. No ona je i uzrokom nepoželjnih unutarnjih napetosti u čeliku koje smanjujemo ili uklanjamo postupkom popuštanja.

POPUŠTANJE je toplinski postupak kojim u čeliku smanjujemo ili uklanjamo toplinske napetosti nastale tijekom kaljenja, a provodi se tako da se čelik zagrijava na temperaturi 673 – 873 K (400 - 600° C) te se sporo hladi. Neželjena je ali neizbježna posljedica popuštanja smanjenje tvrdoće.

Termokemijskim postupcima postižu se najveće tvrdoće površine čeličnih predmeta (dok jezgra ostaje žilava) zahvaljujući difuziji ugljikovih (C) ili dušikovih (N) atoma u površinske slojeve čelika. Ugljik difundiramo najčešće iz granulata bogatog ugljikom, a dušik upuštanjem u komoru plina amonijaka koji se razgrađuje na vodik i dušik. Unatoč tomu što se nitriranjem dobivaju vrlo tvrdi i kvalitetne površinski slojeve i što nije potrebno naknadno kaljenje (kao kod cementiranja) ono se ipak rjeđe provodi jer je zbog velike potrošnje energije (predmeti ostaju komori na temperaturi 753 – 933 K odnosno 480 – 660° C i do 48 sati) proces skup. No jednako kvalitetne i tvrde slojeve postižemo i postupkom cementiranja, koje se sastoji od pougljičenja, kaljenja i popuštanja. Nitriranje se dosta koristilo za dobivanje visoke tvrdoće unutarnje stijenke cilindra motora s unutrašnjim izgaranjem, dok se bregovi bregastog vratila, koji posredno otvaraju ventile motora, cementiraju.



Primjer postupka cementiranja legiranog alatnog čelika Č. 6450.

KOROZIJA I ZAŠTITA OD KOROZIJE

Korozija je pojava trošenja čvrstih materijala kemijskim djelovanjem okoline. Na tehničke materijale utječe vlažna atmosfera, vlažno tlo, morska i slatka voda, razne kiseline i lužine, soli, vrući plinovi, neodgovarajuća maziva i drugo. Korozijski procesi mogu se znatno usporiti ili spriječiti: pravilnim izborom konstrukcijskog materijala, pravilnom konstrukcijom proizvoda, izmjenom svojstava okoline, formiranjem izolacijskih slojeva (zaštitnim prevlakama), elektrokemijskom zaštitom itd. Korozijski procesi povezani su sa mehaničkim, toplinskim i biološkim utjecajima.

S obzirom na mehanizam korozijskog procesa korozija može biti KEMIJSKA koja se odvija u neelektrolitima (plinovi, nafta, benzin, aceton,...), ELEKTROKEMIJSKA koja se odvija u elektrolitima (morska i slatka voda, otopine kiselina, lužina, soli, sokovi biljaka, ...) i KOROZIJA vezana uz druge razorne utjecaje, a procesi korozije se ubrzavaju zbog: dugotrajnog statičkog opterećenja, dugotrajnog dinamičkog opterećenja, kavitacije, utjecaja mikroorganizama, utjecaja lutajućih struja i drugih utjecaja.

Korozija se može pojaviti tj. razviti u raznim oblicima, među kojima su: opća (površinska), dodirna (kontaktna), rupičasta (Pitting Corrosion), kavitacijska (Cavitation Corrosion), selektivna, galvanska (Galvanic Corrosion), napetosna (SCC), erozijska Erosion Corrosion), međukristalna (interkristalna, galvanska), korozija u procjepu Crevice Corrosion) te ostali oblici korozije (mikrobiološka, obraštanje itd.).



Opća korozija



Galvanska korozija



Korozija u procjepu



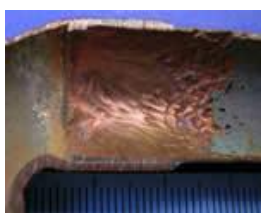
Rupičasta korozija



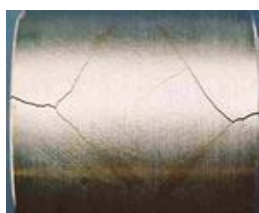
Interkristalna korozija



Selektivna korozija



Erozijska korozija



Napetosna korozija



Ostali oblici korozije

Primjeri nastanka različitih oblika korozije u praksi.

ZAŠTITA METALA OD KOROZIJE s obzirom na način provođenja može biti: a) racionalnim izborom konstrukcijskih materijala; b) zaštitnim prevlačenjem; c) konstrukcijsko - tehnološkim mjerama; d) smanjenjem agresivnosti medija; e) električnim metodama. Najraširenija zaštita je nanošenjem prevlaka, a one mogu biti: NEMETALNE (anorganske i organske) i METALNE. Anorganske nemetalne prevlake nanose se na metal kemijski (reakcijom metala s radnom kupkom pri čemu nastaju netopivi slojevi metalnih soli i oksida – oksidne, fosforne, kromatske prevlake) ili mehanički (prskanjem ili uranjanjem – emajlirane prevlake).

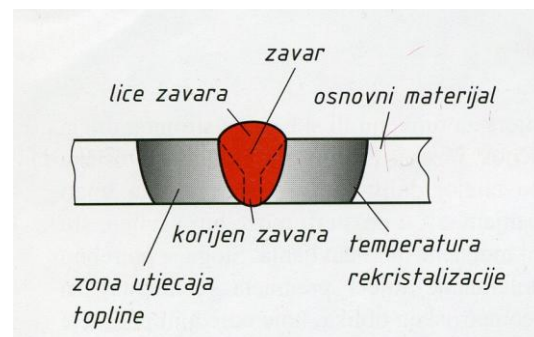
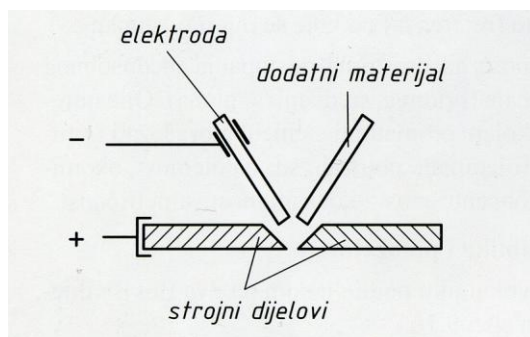
Neki od postupaka nanošenja ANORGANSKIH NEMETALNIH prevlaka kemijskim prevlačenjem su: BRUNIRANJE (postupak kojim se na čeliku dobivaju crne, plave i smeđe oksidne prevlake, a provodi se zbog dekoracije i onemogućavanja refleksije svjetla, npr brunira se oružje, optički instrumenti itd), ELOKSIRANJE (postupak električne oksidacije aluminija i njegovih legura radi postizanja visoke tvrdoće i otpornosti na kemijske utjecaje) i FOSFATIRANJE (postupak dobivanja fosfatne prevlake na čeliku, cinku i aluminiju koja se većinom dodatno štiti bojama ili uljima), a mehaničkim prevlačenjem provodi se EMAJLIRANJE (postupak nanošenja stakla u prahu i boje na metal).

U ORGANSKE NEMETALNE prevlake spadaju boje i lakovi, guma, polimerne folije, bitumeni, zaštitna ulja, a nanose se postupcima premazivanja, prskanja, uranjanja i polijeivanja.

METALNE PREVLAKE se nanose postupcima vrućeg uranjanja, metalizacijom, prskanjem, navarivanjem, oblaganjem, galvanskom tehnikom. Tim se postupcima nanose slojevi bakra (Cu), nikla (Ni), kroma (Cr), cinka (Zn), kadmija (Cd), olova (Pb), srebra (Ag) i zlata (Au).

ZAVARIVANJE I LEMLJENJE

Zavarivanje je postupak spajanja materijala rastaljenih u području spoja, plamenom ili električno. Zavarivanjem spajamo najčešće metale ali i staklo i plastomere. Posebno se primjenjuje u gradnji čeličnih konstrukcija (brodogradnja, mostogradnja, teška strojogradnja). Izvor topline za zavarivanje može biti izgaranje plina (PLINSKO ili AUTOGENO zavarivanje) ili protok električne struje (ELEKTRIČNO zavarivanje).

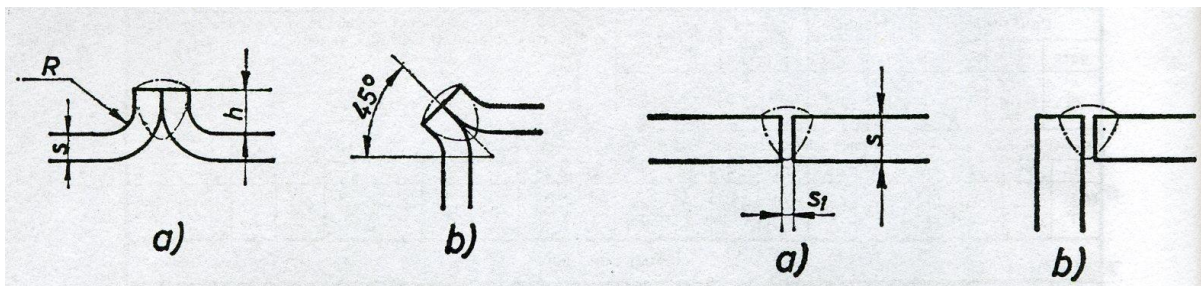


Shematski prikaz elemenata pri elektrolučnom zavarivanju te prikaz zavara s zonom utjecaja topline

PLINSKO zavarivanje je spajanje taljenjem rubova metala i žice za zavarivanje pomoću plamena nastalog izgaranjem smjese gorivog plina i kisika. Kao gorivi plin koristimo: acetilen

(C_2H_2 , uskladišten u čelične boce obojene žuto), propan, butan, vodik, zemni plin i druge te kisik (O_2 , uskladišten u čelične boce obojene plavo) koji podržava gorenje. Boce treba držati dalje od izvora topline, a posebno treba imati na znanje da masti i ulja izgaraju u dodiru sa čistim kisikom).

ELEKTRIČNO zavarivanje može biti elektrolučno i elektrootporno, a postoje brojni postupci zavarivanja kojima je izvor električna struja. Žica za zavarivanje od istog materijala kao i elementi koji se zavaruju, a može biti obložena praškom koji ima višekratnu ulogu (stabilizira električni luk kod elektrolučnog zavarivanja, štiti od direktnog utjecaja atmosfere na zavar te nadopunjuje kemijske elemente koji su reducirani izgaranjem iz rubova elemenata koji se tale). Posebno je važno kod elektrolučnog zavarivanja zaštititi oči.



