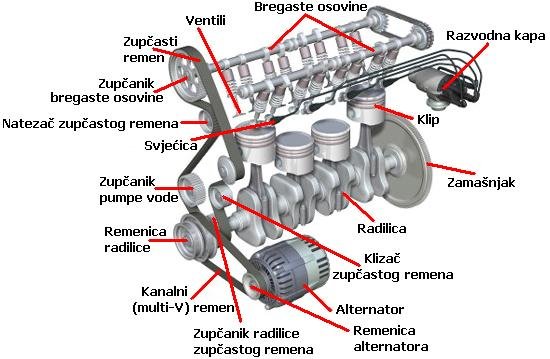
1. **nastavno pismo iz POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE – dijelovi motora**

**Autor: Alen Đurasek, dipl. ing. poljoprivrede**

****

**Pismo polazniku**

Štovani polazniče,

svakodnevno unapređenje poljoprivrede dovelo je do toga da se procesi moraju ubrzati i pojednostaviti jer je pravovremenost i jednostavnost u radu temelj stabilnosti u radu i u konačnosti jedini pravi pokazatelj ekonomske dobiti koja nas uz niz drugih stvari ipak najviše zanima. Težnja svakog od nas da se uklopi u najnovije trendove dovela je do toga da osim velikih korporacija i mala individualna gospodarstva počnu primjenjivati traktore i odgovarajuće priključne strojeve. Cilj ovih predavanja je približiti svakom pojedincu o kakvim se strojevima radi, kako ih najbolje koristiti i od njihovih karakteristika izvući maksimum. U prvom dijelu cilj nam je upoznati se s vrstama traktora, osnovnim dijelovima traktora tj. njegovim glavnim sklopovima, principom rada i mogućim kvarovima te održavanju istih. Drugi dio mehanizacije posvećen je poljoprivrednim oruđima koje nam služe za obavljanje različitih poslova.

**Sadržaj:**

1. **Sastavni dijelovi motora i njihova funkcija…2**
2. **Nepokretni dijelovi motora…………….3**
3. **Glava motora……………………………..3**
4. **Cilindarski blok motora………………...4**
5. **Korito ili karter motora………………….7**
6. **Pokretni dijelovi motora………………..8**

**Motorni mehanizam**

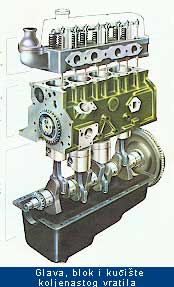
1. **Klip………………………………………8**
2. **Klipnjača……………………………….11**
3. **Koljenasto vratilo……………………..12**
4. **Zamašnjak……………………………..14**
5. **Ležaji……………………………………15**

**Razvodni mehanizam**

1. **Prijenos broja okretaja……………….18**
2. **Bregasta osovina……………………...21**
3. **Ventili (ventilski sklop)……………….22**
4. **Podešavanje zračnosti……………….25**
5. **Pitanja za ponavljanje………….……..26**
6. **Popis literature………………….….…..27**
7. **SASTAVNI DIJELOVI MOTORA I NJIHOVA FUNKCIJA**

Dizel-motor se sastoji iz slijedećih glavnih dijelova:

1. **Nepokretni dijelovi motora:**
2. glava motora sa poklopcem,
3. blok motora sa cilindrima,
4. korito ili karter motora.

 Sl. 1. Nepokretni dijelovi motora

1. **Pokretni dijelovi motora:**

a) motorni mehanizam: klip, klipnjača, koljenasto vratilo sa zamašnjakom, ležaji,

b) razvodni mehanizam: ventili, ventilske opruge, klackalice, podizači ventila sa šipkama, bregasta osovina i prijenosni zupčanici, odnosno lančanici.

****

Sl. 2. Pokretni dijelovi motora

1. **Nepokretni dijelovi motora**
2. **Glava motora.** Smještena je iznad cilindarskog bloka, a pričvršćena čeličnim vijcima. Između bloka i glave postavlja se brtva (zaptivka). U glavi motora smješteni su usisni ventili, ispušni ventili, klackalice, vođice ventila, brizgaljke, grijači za zagrijavanje komora za predgrijavanje zraka. Glava motora je komplicirane izvedbe zbog šupljina za hlađenje tekućinom usisnih i ispušnih otvora. Međutim, ako je po srijedi zračno hlađenje motora, nisu potrebne šupljine za tekućinu, onda se sa spoljne površine glave nalaze rashladna rebra, čime se postiže intenzivnije odvođenje topline. Glava motora izrađuje se iz sivog lijeva. Materijal za izradu glave motora treba da bude dobar vodič topline, pa se sve više koristi legura aluminija. Kad se glava motora izrađuje iz lakih metala potrebno je da ventilska sjedišta budu od specijalnog čelika i da su uliveni u glavu motora ili pod tlakom upresovani. Glava motora s gornje se strane zatvara poklopcem.



Sl. 3. Glava motora s pripadajućom brtvom



Sl. 4. Glava motora promatrana odozgo (jasno vidljivi ventili i ventilske opruge)

1. **Cilindarski blok**

Cilindri se nalaze u cilindarskom (motornom) bloku i služe kao radni prostor za klipove. Na stijenke cilindra djeluje tlak plinova, bočne sile klipa i klipni prsteni. Zbog toplinskog i mehaničkog djelovanja cilindar je izložen trošenju. Osim toga u izgorjelim plinovima ima sumpornih spojeva koji nagrizaju klizne površine cilindra.



Sl. 5. Cilindarski blok brodskog motora

**Cilindri motora mogu biti izvedeni zasebno ili u bloku.**

Zasebna izvedba cilindara redovita je pojava kod motora sa zračnim hlađenjem. Tekućinom (vodom) hlađeni motori u bloku imaju odgovarajuće šupljine radi cirkulacije tekućine. Tekućina može direktno ili indirektno hladiti stijenke (zidove) cilindara. Umetnute košuljice se prema tome zovu mokre ili suhe košuljice. Postoje motori koji nemaju posebno izvedene košuljice već su cilindri izvedeni u materijalu bloka i obrađeni na odgovarajuću dimenziju zajedno s cijelim blokom. Kod tih motora ne postoji mogućnost zamjene košuljica, pa se prilikom generalnog popravka motora cilindri buše na veću dimenziju zajedno s blokom. Mokre košuljice su u direktnom dodiru s rashladnim sredstvom, a na donjem dijelu košuljice nalaze se gumeni prsteni za brtvljenje rashladnog sredstva. Ove košuljice bolje odvode toplinu.

Suhe košuljice nemaju direktni dodir s rashladnim sredstvom, ali imaju prednost da nisu izložene djelovanju elektrokemijske korozije. Cilindarske košuljice izra­đene su od specijalnog sivog lijeva, a cilindarski blok od običnog sivog lijeva.

Zrakom hlađeni cilindri imaju najčešće suhe košuljice od sivog lijeva, a oko njih se nalaze rashladna rebra od lakih metala. Tu su koeficijenti toplinskog rastezanja različiti, pa postoji opasnost da košuljica cilindra olabavi. To se može spriječiti tako da se na košuljicu od centrifugalnog sivog lijeva, također centrifugalnim postupkom, nanesu ras­hladna rebra od lakih metala. Tako se dobije čvrsta veza između sivog lijeva i lakog metala. Ponekad se cilindri izrađuju od lakih metala ili čelika, ali se onda moraju tvrdo kromirati jer bi inače došlo do zaribavanja klipa cilindra.

