



MERVIK d.o.o. - Sarajevo
Privredno društvo za posredništvo i usluge

EDUKACIJA ZA OSOBLJE NA STP

MOTORI S UNUTRAŠNJIM SAGORIJEVANJEM
Konstrukcija i sistemi hlađenja

Sarajevo, septembar/rujan 2018

Sadržaj

- **Uvod**
- **Konstrukcija motora – uvodne napomene**
- **Pokretni dijelovi motora sus**
 - Klipna grupa
 - Koljenasto vratilo
 - Klipnjača
- **Nepokretni dijelovi motora sus**
 - Blok motora - cilindarske košuljice
 - Motorska kućica
 - Glava motora
 - Zaptivka glave motora.
- **Razvodni mehanizam**
- **Sistemi za hlađenje motora sus**
- **Uvod**
- **Sistemi za hlađenje tečnošću**
 - Termosifonski sistem
 - Sistemi sa prinudnom cirkulacijom tečnosti
 - *Otvoreni*
 - *Zatvoreni*
 - *Osnovni elementi instalacije za hlađenje*
- **Sistemi za hlađenje zrakom**

Uvod

Motor s unutarnjim izgaranjem (motor sui) još uvijek predstavlja najrasprostranjeniji pogonski agregat za cestovna vozila. S obzirom da je nastao i razvijao se u periodu industrijalizacije, njegovo mjesto na svjetskom tržištu zadržano je zahvaljujući velikom ulaganju u razvoj, što je i danas aktuelno. Pravci razvoja motora s unutarnjim izgaranjem mogu se grupisati u:

- tehničko-tehnološka poboljšanja (nova konstruktivna rješenja, primjena novih materijala, nove mehaničke i termičke metode obrade, itd.),
- primjena elektronskih i informacijskih tehnologija u cilju boljeg upravljanja i kontrole procesa i
- primjena alternativnih goriva (LPG, CNG, LNG, alkoholi, vodonik, ...).

Konstrukcija motora – Uvodne napomene

Klipni motor s unutrašnjim sagorijevanjem vrlo je složen mehanički sistem, odnosno u novije vrijeme mehatronički sistem, koji toplotnu energiju iz goriva pretvara u koristan rad. Za izučavanje konstrukcije motora sus, koji je sastavljen od velikog broja različitih dijelova, jedini prihvatljiv način je grupisanje dijelova prema nekom od kriterija. Najčešća podjela dijelova motora je na:

a) pokretne dijelove, u koje spadaju:

- klipna grupa (klip, osovinica klipa sa osiguračima i klipni prstenovi),
- klipnjača i
- koljenasto vratilo motora sa ležajevima, protutegovima, zamajcem i prigušivačem torzionih oscilacija.

b) nepokretne dijelove motora, gdje spadaju:

- blok motora sa cilindarskom košuljicom,
- motorska kućica (karter),
- glava motora i
- Zaptivka glave motora.

c) razvodni mehanizam motora, koji je specifičan sistem i uobičajeno se izučava u sklopu konstrukcije motora.

Konstrukcija motora – Uvodne napomene

S obzirom da motor sus ima mehanička i termička opterećenja izrazito dinamičkog karaktera i da se većina najvažnijih elemenata dimenzioniše na osnovu lokalnih deformacija i naprezanja, vrlo teško je uvijek definisati jednoznačan put proračuna i dimenzionisanja tih elemenata i pored niza numeričkih metoda koje se danas koriste za proračune napona i deformacija. Razlog ovome je teško definisanje graničnih (rubnih) uslova, definisanje kombinovanog opterećenja (mehaničko i termičko) te poznavanje kvalitetnih podataka fizikalnih osobina materijala u različitim uslovima rada. Zbog toga se u razvoju i konstrukciji svih odgovornih elemenata kod motora sus koriste sljedeći koraci:

- numerički proračuni napona i deformacija u cilju približenja optimalnim dimenzijsama ili eventualno neki jednostavniji postupak približnog proračuna,
- eksperimentalna provjera napona i deformacija i
- dugotrajni eksperiment (testovi izdržljivosti).

Konstrukcija motora – Uvodne napomene

Projektovanje karakteristika motora

a) Projektovanje karakteristika konvencionalnih motora

Kod projektovanja karakteristika novog konvencionalnog motora, koncept uvijek polazi od zahtjeva koji se postavlja pred motor: namjena motora, maksimalna snaga motora P_{max} koja na odgovarajući način određuje maksimalnu brzinu vozila v_{vomax} , itd.

Osim ovih veličina pri projektovanju karakteristika konvencionalnih motora u obzir se uzimaju i elastičnost motora, časovna potrošnja goriva itd.

b) Projektovanje karakteristika novih koncepcija motora

Imajući u vidu nagli porast primjene elektronike na vozilima, pa i samim motorima, nove generacije motora svi ne polaze od prirodnih karakteristika pojedinih sistema nego se uvijek pretpostavlja "poželjni" tok brzinskih karakteristika snage i obrtnog momenta motora.

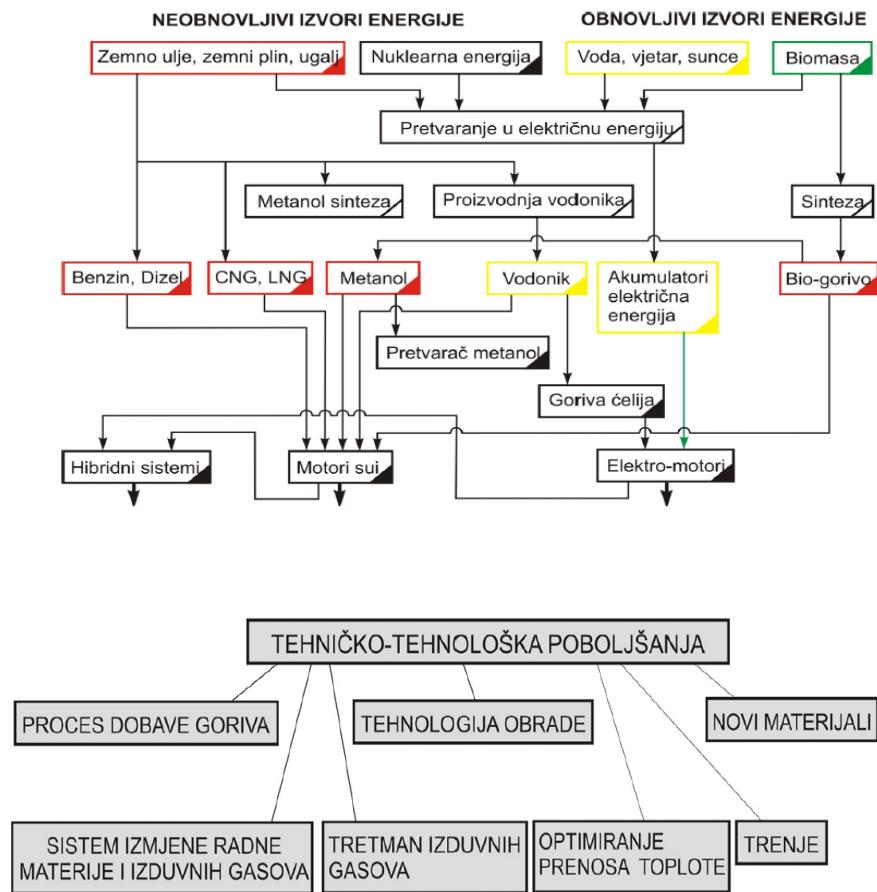
Konstrukcija motora – Uvodne napomene

Aktuelno stanje i budući pravci u razvoju motora SUS

AKTUELNO STANJE

<i>Priprema mješavine gorivo-zrak</i>	<p>zrak</p> <ul style="list-style-type: none"> - nadpunjenje I, II i III stepena, - međuhlađenje zraka, - mehanička regulacija (zaobilazni vodovi, dva turbo kompresora, različite forme i broj ulaznih kanala u turbinu itd.), - turbina promjenjive geometrije, elektronska kontrola na turbini ... <p>gorivo</p> <ul style="list-style-type: none"> - direktno ubrizgavanje u cilindar motora s elektronskom kontrolom parametara, - sistemi s elektronskom kontrolom, - sistemi common-rail s visokim stepenom elektronske regulacije, - sistem s dvostepenim i višestepenim ubrizgavanjem.
<i>Odvod izduvnih gasova</i>	<ul style="list-style-type: none"> - trostazni katalizatori kod oto motora (redukcija CO, NO_x, C_xH_y), - katalizatori NO_x i filteri čadi kod dizel motora, - regulacija rada katalizatora pri hladnom startu.
<i>Oprema motora</i>	<ul style="list-style-type: none"> - usavršavanje sistema za hlađenje, podmazivanje, paljenje, prečišćavanje zraka, goriva i ulja, - optimiranje razvodnog mehanizma.
<i>Novi materijali</i>	<ul style="list-style-type: none"> - kompozitni materijali, - novi zaptivni materijali, - novi materijali na kliznim stazama cilindarskih košuljica, klipnih prstenova itd. - izolacioni materijali.
<i>Nove tehnologije obrade (mehaničke i termičke)</i>	<p>Najveći broj novih tehnologija obrade odnose se na krivajni mehanizam motora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - koljensto vratilo s pomoćnim elementima (prigušivač TO, zamajac, klizni ležajevi ...), - klipna grupa (klip, osovinica, klipni prstenovi), - cilindarska košuljica - klipnjača.

BUDUĆI PRAVCI RAZVOJA



Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

U pokretne dijelove motora spadaju:

- klipna grupa
 - klip,
 - osovinica klipa sa osiguračima i
 - klipni prstenovi,
- klipnjača i
- koljenasto vratilo motora sa ležajevima, protutegovima, zamajcem i prigušivačem torzionih oscilacija.

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

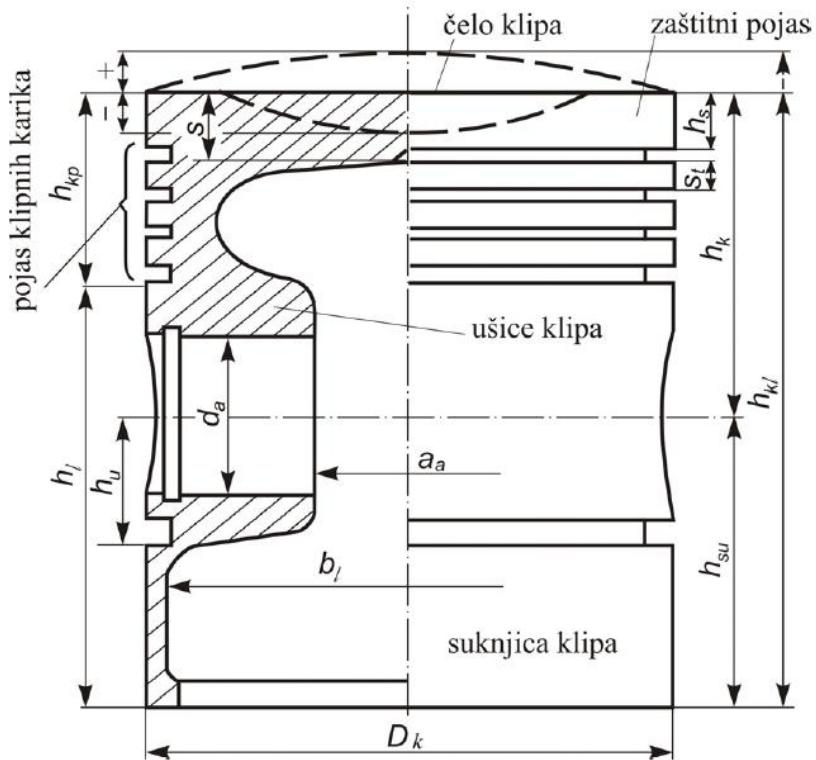
KLIP

Osnovni uslovi koje klip mora ispuniti su:

- da prenosi sile gasova na koljenasto vratilo motora,
- da učestvuje u kružnom procesu, a kod dvotaktnih motora učestvuje i u izmjeni radne materije,
- da istovremeno prihvata velike promjene pritiska i temperatura,
- da pomaže pri zaptivanju kompresionog prostora,
- kod motora manjih i srednjih veličina ima ulogu ukršne glave,
- da prima inercione sile od klipnih prstenova,
- dno klipa mora odvesti određenu količinu toplove da se ne bi prekoračila najveća dozvoljena temperatura,
- habanje se mora dovesti na razumnu mjeru (posebno žlijeba prvog kompresionog klipnog prstena i suknjice klipa) i
- klipom se treba i može uticati na smanjenje specifične potrošnje goriva i smanjenje emisije štetnih produkata izgaranja.

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

KLIP – osnovne dimenzije klipa



Relativna dimenzija klipa	Oto motor	Dizel motor	
		do 3000 °/min	do 5000 °/min
Visina klipa h_{kl} / D_k	1,0 ÷ 1,2	1,3 ÷ 1,6	1,16 ÷ 1,22
Visina zaštitnog pojasa h_f / D_k	0,06 ÷ 0,09	0,14 ÷ 0,2	0,1 ÷ 0,13
Debljina čela klipa S / D_k			
- liveni	0,07 ÷ 0,08	0,15 ÷ 0,2	0,13 ÷ 0,18
- presovani	0,05 ÷ 0,07	0,12 ÷ 0,15	
Kompresiona visina h_k / h_{kl}	0,39 ÷ 0,59	0,5 ÷ 0,62	0,47
Visina h_f / h_{kl}	0,68 ÷ 0,74	0,62 ÷ 0,70	0,68
Razmak a_a / D_k	~ 0,4	~ 0,45	0,32 ÷ 0,42
Visina h_{su} / D_k	0,4 ÷ 0,6	0,60 ÷ 0,65	0,55 ÷ 0,60
Prečnik osovinice d_a / D_k	0,24 ÷ 0,28	0,34 ÷ 0,38	0,30 ÷ 0,32
Prečnik b_f / D_k	~ 0,85	~ 0,85	~ 0,85
Visina h_{kp} / D_k	0,33-2/D _k [mm]	~ 0,46	~ 0,46
Visina pojasa s_f / D_k			
- ispod prvog klipnog prstena	0,035 ÷ 0,065	0,05 ÷ 0,07	0,04 ÷ 0,05
- ispod drugog klipnog prstena	0,03 ÷ 0,05	0,05 ÷ 0,065	0,035 ÷ 0,05
Masa klipa m_k / V_k (kg/m ³)*	0,85 ÷ 1,03	1,08 ÷ 1,22	1,04 ÷ 1,10

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

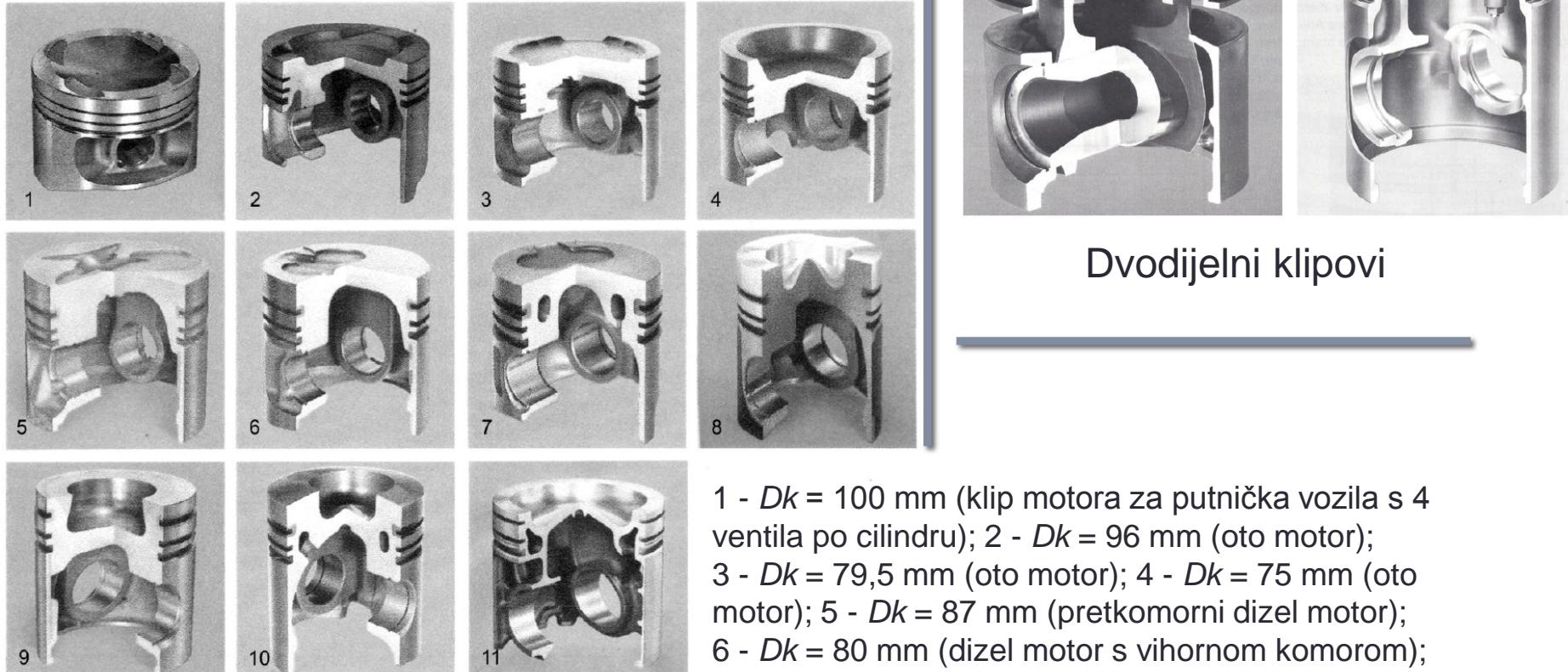
KLIP – konstruktivne forme

Konstruktivne forme klipa zavisne su od mnogo uticajnih faktora, gdje su najvažniji:

- vrsta motora (oto, dizel, dvotaktni, četvorotaktni),
- način dovođenja goriva u prostor izgaranja (vanjska priprema smjese gorivo-zrak, ubrizgavanje u usisnu granu, ubrizgavanje u pretkomoru, direktno ubrizgavanje goriva u prostor izgaranja),
- namjena motora (nivo brzinskog režima i režima opterećenja),
- vrsta materijala klipa,
- karakter procesa pripreme smješe gorivo-zrak i procesa izgaranja smješe,
- forma usisnog kanala ispred usisnog ventila,
- broj ventila i karakteristike razvodnog mehanizma,
- položaj svjećice za iniciranje zapalenja, itd.