Prikaz rubnih zavarenih spojeva i I-zavara

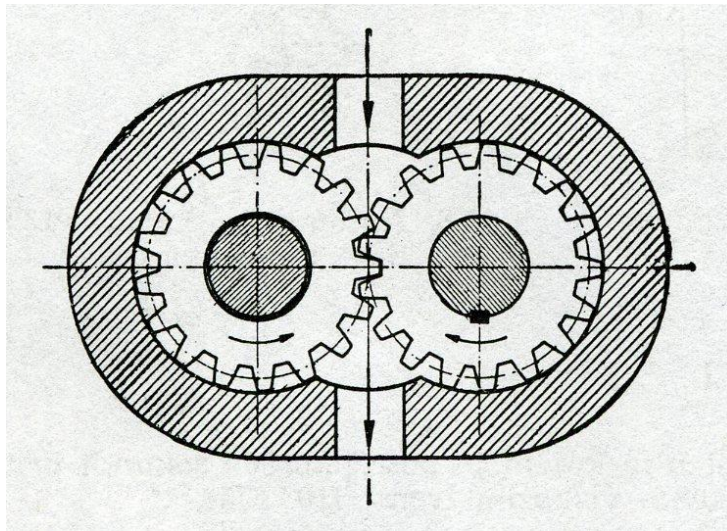
LEMLJENJE je spajanje dijelova, najčešće metalnih, pomoću rastaljenog dodatnog materijala koji se naziva lem i kojemu je talište barem 50 K niže od tališta lemljenih materijala. Spajanje dijelova postiže se kohezijom, sidrenjem i difuzijom pa površine moraju biti dobro mehanički i kemijski očišćene. Prema radnoj temperaturi, lemljenje se dijeli na MEKO (izvodi se lemovima čija je točka tališta ispod 723 K ($450^\circ C$) i to lemovima na bazi kositra: Sn + Pb; Zn + Sn + Cd itd.) i TVRDO (izvodi se lemovima čija je točka tališta iznad 723 K ($450^\circ C$), a najčešće oko 1273 K ($1000^\circ C$) i to lemovi na bazi bakra (Cu), mjedi (Cu+Zn), srebra (Ag). Tvrdim lemljenjem postiže se veća čvrstoća i tvrdoća. Obzirom na postupak, postoji više vrsta lemljenja kao što su lemljenje ručnim lemilom; plinsko lemljenje; lemljenje u peći sa zaštitnom atmosferom; indukcijsko lemljenje, elektrootporno lemljenje; elektrolučno lemljenje itd. Pri čemu se za neke postupke koristi oprema za zavarivanje.

ELEMENTI STROJEVA

Elemente strojeva dijelimo na elemente ZA SPAJANJE, koji mogu tvoriti nerastavljive veze (zakovice, zavari, lemljeni spojevi, lijepljeni spojevi) i rastavljive veze (čvrste - vijci, klinovi; zglobne - svornjaci i elastične - opruge); elemente za PRIJENOS GIBANJA I SNAGE (osovine i vratila, ležalevi, spojke, zupčani prijenos, lančani prijenos, remenski prijenos) i elemente za PROTOK I REGULACIJU PROTOKA (cijevi, ventili, pipe, zasuni). U posebnu grupu mogli bi se svrstati ELEMENTE KLIPNOG MEHANIZMA (klip, klipnjača, koljenasto vratilo). Strojevi i uređaji su sastavljeni od elemenata koji su određenom međusobnom odnosu i kontaktu kod kojeg dolazi do pojave trenja.

TRENJE I PODMAZIVANJE je otpor na površinama koje kližu jedna po drugoj. Razlikujemo suho i tekuće (hidrodinamičko) trenje. Suho trenje odvija se između suhih površina i ovisi o pritisku na tarne površine, o vrsti materijala i obrađenosti njegove površine te o brzini gibanja. Posljedica suhog trenja na metalnim se površinama manifestira kroz odvajanje čestica metala s površine, kroz gubitak snage stroja i zagrijavanje površina. Trenje se smanjuje dovodom maziva među tarne površine. U tom slučaju radi se o tekućem ili hidrodinamičkom trenju. Takvo, tekuće trenje ovisi o veličini kliznih površina, brzini gibanja i viskoznosti maziva. Viskoznost definiramo kao otpor koji pružaju čestice maziva međusobnom pomicanju, mjeri se viskozimetrom i izražava u Englerovim stupnjevima.

PODMAZUJEMO mazivima koja prema agregatnom stanju dijelimo na TEKUĆA (mineralna ulja, masna ulja, ulja emulzija), ŽITKA (masti) i KRUTA (grafit), a prema primjeni dijele se na zrakoplovna, vretenska, turbinska, transformatorska, strojarska, cilindarska i druga. Podmazivanje je najbolje kada se dovod maziva ne prekida.



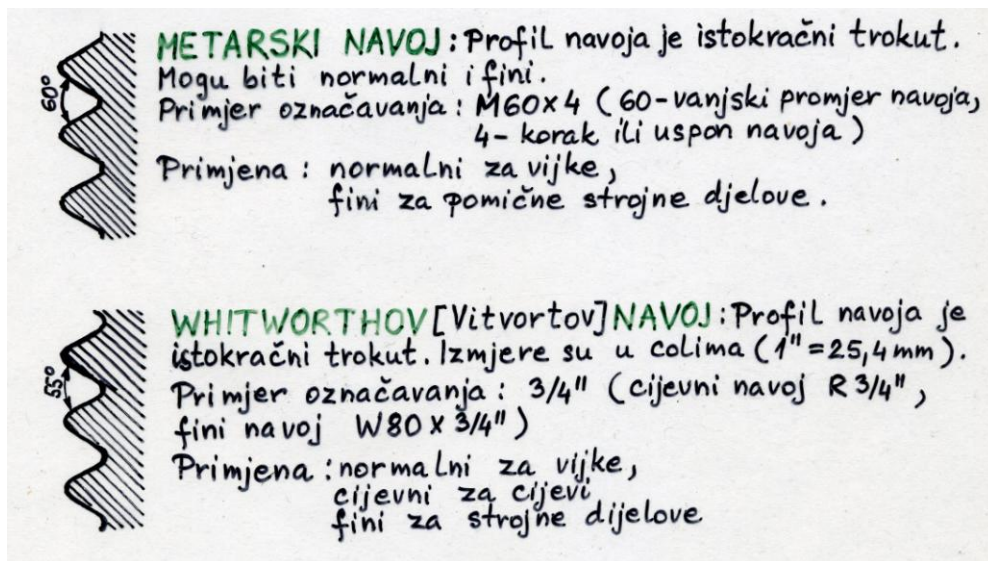
Zupčasta uljna crpka sastavni je dio sustava za podmazivanje četverotaktnih motora cestovnih vozila

PODMAZIVANJE ULJEM možemo vršiti: ručno, kapaljkom s ventilom, prstenom (čvrstim ili slobodnim), zupčastom crpkom, uljnom kupkom, rasprskivanjem ili kružnim podmazivanjem (gravitacijsko ili tlačno). PODMAZIVANJE MAŠĆU možemo vršiti: ručno, Staufferovom mazalicom ili tlačnom mazalicom.

ELEMENTI ZA SPAJANJE

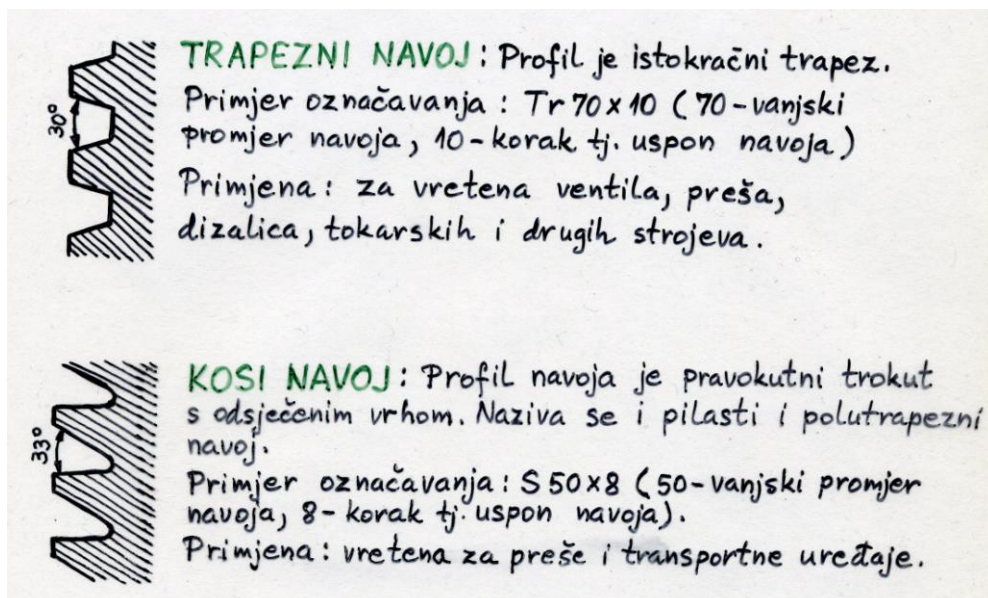
NAVOJI su elementi strojeva koji služe za spajanje ili za pretvaranje kružnog gibanja u pravocrtno, a mogu biti vanjski i unutarnji, desni i lijevi. Za SPAJANJE se koriste navoji oštrog profila, najčešće: metrički ili metarski (sa sitnim korakom, s krupnim korakom,

konični), Whitworthovi navoji (normalni, fini, cijevni) i navoji za posebnu namjenu (za bicikle, Edisonov – za gla žarulja). Za PRETVARANJE GIBANJA (kružnog u pravocrtno)



Prikaz profila metarskog (metričkog) i Whitworthovog navoja, način njihova označavanja i primjena

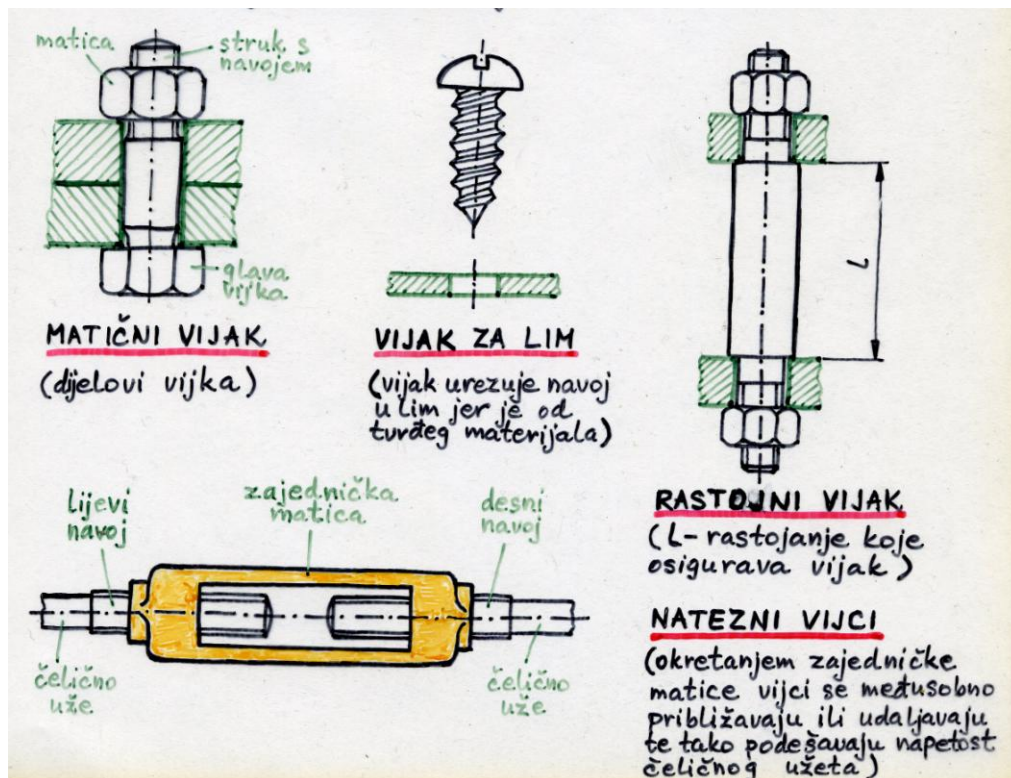
koriste se navoji tupog profila radi manjeg trenja između navoja. U ovu grupu navoja spadaju trapezni, kosi i obli navoj. Svi su navoji standardizirani i odabiru se na osnovu potrebnog promjera i koraka tj. uspona navoja.