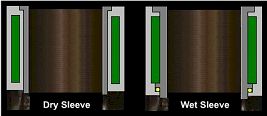
U cilindarskom bloku nalaze se smješteni glavni pokretni dijelovi motora: koljenasto vratilo, klipnjača i klip.



Sl. 6. Cilindri izvedeni u bloku motora



Sl. 7. Zasebno izveden cilindar kod DEUTZ motora hlađenog zrakom



Sl. 8. Suhe i mokre košuljice cilindra

1. **Korito ili** karter motora. Korito zatvara donji dio motora. U njemu se nalazi ulje i uljna pumpa koja pod tlakom tjera ulje u sve dijelove motora predviđene za podmazivanje.

Korito može biti izliveno od aluminija i nekog drugog materijala ili prešano iz debljeg čeličnog lima.

Između korita i donje strane bloka nalazi se brtva (zaptivka). Na koritu motora sa donje strane nalazi se čep za ispuštanje ulja, a na bočnoj strani je smješten mjerač razine ulja.



Sl. 9. Korito ili karter motora

1. **Pokretni dijelovi motora**
2. **Motorni mehanizam**

***Klip***. S obzirom na funkciju koju obavlja, klip pripada glavnim dijelovima motora. Izgaranjem gorive smjese razvijaju se u cilindru plinovi koji tlače na klip. U oto-motoru taj tlak iznosi 4-6 MPa, a u dizel-motoru 6-10 MPa. Kod motora s kompresorom taj tlak može iznositi i više. Osim toga, klip je izvrgnut i temperaturi izgorjelih plinova koja može doseći do 1700-1900 °C.

Sl. 10. Klip diesel motora

Klipovi za dizel-motore veće su duljine jer su njihova opterećenja veća. Bočni tlak klipa na cilindar iznosi ovdje od 0,6-1 MPa. Radi dvostruko većeg tlaka na cilindar potreban je kod klipova za dizel-motore veći broj klipnih prstenova, pa je i njihova duljina veća nego kod klipova za oto-motore. Zbog većeg tlaka klipni prsteni moraju biti širi kako bi se tlak smanjio. Zbog jačeg širenja i sužavanja prstena u njihovim kanalima ti se kanali više troše, pa se kod većih motora ugrađuju posebni ulošci za kanale izvedeni od otpornijeg materijala.

**Zadatak je klipa da pretvara tlak izgaranja u mehanički rad i da brtvi radni prostor cilindra. Kod dvotaktnih motora klip otvara i zatvara plinske kanale.**

Klip treba da odgovara slijedećim zahtjevima:

* da prenosi sile nastale zbog tlaka izgorjelih plinova i inercije preko osovinice na klipnjaču;
* da na cilindarsku košuljicu prenosi bočne sile pri kosim položajima klipnjače;
* da primljenu toplinu od izgaranja što bolje odvodi na košuljicu i tvar za hlađenje;
* da kod dvotaktnih motora razvodi radne tvari i pospješuje ispiranje radnog prostora svježom tvari;
* da kod dizel-motora oblikom čela klipa poboljšava ostvarivanje radne smjese. Mehaničko naprezanje klipa zbog sila je veliko.

Povećanju mehaničke otpornosti klipa pridonose rebra izrađena unutar klipa.

Za primanje i odvođenje topline potrebni su dovoljni presjeci klipa, ali njihovo povećanje uzrokuje veće inercijalne sile. Zbog inercijalnih sila, klip općenito mora biti što lakši i zato se obično izrađuje od aluminijskih legura.

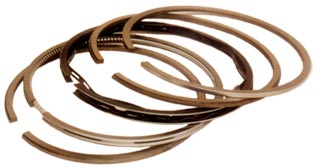
Klip je izložen visokim temperaturama, što dovodi do njegova širenja. Zbog toga se između njega i cilindarske košuljice mora osigurati određena zračnost.

Čelo klipa izvodi se ravno kod četverotaktnih oto-motora i nekih dizel-motora, sa zaslonima za usmjeravanje kod dvotaktnih motora i izdubljeno radi ostvarivanja bolje smjese kod dizel-motora.

U gornjem dijelu plašta klipa izvode se kanali za klipne prstenove. Broj kanala zavisi od tlaka u taktu izgaranja i broju okretaja koljenastog vratila. Kod oto-motora taj broj kanala je 2-4, a kod dizel-motora 3-7. U gornje kanale smještaju se **kompresijski prsteni, a u donje uljni.**

U uljnim kanalima izbušeni su otvori za otjecanje ulja unutar klipa. Kod nekih izvedbi postoje kanali za uljne prstene i na donjem dijelu plašta.

Otvor za osovinicu smješta se u težište plašta klipa kako bi se bočne sile ravno­mjerno prenosile na košuljicu cilindra. U otvor se utiskuje osovinica a da se ne bi pomicala u pravcu osi, osigurava se osiguračima (Seegerovim prstenima). Klip je oko otvora ojačani tu se skupljaju rebra za ojačanje.

Sl. 11. Klipni prsteni



Sl. 12. Klip s pripadajučim kompresijskim i uljnim prstenima

**Klipni svornjak ili osovinica** zglobno vezuje klip s klipnjačom i sudjeluje u prenošenju sila između njih.

Mora biti čvrsta, tvrda, laka i otporna na trošenje. Izrađuje se od visokokvalitetnih čelika a površina joj se termički obrađuje i brusi. Izvodi se obično u obliku šupljeg valjka. Protiv bočnog pomjeranja osovinice osigurava se pomoću čeličnog osigurača.

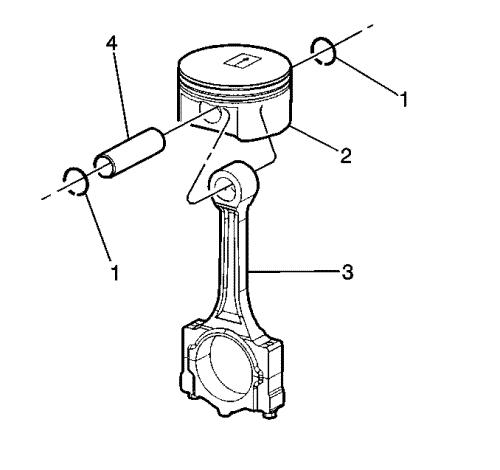
Podmazivanje osovinice najčešće se izvodi kroz otvore ležaja male pesnice

Za ispravan rad motora važno je da zračnost osovinice - ležaja male pesnice bude u granicama propisanih vrijednosti, jer se sa povećanjem zračnosti pojačava lupanje za vrijemerada motora.

**Klipni prstenovi** imaju zadatak da zaptivaju radni prostor i time spriječavaju prodor plinova u kućište motora, a ulja iz kućišta u radni prostor, osiguravaju odgovarajući uljni film za podmazivanje klipa, primaju toplinu od klipa i prenose je na košuljicu cilindra.