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

KLIP – konstruktivne forme



Dvodijelni klipovi

1 - $Dk = 100$ mm (klip motora za putnička vozila s 4 ventila po cilindru); 2 - $Dk = 96$ mm (oto motor);
 3 - $Dk = 79,5$ mm (oto motor); 4 - $Dk = 75$ mm (oto motor);
 5 - $Dk = 87$ mm (pretkomorni dizel motor);
 6 - $Dk = 80$ mm (dizel motor s vihornoj komorom);
 7 - $Dk = 80$ mm (dizel motor sa vihornoj komorom);
 8 - $Dk = 127$ mm (dizel motor s direktnim ubrizgavanjem); 9 - $Dk = 92$ mm (dizel motor s direktnim ubrizgavanjem); 10 - $Dk = 102$ mm (dizel motor); 11 - $Dk = 123$ mm (dizel motor s kanalom za hlađenje);

Jednodijelni klipovi

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

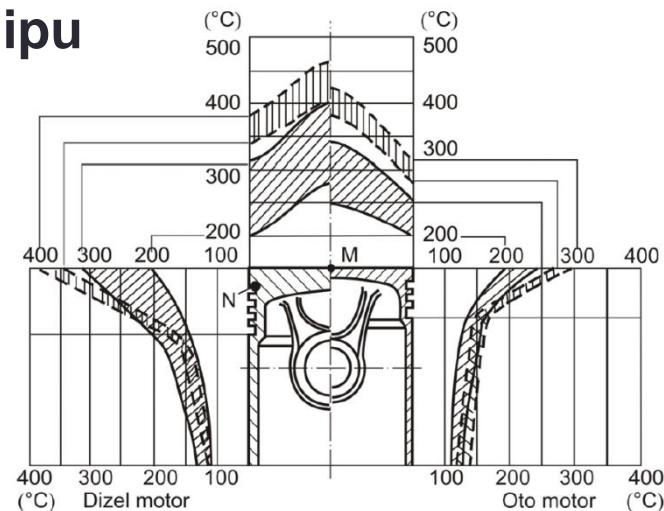
KLIP – materijali za izradu i temperature na klipu

S obzirom na specifične uslove rada sa jedne, i zadatka klipa sa druge strane, od materijala klipa se zahtijeva da ima sljedeća svojstva:

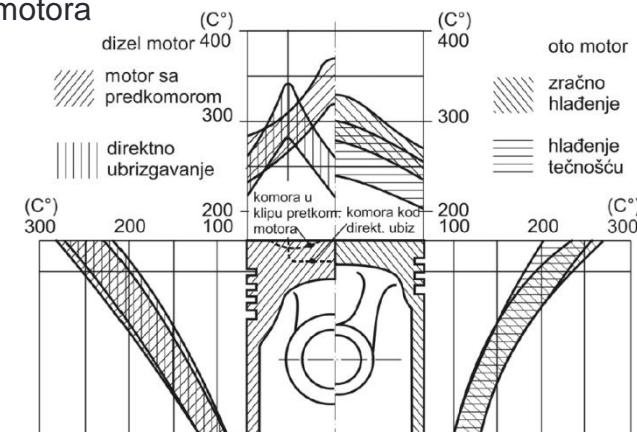
- malu specifičnu masu,
- dovoljnu statičku i dinamičku čvrstoću na povišenim temperaturama,
- što manji koeficijent toplotne dilatacije,
- dobru toplotnu provodljivost,
- dobra klizna svojstva i pri nedovoljnom podmazivanju,
- dobra antikoroziona svojstva,
- dobru obradivost i
- nisku cijenu.

Najčešći materijal za izradu klipova je aluminij, sa legurama silicija, bakra i nikla.

Raspored temperatura na površini klipa kod dizel motora (lijevo) i kod oto motora (desno) za različite uslove hlađenja i različite komore u klipu



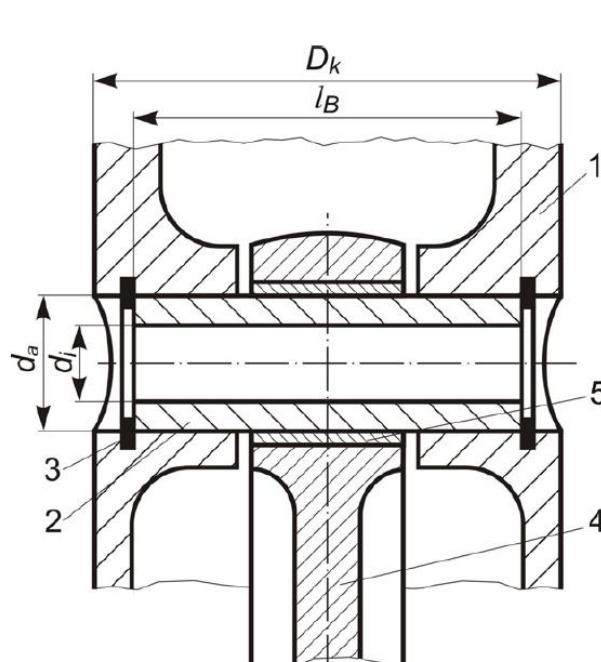
Raspored temperatura na
klipovima oto i dizel
motora



Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

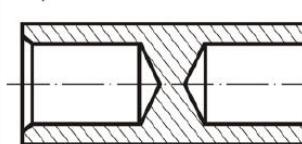
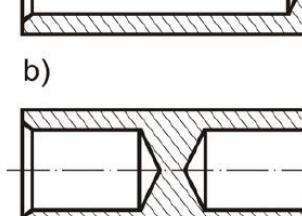
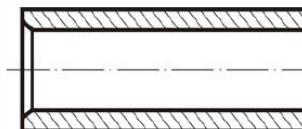
OSOVINICA KLIPA

Veza između klipa i klipnjače ostvaruje se preko osovinice klipa. Zbog velikih opterećenja koja se prenose preko osovinice, ona mora zadovoljiti odgovarajuće uslove: krutosti, žilavosti unutarnjeg dijela, tvrdoće vanjske površine i tolerancija na sklopu s klipom i klipnjačom.

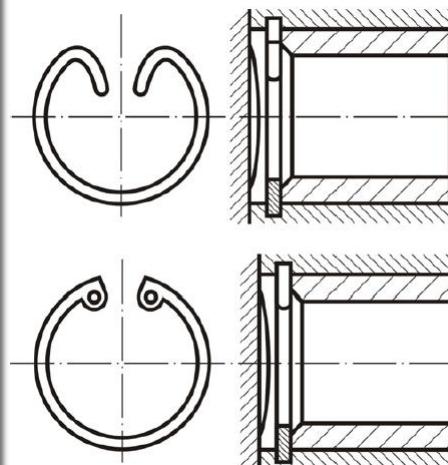


Klip (1), Osovinica klipa (2),
Osigurači (3), Klipnjača (4),
Klizni ležaj (5)

Konstruktivni oblici
osovinice



Konstruktivni oblici
bočnih osigurača



Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

KLIPNI PRSTENOVI (karike)

Osnovni zadaci klipnih prstenova su:

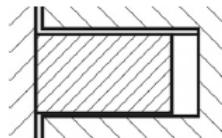
- zaptivanje prostora sagorijevanja,
- učestvovanje u odvođenju toplote od klipa na cilindarsku košuljicu i
- regulacija uljnog filma za podmazivanja.

Klipni prstenovi dijele se na dvije grupe:

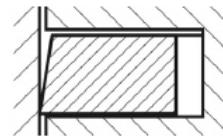
- kompresioni klipni prstenovi i
- uljni klipni prstenovi.

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

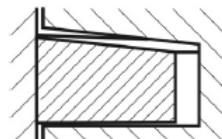
KLIPNI PRSTENOVI (karike) – kompresioni klipni prstenovi



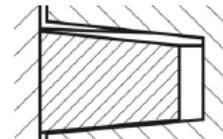
Pravougaoni klipni prsten



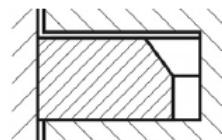
Minutni klipni prsten



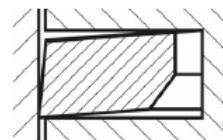
Jednostrano trapezni klipni prsten



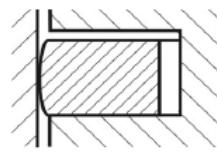
Dvostrano trapezni klipni prsten



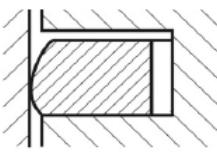
Klipni prsten s odsjećenim gornjim rubom



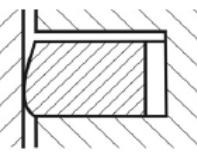
Reverzivno - torzionalni klipni prsten



a)



b)

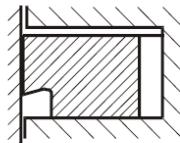


c)

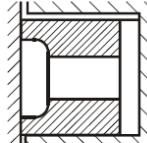
a) simetrično balična forma, b) asimetrično balična forma i c) balična forma rasterećena po pritisku

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

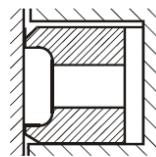
KLIPNI PRSTENOVI (karike) – uljni klipni prstenovi



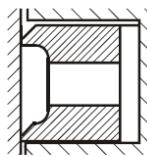
Uljni klipni prsten s nosom



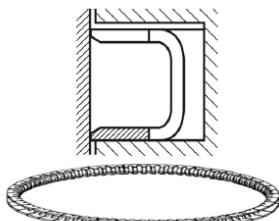
Uljni klipni prsten s kanalom



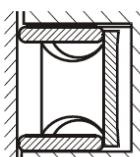
Uljni klipni prsten s torszionim djelovanjem



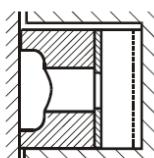
Uljni klipni prsten s forsiranim struganjem ulja



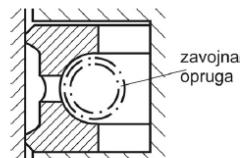
U-fleks uljni klipni prsten



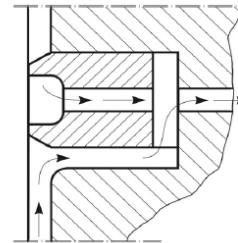
Barflex uljni klipni prsten



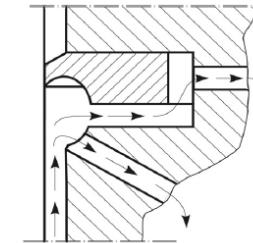
Uljni klipni prsten s zateznikom



Uljni klipni prsten s oprugom

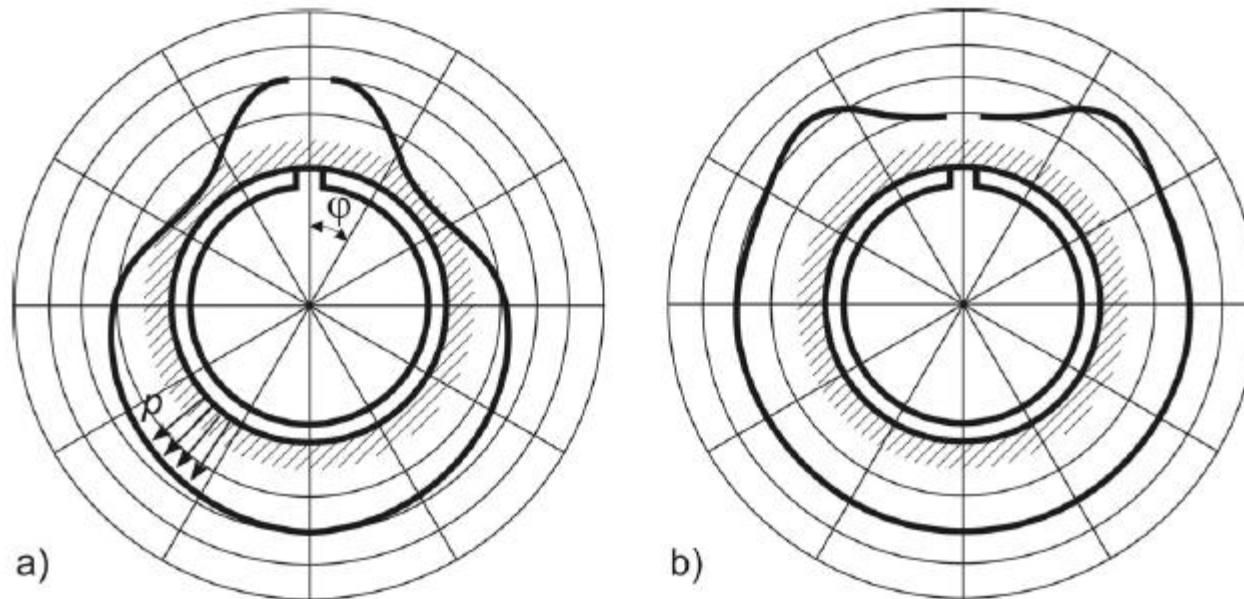


Funkcionalno djelovanje uljnih klipnih prstenova (struganje viska ulja)



Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

KLIPNI PRSTENOVI (karike) – raspodjela pritiska u klipnim prstenovima



- a) Četverotaktni motori
- b) Dvotaktni motori

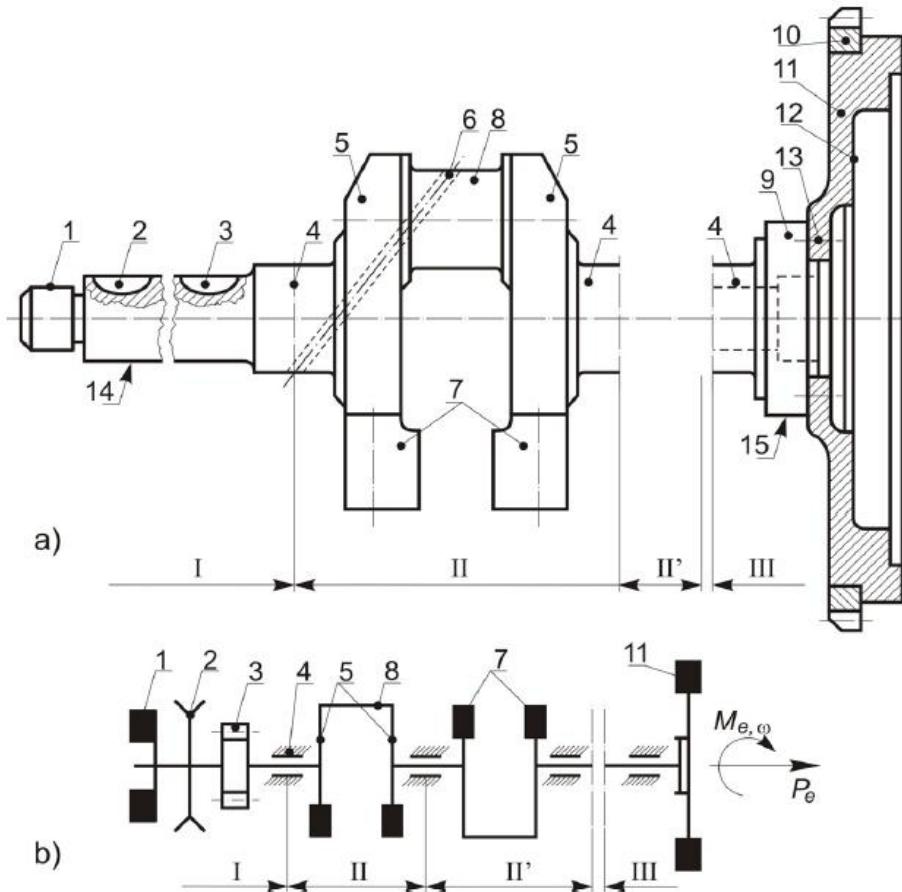
Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

KOLJENASTO VRATILO (Radilica)

Koljenasto vratilo motora spada u najodgovornije, najsloženije, najnapregnutije i najskuplje dijelove motora.