Prikaz profila trapeznog i kosog navoja, način njihova označavanja i primjena

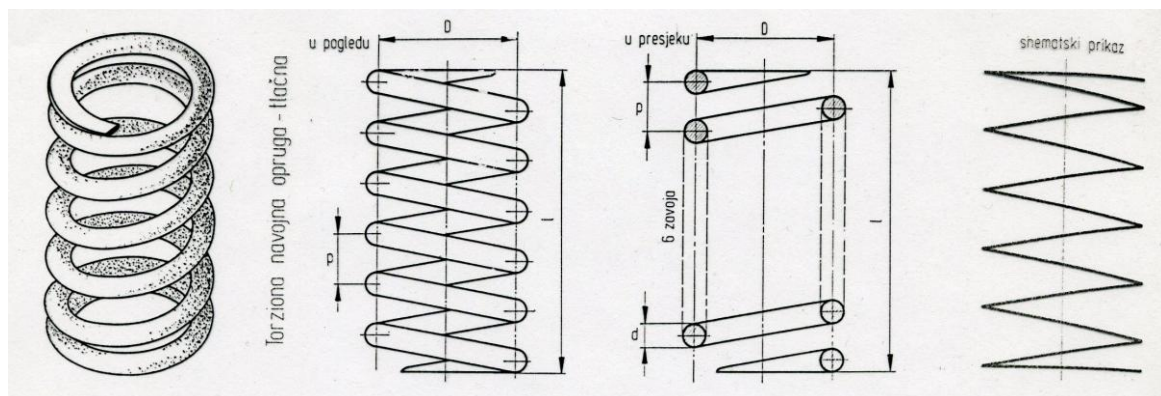
VIJCI su strojni elementi kojima se ostvaruje rastavljiv spoj ili pretvara kružno gibanje u pravocrtno. Karakteristike vijčanog spoja su lako spajanje i rastavljanje, mogućnost podešavanja veličine sile stezanja i potreba osiguravanja od labavljenja.

Prema namjeni i obliku vijke dijelimo na: vijke za spajanje, rastojne vijke, natezne vijke, diferencijalne vijke, temeljne vijke i druge.



Prikaz nekoliko vrsti vijaka s obzirom na njihovu namjenu

OPRUGE su elementi strojeva kojima se ostvaruju elastični spojevi strojnih dijelova. Svojom oblikom i materijalom omogućuju velike elastične deformacije. S obzirom na naprezanje u oprugama dijelimo ih na: tlačno – vlačne, savojne (fleksione) i uvojne (torzione).



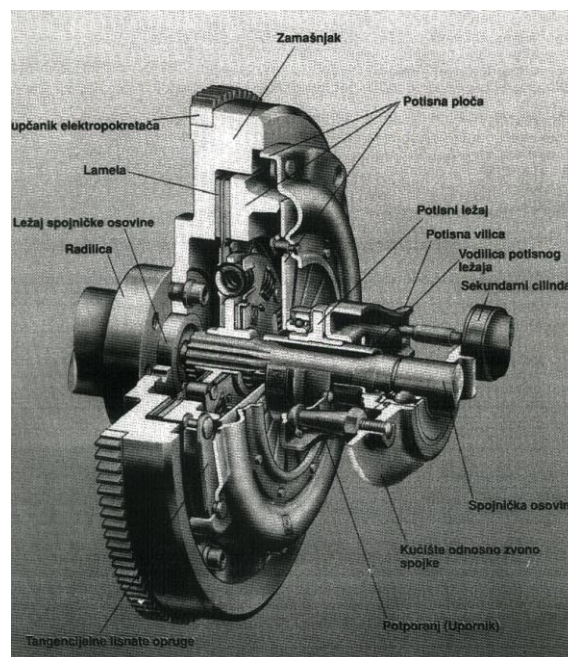
Prikaz tlačne zavojne opruge: u naravi, u pogledu, u presjeku i shematski prikaz

Opruge se upotrebljavaju za akumulaciju radnje, za ublažavanja udaraca, za razdiobu opterećenja, za ograničavanje sila, za mjerenje sile (na principu sila – deformacija), za regulaciju tlaka u posudama (sigurnosni ventil), za ostvarenje i održavanje spoja, za održavanje titraja, za prinudno gibanje strojnih djelova (ventili kod motora SUI) I drugo.

ELEMENTI ZA PRIJENOS GIBANJA

U elemente za prijenos gibanja spadaju: osovine i vratila, ležaji, spojke, zupčani prijenos, lančani prijenos, remeni prijenos itd. Ovim se elementima prenosi kružno gibanje, a nekima od njih i pretvara kružno gibanje u pravocrtno.

SPOJKE spajaju osovine ili vratila, a također ih produžuju. Prema trajnosti spoja postoje: stalne spojke, isključne spojke i uključno – isključne spojke. **STALNE** spojke su one kod kojih je spoj pogonskog i gonjenog vratila stalan, a mogu biti krute ili pokretljive koje omogućuje uzdužni, poprečni, uvojni ili kutni pomak. Od stalnih spojki na cestovnim vozilima ugrađuju se jednostavna spojka s križnim zglobom (povezuje kardansko vratilo s mjenjačem i diferencijalom) te kolutna elastična spojka (također za vezu kardanskog vratila s drugim elementima transmisije). **ISKLJUČNE** spojke su one koje se mogu isključiti i za vrijeme rada, a uključiti samo dok pogonsko vratilo miruje ili se sporo kreće. **UKLJUČNO - ISKLJUČNE** spojke su one koje se mogu i uključiti i isključiti za vrijeme rada, a s obzirom na način prenošenja okretnog momenta, mogu biti mehaničke, hidrauličke, pneumatske i električne.



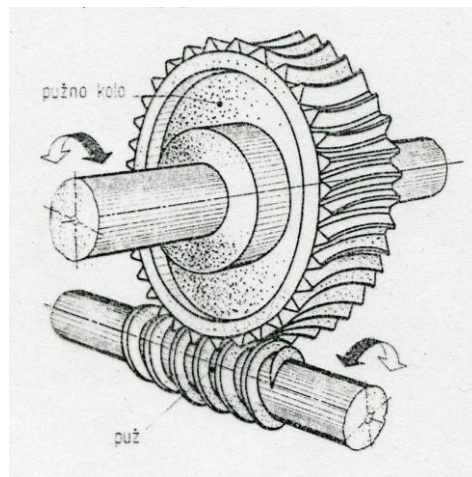
Lamelna tarne spojka

Na cestovnim vozilima u transmisiji se ugrađuju **LAMELNE TARNE SPOJKE** (prijenos okretaja s pogonskog na gonjeni dio ostvaruje se pomoću trenja) i **HIDROMEHANIČKE** spojke (prijenos okretaja s pogonskog na gonjeni dio ostvaruje se kinetičkom energijom čestica ulja).

ZUPČANI PRIJENOS služi za prijenos snage i gibanja sa jednog vratila na drugo ili za pretvaranje kružnog gibanja u pravocrtno. Sastoji se od para zupčanika ili zupčanika i zubne let-

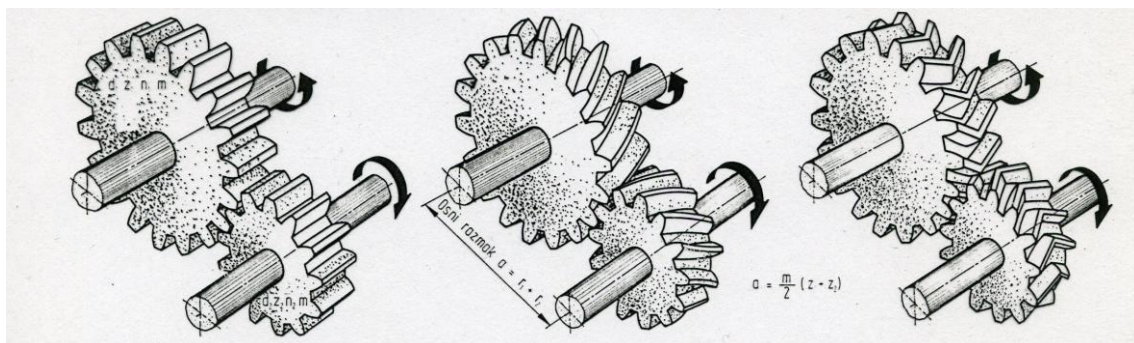
ve. Najvažnija veličina zupčanog para (ili cjelokupnog prijenosa) je prijenosni omjer (i) koji se računa kao kvocijent broja zuba gonjenog i pogonskog vratila. Karakteristika je zupčanog prijenosa stalni prijenosni omjer ($i = \text{const.}$).

Prema međusobnom položaju njihovih vratila zupčanike dijelimo na: valjkaste zupčanike (čelnici) kojima su vratila usporedna, stožaste zupčanike (stožnici) kojima se vratila križaju te one kojima su vratila mimoilazna – puž i pužno kolo (pužnici) i zavojni zupčanici (vijčanci).