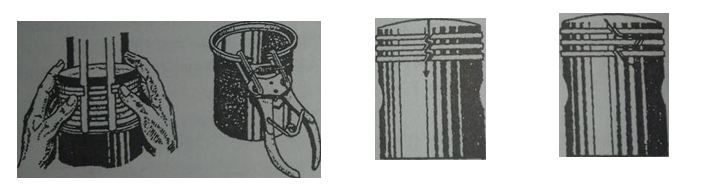
Ulogu zaptivanja radnog prostora imaju kompresijski prsteni. Umeću se u kanale na gornjem dijelu plašta klipa. Uz stijenke cilindra priljubljuju se posredstvom sile plinova i vlastitog napona. Ovaj napon potječe od svođenja prstena na promjer cilindra, jer je promjer slobodnog prstena nešto veći od promjera cilindra. Za osiguranje radijalne elastičnosti prsteni su s prorezom koji i u ugrađenom stanju mora osigurati odgovarajuću zračnost. Veća zračnost znači i veće gubitke plinova iz radnog prostora, a kod nedovoljne zračnosti može doći do uklinjavanja prstena u cilindru. Prodor plinova se može spriječiti različitim izved­bama proreza, ali se time komplicira izrada prstena. Prorezi susjednih prstena trebaju biti što dalje jedan od drugoga.

Materijali od kojih se izrađuju kompresijski prsteni jesu sivi lijev i slitine lijevanog željeza (dodaci krom i nikal za čvrstoću, mangan za žilavost i otpornost na habanje). Primje­njuje se i kromiranje prva dva prstena da bi se povećala njihova otpornost na habanje i trošenje.



Sl. 13. Slika prikazuje 1.-osigurači klipne osovinice; 2.-klip; 3.-klipnjača; **4.- klipna osovinica ili svornjak**

**Ugradnja klipnih prstenova.** Klipni prsteni stavljaju se u klipne kanale posebnim kliještima ili čelični štapićima. Pri montaži treba paziti da prorezi klipni prstena budu raz­mješteni na razne strane kako ne bi propuštali kompresiju. Montažu klipni prstena prikazuje **slika.**

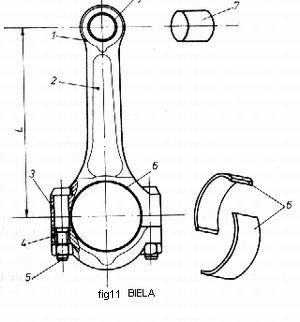


Sl. 14. Ugradnja klipnih prstena

**Klipnjača**

Klipnjača prenosi sile od klipa na koljenasto vratilo i obratno. Izložena je pro­mjenjivom naprezanju, kako po veličini tako i po pravcu. Zato se obično izrađuju kovanjem od ugljičnih čelika s dodatkom silicija, mangana i molibdena radi postizanja visoke žilavosti i dobrog naprezanja.

Sastoji se od male glave (pesnice), velike glave (pesnice) i tijela.



Sl. 15. Klipnjača (1-mala glava, 2.-tijelo klipnjače,3.-5.vijci koji spajaju veliku glavu u cjelinu, 6.-velika glava i ležaj velike glave, 7. – klipna osovinica)

Mala glava izvodi se najčešće nedjeljivo. Najosjetljivije mjesto je prijelaz male glave u tijelo klipnjače i zato se izrađuju vrlo pažljivo. U malu glavu utiskuje se ležaj od bronce i u njemu klizi osovinica klipa. Za podmazivanje ležaja buši se otvor radi skupljanja kapljica ulja, a kod opterećenijih motora podmazivanje se obavlja pod tlakom kroz otvor u tijelu klipnjače.

Tijelo klipnjače izrađuje se kružnog ili dvostrukog T presjeka. Izloženo je tlaku, izvijanju, savijanju i rastezanju. Kako je moment savijanja najveći u velikoj glavi presjek klipnjače se postupno povećava od manje prema većoj glavi. Prijelaz tijela u veću glavu treba da bude blag i izveden bez zareza na tijelu klipnjače.

Velika glava je najčešće izvedena kao ravna ili koso dvodjelna. Prednost je kosih što su im vijci manje opterećeni, a osim toga klipnjača se pri montaži može provući kroz provrt cilindra što kod ravno dvodjelne nije moguće. Vijci spajaju poklopac glave i klipnjaču. Budući da vijci preuzimaju i sile koje opterećuju veliku glavu, treba da budu što bliže središtu. Poželjno je da su vijci što duži. Važno je da promjer vrata vijka bude jednak kao i promjer jezgre navoja, jer će tada istezanje vijka biti približno jednako po čitavoj dužini, a osim toga, takvi se vijci ne lome.

**Koljenasto vratilo** motora prenosi snagu dobivenu izgaranjem goriva. Okretni moment prenosi se preko koljenastog vratila i transmisije na pogonske kotače. Snaga mjerena na izlasku koljenastog vratila efektivna je snaga motora.



Sl. 16. Koljenasto vratilo

Koljenasta vratila su preko klipnjače opterećena silama zbog tlaka plinova i inercije, kao i vlastitim silama inercije. Osim toga, opterećena su zakretnim momentima od susjednih koljena.

Vratilo je oslonjeno u više ležaja što ga čini statički neodređenim i zbog čega dje­luju sile savijanja i uvijanja (torzija) kroz osloni ležaj jednog koljena na susjedno koljeno.

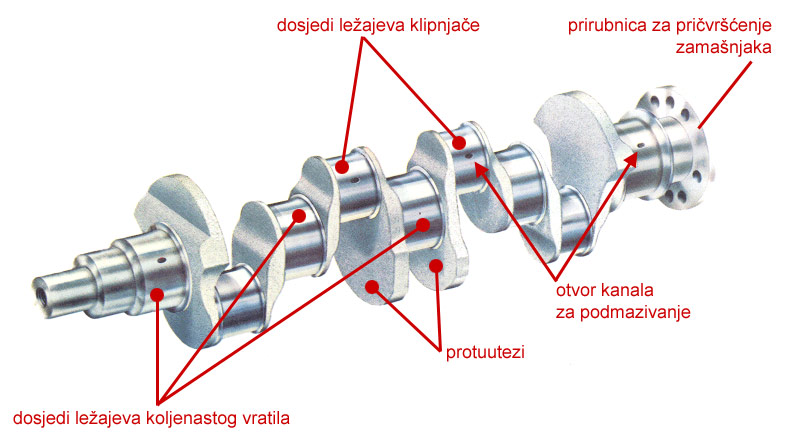
Tako nepovoljno opterećenje zahtjeva kvalitetan materijal za izradu vratila i dobro uravnoteženje njegovih masa. Uravnoteženje mase važno je za rad motora jer neuravnote­ženo vratilo vibrira što može dovesti do loma vratila i drugih dijelova motora.



Sl 17. Koljenasto vratilo s klipovima i zamašnjakom

Danas se koljenasta vratila izrađuju lijevanjem od specijalno legiranog sivog lije­va. Od osobitog su značenja lijevana vratila jer se kod njih javlja ugljik u obliku grafita, pa zbog toga dobro podnose vibracije koje ugljik djelomično amortizira. Takva su vratila jeftinija i lakša, jer se pri lijevanju mogu lako oblikovati šupljine.