Izloženo je dejstvu periodično promjenjivih sila gasova, inercionih sila pravolinijskih oscilatornih masa i dejstvu inercionih sila od rotacionih masa.

1 – prigušivač torzionih oscilacija, 2 – pogon pumpe i ventilatora, 3 – pogon bregastog vratila, 4 – oslonački (glavni) rukavac i oslonački (glavni) ležaj, 5 – ručice (ramena), 6 – kanal za dovod ulja na leteći ležaj, 7 – protutegovi, 8 – leteći rukavac, 9 – prirubnica (obod), 10 – zupčasti vijenac, 11 – zamajac, 12 – frikciona površina, 13 – otvor za centriranje, 14 i 15 – mjesta zaptivanja krajeva vratila.



a) Izgled KV

b) Skica elemenata grupe KV

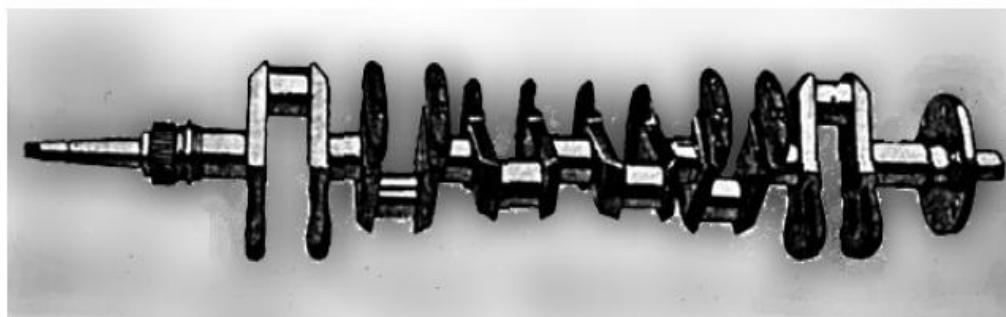
Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

KOLJENASTO VRATILO (Radilica)

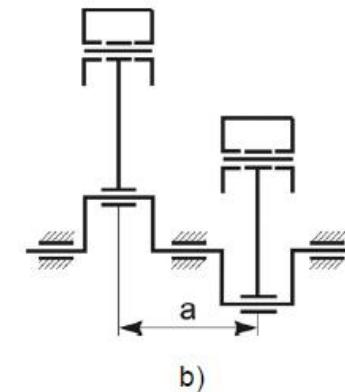
- Konstruktivni oblici i dimenzije koljenastog vratila zavise od:
 - vrste motora (oto – dizel),
 - veličine motora,
 - brzohodnosti motora,
 - broja i rasporeda cilindara,
 - reda paljenja,
 - uravnoteženosti koljenastog vratila,
 - uslova za pojavu značajnih torzionih oscilacija,
 - tipa cilindarskih košuljica (suha, mokra, zrakom hlađena itd.),
 - koncepcije gradnje cilindarske glave (integralna, pojedinačna itd.),
 - konstruktivne koncepcije motora (linijski, V motor, bokser itd.) itd.
- U principu se koljenasta vratila izvode s potpunim oslanjanjem (glavni ležaj između svakog cilindra), a koljenasto vratilo s nepotpunim oslanjanjem (glavni ležaj poslije svakog drugog cilindra) danas se rjeđe koristi, zbog visokih opterećenja koljenastih vratila.

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

KOLJENASTO VRATILO (Radilica)



a)

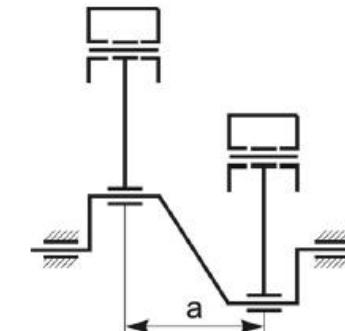


b)

Koljenasto vratilo s potpunim oslanjanjem



a)



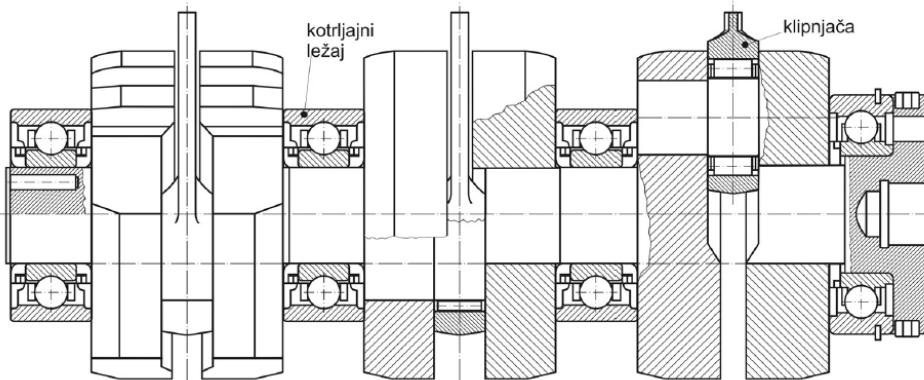
b)

Koljenasto vratilo s nepotpunim oslanjanjem

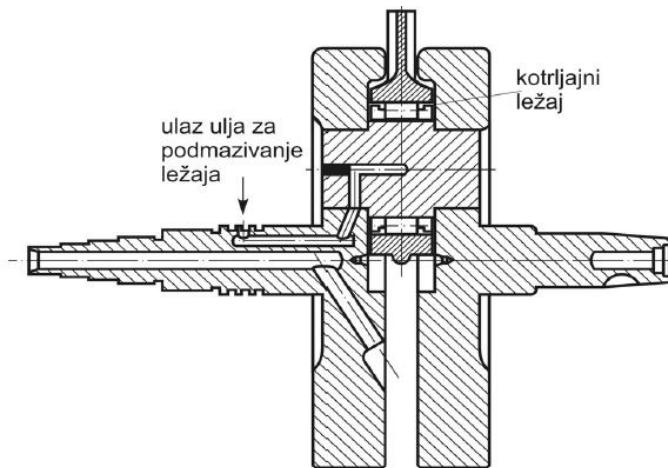
Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

KOLJENASTO VRATILO (Radilica)

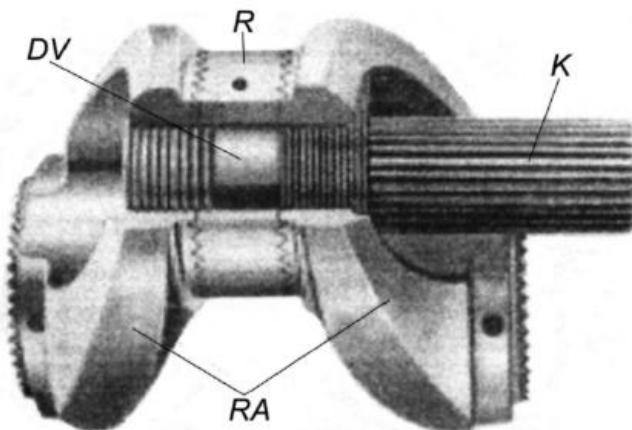
Koncepcijski gledano, koljenasta vratila za motore cestovnih vozila uglavnom se izrađuju iz jednog dijela. U specifičnim slučajevima, gdje se zahtijevaju tzv. kotrljajni ležajevi, koljenasta vratila mogu se praviti iz više dijelova, koji se povezuju zavrtnjevima, preko steznih spojeva, itd. Višedijelna koljenasta vratila najčešće se primjenjuju kod zvijezda motora i velikih (uglavnom brodskih) motora.



Koljenasto vratilo sastavljeno iz više dijelova za jedan dvotaktni motor



Višedijelno koljenasto vratilo jednocijindričnog motora za motocikl

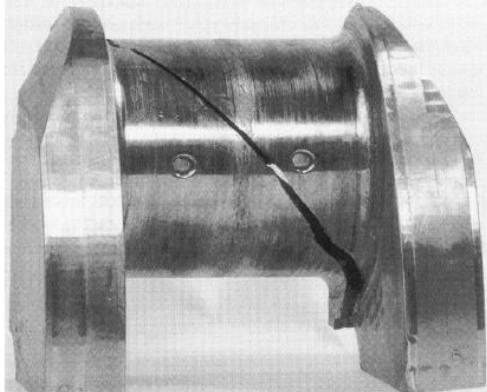


Hirth-ovo ozubljenje na KV

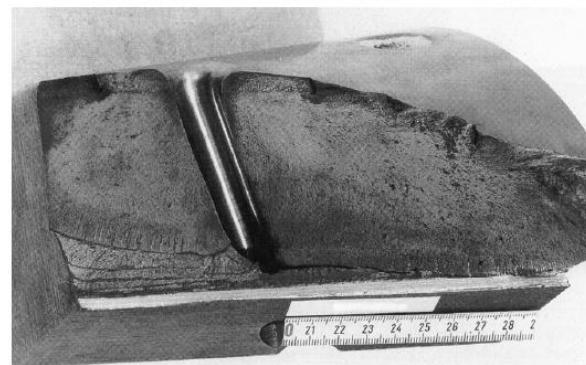
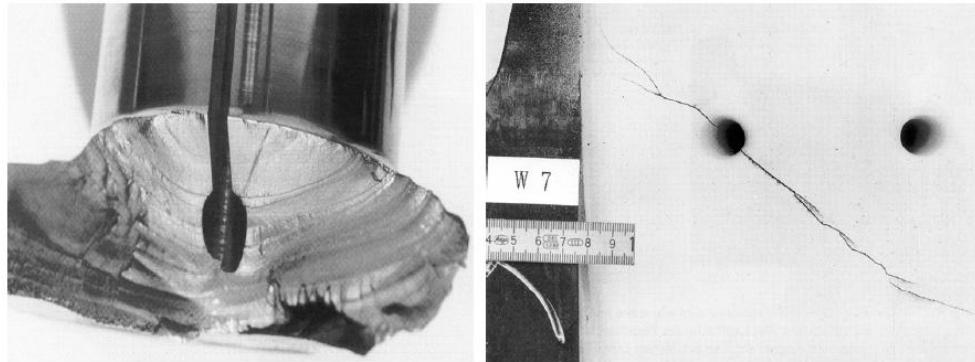
RA - Rame
DV - Diferencijalni vijak
R - Šuplji leteći rukavac
K - Ključ

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

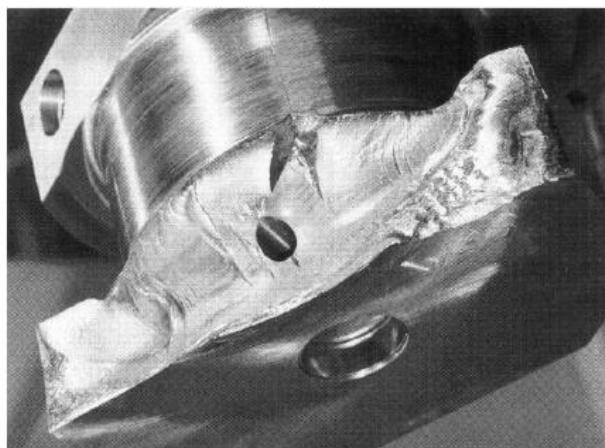
KOLJENASTO VRATILO (Radilica) – Primjeri oštećenja



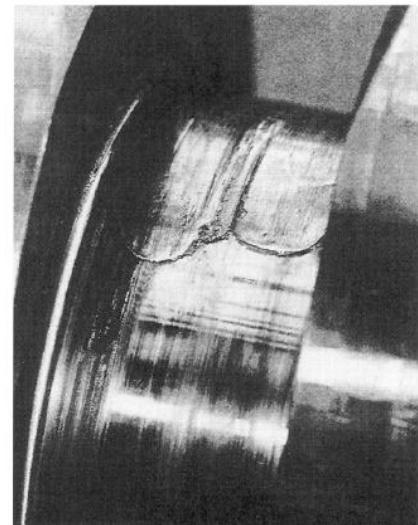
Pukotina letećeg rukavca inicirana prelaznim radijusom



Pukotine na koljenastom vratilu inicirane na mjestu koncentracije napona na otvoru za ulje (na rukavcu koljenastog vratila)



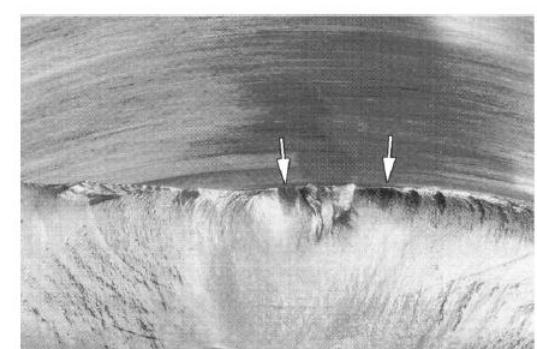
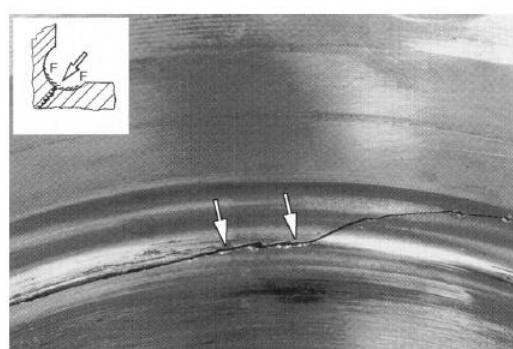
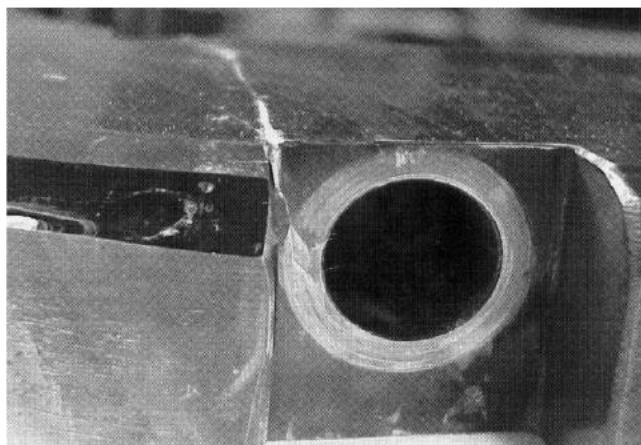
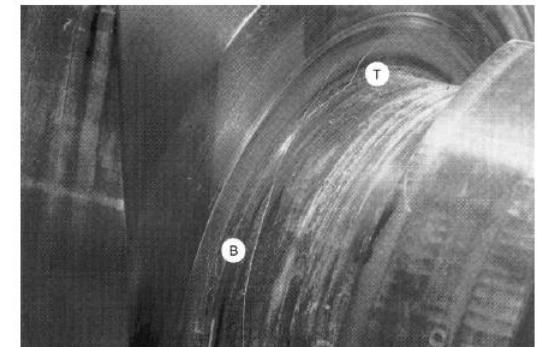
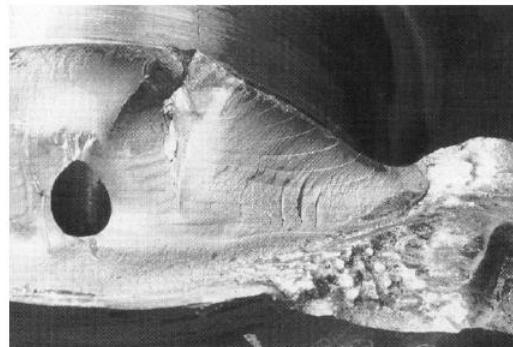
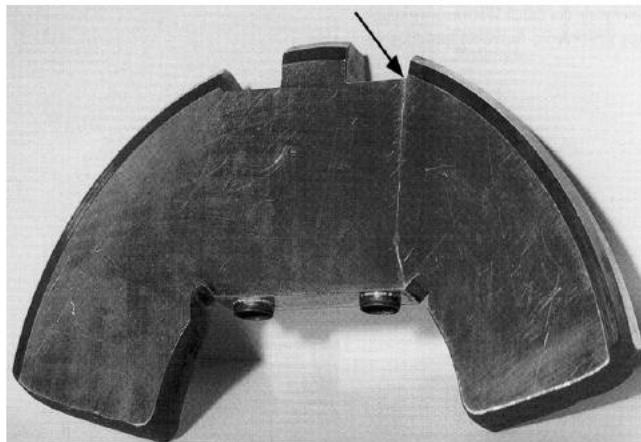
Pukotina ramena inicirana prelaznim radijusom