Prostorno – shematski prikaz pužnog prijenosa

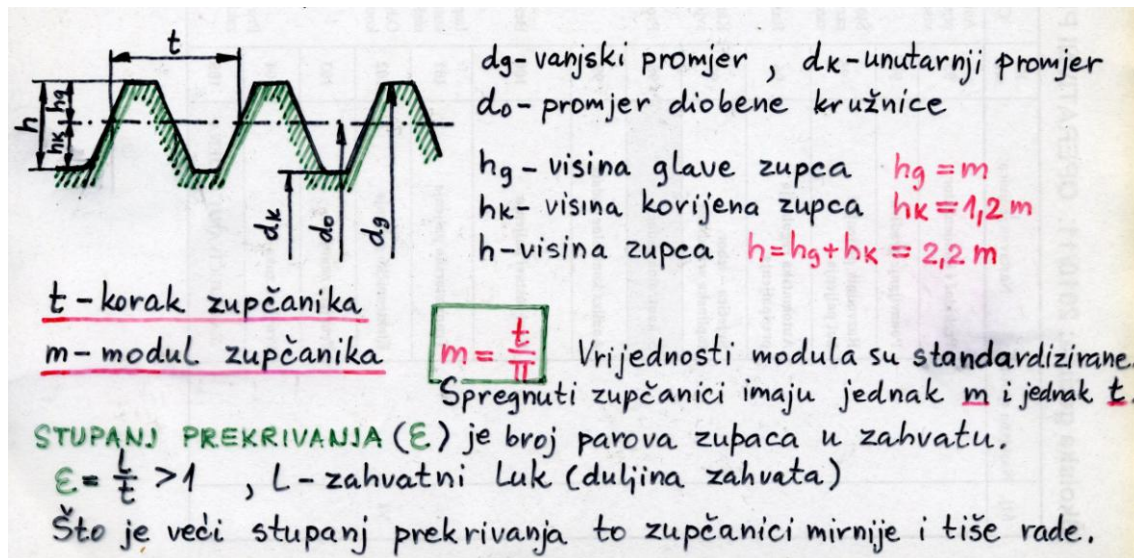
Prema obliku zuba razlikujemo zupčanike s ravnim, kosim, strelastim, lučnim i dr. zupcima. Također zupčanike dijelimo na one s vanjskim i one s unutarnjim ozubljenjem. Prema profilu zuba razlikujemo evolventno i cikloidno ozubljenje. Zupčanici se spajaju s vratilima čvrstim dosjedom, uvrtnim vijkom, uzdužnim klinom, zvjezdastim vratilom itd. Za izradu zupčanika koriste se sljedeći materijali: sivi lijev, čelični lijev, čelik (ugljični, legirani – sa Si, Cr, Ni, Mn,...), bronca, sinterirani materijal (prešana sitna zrna SL-a, čelika i bronce), nemetalni materijali (novotekst, tekstolit,...).



Prikaz parova čelnika s ravnim, kosim i strelastim zubicima

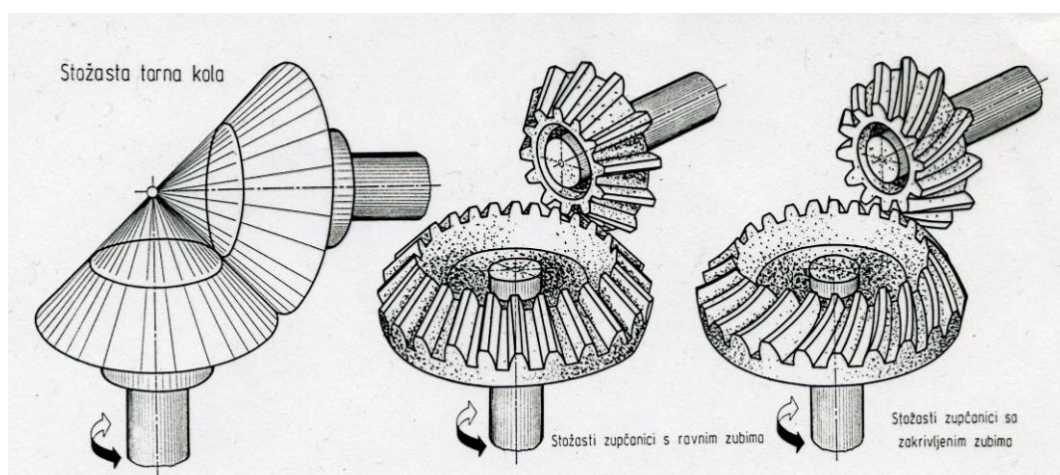
ČELNICI su valjkasti zupčanici čija su vratila usporodna. Par čelnika može biti vanjski, unutarnji ili ravni (zupčanik i ozubljena letva). Na čelnicima se izrađuju ravni, kosi ili strelasti zubi.

Osnovne veličine zupčanika su korak (t) i modul (m) zupčanika te promjeri (vanjski, unutarnji i promjer diobene kružnice). Također je veoma važan stupanj prekrivanja zupčanika (ϵ) o kojemu ovisi rad zupčanika.



Osnovne veličine zupca i zupčanika kod čelnika s ravnim zubcima

STOŽNICI su zupčanici oblika krnjeg stožca koji mogu imati ravne, kose i zakrivljene zube, a prema dodiru se dijele na stožnike s vanjskim dodirom i stožnike s unutarnjim dodirom. Kod stožnika s kosim i zakrivljenim zupcima postiže se visok stupanj prekrivanja pa je njihov rad miran i tih. Zupci se zahvaćaju i opterećuju postupno. Ovi se stožnici jako puno primjenjuju na vozilima, radnim strojevima, vodenim turbinama itd.



Prikaz stožastih zupčanika s ravnim i zakrivljenim zubcima

U stožaste zupčanike spada i hipoidni par zupčanika koji se sastoji od manjeg stožnika i većeg tanjurastog zupčanika a primjenjuje se u diferencijalu vozila.

LANČANI PRIJENOS je posredan prijenos snage (okretnog momenta) zahvatom. Sastoji se od barem dva lančanika i lanca koji može biti: Galov, tuljkasti, valjkasti, zupčasti. Prednosti su lančanog prijenosa u tomu što mirno radi, bez klizanja, sa stalnim prijenosnim omjerom, nije osjetljiv na vlagu i povišenu temperaturu, dugo traje i zauzima malo prostora. Nedostaci su ovog prijenosa što se lanac pri opterećenju izdužuje i nepravilno radi i što vratila moraju biti potpuno usporedna i vodoravna. Lančani prijenos se primjenjuje i kod cestovnih vozila, na primjer za prijenos okretaja s koljenastog na bregasto vratilo kod ventilskog razvodnog mehanizma.

REMENI PRIJENOS je posredan prijenos snage (okretnog momenta) trenjem između remenice i remena. Sastoji se od dvaju remenica i remena koji može biti plosnati, okrugli ili klinasti. Prednosti su remenog prijenosa klinastim remenom u laganom puštanju u pogon, visokom koeficijentu trenja, većoj nosivosti, moguć je velik prijenosni omjer, tiho radi i zauzima malo prostora. Nedostaci su ovog prijenosa što je klinasta remenica složenija od plosnate, prijenos je skuplji, ako se istroši jedan remen u prijenosu s više remena treba ih sve izmijeniti. Također se za prijenos okretaja kod razvodnog mehanizma motora SUI koristi i remenski prijenos s trapeznim nazubljenim remenom.

ELEMENTI ZA PROTOK FLUIDA

Sve tvari koje mogu teći cijevima (tekućine i plinovi) nazivamo fluidima. Protok fluida obavlja se cijevima, a regulacija protoka vrši se ventilima, zasunima i pipama.

CIJEVI

Cijevi provode zrak, plin, vodu, kiseline, pare i slično. Izbor materijala za izradu cijevi ovisi o vrsti fluida, temperaturi, brzini protoka, a debljina stijenke cijevi o tlaku fluida. Cijevi se najčešće rade od sivog lijeva (za sve tvari osim pare, za tlakove od 1,25 do 1,6 MPa), čeličnog lijeva (za tlakove veće od 1,6 MPa), čelika (za sve vrste fluida, za najveće tlakove i temperature) bakra, mjedi, olova, polimernih materijala, gume, stakla, keramike i dr. Cijevi se spajaju zavarivanjem, prirubnicama, naglavkom, navojem, a izoliraju protiv propuštanja, gubitka topline, korozije.

VENTILI, ZASUNI I PIPE

Ventili služe za regulaciju protoka fluida, a njihov se tanjur giba okomito na ravninu sjedala. Prema namjeni mogu biti: zaporni, odbojni, zaporno – odbojni, sigurnosni, redukcijски. Ventili se priključuju prirubnicama, navojem i zavarom. Zasuni reguliraju protok zapornom pločom koja se giba paralelno s otvorom sjedišta. Otvaranje i zatvaranje zasuna traje duže nego kod

ventila. Pipe služe za protok fluida tlaka do 1,6 MPa i temperature do 500 K (225° C), a jednostavniji od ventila i zasuna.

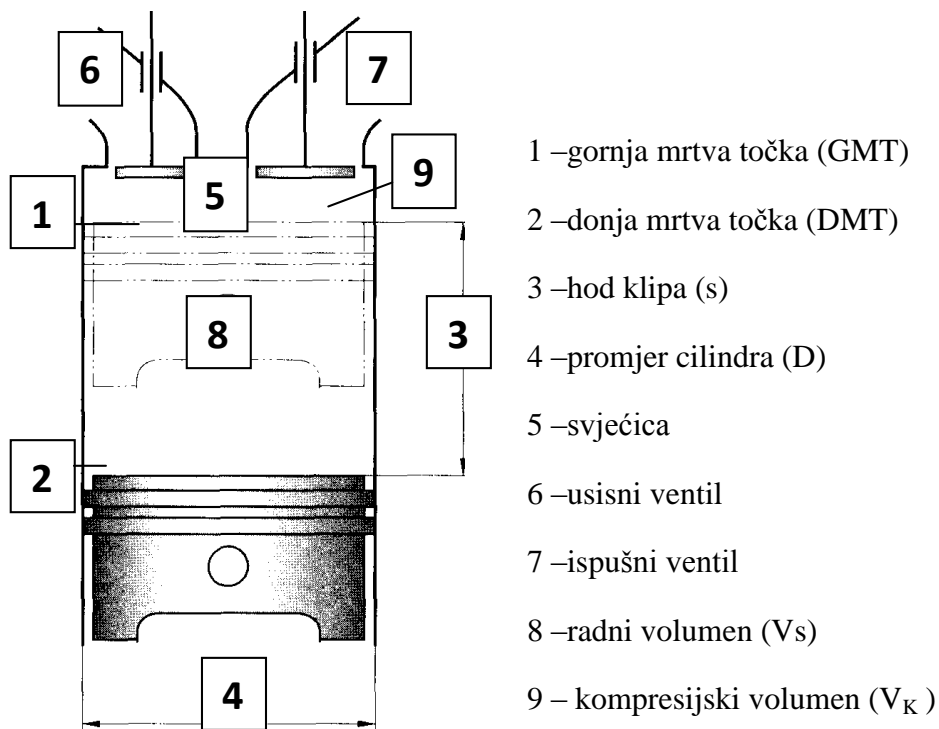
PITANJA ZA PONAVLJANJE:

1. Navedite svojstva tehničkih materijala?
2. Što nam opisuju proizvodna svojstva materijala? Navedite neka od njih?
3. Što nam opisuju uporabna svojstva materijala? Kako ih dijelimo?
4. Navedite mehanička svojstva materijala?
5. Definirajte čvrstoću, tvrdoću, žilavost, elastičnost te statičku i dinamičku izdržljivost?
6. Kako se ispituje čvrstoća čelika?
7. Usporedite krivulje čvrstoća „tvrđog“ i „mekog“ ugljičnog čelika, sivog lijeva i mjedi!
8. Kako se ispituje tvrdoća, a kako žilavost čelika?
9. Što predstavlja Wöhlerova krivulja?
10. Što su opterećenja i kako ih dijelimo?
11. Čime je određena svaka sila tj. opterećenje?
12. što je naprezanje, kakvo može biti i kako ga računamo?
13. Kako se dobiva željezo? Navedite vrste željeznih ruda?
14. Navedite glavne i usputne produkte visoke peći?
15. Na koji način poboljšavamo svojstva čelika?
16. Koji legirni elementi izrazito povećavaju čvrstoću i tvrdoću čelika?
17. Kako se prema standardu *Hrvatske norme* označavaju čelici?
18. U koje su osnovne grupe čelici razvrstani?
19. Što je toplinska obrada i kako se provodi?
20. Koja je posljedica promjene strukture nekog materijala?
21. Što možemo saznati i što odrediti iz Fe - Fe₃C dijagrama?
22. Navedite neke strukturne sastojke u sustavu željezo - ugljik (Fe - C)?
23. Navedite postupke toplinske obrade metala?
24. Koje nužne uvjete moramo ispuniti da bi se čelik zakalio?
25. Što u postupku kaljenja čeliku daje tvrdoću?
26. Zašto se nakon kaljenja i kako popušta čelik?
27. Kakvim se intezitetom čelik hladi kod kaljenja, a kakvim kod popuštanja?
28. Što se postiže postupcima cementiranja i nitriranja?
29. Kako se provodi postupak cementiranja čelika?