Na slici 18. Prikazana je konstrukcija koljenastog vratila. Sastoji se od oslonih rukavaca, rukavaca koljena, ramena koja spajaju rukavac, protuutega, prednjeg kraja i stražnjeg kraja s prirubnicom za koju se vezuje zamašnjak.



Sl. 18. Koljenasto vratilo s pripadajućim dijelovima

Kod rednih motora broj koljena je jednak broju cilindara, pri čemu su koljena međusobno zakrenuta za kut koji pri ravnomjernom okretanju vratila osigurava paljenje u cilindrima nakon jednakih vremenskih intervala. Tako su koljena kod četverotaktnih rednih motora sa 4 cilindra postavljena pod kutom od 180°, što znači da su svi u istoj ravnini. Kod njih je redoslijed paljenja po cilindrima 1-3-4-2, ili 1-2-4-3. Kut kod motora sa 6 cilindara je 120°, tj. 1-5-3-6-4-2, a sa 8 kut iznosi 90°, tj. 1-5-7-2-6-3-4-8.

Rukavcima oslonih ležaja uležišteno je vratilo u kućište motora, a rukavcima koljena ostvarena je okretna veza s klipnjačama. Stražnji ili prednji osloni ležaj osposobljen je da prihvaća aksijalne sile. U rukavcima i ramenima postoje kanali za dovođenje ulja na mjesta podmazivanja. Prijelazi od ramena na rukavce moraju biti zaobljeni kako bi se na tim mjestima izbjegla koncentracija naprezanja.

Protuutezi rasterećuju rukavce oslonih ležaja vratila, jer se stavljaju sa suprotne strane koljena i na taj način uravnotežuju njegovu masu. Obično se izrađuju u jednom komadu, a mogu biti i posebno pričvršćeni na vratilu.

Na prednjem kraju vratila vezuje se pomoću klina zupčanik razvodnog mehanizma i remenica za pogon ventilatora.

Izlazak prednjeg i stražnjeg kraja koljenastog vratila iz kućišta motora mora se brtviti kako na tim mjestima ne bi dolazilo do istjecanja ulja za podmazivanje motora. Zbog periodičnog djelovanja sila pri radu motora, dolazi do pojave torzionih oscilacija koljena­stog vratila. Radi njihova prigušenja stavlja se na prednji kraj vratila prigušivač oscilacija.

Prigušivač se sastoji od jedne ili dvije zamašne ploče elastično vezane za glavinu preko gume. Prigušivač se zbog svoje mase nastoji gibati ravnomjerno, a pri kutnim oscilacijama vratila dolazi do elastičnih deformacija u gumi. Zbog nastalog trenja među česticama gume, torzione oscilacije gume se prigušuju.

**Zamašnjak**

Većina motora radi na osnovi četverotaktnog ciklusa. Pri tome se rad­nja vrši samo u jednom taktu pri izgaranju i ekspanziji plinova. Tada se dobije mehanička energija, a ostala tri takta energiju treba akumulirati. Tu ulogu ima zamašnjak.Sl. 19. Zamašnjak

Zamašnjak omogućuje ravnomjerniji rad motora odnosno okretanje koljenastog vratila, pokretanje motornog mehanizma iz mrtvih točaka, akumuliranje kinetičke energije u radnom taktu i njeno odvajanje u pomoćnim taktovima, olakšano puštanje motora u rad i polazak vozila s mjesta. Posjeduje veliku masu a izrađuje se iz čeličnog lijeva. Dobro je uravnotežen i na obodu ima navučen zupčasti vijenac za vezu sa zupčanikom elektro- pokretača. Na vanjsku stranu zamašnjaka **naliježe lamela tarne spojke** (kasnije transmisijski uređaji). Zamašnjak se vezuje za prirubnicu stražnjeg kraja vratila s vijcima, a radi centriranja postoje izrađeni čepovi.

Masa zamašnjaka ovisna je o broju cilindara motora. Povećanjem broja cilindara potrebna je manja masa zamašnjaka, i obratno.



Sl. 20. Zamašnjak s koljenastim vratilom

**Ležaji**

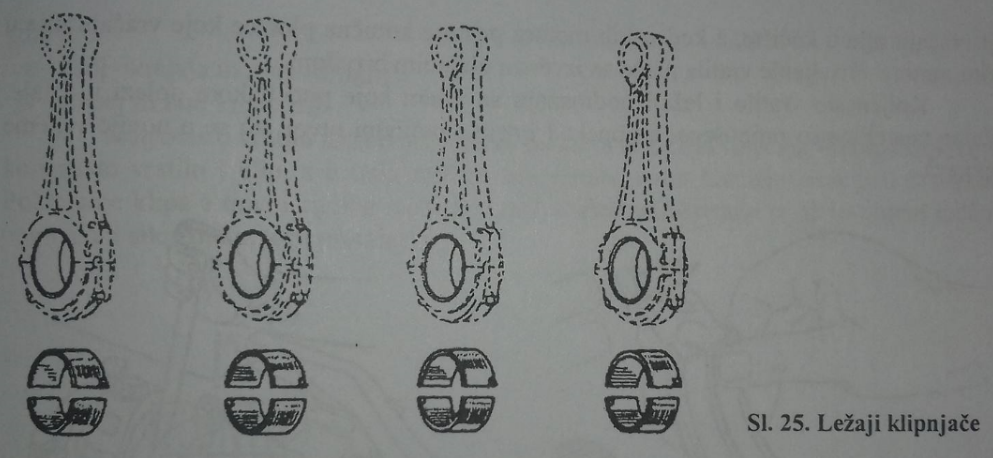
Vratilo pri okretanju zahvaća ulje u smjeru okretanja, pa se stvara uljni film koji podiže vratilo. Zbog toga se na najužem mjestu između vratila i ležaja stvara najveći tlak. Kada bi se na tom mjestu uljni film prekinuo, npr. zbog kanala za ulje ili jače ogrebotine nestalo bi tog tlaka. Vratilo bi tada palo na ležaj, pa bi se ubrzo zbog trenja povisila temperatura i ležaj bi se oštetio.

Ležaji klipnjače. Bijela kovina je ležajni materijal koji se sastoji od kositra, bakra, olova i antimaona. Upotrebljava se za izradu uljevaka u posteljicama koje se rade od sivog lijeva ili čelika. Praktičnim ispitivanjem ustanovilo se da bijela kovina za motorne ležaje mora imati najmanje 80% kositra. Ako je postotak kositra manji, onda naglo gubi klizavost i čvrstoću, pa su svojstva bijele kovine sa 75% kositra jednaka kao one koja ima samo 10% kositra. Za motore koji imaju veće ležajno opterećenje, npr. za dizel-motore, bijela kovina nije dovoljno čvrsta, pa se za njih kao ležajna legura upotrebljava olovna bronca. To je legura CuPb. U toj leguri ima 10-30% olova, 1-3% antimaona, a ostatak je bakar.

Prednost posteljica je u tome što su jeftinije i lako se izmjene. Ležajne posteljice imaju na tijelu manju izbočinu koja sprečava poprečan i uzdužan pomak. Na svakoj ležajnoj posteljici nalazi se provrt za podmazivanje. Taj provrt postavljenje na mjestu gdje je tlak uljnog filma negativan.