Primjer habanja klizne staze rukavca

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

KOLJENASTO VRATILO (Radilica) – Primjeri oštećenja



Pukotine inicirane prelaznim radijusom rukavac-rame koljenastog vratila

Pukotina kontratega na koljenastom vratilu

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

KLIPNJAČA

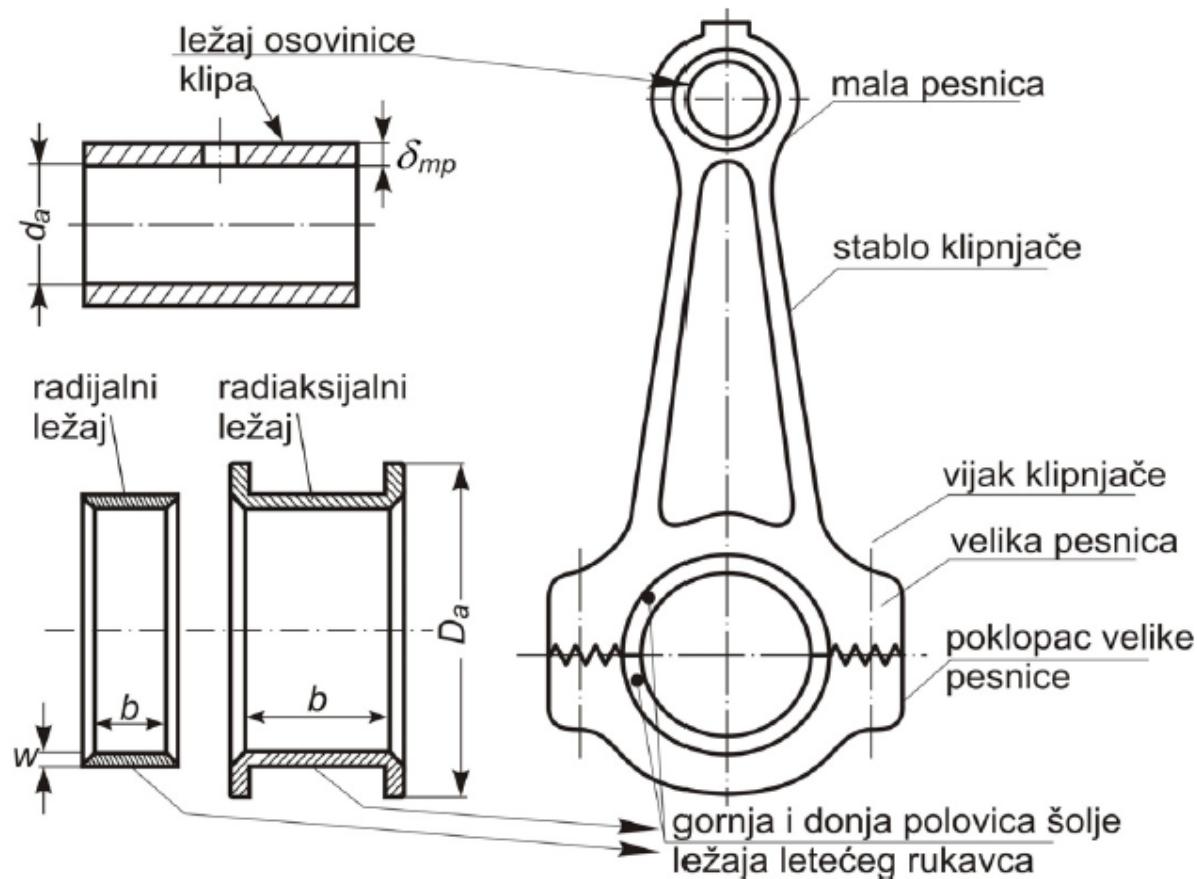
Klipnjača predstavlja element, odnosno sklop koji spaja klip koji vrši translatorno kretanje s koljenastim vratilom motora koje vrši kružno kretanje. Imajući u vidu složeno kretanje klipnjače (ravansko kretanje), treba voditi računa i o prostoru unutar bloka motora, gdje se kreće klipnjača, kako bi bilo obezbijeđeno njeno nesmetano kretanje.

Osnovni zadaci klipnjače su:

- povezivanje klipne grupe i koljenastog vratila, s pretvaranjem pravolinijskog kretanja klipa u kružno kretanje koljenastog vratila motora,
- smještaj kliznih ležajeva u klipnjači koji predstavljaju veze s osovinicom klipa i letećim rukavcem koljenastog vratila motora i
- dovođenje ulja kroz klipnjaču za hlađenje klipa (neke konstrukcije klipnjače).

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

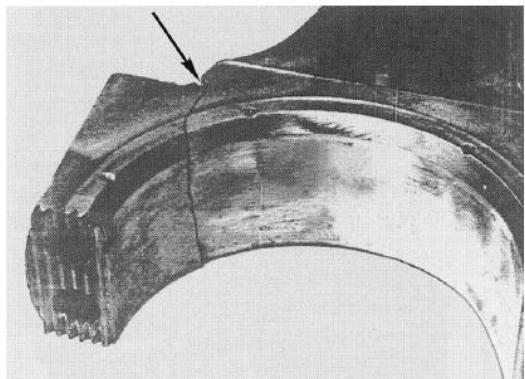
KLIPNJAČA



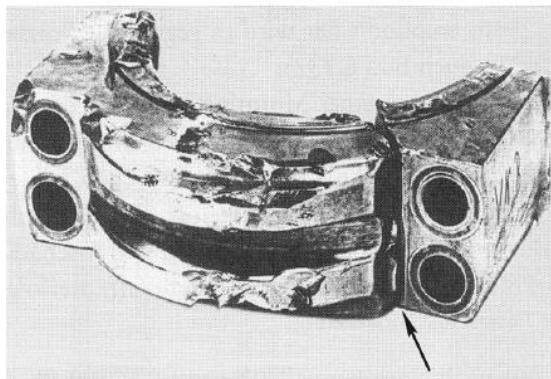
Klipnjača motora s kliznim ležajevima

Konstrukcija motora – Pokretni dijelovi motora SUS

KLIPNJAČA – Primjeri oštećenja



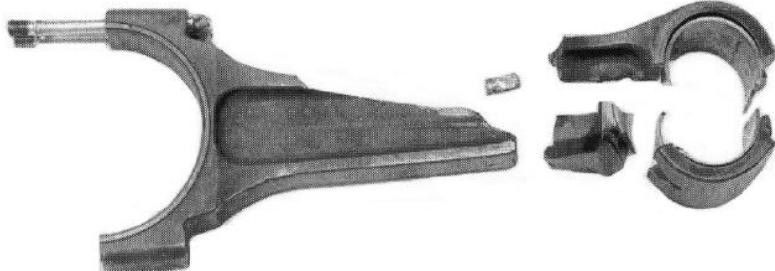
Pukotina velike pesnice klipnjače na mjestu povećane koncentracije napona



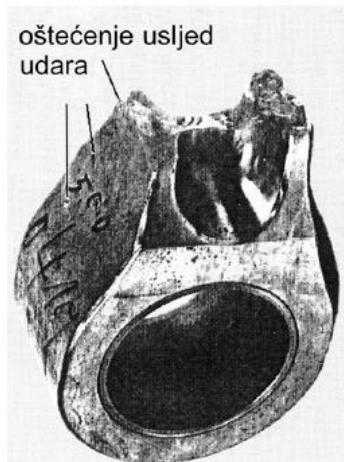
Pukotina poklopca velike pesnice na mjestu povećanje koncentracije napona (prelazni radijus)



Primjer oštećenja vijka



Pukotine na maloj pesnici i stablu klipnjače



Lom stabla klipnjače u blizini male pesnice



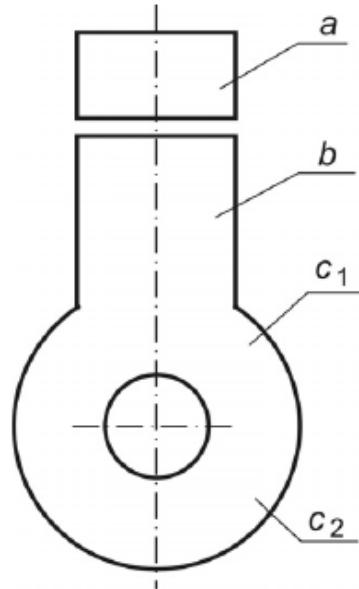
Primjer oštećenja klipnjače

Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

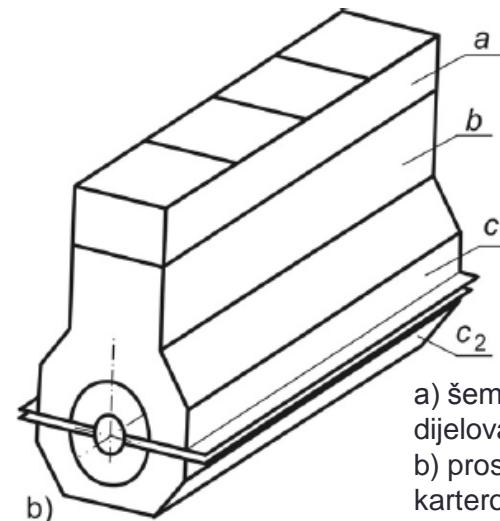
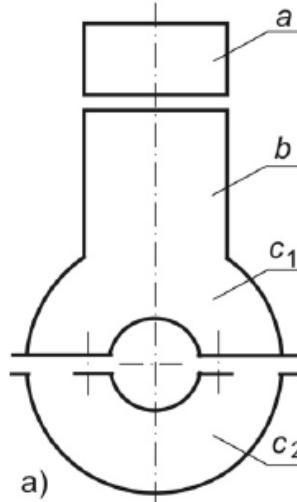
Osnovni nepokretni dijelovi motora sus su:

- blok motora-cilindarske košuljice,
 - motorska kućica (karter),
 - glava motora i
 - zaptivka glave motora.
-
- Kompozicija i konstruktivna forma nepokretnih dijelova motora zavisi od namjene motora, dimenzione veličine motora, načina hlađenja motora itd. Uobičajene kompozicije nepokretnih dijelova motora su
 - Tunelska gradnja.
 - Gradnja sa blok karterom.
 - Gradnja Blok-glava.
 - Gradnja nepokretnih dijelova kod motora velikih snaga.

Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

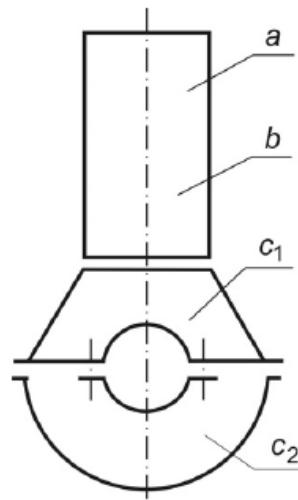


Tunelska gradnja nepokretnih
dijelova motora

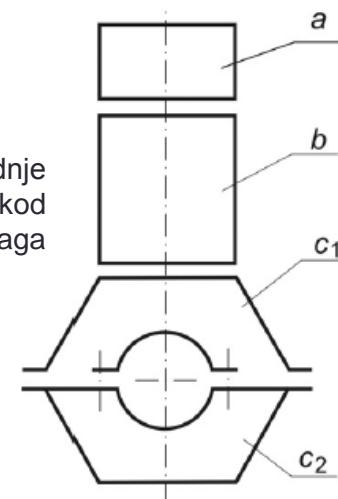


a) šema gradnje nepokretnih
dijelova s blok karterom
b) prostorni izgled gradnje s blok
karterom

Šema gradnje nepokretnih
dijelova sa sklopom blok
glava iz jednog dijela



Šema gradnje
nepokretnih dijelova kod
motora velikih snaga



Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

CILINDARSKA KOŠULJICA – BLOK MOTORA

Sklop cilindarska košuljica–blok motora s gornjim dijelom motorske kućice (najčešće) prenose inercione sile i njihove momente na oslonce motora, a sile gasova su unutrašnje sile.

U principu se razlikuju sljedeće konstrukcije sklopa cilindarska košuljica-blok motora:

- monoblok - integralna cjelina cilindarske košuljice i bloka,
- cilindarske košuljice u bloku motora hlađene tečnošću,
- suhe cilindarske košuljice u plaštu hlađenom tečnošću i
- zračno hlađenje cilindarske košuljice s rebrima na vanjskoj strani.

Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

CILINDARSKA KOŠULJICA – BLOK MOTORA

Monoblok

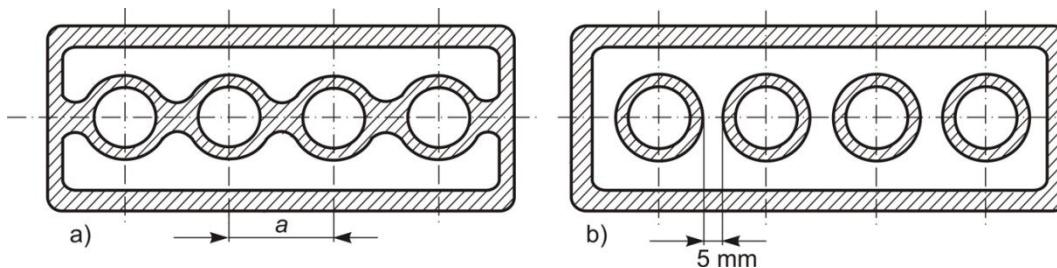
Monoblok predstavlja sistem gdje je cilindarska košuljica izlivena iz jednog dijela s blokom motora.

Prednosti ovakvog rješenja su:

- lako se postiže visoka krutost konstrukcije i
- konstrukcija je relativno kompaktna pri minimalnoj dužini motora u odnosu na ostale izvedbe.

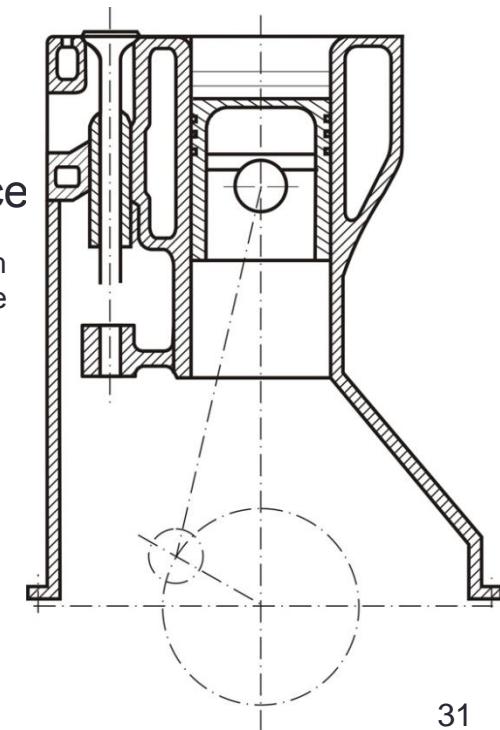
Nedostaci ovakve konstrukcije su:

- svaka greška zahtijeva bacanje cijelog bloka,
- legiranje je vrlo skupo, a mora se legirati cijeli blok i
- pri livenju se teško dobija željena struktura klizne staze košuljice



Izvedba monobloka

Monoblok motora sa gornjim dijelom motorske kućice

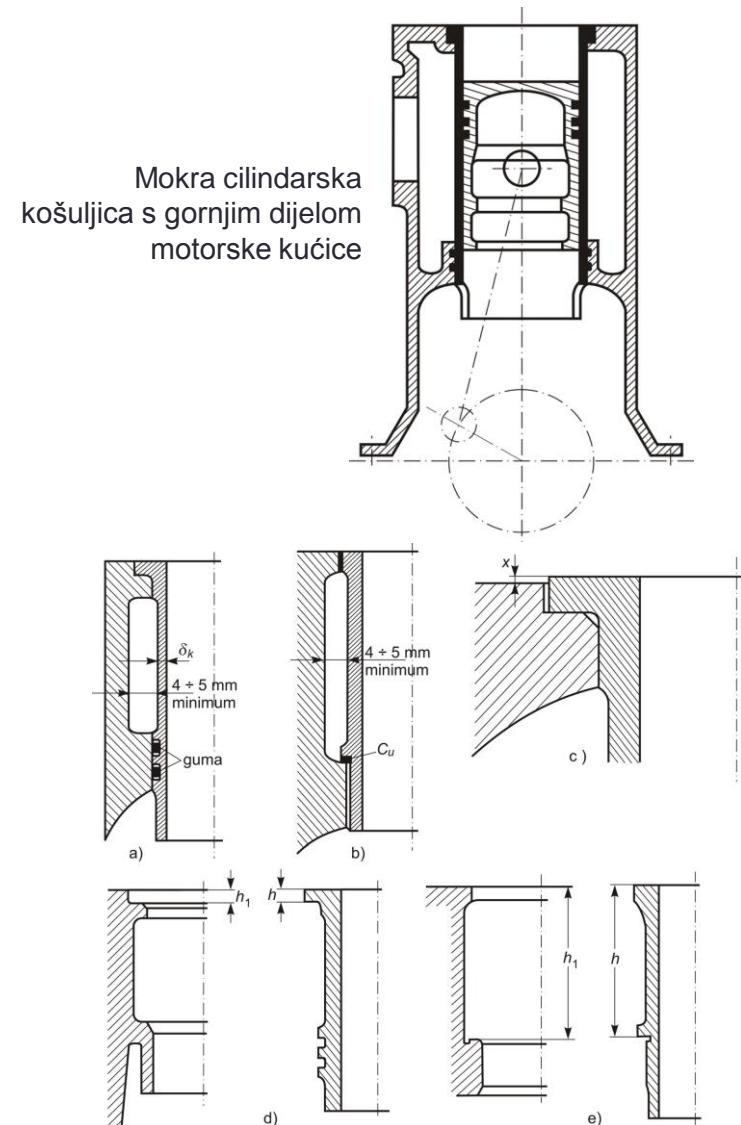


Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

CILINDARSKA KOŠULJICA – BLOK MOTORA

Mokre cilindarske košuljice

Najčešće se kao rješenje koristi kod dizel motora. Odlikuje se prostijom izradom cilindarskog bloka (manji škart), lakom zamjenom cilindarskih košuljica u slučaju oštećenja, dobro se hlade, a za košuljicu se bira kvalitetan materijal, nezavisno o materijalu bloka. Kao nedostaci ovog rješenja mogu se navesti manja krutost bloka, veće međuosno rastojanje između cilindara, skuplja mehanička obrada. Da bi se omogućile toplotne dilatacije, cilindarska košuljica je na gornjem kraju pomoću oboda većeg prečnika ukliještena između bloka, zaptivača i glave motora, a njen donji kraj je aksijalno slobodan. Ispod pomenutog oboda košuljica je radijalno vođena i centrirana u bloku. Zaptivanje donjeg kraja cilindarske košuljice vrši se pomoću zaptivnih prstenova smještenih u žlijebovima na ojačanom dijelu cilindarske košuljice ili naprimjer s bakarnim zaptivačem u donjem dijelu.