30. Zašto se cementiraju niskougljični čelici?
31. Što je korozija i kakva može biti?
32. U kakvim se oblicima korozija pojavljuje?
33. Navedite načine zaštite i suzbijanja korozije?
34. Što je zavarivanje i koje vrste postupaka zavarivanja poznajete?
35. Koja je uloga praška kod praškom obloženih žica (elektroda) za zavarivanje?
36. Što je lemljenje i u čemu se razlikuje od zavarivanja?
37. Kako dijelimo elemente strojeva?
38. Što je trenje i o čemu ovisi?
39. Kako se smanjuje trenje? Koji su sve načini podmazivanja?
40. Što su navoji i kako ih dijelimo?
41. Zašto se za spajanje koriste navoji oštrog, a za pretvaranje gibanja tupog profila?
42. Koji se navoji koriste za spajanje cijevi?
43. Što su vijci i koje su im karakteristike?
44. Što su opruge i kako ih dijelimo s obzirom na vrste naprezanja u njima?
45. Navedite primjene opruga u cestovnom vozilu?
46. Navedite vrste elemenata za prijenos gibanja?
47. Čemu služe spojke i kako ih dijelimo?
48. Koje se spojke koriste u transmisiji cestovnog vozila i s kojom zadaćom?
49. Čemu služi zupčani prijenos?
50. Što je prijenosni omjer zupčanog prijenosa i kako se računa?
51. Kako dijelimo zupčanike prema međusobnom položaju njihovih vratila?
52. Kojim se sve načinima spajaju zupčanici na vratila?
53. Što su čelnici i koje su im osnovne veličine?
54. Što je korak (t) i modul (m) zupčanika, a što stupanj prekrivanja (ϵ) zupčanog para?
55. Navedite primjere primjene zupčanika u cestovnom vozilu?
56. Što je lančani prijenos i koje su prednosti i nedostaci ovog prijenosa?
57. navedite primjer primjene lančanog prijenosa u cestovnom vozilu?
58. Što je remeni prijenos i koje su prednosti i nedostaci prijenosa klinastim remenom?
59. Navedite primjer primjene remenog prijenosa u cestovnom vozilu?
60. Što su fluidi? Koji su elementi protoka fluida?
61. Što je zadaća cijevi, a što ventila? Gdje ih u cestovnim vozilima nalazimo?

OTTOVI MOTORI

Ottovi motori su 2-taktni i 4-taktni motori s unutarnjim izgaranjem (MSUI) kojima se u cilindru 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 cm^3 ili u litrima.

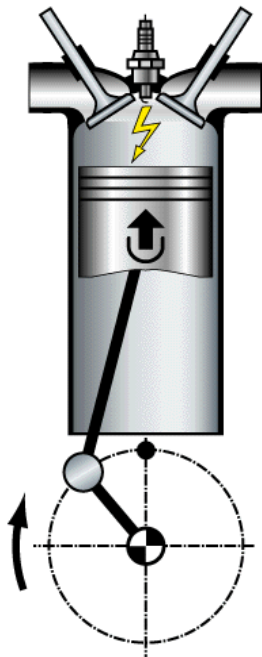
NAČELO RADA 4 -TAKTNOG OTTOVOG MOTORA

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.

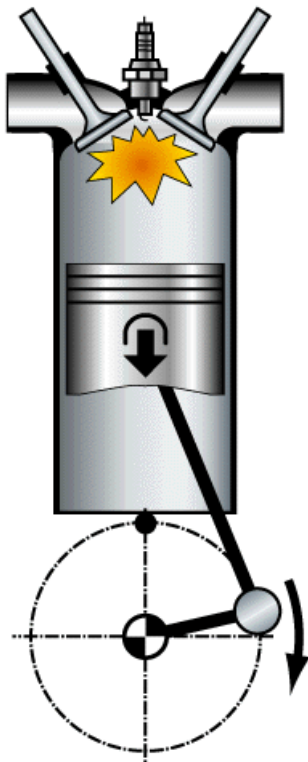
DRUGI TAKT – SABIJANJE (KOMPRESIJA) SMJESE



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 - ϵ 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°C - 1650°C).

ČETVRTI TAKT – ISPUH IZGORJELIH PLINOVA



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

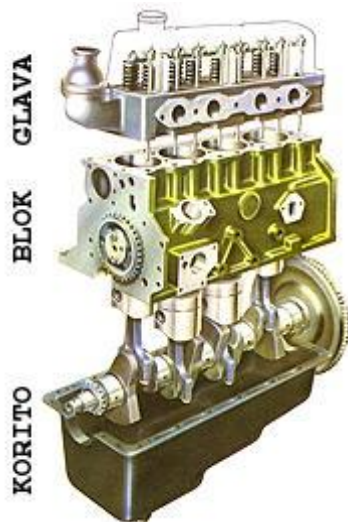
Tlak u cilindru nakon ekspanzije iznosi 0,4 do 0,6MPa (od 4 do 6 bar). Zbog razlike tlakova u cilindru i van njega dolazi do naglog istrujavanja ispušnih plinova u ispušnu cijev.

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 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 zaglađenom 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 čađe, ulja, lom klipnih prstena, zaglavljenje klipa uslijed toplinskih dilatacija). Izrađuje se od sivog lijeva (nitriranog).

POKRETNI DIJELOVI MOTORA

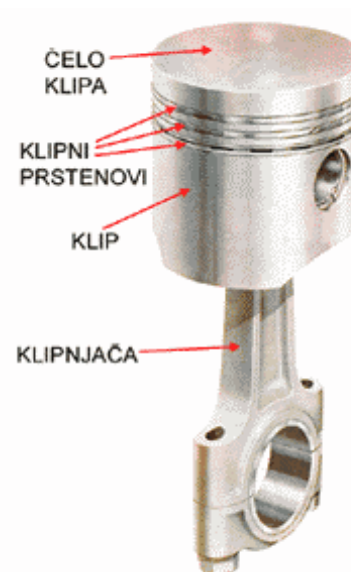
Pokretni dijelovi motora su klipna grupa, klipnjača, koljenasto vratilo i zamašnjak. KLIPNA GRUPA se sastoji od klipa, klipnih prstena i osovinice.

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

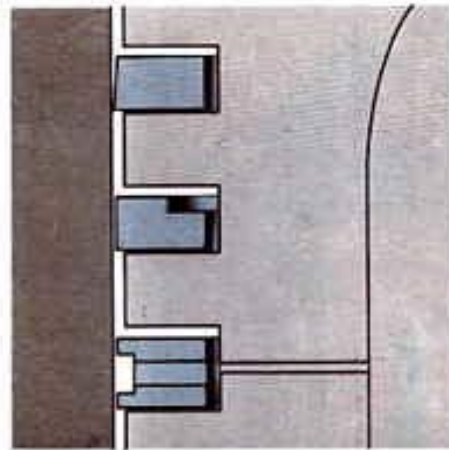
KLIPNI PRSTENI

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.

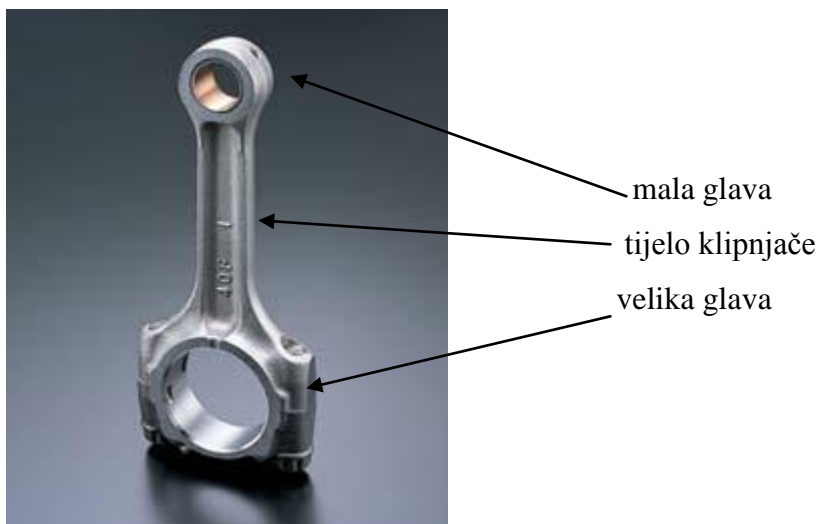
Svojstva materijala klipnih prstena (sivi lijev, čelik za opruge – kromiran): visoka elastičnost, otpornost na trošenje, dobra toplinska vodljivost.