Sl. 21. Tzv. leteći ležaj koljenastog vratila

Sl. 22. Ležeći i leteći ležajevi



Sl. 23. Ležajevi klipnjače

Veći ležaj i klipnjače imaju radijalnu i aksijalnu zračnost koja ovisi o vrsti i svojstvu klizanja ležajnog materijala, o promjeru ležaja i obodnoj brzini koljenastog vratila. Ležajne zračnosti za svaku vrstu motora propisuje tvornica.

**Ležaji koljenastog vratila.** Ovi ležaji imaju čelične posteljice s uljevcima od bijele kovine ili olovne bronce. Debljina uljevka iznosi 0,1-0,25 mm. Ranije je sloj ležajnog metala bio mnogo deblji, ali se ispitivanjem ustanovilo da su klizavost, nosivost i trajnost ležaja to bolji, što je sloj metala tanji. Jedan od ležaja koljenastog vratila izveden je kao dosjedni ili vodeći ležaj, a zadatak mu je da spriječi uzdužni pomak vratila koji može nastati, npr., zbog djelovanja spojke. Zbog toga vodeći ležaj ima čeličnu posteljicu s prirub- nicama sa strane. U posteljicu se ulije sloj olovne bronce od 0,3-1,5 mm, zatim sloj nikla 0,001 mm, a onda ležajni metal od 0,02-0,25 mm debljine. Posteljice ostalih ležaja su čelične s uljevkom od olovne bronce ili bijele kovine.

Ako je vratilo bilo brušeno, potrebno je izmijeniti i ležaje na slijedeću mjeru koja se najčešće razlikuje od prethodne za 0,25-0,5 mm. Te mjere propisuju tvornice motora koje prema njima isporučuju ležaje za tzv. prvo ili drugo brušenje.

Da ulje za podmazivanje ne bi iscurilo, vratilo treba na izlazu iz kućišta biti zabrtvljeno. Najviše se upotrebljava radijalno brtvilo “simering”. Neka vratila imaju navoje koji vraćaju ulje u kućište, a kod nekih motora postoje konične pločice koje vraćaju ulje u korito motora. Brtvljenje vratila može se izvesti i pletenim brtvilom.

Koljenasto vratilo i ležaji podmazuju se uljem koje pod tlakom dolazi u ležaje. Ležajne posteljice su probušene, a ponekad imaju i radijalni otvor što se u novije vrijeme izbjegava.

Najveća sigurnost i radna sposobnost motora postiže se pravilno provedenom mon­tažom ležaja. Sklapanje ležaja i koljenastog vratila počinje ulaganjem nauljenih posteljica.

rethodno se svi dijelovi operu i pročiste komprimiranim zrakom. Poslije toga u sve se lezaje ulije ulje, a zatim se pažljivo, s obje ruke, na njih stavi koljenasto vratilo. Nakon toga

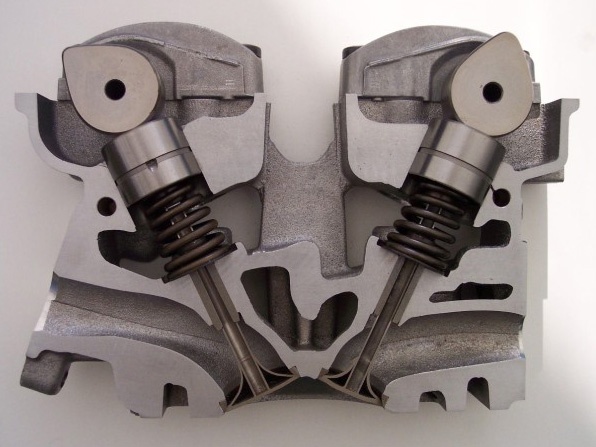
vratilo se nekoliko puta okrene, pa se ležaj i zatvore poklopcem.

Brtvila za ulje mogu se izraditi od pluta ili prešanog papira.

Najhitnije podatke o koljenastom vratilu i ležajima daje proizvođač i njih se treba pridržavati.

Balansiranje i kontrola koljenastog vratila, zamašnjaka i ležaja mora se izvesti prema uputama tvornice koja ih je proizvela.

1. **Razvodni mehanizam**



Sl. 24. Poprečni presjek glave motora prikazuje bregastu osovinu iznad ventila

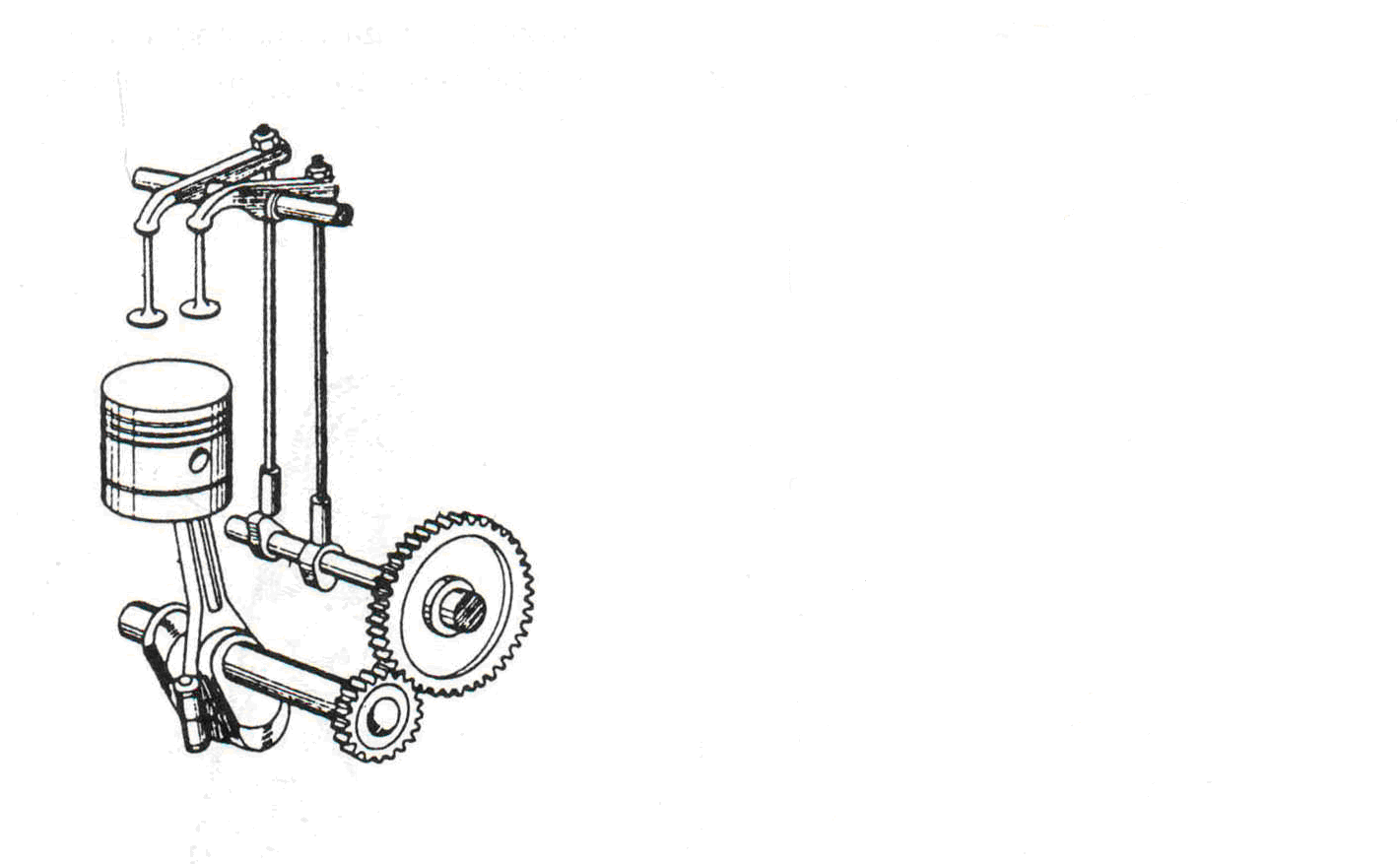
Zadatak razvodnog mehanizma je da u točno određenom periodu vremena radnog ciklusa omogući usisavanje svježe smjese goriva i zraka, ili čistog zraka, u radni prostor cilindra i da omogući pravodobno i što bolje ispuhavanje izgorjelih plinova iz cilindra.