Konstruktivne izvedbe mokrih cilindarskih košuljica u bloku motora

Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

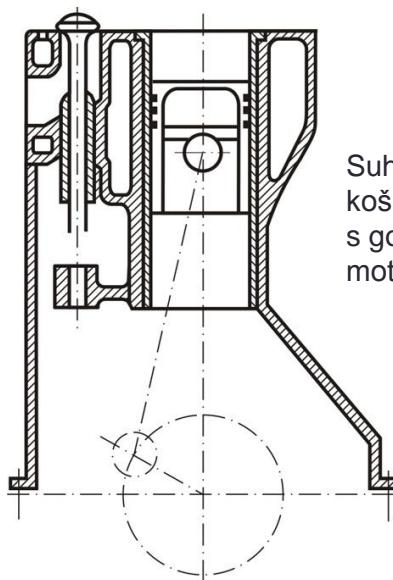
CILINDARSKA KOŠULJICA – BLOK MOTORA

Suhe cilindarske košuljice

Ovaj tip košuljica primjenjuje se uglavnom kod manjih i srednjih vozilskih motora s prečnikom klipa do 120 mm, i to uglavnom na tržištu US i Engleske.

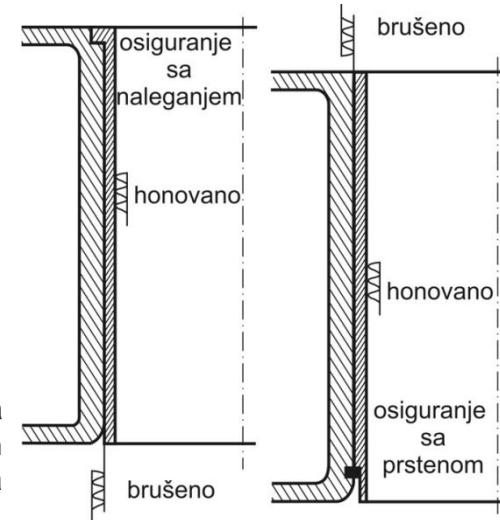
Ovom konstrukcijom zadržana je krutost, a donekle i kompaktnost kao kod monobloka, a olakšana je i opravka, odnosno zamjena košuljica.

Košuljica je od kvalitetnog materijala, a osnovna masa bloka od manje odgovornog, pa prema tome, i jeftinijeg materijala. Nepovoljno kod ove konstrukcije je skuplja mehanička obrada, lošije hlađenje i otežana zamjena same košuljice (montaža i demontaža).



Suha cilindarska
košuljica u bloku motora
s gornjim dijelom
motorske kućice

Način ugradnje i obrada
ugrađenih suhih cilindarskih
košuljica

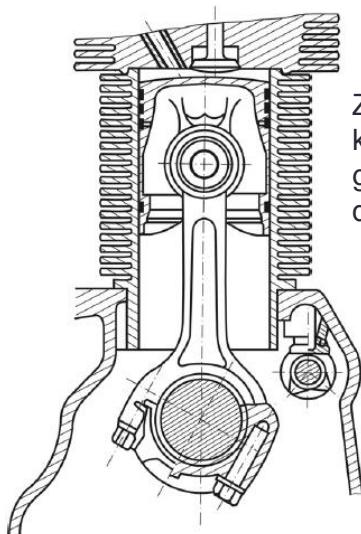


Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

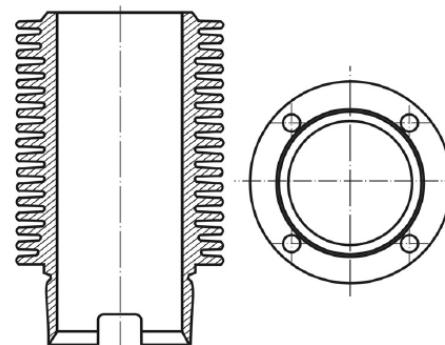
CILINDARSKA KOŠULJICA – BLOK MOTORA

Zračno hlađena cilindarska košuljica

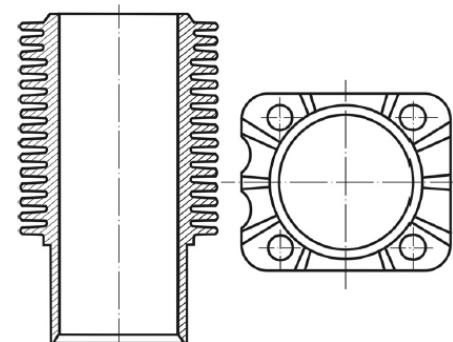
- Ove cilindarske košuljice snabdijevene su rebrima za hlađenje, odlivene su pojedinačno i pričvršćene za motorsku kućicu, koja je zajednička za cijeli motor.
- Na cilindarskim košuljicama nalaze se rebra puna po cijelom obimu, zatim izlomljena i skraćena rebra, gdje treba posebno voditi računa o međusobnom rastojanju cilindarskih košuljica.



Zračno hlađena cilindarska košuljica sa dijelovima glave motora i gornjeg dijela motorske kućice



Cilindarska košuljica s punim rebrima



Cilindarska košuljica s rebrima profilisanim po obodu

Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

CILINDARSKA KOŠULJICA – BLOK MOTORA

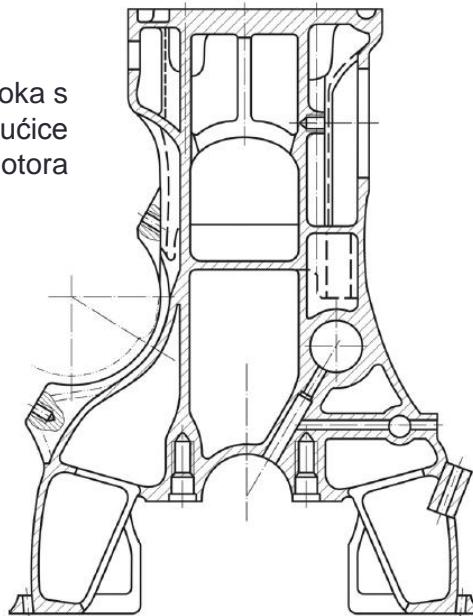
Blok motora

Blok motora svakako je najteži dio motora, bilo da ide sam ili s motorskom kućicom. Od njega se traži:

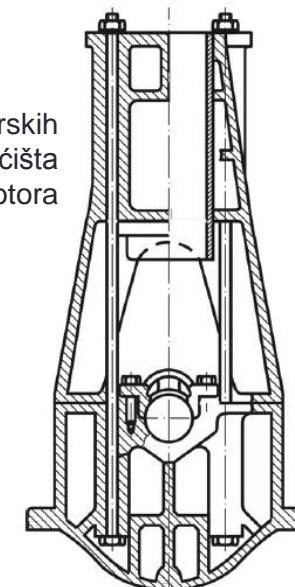
- da ima vrlo visoku krutost,
- da ima malu težinu i
- da je pogodan za obradu.

Najčešće se izvode livenjem zajedno sa gornjim dijelom motorske kućice ili spajanjem zavarivanjem ili vijcima sa gornjim dijelom motorske kućice.

Presjek livenog bloka s gornjim dijelom kućice motora



Primjena ankerskih vijaka kod kućišta motora



Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

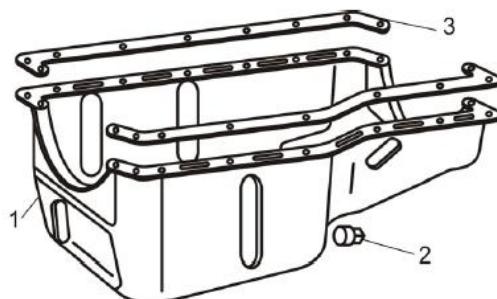
MOTORSKA KUĆICA – Karter

Motorska kućica i blok motora formiraju nosač krivajnih mehanizama koji treba imati što manju dužinu i zadovoljavajuću krutost, što treba imati u vidu i pri konstruktivnom formiraju motorske kućice (kartera).

Kod motora za pogon motornih vozila karter se radi dvodijelan. Pri tome je gornji dio izliven zajedno s blokom (blok-karter). Uležištenja koljenastog vratila su na poprečnim rebrima odlivenim u gornjem dijelu motorske kućice između cilindara.

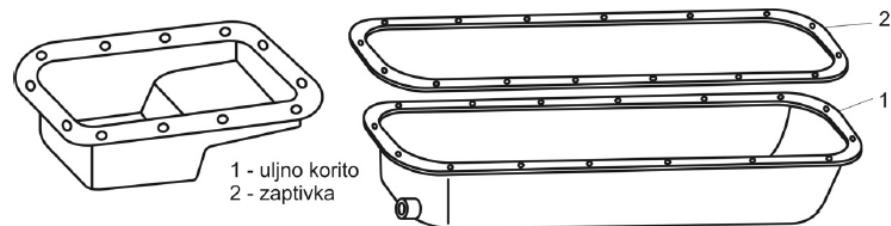
Donji dio kartera služi kao uljno korito i obično je presovan od lima debljine 1 do 1,5 mm i preko prirubnice ojačane spolja po cijeloj dužini jačom limenom trakom.

Kod nekih motora donji dio kartera odliven je od livenog gvožđa ili aluminijumske legure, pri čemu je kod vozilskih motora i orebren, čime se pospješuje hlađenje ulja za podmazivanje koje se tu sliva.



1 - donji dio motorske kuće (karter)
2 - čep za ispuštanje ulja iz kartera
3 - zaptivač kartera

Liveni karter motora sa zaptivkom



Prostorni izgled presovanih uljnih korita

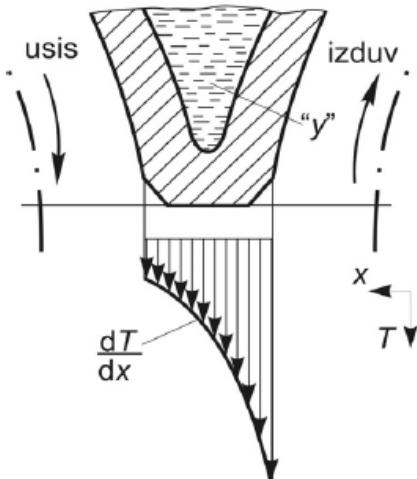
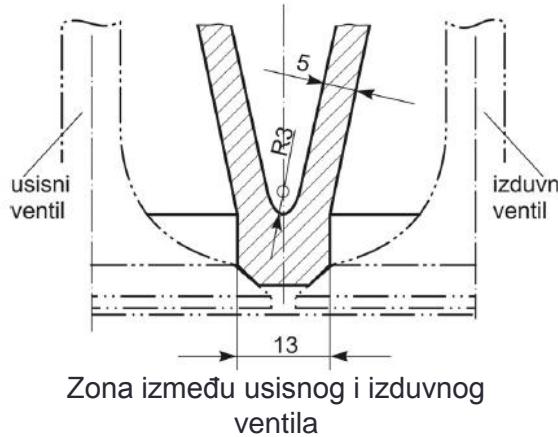
Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

GLAVA MOTORA

- Osnovni zadatak glave motora jeste da potpuno zatvori prostor u kome se odigrava radni ciklus motora. To se postiže postavljanjem odgovarajućeg zaptivača između glave motora i cilindarske košuljice u bloku motora i dovoljnim pritezanjem glave pomoću većeg broja povoljno raspoređenih vijaka.
- Konstrukcija glave motora zavisi najviše od:
 - oblika prostora za sagorijevanje,
 - broja i rasporeda ventila, svjećica ili brizgača,
 - oblika i rasporeda usisnih i izduvnih kanala i
 - vanjskih dovodnih cijevi i smjera tečenja tečnosti za hlađenje.
- Posebno problematične segmente glave motora predstavljaju dijelovi između usisnog i izduvnog ventila. Ova zona izložena je velikim naprezanjima od visokih temperturnih gradijenata dT/dx , koji su čak i deset puta veći od naprezanja uslijed sila gasova.

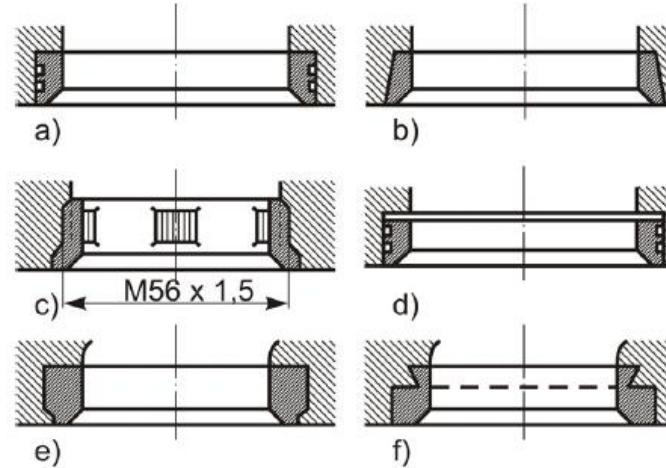
Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

GLAVA MOTORA



Promjena temperature u zoni između usisnog i izduvnog ventila

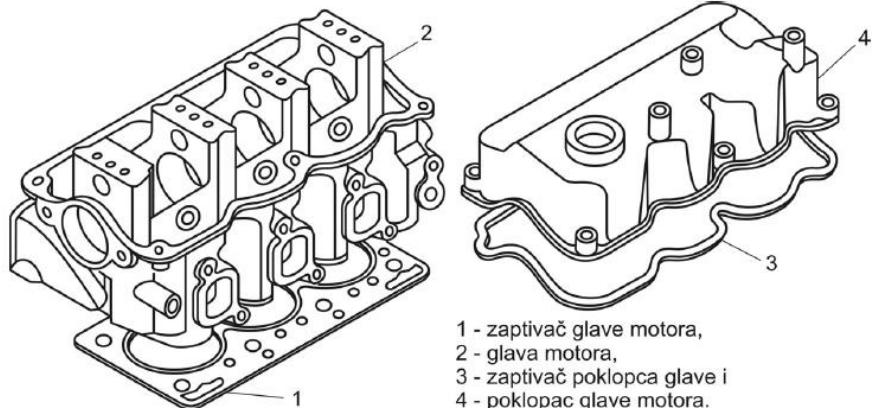
Drugi važan problem koji se javlja na glavi motora je deformacija sjedišta ventila i njegovo habanje. Ovaj problem posebno je izražen kod nadpunjenih motora, gdje je posebno ugrožen usisni ventil (nema podmazivanja sjedišta), zrak dolazi s nadpritiskom, pritisci izgaranja su visoki i sve to rezultira s korozijom trenja. To se može riješiti posebnim sjedištima u glavi motora, od materijala otpornog na habanje



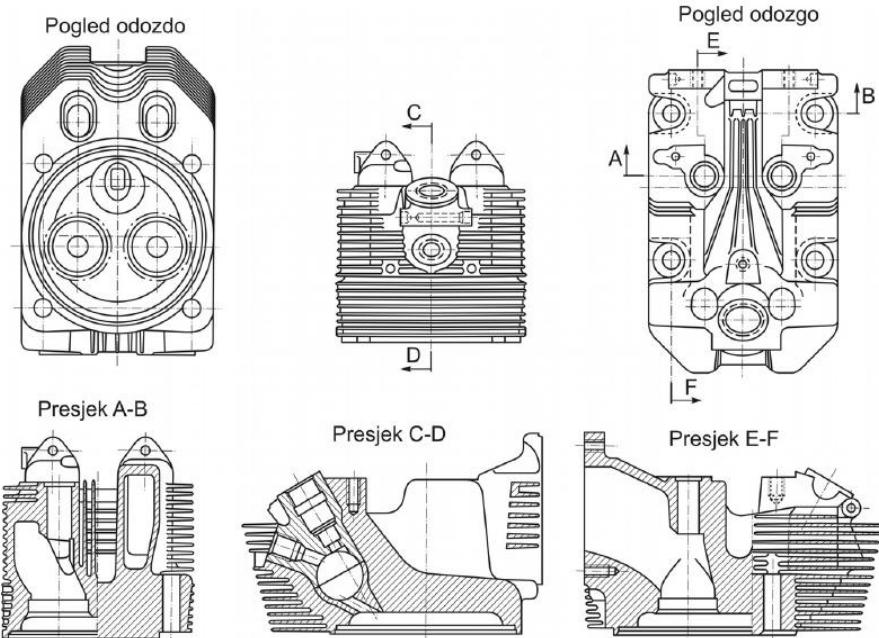
Konstruktivne izvedbe sjedišta ventila od posebnog materijala

Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

GLAVA MOTORA



Glava motora s poklopcom (motor hlađen tečnošću)



Glava zračno hlađenog motora

ZAPTIVKE GLAVE MOTORA

Prema konstruktivnoj formi, zaptivke se dijele na:

- pločaste (ravne) zaptivke i
- prstenaste zaptivke.