Klipni prsteni (detalj u presjeku)

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

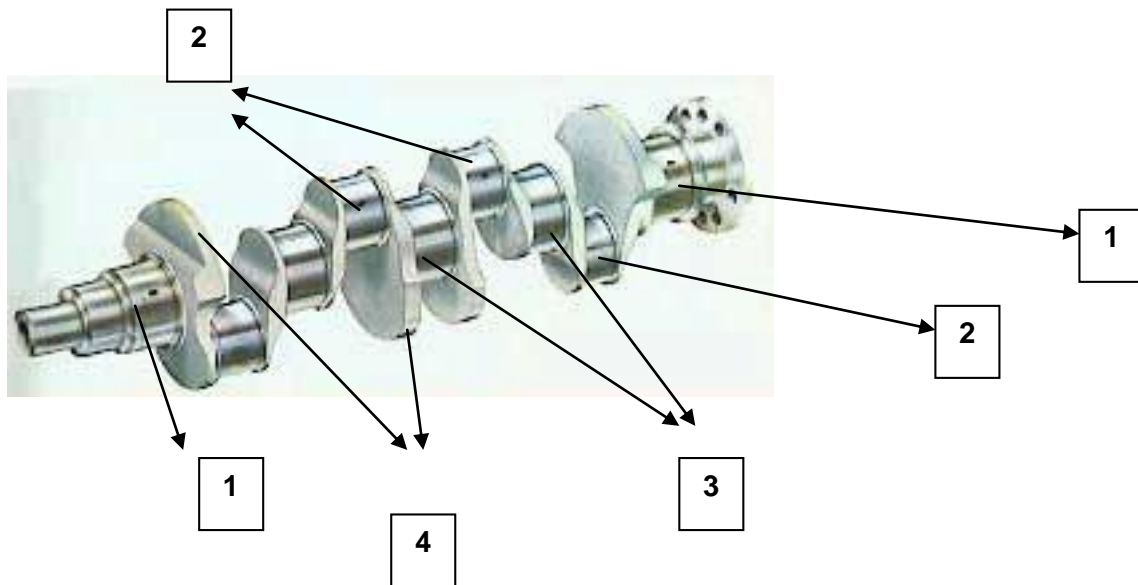
KLIPNJAČA povezuje klip s koljenastim vratilom, prenosi sile među njima, pretvara pravocrtno gibanje klipa u kružno gibanje koljenastog vratila. Dijelovi su joj mala glava (jednodjelna, spaja se s klipom pomoću osovinice), tijelo i velika glava (dvodjelna, spaja se na rukavac koljenastog vratila vijčanim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



Zamašnjak

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;

- prenosi okretni moment sa koljenastog vratila na spojku

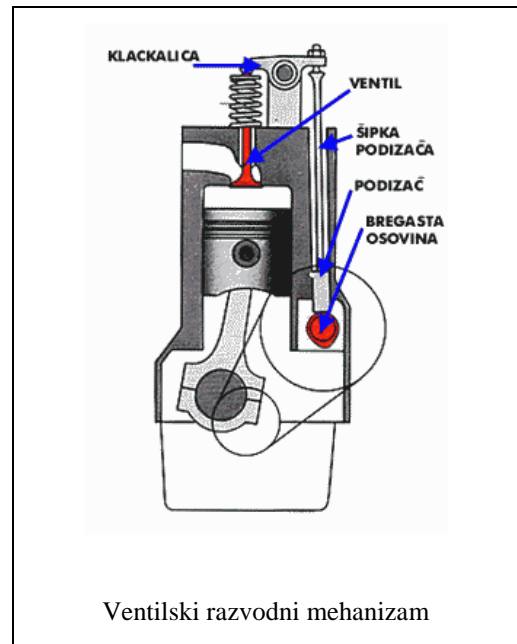
RAZVODNI UREĐAJ MOTORA

Razvodni uređaj motora mora u točno određenom trenutku radnog ciklusa omogućiti kvalitetno punjenje i pražnjenje cilindra. 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 zatvaranjem usisnih i ispušnih kanala.

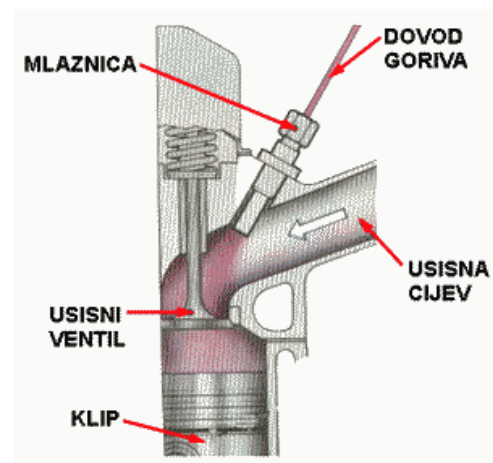
Ventilski razvodni uređaj mora osigurati: otvaranje i zatvaranje ventila u točno određenom trenutku, dovoljno dugu otvorenost ventila zbog dobre izmjene plinova, pouzdan i dovoljno tihi rad ventila pri različitim brojevima okretaja.

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



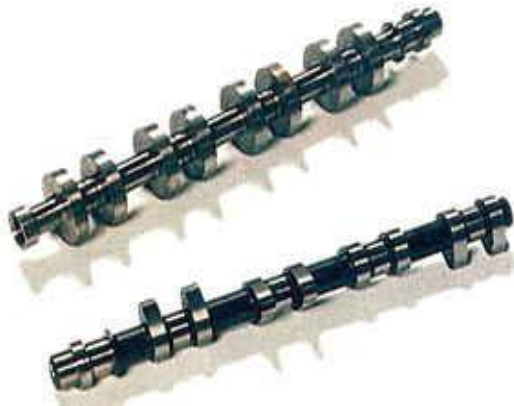
Ventilski sklop se sastoji od: ventila, ventilskih sjedala, ventilskih vodilica i opruga.

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).

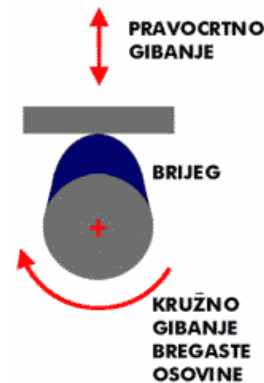


Ventili nasjedaju na ventilska sjedala koja su opterećena na tlak i visoke temperature i jako su izložena trošenju. Ventilske vodilice vode struk ventila i centriraju nasjedanje ventila na sjedište te odvede toplinu. Izrađene su najčešće od SL zbog dobrih kliznih svojstva. Opruge osiguravaju nasjedanje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

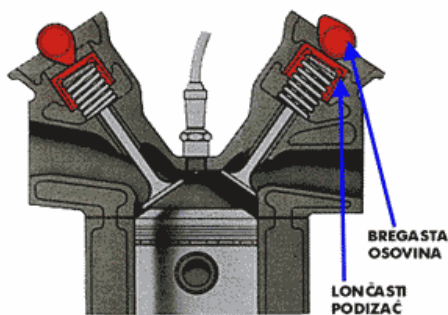
motora ugrađuju se dvije opruge. Bregasto vratilo svojim bregovima osigurava otvaranje ventila (opruga ga zatvara). O položaju i obliku bregova ovisi snaga motora i potrošnja goriva. Prema smještaju bregastog vratila razlikujemo gornji i donji razvodni uređaj.



Bregasta vratila

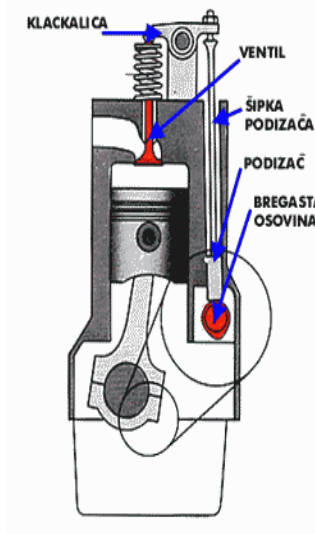


Posredstvom brega kružno gibanje bregastog vratila pretvara se u pravocrtno gibanje ventila



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.

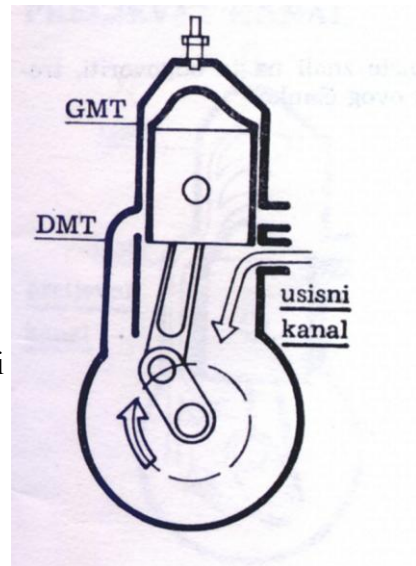
Prijenosni uređaj (uređaj za pogon razvodnog uređaja) prenosi pogon (okretaje) s koljenastog vratila na bregasto. Kod gornjeg razvoda izvodi se kao lančani prijenos ili remeni prijenos klinastim remenom, a kod donjeg razvoda i kao zupčani prijenos. Prijenos se ostvaruje s prijenosnim omjerom $i = 2 : 1$, 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 punjen je 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 iskrnu i pali smjesu u cilindru.

Drugi takt – izgaranje smjese i ekspanzija plinova

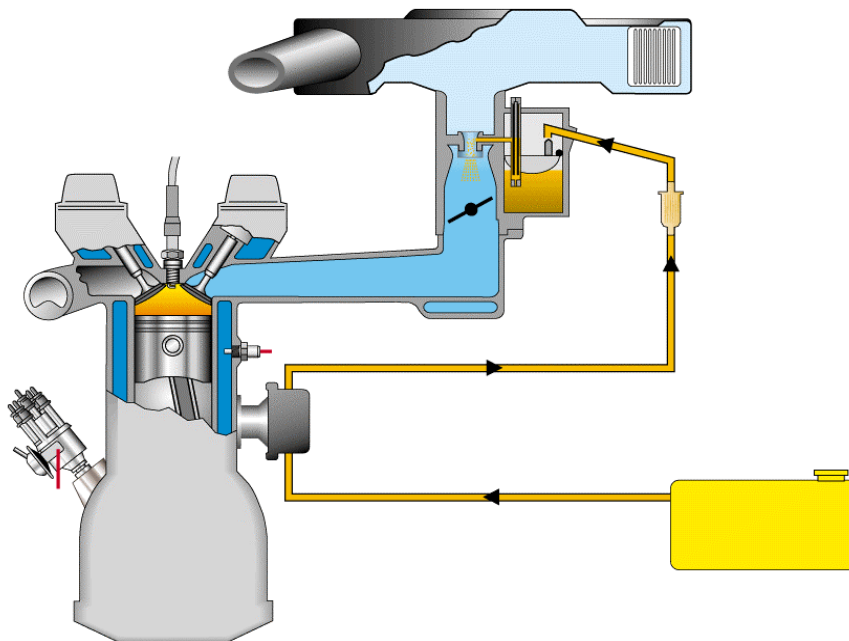
Upaljena smjesa izgara u cilindru, a tlak izgorjelih plinova potiskuje klip prema DMT (ekspanzija). Na putu prema DMT klip zatvara usisni kanal i sabija smjesu u karteru, potom otvara ispušni kanal čime započinje ispuh izgorjelih plinova. Istovremeno se otvara prestrujni kanal pa usisana smjesa iz kućišta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



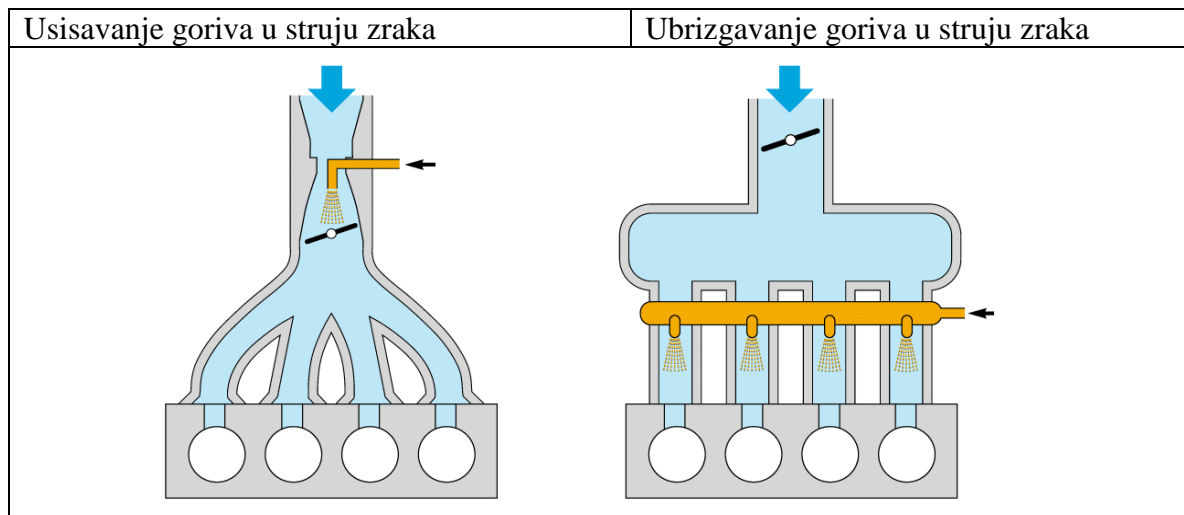
Uređaj za dovod goriva u klasičnom obliku

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.