Najviše je rasprostranjen razvodni mehanizam s ventilima kod četverotaktnih motora, dok ulogu razvodnog mehanizma kod dvotaktnih motora ima cilindar i klip motora.

**Sastavni dijelovi razvodnog mehanizma jesu: odgovarajući prijenos broja okretaja, bregasta osovina i ventilski sklop.**

**Prijenos broja okretaja**

Kod četverotaktnih motora ciklus se obavi za dva okretaja koljenastog vratila. Za to je vrijeme potrebno obaviti jedno usisavanje ijedno ispuhavanje radne tvari. To se posti­že zupčastim prijenosom, lančastim prijenosom (Gallov lanac) ili nazubljenim gumenim remenom. VAŽNO!!!! Bilo koji od ovih prijenosa mora osigurati prijenosni odnos i = 2 (za dva okretaja koljenastog vratila, jedan okret bregaste osovine).



Sl. 26. Shema zupčaničkog prijenosa broja okretaja



Sl. 27. Prijenos broja okretaja lancem (Gallov lanac)

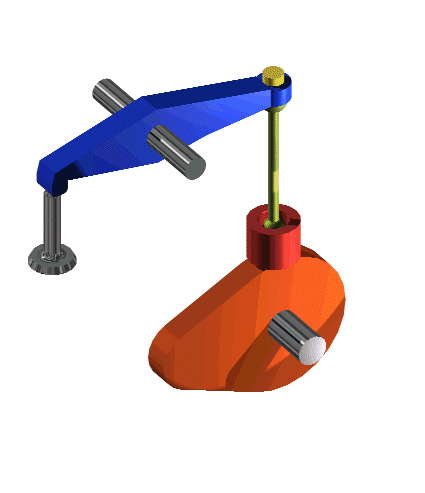


Sl. 28. Prijenos broja okretaja nazubljenim remenom

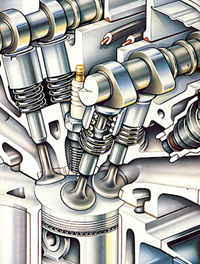
Bregasta osovina može biti smještena u bloku bočno ispod cilindra (donji razvod), ili iznad cilindra na glavi motora (gornji razvod).

Najjednostavnija i najjeftinija izvedba razvodnog mehanizma je izvedba s brega­stom osovinom smještenom u bloku motora i stojećim ventilima. Danas se ta konstrukcija ne primjenjuje, jer se kod nje teško postiže visok stupanj kompresije.

Izvedba s bregastom osovinom smještenom u bloku motora i s visećim ventilima ima nedostatak u tome što zahtijeva podizače, šipke (motke) i klackalice (dvokrake poluge) te može doći do promjena u momentu otvaranja i zatvaranja ventila zbog diletacije relativno dugih podizača i šipki.

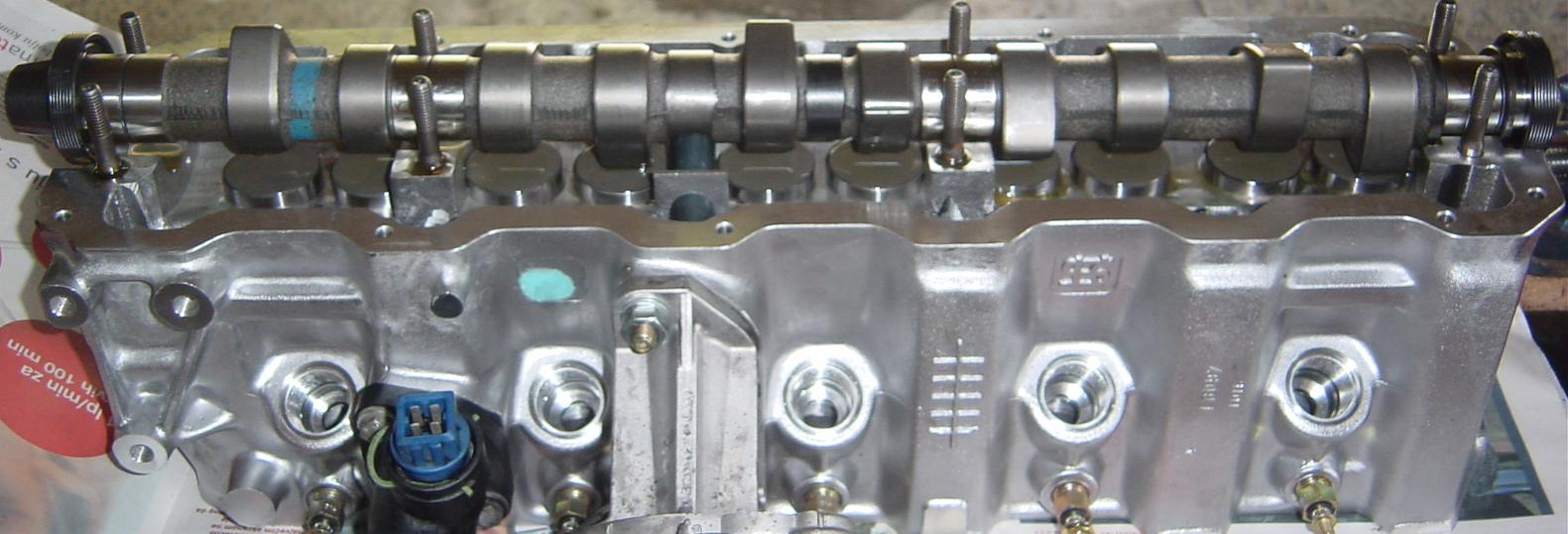


Sl. 29. Shema donjeg razvoda



Sl. 30. Shema gornji razvod

Izvedba s bregastom osovinom smještenom iznad cilindra na cilindarskoj glavi (gornji razvod) omogućuje najbrže i najuspješnije punjenje cilindra kao i ispuštanje izgorje­lih plinova.