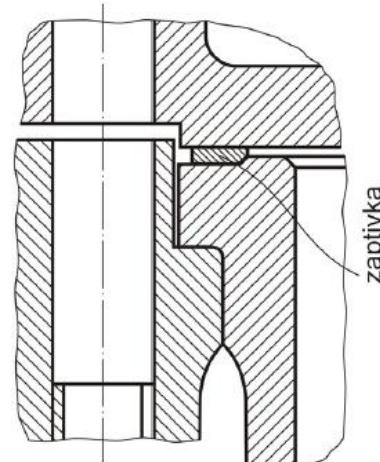
Konstrukcija motora – Nepokretni dijelovi motora SUS

ZAPTIVKE GLAVE MOTORA

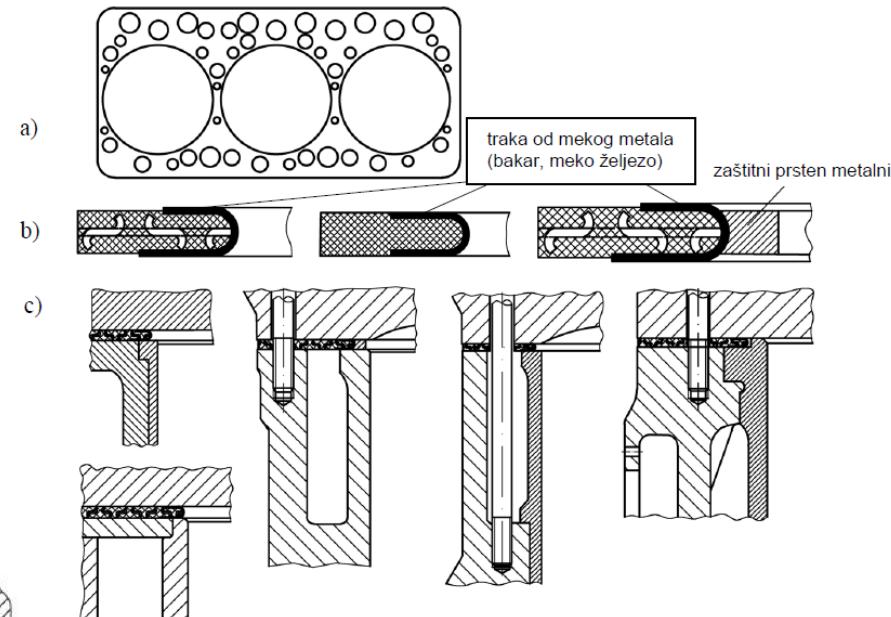
Prema konstruktivnoj formi, zaptivke se dijele na:

- pločaste (ravne) zaptivke i
- prstenaste zaptivke.

Pločaste zaptivke se mahom primjenjuju kod manje opterećenih motora, i to s višecilindričnim glavama.



Prstenasta zaptivka primjenjuje se kod glava motora za svaki cilindar posebno i to kod jako opterećenih motora, s visokim pritiscima izgaranja.



Konstrukcija motora – Razvodni mehanizam motora sus

Osnovni zadaci razvodnog mehanizma su:

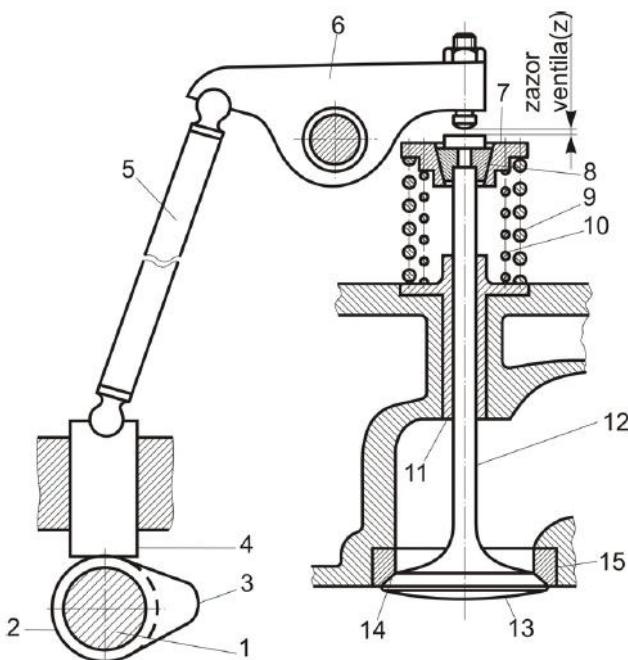
- mora obezbijediti punjenje cilindra sa svježom smješom ili sa zrakom, s optimalnim stepenom punjenja,
- mora omogućiti odstranjivanje izduvnih gasova što je moguće bolje (mali koeficijent zaostalih gasova) i
- da pomoći ventila zaptiva kompresioni prostor, kada se u njemu vrši kompresija, sagorijevanje i osnovni dio ekspanzije.

U praktičnoj upotrebi nalazi se veliki broj različitih konstruktivnih rješenja razvodnih mehanizama kod motora sui. Sa stanovišta dijagrama hoda usisnog i izduvnog ventila, kao i trenutaka njihovog otvaranja i zatvaranja, postoje dvije osnovne podjele:

- razvodni mehanizam s nepromjenjivim hodovima ventila u toku rada motora, tzv. konvencionalni razvodni mehanizam i
- razvodni mehanizam s varijabilnim vremenima otvaranja i zatvaranja kao i varijabilnim hodovima ventila u toku rada motora, tzv. varijabilni razvodni mehanizmi.

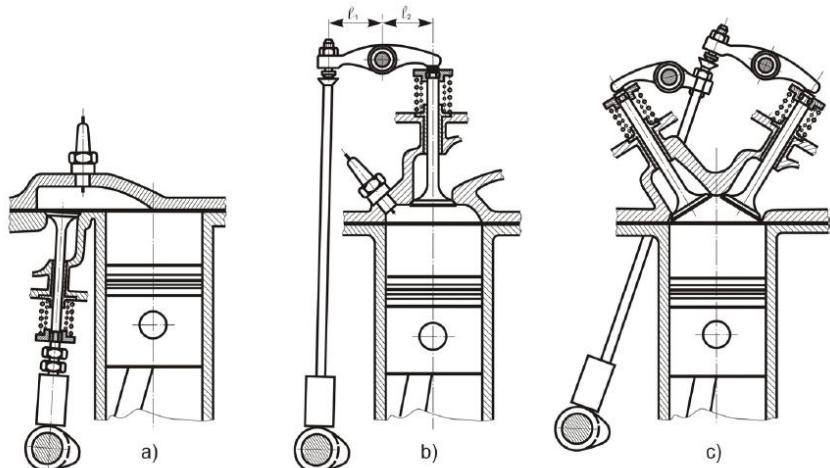
Konstrukcija motora – Razvodni mehanizam motora sus

Konvencionalni razvodni mehanizmi

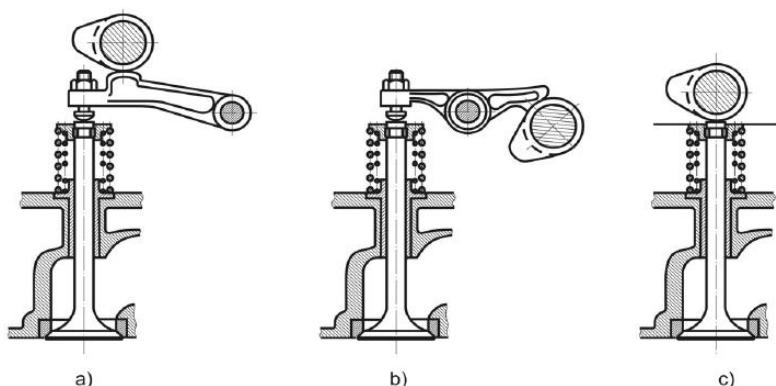


Osnovni elementi razvodnog mehanizma

- 1 - bregasto vratilo,
- 2 - osnovni krug,
- 3 - brijeđ,
- 4 - podizač,
- 5 - šipka podizača,
- 6 - klackalica,
- 7 - držać opruge,
- 8 - dvodijelni osigurač,
- 9 - vanjska opruga,
- 10 - unutarnja opruga,
- 11 - vođica ventila,
- 12 - tijelo ventila,
- 13 - glava ventila (pečurka),
- 14 - sjedište ventila,
- 15 - uložak sjedišta ventila



Konstrukcije razvodnog mehanizma s bregastim vratilom u bloku motora



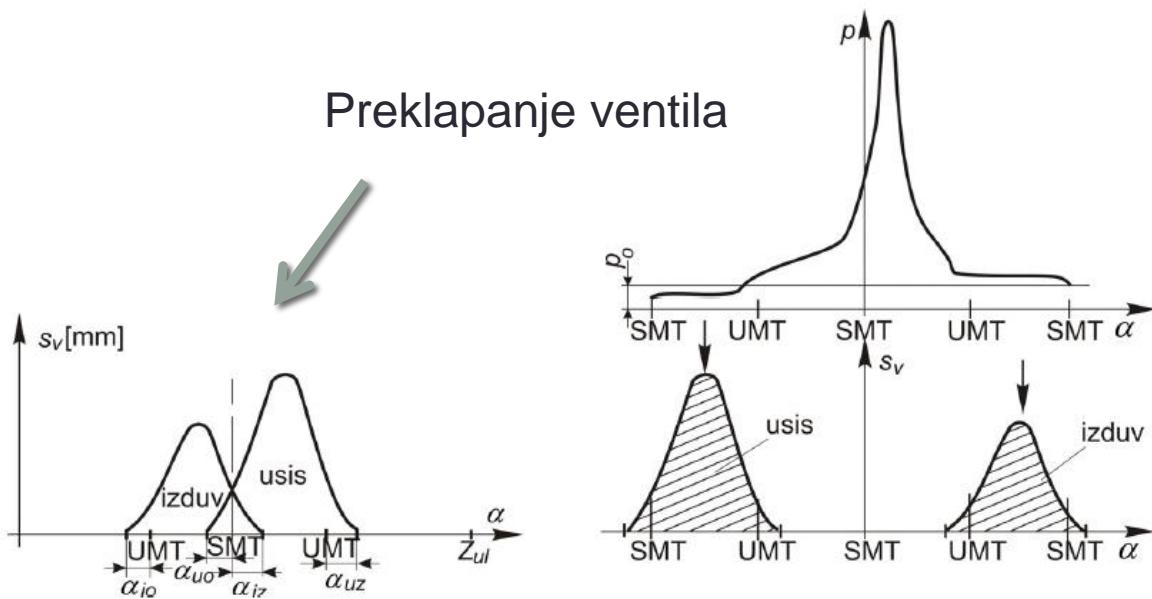
Konstrukcije razvodnog mehanizma s bregastim vratilom u glavi motora i visećim ventilima

Konstrukcija motora – Razvodni mehanizam motora sus

Konvencionalni razvodni mehanizmi

Izvedbe razvodnog mehanizma razlikuju se i po broju ventila po jednom cilindru. Tako se sada susreću konstrukcije razvodnih mehanizama sa:

- dva ventila (jedan usisni, jedan izduvni),
- tri ventila (dva usisna, jedan izduvni),
- četiri ventila (dva usisna, dva izduvna) i
- pet ventila (tri usisna, dva izduvna).



Konstrukcija motora – Razvodni mehanizam motora sus

Varijabilni razvodni mehanizmi

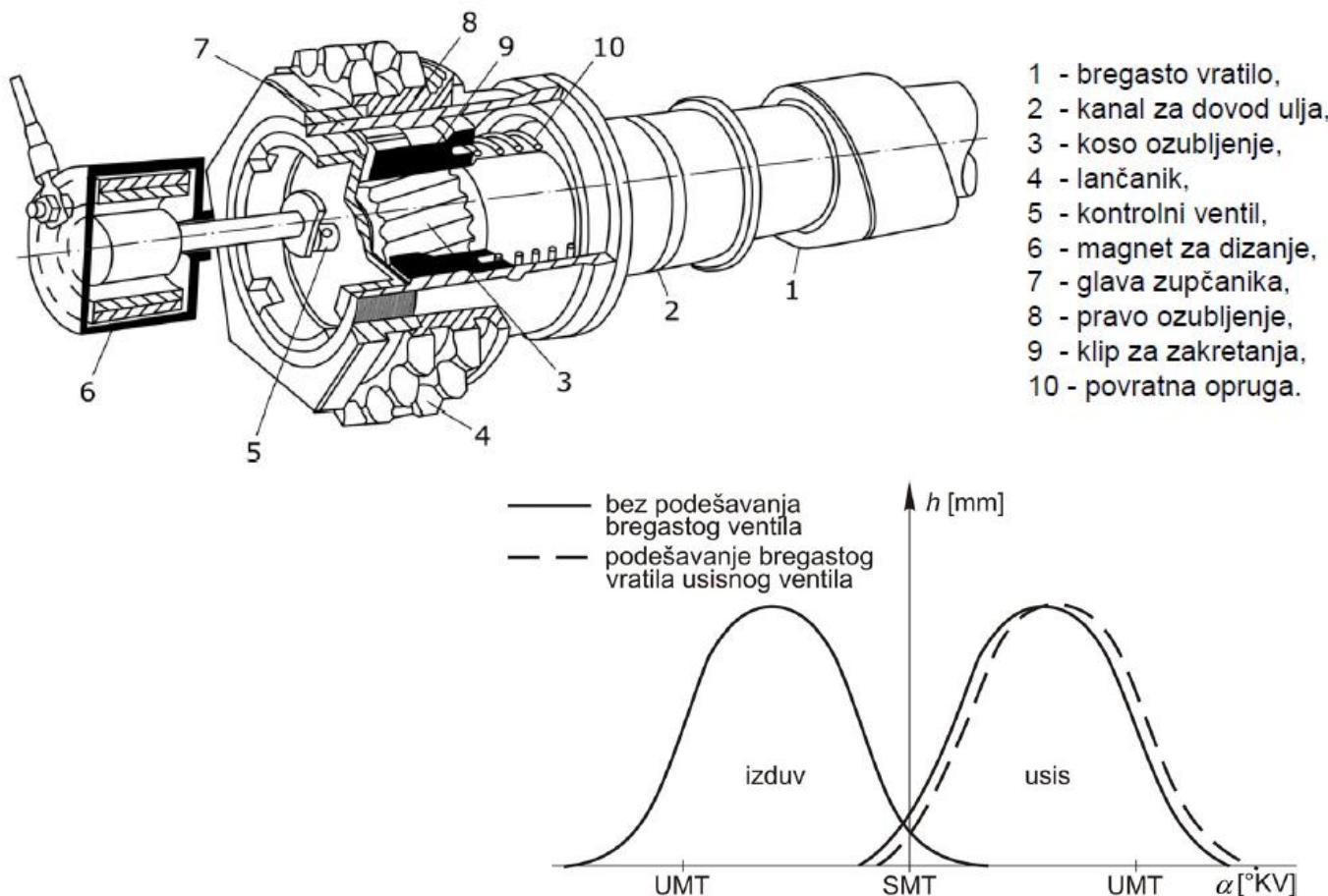
Za optimiranje razvodnog mehanizma u širokom dijapazonu režima rada motora potrebno je obezbijediti promjenjive parametre razvodnog mehanizma kao što su:

- vrijeme otvaranja i zatvaranja usisnog i izduvnog ventila,
- visina hoda ventila,
- oblik krive hoda ventila,
- isključivanje iz rada pojedinih ventila i
- isključivanje iz rada pojedinih cilindara.