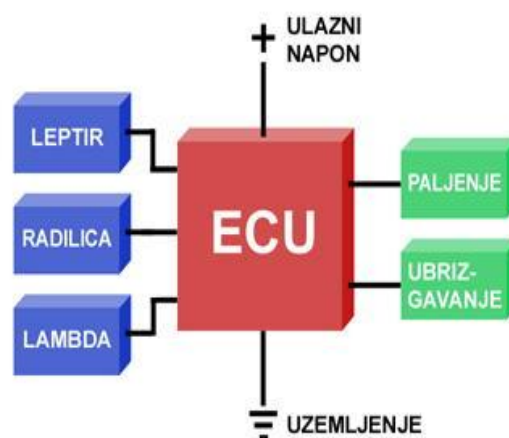
STVARANJE SMJESE KOD OTTOVIH MOTORA

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.

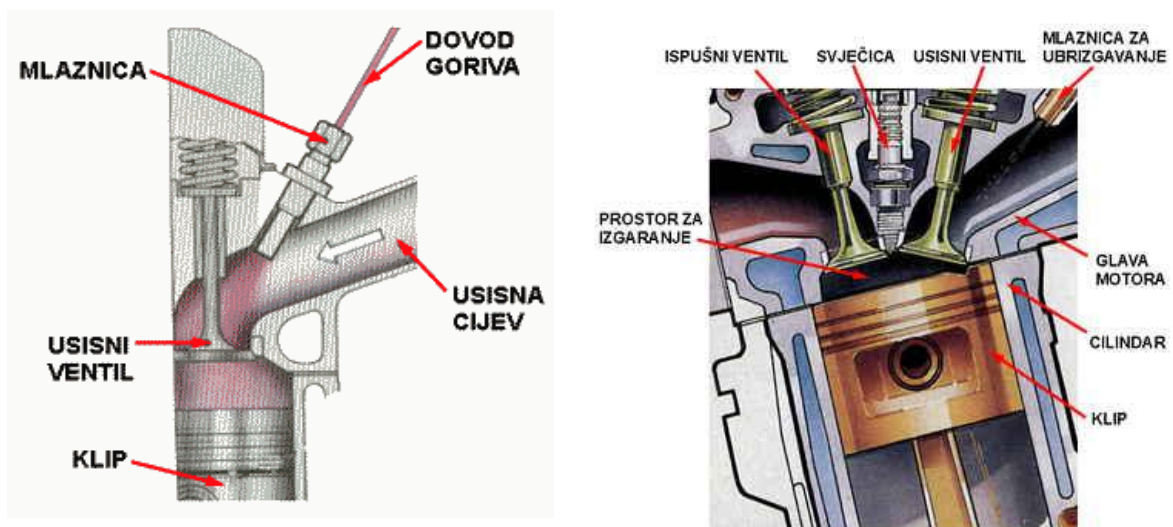
ELEKTRONIČKO ubrizgavanje goriva nema razvodnika goriva, samo leptirastu zaklopku za zrak. Mlaznice su elektromagnetske (otvaranjem i zatvaranjem upravlja struja). Ima osjetnike (senzore) i središnje računalo (ECU – Electronic Control Unit). NAČIN RADA: Leptirasta zaklopka vezana je za papučicu akceleratora.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

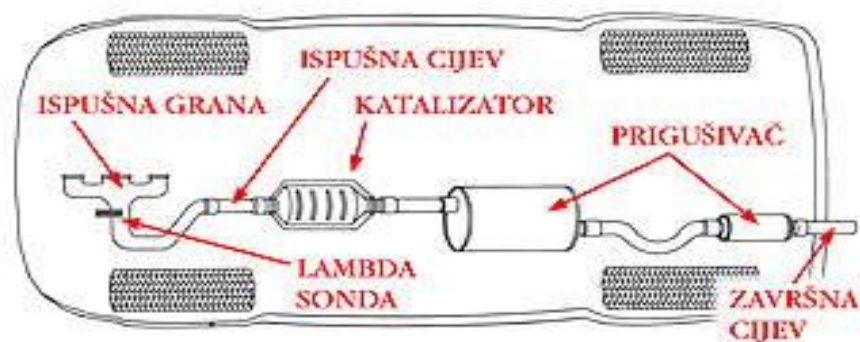
Postoje dvije izvedbe sustava za ubrizgavanje obzirom na položaj mlaznice. Kod središnje izvedbe mlaznica je postavljena ispred leptira, a iza nje usisna se cijev grana (Central point). Kod izravnog ubrizgavanja postoji mlaznica za svaki cilindar, a smještene su bliže usisnom ventilu (Multi point). Središnji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

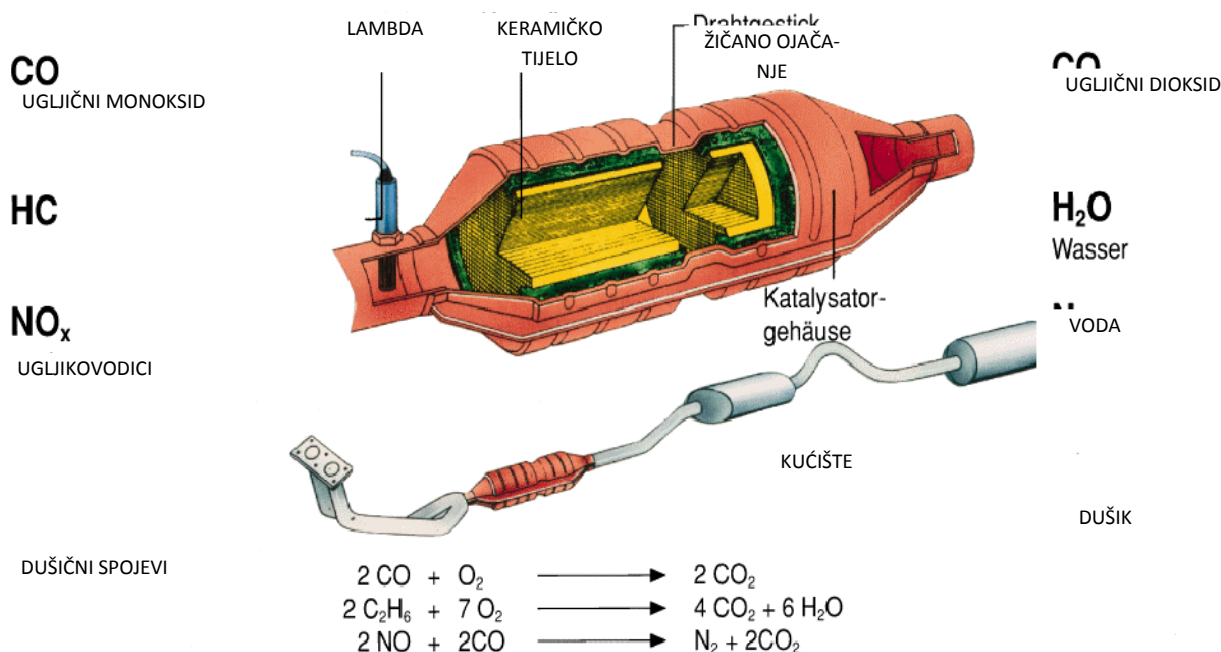


Prikaz ispušnog sustava cestovnog vozila

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 - CO₂ (izaziva "efekt staklenika"). Uz njih u ispušnim se plinovima nalazi dušični oksidi - NO_x) 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%.

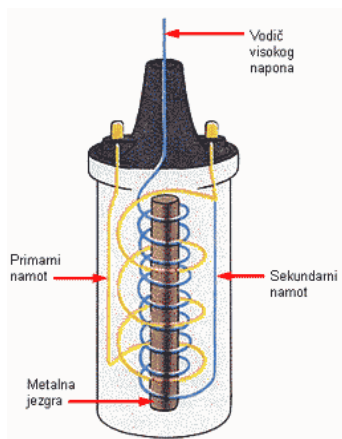


Katalizator se sastoji od sačastog tijela od keramike presvučenog katalitičkim elementima, žičanog ojačanja za prigušivanje vibracija, metalnog kućišta i lambda sonde. Katalizator vrši **oksidaciju** ugljičnog monoksida (CO) u ugljični dioksid (CO₂), ugljikovodika (HC) u vodenu paru (H₂O) i ugljični dioksid (CO₂) te **redukciju** dušičnih oksida (NO_x) 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 iskrpu 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