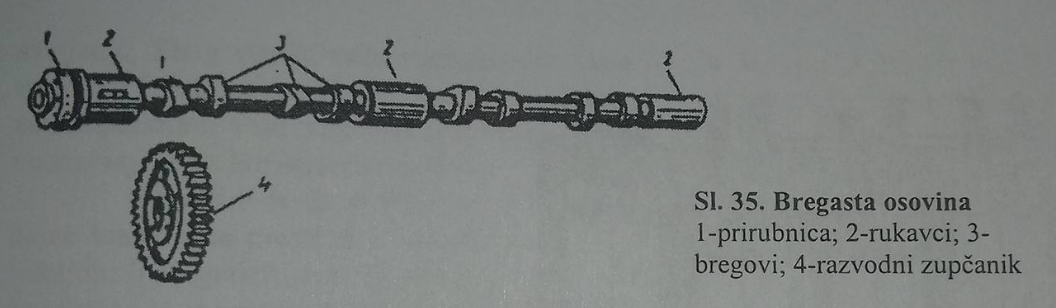


Sl. 31. Bregasta osovina smještena u glavi motora (gornji razvod)

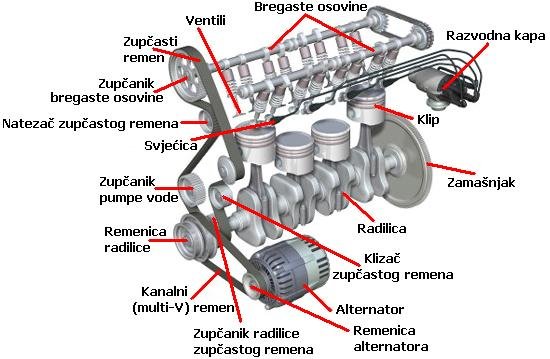
**Bregasta osovina**

Gotovo kod svih motora ventili se otvaraju i zatvaraju brega­stom osovinom. Oblik brijega bregaste osovine ovisi o sustavu upravljanja, odnosno o duzini vremena otvaranja i zatvaranja, o visini hoda ventila i o broju okretaja motora.

Bregasta osovina ima upola manji broj okretaja od koljenastog vratila, tj. prijenosni odnos je 2:1. Smještena je u kućištu motora ili na glavi motora. Brijeg na osovini tako je konstruiran da ventili rade bez šuma, da naglo otvaraju ventile i dovoljno ga dugo drže otvo­renim, a nakon toga brzo zatvore.



Bregasta osovina izrađuje se od čelika, a bregovi se cementiraju. Broj bregova odgovara broju ventila. Međusobni položaj bregova za jedan cilindar, i za druge cilindre, je takav da se ventili otvaraju i zatvaraju pri strogo određenim položajima klipova i usvojenom načinu rada motora. Oblik bregova osigurava najbolje punjenje svježom radnom tvari i bolje pražnjenje cilindara od sagorjelih plinova.



Sl. 32. Shema rada motora s jasno vidljivim bregastim osovinama

**Ventili (ventilski sklop)**

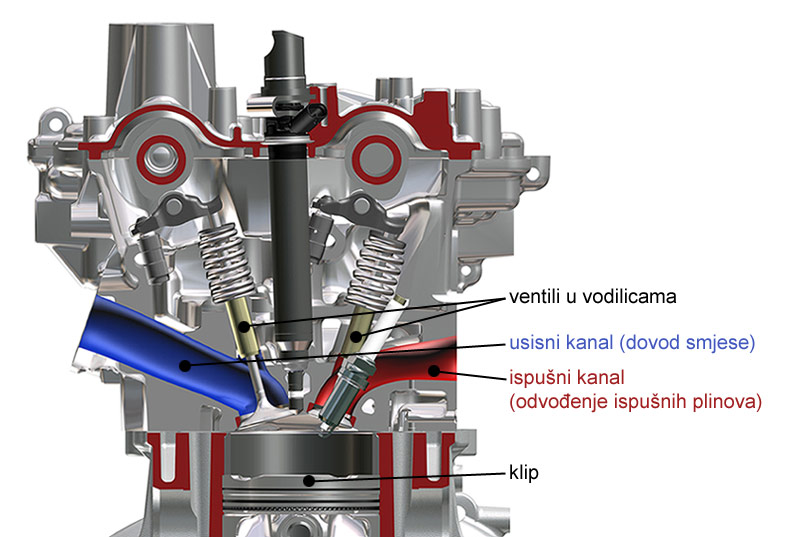
Zadatak je ventila da reguliraju punjenje i pražnjenje cilindra, tj. da u određenom trenutku propuštaju plinsku mješavinu, odnosno zrak u cilindre i ispuštaju iz­gorjele plinove iz cilindra. Najveći broj četverotaktnih motora ima za svaki cilindar jedan usisni i jedan ispušni ventil. Kod specijalno rađenih motora za izvanredne zadatke i kod motora s visokom snagom po litri sadržaja cilindra ugrađuju se dva usisna i dva ispušna ventila.

Usisni i ispušni ventili najčešće imaju jednaki oblik i promjer. Sjedalo ventila izve­deno je u obliku stožca pod kutom od 30° ili 45°.

Dijelovi su ventila tanjur i struk. Tanjur je na obodu stožast kao i sjedalo ventila. Kada tanjur sjedne na sjedalo, zatvori otvor za prolaz plinova. Struk ventila ima kružni **presjek.**



Sl. 33. Ventili s ventilskim oprugama



Sl. 34. Shema ventila u vođici koji naliježe u svoje ventilsko sjedalo

Ventili moraju odgovarati slijedećim uvjetima:

* da trajno i dobro brtve kompresijski prostor;
* da se što manje griju i pružaju što manje otpora prolazu plinova kako ne bi došlo do smetnji u paljenju motora i da se prebrzo ne unište;
* da ispravno rade sve do većeg popravka motora.

Iako su ispušni plinovi izloženi većim radnim temperaturama zbog topline ispušnih plinova, konstrukcija ispušnih ventila jednaka je kao i konstrukcija usisnih ventila, ali je kvaliteta čelika različita. Usisni ventili dolaze u neposredan doticaj s atmosferskim zrakom i time se hlade, a ispušni ventili izloženi su strujanju izgorjelih plinova koji imaju tempera­turu izgaranja, pa se ti ventili izrađuju od kvalitetnijeg visokolegiranog čelika.

Ventili su u pogonu opterećeni na tlak i savijanje. Tanjur ventila opterećen je na savijanje, a sjedalo na tlak, dok na vretenu (struku) ventila nastaju opterećenja na tlak, vlak i savijanje. Zbog visoke radne temperature koja najviše djeluje na tanjur i sjedala ventila materijal je znatno opterećen, pa se za izradu tih dijelova uzima visokolegirani čelik otporan na temperaturu. Više nego kod bilo kojeg motornog dijela, svaki kvar ili istrošenost ventila veoma utječe na koristan rad motora.

Dogodi li se da se ventil na sjedalu malo ošteti, taj kvar valja odmah otkloniti, jer će se inače brzo povećati i uništiti ventil. Ne leže li ventili u pogonu ispravno i ne pri­ljubljuju li se sjedala, mlaz toplih plinova prelazit će na drugu stranu ventilskih tanjura. Oni će se zbog toga pregrijati i ventili će pregorjeti.