Danas postoji dosta konstruktivnih rješenja razvodnih mehanizama s varijabilnim geometrijskim razvodom, od klasičnih mehaničkih mehanizama, hidromehaničkih mehanizama do elektromehaničkih (mehatronskih) mehanizama.

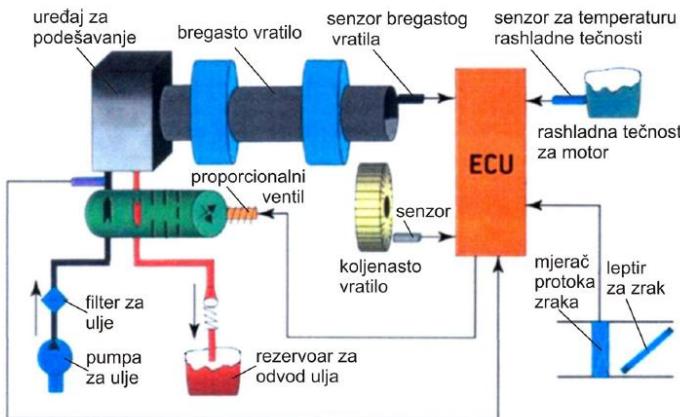
Konstrukcija motora – Razvodni mehanizam motora sus

Varijabilni razvodni mehanizmi - Sistemi razvoda s promjenom faze otvaranja ventila

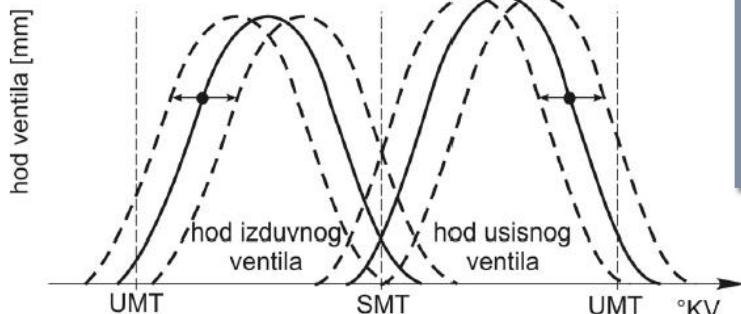


Konstrukcija motora – Razvodni mehanizam motora s usisnim i izduvnim bregastim vratilima

Varijabilni razvodni mehanizmi - *Sistemi razvoda s kontinualnim zakretanjem bregastog vratila i promjenom trenutka otvaranja ventila*



Regulaciona šema sistema za kontinualno zakretanje bregastog vratila



Dijagrami hoda usisnih i izduvnih ventila kod sistema kontinuiranog zakretanja bregastih vratila

Regulacija položaja bregastog vratila zavisna je od:

- broja obrtaja motora,
- opterećenja motora i
- temperature rashladne tečnosti.

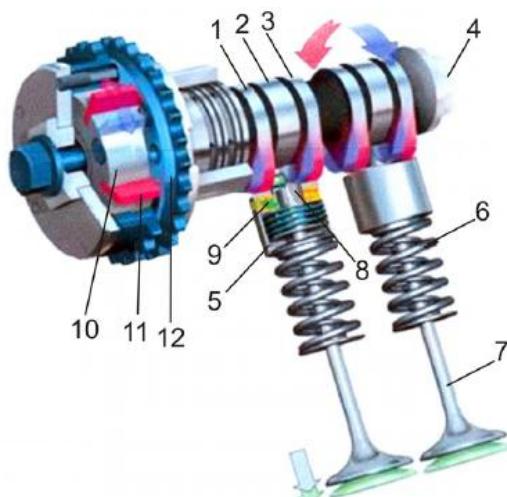
Nabrojane veličine ulaze u elektronsku upravljačku jedinicu (ECU) i zajedno s ostalim parametrima sistema se obrađuju, te šalju odgovarajući signal proporcionalnom ventilu i uređaju za podešavanje položaja bregastog vratila.

Konstrukcija motora – Razvodni mehanizam motora sus

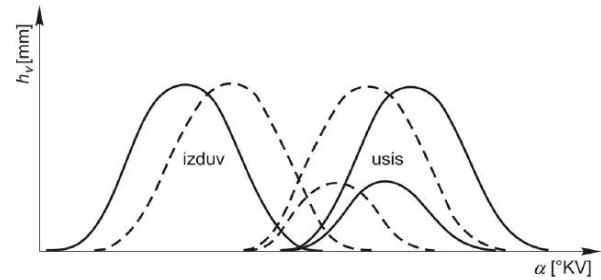
Varijabilni razvodni mehanizmi - Sistem razvoda s promjenom faze otvaranja/zatvaranja ventila i promjenom hoda ventila

Da bi se usavršili sistemi razvoda sa promjenjivim vremenom otvaranja i zatvaranja ventila, uvodi se mogućnost promjene profila otvaranja i zatvaranja ventila pomoću većeg i manjeg brijege bregastih vratila. Razvijena rješenja razvodnog mehanizma s promjenjivom fazom i promjenjivim profilom otvaranja/zatvaranja ventila koriste se u Hondinim i Porsche-ovim motorima.

Ovdje je osnovna pretpostavka korištenje različitih oblika bregova bregastog vratila koji se biraju na osnovu radnih tačaka motora. Ovi sistemi zahtijevaju složenije elemente razvodnog sistema koji omogućavaju promjenu profila, a upravljanje se ostvaruje pomoću hidrauličkog ulja koje se nalazi u hidrauličkim vodovima.



- 1 - lijevi brijege bregastog vratila,
- 2 - srednji brijege bregastog vratila,
- 3 - desni brijege bregastog vratila,
- 4 - bregasto vratilo,
- 5 - podizač 1,
- 6 - opruga ventila,
- 7 - ventil,
- 8 - podizač 2,
- 9 - klin,
- 10 - rotor,
- 11 - lopatice,
- 12 - stator.



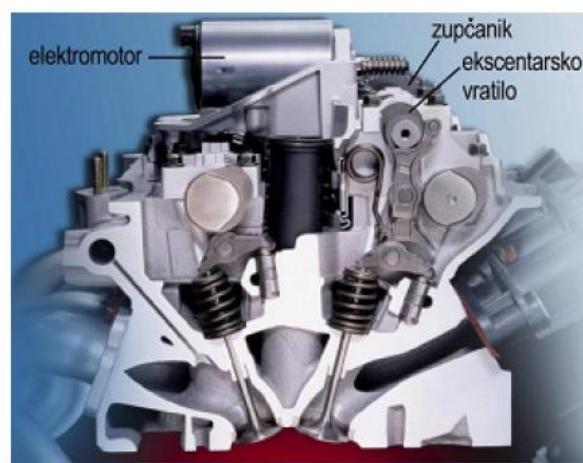
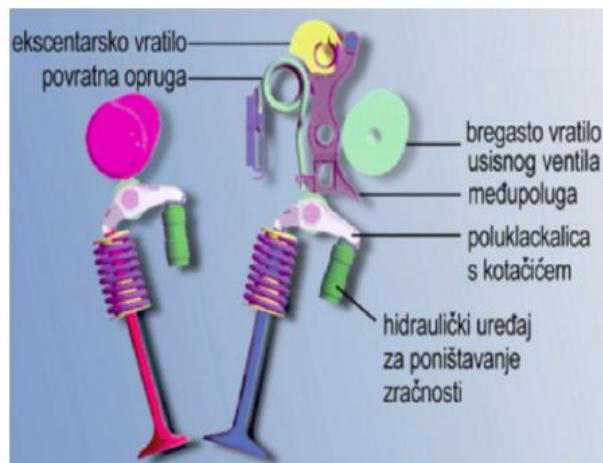
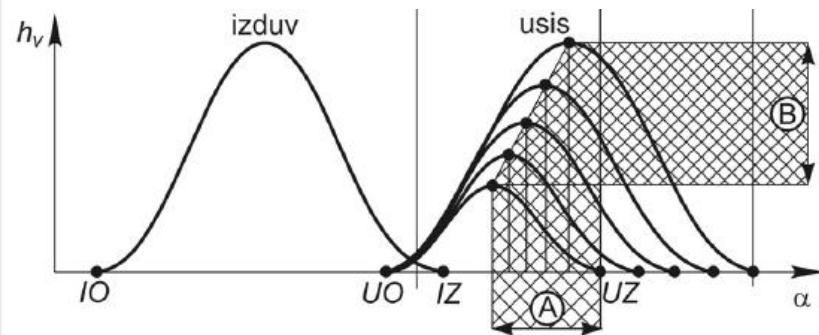
Upravljanje usisnim ventilima vrši se preko tri brijege bregastog vratila (1), (2) i (3), pri čemu su lijevi (1) i desni (3) brijege jednaki. Promjena vremena otvaranja vrši se preko sistema za zakretanje bregastog vratila (10), (11) i (12), a upravljanje se vrši preko elektrohidrauličkog regulacionog ventila.

Kada lijevi (1) i desni (3) brijege djeluju na podizač (5) koji sabija oprugu (6) dolazi do otvaranja ventila (7), čime se postiže veći hod ventila s dužim vremenom otvaranja. Kada srednji brijege (2) djeluju na podizač (8), također dolazi do otvaranja ventila, a postiže se manji hod ventila i vrijeme otvaranja ventila.

Konstrukcija motora – Razvodni mehanizam motora sus

Varijabilni razvodni mehanizmi - *Sistemi razvoda s konstantnim početkom otvaranja i kontinualno promjenjivom visinom i trajanjem hoda ventila*

Prikazani mehanizam je mehanički sistem s elektromotorom i ekscentar vratilom koji omogućavaju promjenu hoda ventila. Položajem ekscentra vratila upravlja elektronska upravljačka jedinica koja, zavisno od veličine pojedinih parametara na motoru, reguliše ekscentarsko vratilo za podešavanje hoda ventila.



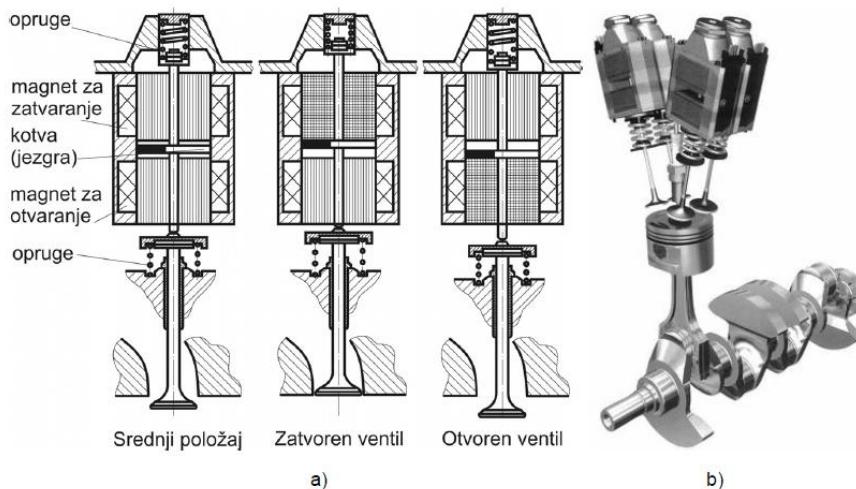
Konstrukcija motora – Razvodni mehanizam motora s us

Varijabilni razvodni mehanizmi - *Sistemi razvoda s potpuno varijabilnim karakteristikama hoda ventila*

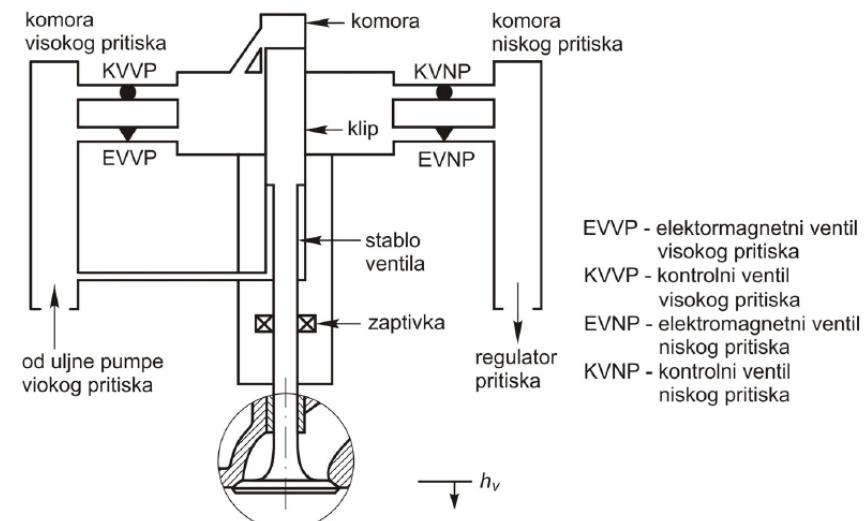
Ovi mehanizmi ne posjeduju bregasta vratila, tako da pri radu stvaraju veću buku zbog većih ubrzanja/usporenja prilikom dizanja i spuštanja ventila.

Razvoj ovih mehanizama ide u pravcu:

- elektromehaničkih sistema razvoda,
- elektrohidrauličkih sistema razvoda i
- elektropneumatskih sistema razvoda.



Elektromehanički (mehatronski) razvodni mehanizam



Šema elektrohidrauličkog sistema razvoda

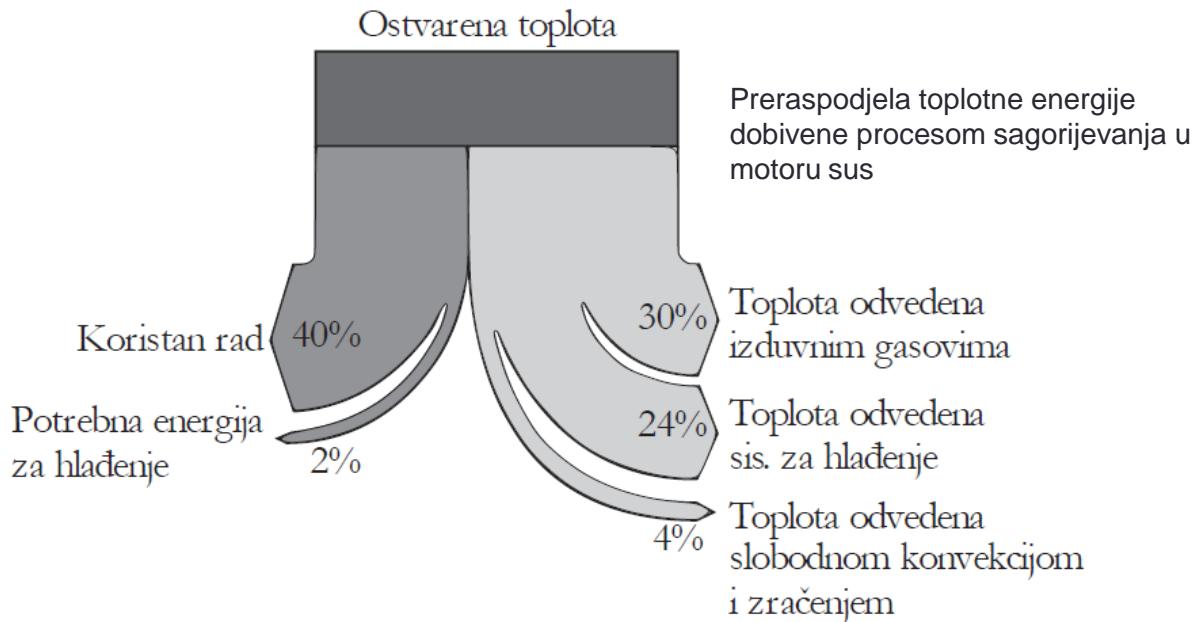
EVVP - elektromagnetski ventil visokog pritiska
KVVP - kontrolni ventil visokog pritiska
EVNP - elektromagnetski ventil niskog pritiska
KVNP - kontrolni ventil niskog pritiska

Sistemi hlađenja motora sus - Uvod

- Visoke temperature koje se realizuju pri radu motora sus, a koje predstavljaju osnovu za njegov visok stepen iskorištenja, u isto vrijeme predstavljaju izvor praktičnih problema pri njegovom konstruisanju i radu.
- Maksimalne temperature radnog gasa u cilindru pri odvijanju ciklusa u motoru sus dostižu i nadvisuju temperature topljenja platine (oko 1780°C), a temperatura izduvnih gasova je nerijetko veća i od temperature topljenja aluminijuma (oko 660°C). Kao posljedica izlaganju dijelova motora tako visokim temperaturama javljaju se promjene mehaničkih osobina materijala dijelova (smanjenje zatezne čvrstoće i sl.), te dolazi do lomova i naprslina na njima.
- Pri radu motora sus neophodno je hladiti sve dijelove koji su izloženi visokim temperaturama, odnosno odvoditi toplotu s njih kako bi zadržali svoju strukturu i oblik i mogli ispuniti svoju namjenu. Međutim uvijek treba imati na umu da je odvođenje toplote direktni termodinamički gubitak i da odvedenu toplotu hlađenjem treba zadržati u granicama koja će spriječiti pregrijavanje dijelova motora sus i njihovu deformaciju i ujedno ostvariti najveći mogući termički stepen iskorištenja.
- Sistem koji će odvoditi toplotu sa dijelova motora sus (sistem hlađenja motora sus) treba biti tako osmišljen da u svakom trenutku može obezbjediti optimalno termičko stanje motora sus kako bi se ostvarile najbolje moguće performanse u pogledu ekonomičnosti, raspoložive snage i zagađenja čovjekove okoline u razmatranim uslovima eksploatacije.