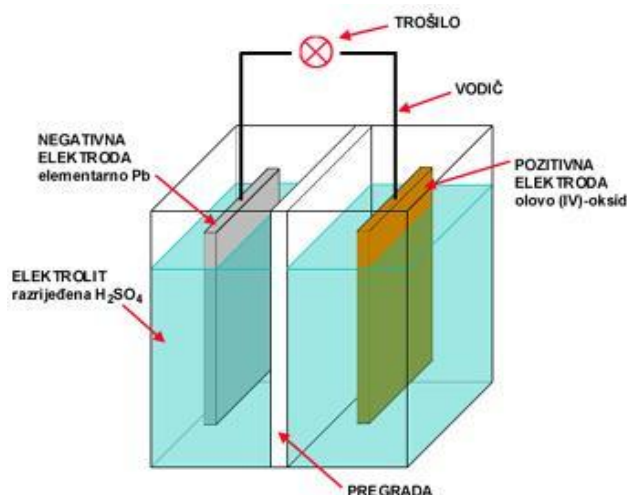
Razvodnik paljenja



Svjećica

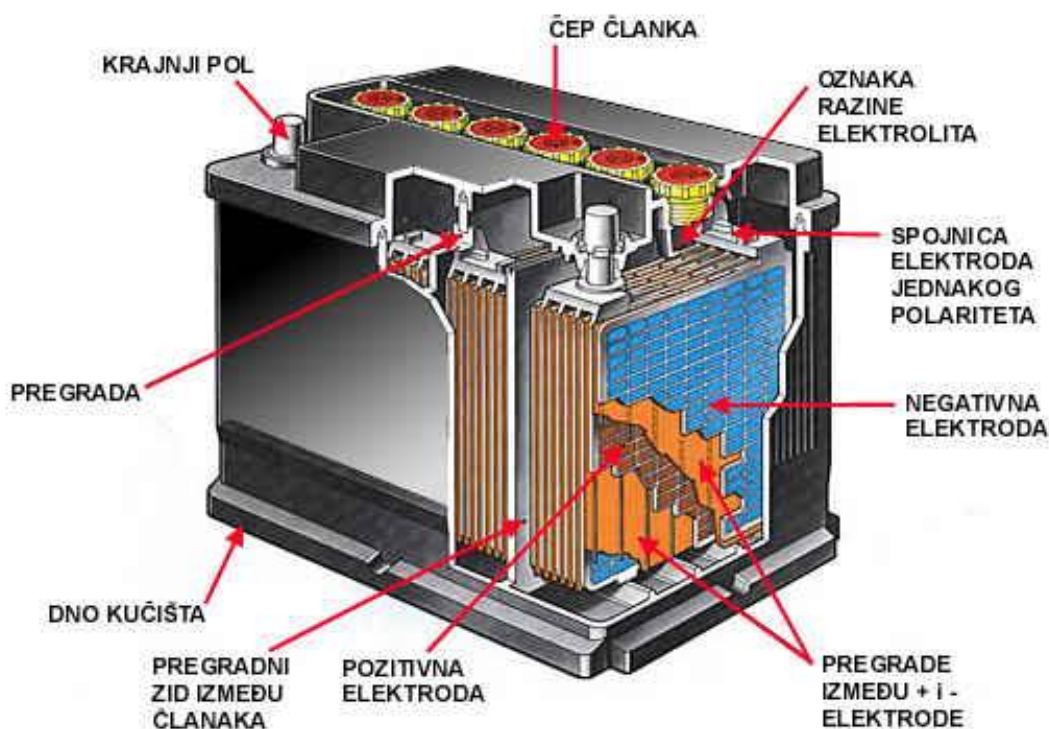
AKUMULATOR

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 pražnjenja i temperaturi elektrolita, a izražava se u „amper satima“ (Ah). Za akumulator opasnost predstavljaju niske temperature (pri -20°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).



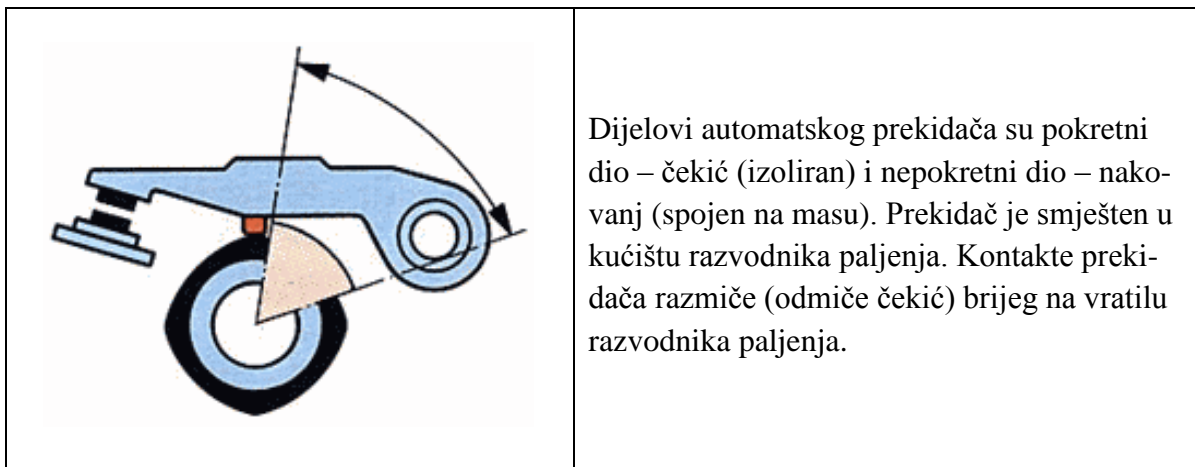
Prikaz akumulatora u djelomičnom presjeku

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.

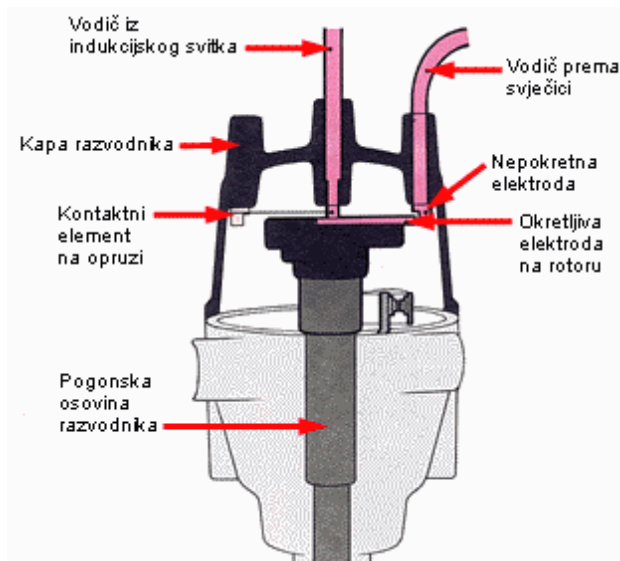


KONDENZATOR

Kondezator preuzima strujni udar i sprječava iskrenje između kontakata automatskog preki- dača 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 svjećice koje pale smjesu.



Dijelovi razvodnika paljenja:

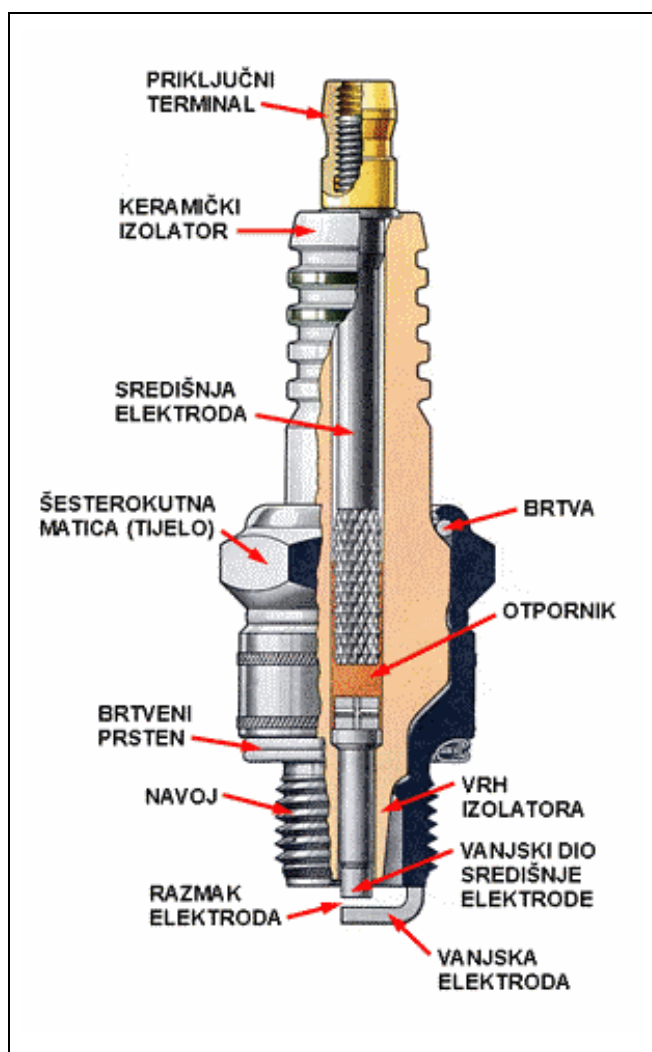
- ⇒ vodič visokog napona iz indukcij- skog svitka
- ⇒ automatski prekidač (platine)
- ⇒ sustav za prilagođavanje trenutka paljenja
- ⇒ kapa razvodnika
- ⇒ rotor sa okretnom elektrodom

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 raz- vodne 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.



Prikaz svjećice u djelomičnom presjeku

Dijelovi svjećice:

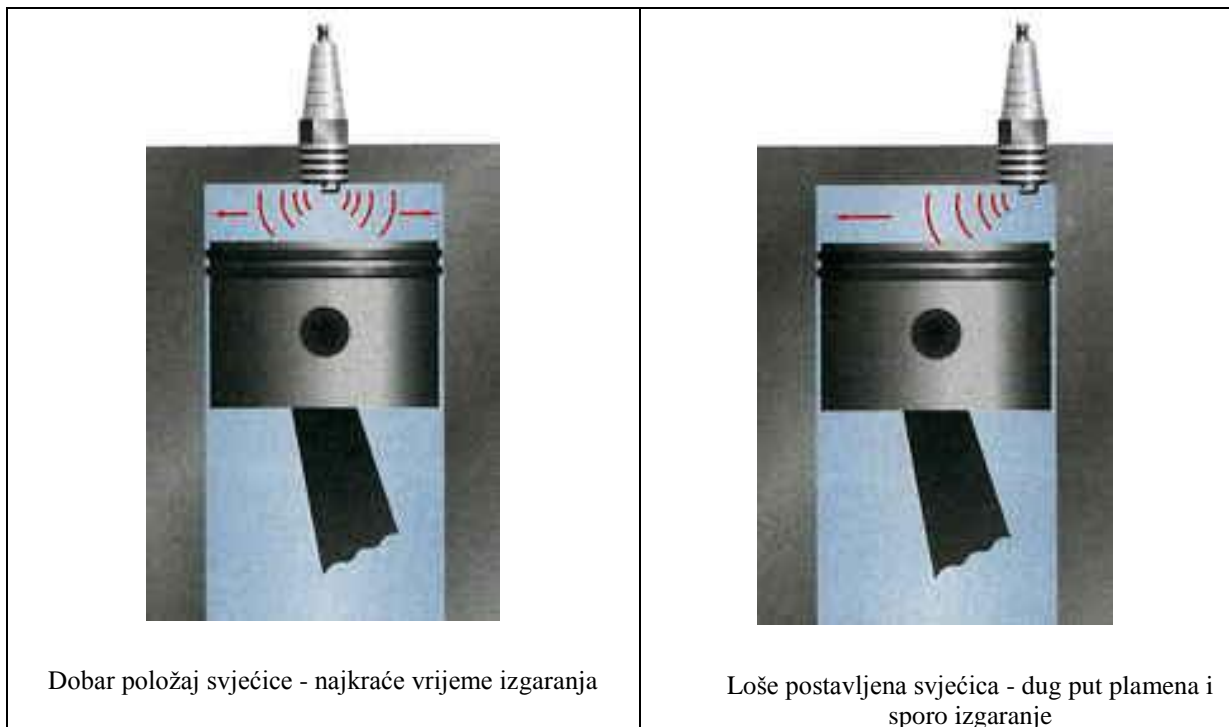
- 1) glavna elektroda - prolazi središtem svjećice, provodi struju visokog napona
- 2) keramički izolator - obuhvaća glavnu elektrodu, sprečava gubitak napona prema glavi motora
- 3) visokonaponski priključak - na njega se spaja visokonaponski vodič koji dolazi od indukcijskog svitaka (bobine)
- 4) kućište - 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

Svjećica se bira prema dužini 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.