Ventilska sjedala često se oštete, što se događa kod manjih motora i većih napre­zanja. Ako je sjedalo ventila dosta uništeno - bilo pregorjelo ili duboko izjedeno pa se kvar više ne može izravnati nikakvom obradom popravlja se tako da se na jednom mjestu sjedalo istokari i umetne prstenasti uložak. Ako su ventili smješteni na glavama i blokovima motora od lakih materijala, onda je ugradnja posebnih protusjedala za ventile obavezna.

**Ventilska vođica**. Trenje između struka ventila i ventilske vođice pri povišenoj radnoj temperaturi često je suho, zbog čega se struk ventila troši, a djelomično je izvrgnut i udarcima. Trošenje struka ventila i ventilske vođice ovisi o vrsti materijala.

Najčešće se ventilske vođice izrađuju od sivog lijeva koji ima dobru klizavost i ne širi se pri povišenoj temperaturi. Budući da sadrži grafit, može se dulje upotrebljavati i bez podmazivanja.

Osim sivog lijeva upotrebljavaju se i drugi materijali, npr. crveni lijev, aluminij, kuprodur, koji su također dobri, jer bolje zadržavaju ulje i tako pridonose boljem podmazi­vanju. Unatoč manjoj tvrdoći i većem koeficijentu istezanja, ti se materijali ne troše suviše.

Ventilske vođice troše se najviše na krajevima.

**Ventilske opruge**

Zadatak ventilske opruge je da zatvori ventil i da ga drži u zatvorenom stanju sve dok klackalica (kod visećih) ili podizač (kod stojećih ventila) ne savlada oprugu i ne otvori ventil.

Pri otvaranju i zatvaranju dijelovi ventilskog mehanizma kreću se promjenljivim pravocrtnim gibanjem, tj. gibanje se izmjenično ubrzava i usporava. Pri tom gibanju nastaju sile koje mogu biti tako velike da se izgubi potreban spoj, odnosno dodir između podizača i bregaste osovine, pa nastaju udarci i titraj i koje valja izbjegavati.

Ventilske opruge imaju zadatak da te titraje koji nastaju zbog ubrzavanja, odnosno usporavanja gibanja ventila, preuzmu i prenesu na ostale dijelove motora te ih tako amorti­ziraju i spriječe odvajanje podizača od bregaste osovine.

**Podizači ventila** u izravnom su dodiru sa bregovima bregaste ososvine. Neki otva­raju ventile preko šipki i klackalica, a neki izravno. Podizači se izrađuju iz sivog lijeva, a tanjurić podizača je nitriran da bi bio trajniji.

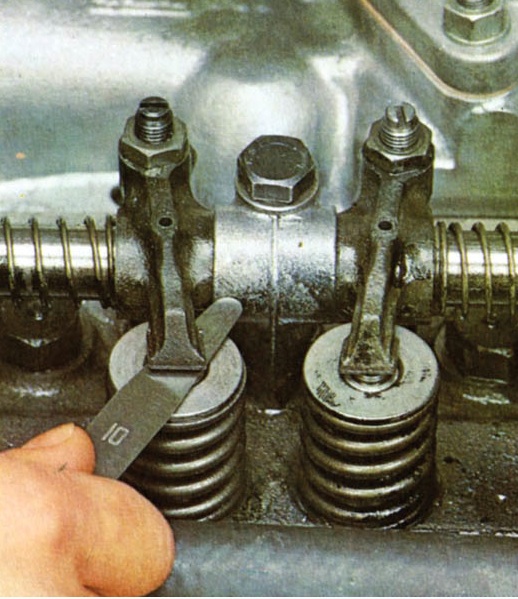
Da se smanji trenje između brijega bregaste osovine i podizača, ponekad se umjesto tanjurića oblikuje polukružna površina ili se stavi kotačić koji se uz minimalno trenje kotrlja po brijegu bregaste osovine.

**Klackalice (dvokrake poluge).** Klackalice ventila imaju zadatak da prenesu tlak podizača ili šipke podizača te da sabiju otpor opruge. Klackalice ventila su smještene na gornjem dijelu cilindarske glave na osovinu klackalice i lako su pokretljive bez velike zračnosti. Podmazivanje klackalica vrši se pod tlakom kroz kanale koji su izbušeni u osovinici klackalice.



Sl. 35. Klackalice

**Podešavanje zračnosti.** Da bi pod svim uvjetima rada mogli sigurno zatvarati, da se postigne puna snaga motora i spriječi pregaranje sjedala i ventila, potrebno je da između ventila i njegovih uređaja za potiskivanje postoji zračnost. Veličina zračnosti na motorima iznosi 0,1-0,5 mm.



Sl. 36. Podešavanje zračnosti ventila

Slika prikazuje reguliranje zračnosti i kontrolu pomoću mjernih listića. Ako je zračnost manja od propisane, zagrijani ventil ne zatvara, jer se zbog topline istegne. Ako je zračnost veća od propisane, ventil otvara prekasno, a zatvara prerano, pa se smanjuje punjenje cilindra i slabi snagu motora. Prevelika zračnost pojačava lupanje ventila. Zračnost treba regulirati prema tvorničkim uputama. Zračnost ventila regulira se kada je motor hladan.

Zračnost se kod četverocilindričnog motora podešava ovako:

Redoslijed paljenja kod tih motora najčešće je 1-3-4-2. Potrebno je znati kojim se redoslijedom vrši paljenje u cilindru, jer će se tako podešavati zračnost. Mjerni listić ili *pločica stavi se* između klackalice i ventilskog vretena, pa se matica na klackalici pritegne dok se na mjernom listiću ne osjeti pritisak, tj. dok se ne osjeti da se teže može izvući. Tad se taj *položaj* zadrži, a vijak na klackalici čvrsto pritegne.

Pitanja za ponavljanje:

1. Kako smo podijelili dijelove motora?
2. Nabroji nepokretne dijelove motora.
3. Nabroji pokretne dijelove razvodnog mehanizma.
4. Koji dijelovi čine motorni mehanizam?
5. Koji je zadatak cilindarskog bloka?
6. Kako mogu cilindri biti izvedeni?
7. Kakve su to mokre košuljice cilindra?
8. Koji je zadatak korita?
9. Koja je uloga klipa?
10. Kakve klipne prstene razlikujemo?
11. Koji su dijelovi klipnjače?
12. Koji je zadatak koljenastog vratila?
13. Što akumulira zamašnjak?
14. Koje načine prijenosa broja okretaja poznajete?
15. Koji je zadatak bregaste osovine?
16. Gdje se bregasta osovina u motoru može ugrađivati?
17. Koji je način bolji i zašto?
18. Koji je zadatak ventila?
19. Koji je zadatak ventilskih opruga?
20. Tko ventilima daje čvrstoću i stabilnost u radu?
21. Što su klackalice?
22. Kako reguliramo zračnost ventila?

Popis literature:

S. Landeka: Motori i traktori, Vinkovci 2004.

S. Landeka: Mehanizacija poljoprivredne proizvodnje, Vinkovci 1996.

D. Capek: Poljoprivredna oruđa za ratare I i II dio, Zagreb 1966.

R. Zimmer: Mehanizacija u ratarstvu, Poljoprivredni fakultet Osijek, 1997.