Sistemi hlađenja motora sus - Uvod

- Motor s unutrašnjim sagorijevanjem putem procesa sagorijevanja samo djelimično hemijsku energiju goriva pretvara u mehanički rad. U zavisnosti od vrste ciklusa, što uključuje način stvaranje smjese, vođenje procesa sagorijevanja te veličine motora, 30 % do 50 % ukupne dovedene energije gorivom pretvara se u korisni mehanički rad. Preostali dio se, ako se izuzme dio koji se procesom sagorijevanja ne može osloboditi, predaje okolini u obliku toplotne energije.



Sistemi hlađenja motora sus

- Osnovni zadatak sistema za hlađenje motora sus je održavanje temperature dijelova motora koji čine radni prostor (klip, cilindarska košuljica, cilindarska glava) u granicama koje će obezbjediti njihovu dovoljnu čvrstoću.
- U opštem slučaju kod motora sus sistemi za hlađenje se dijele u dvije grupe: sistemi za hlađenje s tečnošću i sistemi za hlađenje vazduhom.

Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus sa tečnošću

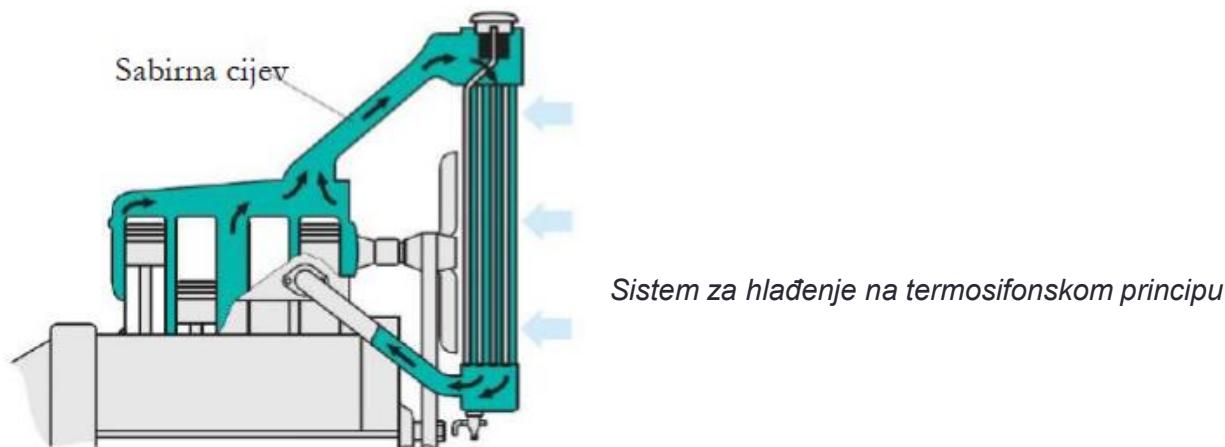
Osnovna podjela sistem za hlađenje s tečnošću je kako slijedi:

- Protočni sistemi
- Cirkulacioni sistemi
 - S prirodnom cirkulacijom (termosifonski sistemi),
 - S prinudnom cirkulacijom
 - otvoreni i
 - zatvoreni sistemi.
- Protočni sistemi se koriste u slučajevima kada se motor sus primjenjuje u aplikacijama kod kojih postoji neograničen izvor/rezervoar tečnosti. To je slučaj kod brodskih motora sus.
- Cirkulacioni sistemi hlađenja, za razliku od protočnih, imaju na raspolaganju ograničenu količinu tečnosti koja prirodnim putem (termosifonskim principom) ili prinudno cirkuliše kroz sistem. Suštinski to znači da se jedna te ista tečnost koristi za hlađenje.

Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus sa tečnošću

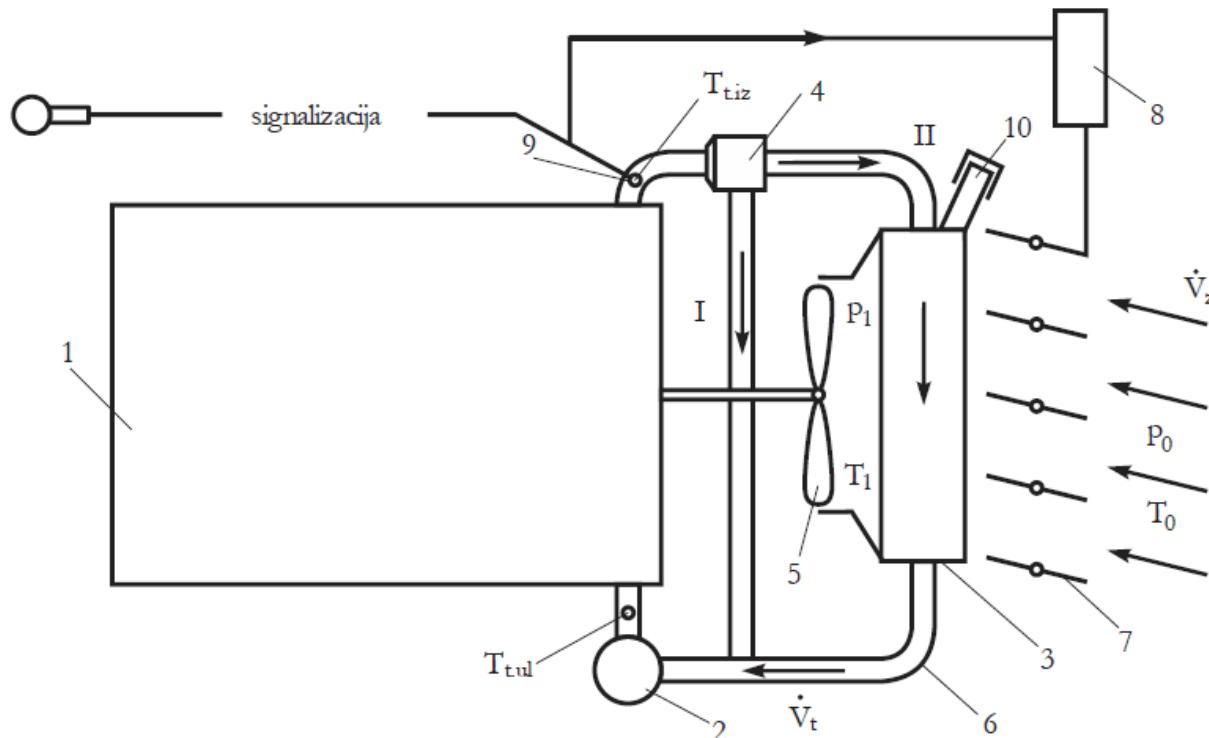
TERMOSIFONSKI SISTEM

- Termosifonski sistem je prvi i ujedno najprostiji sistem hlađenja koji se koristio kod cestovnih vozila.
- Osnovni elementi ovog sistema su hladnjak i cjevovodi. Cirkulacija tečnosti kroz sistem je uslovljena različitom temperature tečnosti na ulazu i izlazu iz motora. Naime, zagrijavanjem tečnosti koja ulazi u motor dolazi do njenog tečenja prema izlazu iz motora. Preko cjevovoda odvodi se u gornji dio hladnjaka, te se prolaskom kroz hladnjak tečnost hlađi i ponovno s donje strane hladnjaka dovodi u motor sus. Prednost ovakvog sistema se ogleda u njegovoj jednostavnosti, dok nedostaci u mnogome nadilaze prednosti.



Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus sa tečnošću

SISTEMI SA PRINUDNOM CIRKULACIJOM – Otvoreni

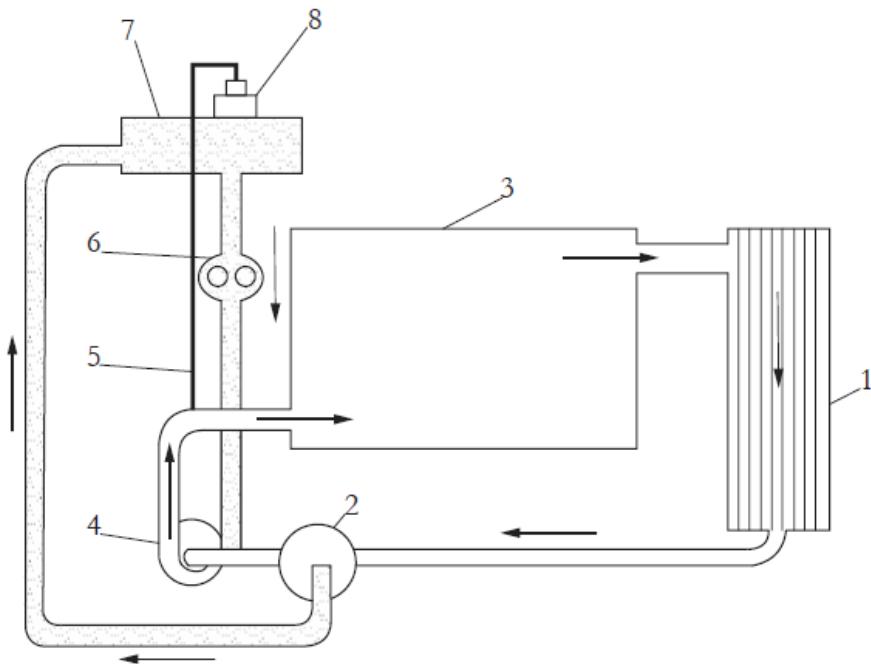


1 - motor, 2 - pumpa za tečnost, 3 - izmjenjivač topline (hladnjak), 4 - termostatski ventil, 5 - ventilator, 6 - cjevovod, 7 - zasun, 8 - regulator, 9 - osjetni element regulatora, 10 - parozračni ventil (otvoreni sistem); I - sporedni tok tečnosti za hlađenje, II - glavni tok tečnosti za hlađenje,

Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus sa tečnošću

SISTEMI SA PRINUDNOM CIRKULACIJOM – zatvoreni

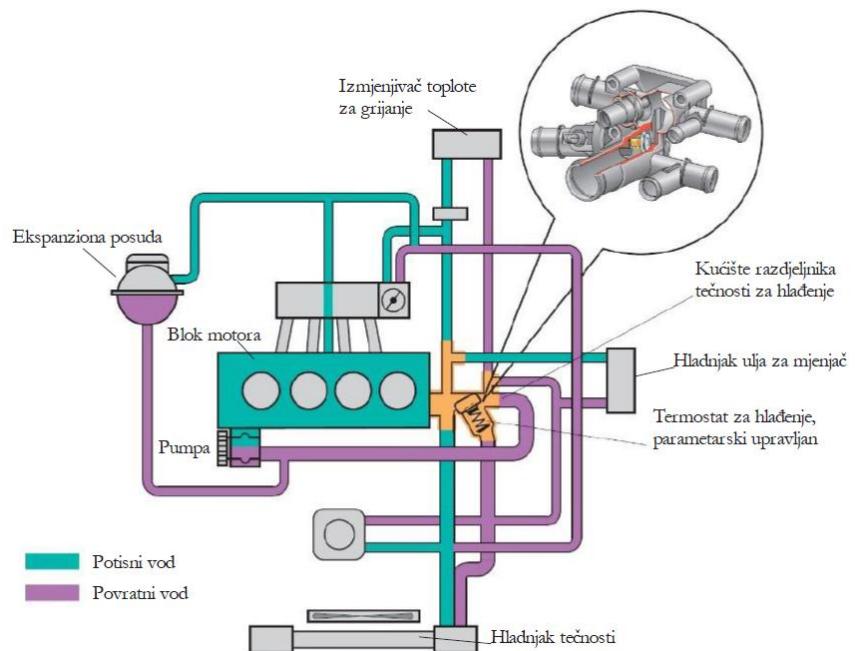
U svrhu otklanjanja pojave parnih čepova, a time i kavitationog oštećenja prvenstveno lopatica rotora pumpe za tečnost i vanjske strane cilindarske košuljice ili bloka motora koji su u kontaktu s tečnošću, na današnjim motorima se koriste skoro pa isključivo tzv. zatvoreni cirkulacioni sistemi. Kod ovih sistema se podrazumijeva da je sistem zatvoren i pod određenim nadprtiskom (do 3 bar).



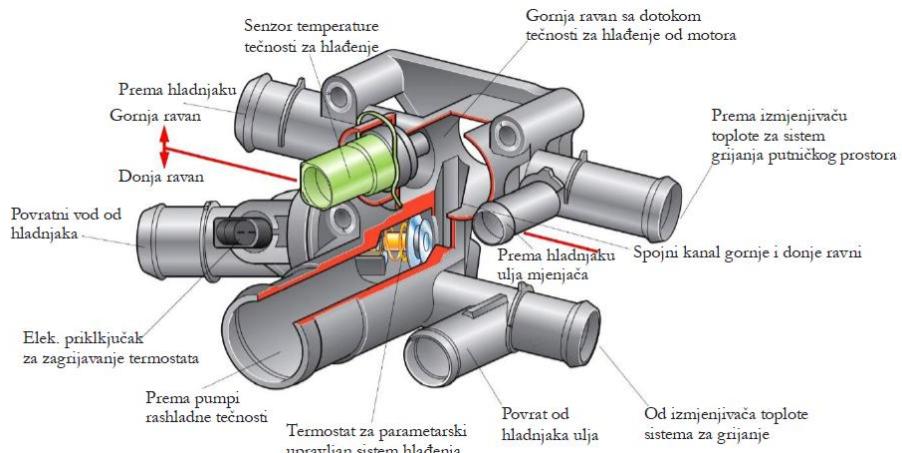
- 1 – hladnjak
- 2- razdjeljnik
- 3 – blok motora
- 4 – pumpa
- 5 – cijev
- 6 – pomoćna pumpa
- 7 – ekspanzionna posuda
- 8 – paro-zračni sigurnosni ventil

Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus sa tečnošću

SISTEMI SA PRINUDNOM CIRKULACIJOM – Zatvoreni



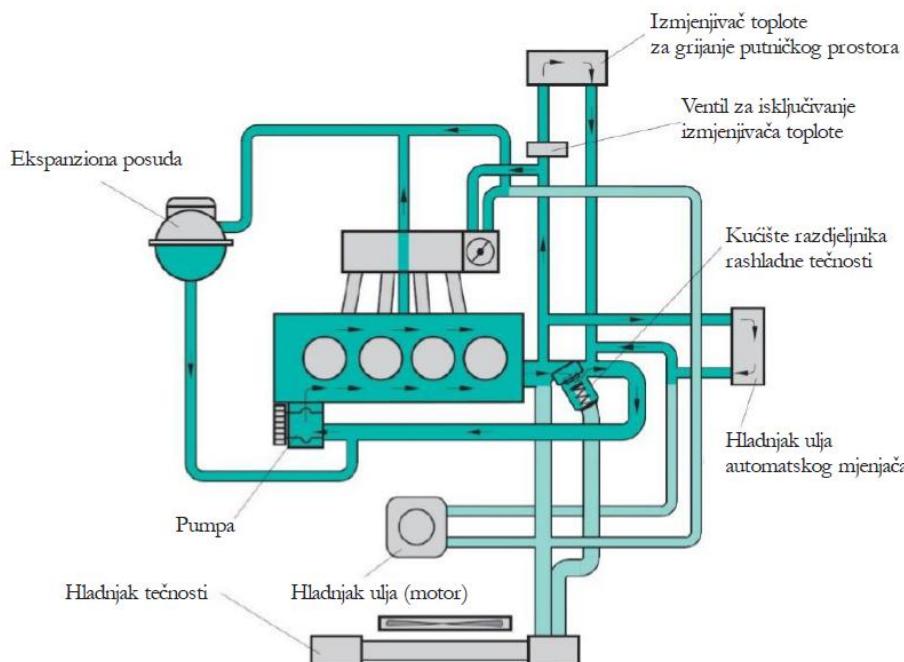
Blok šema savremenog zatvorenog cirkulacionog sistema za hlađenje sa tečnošću



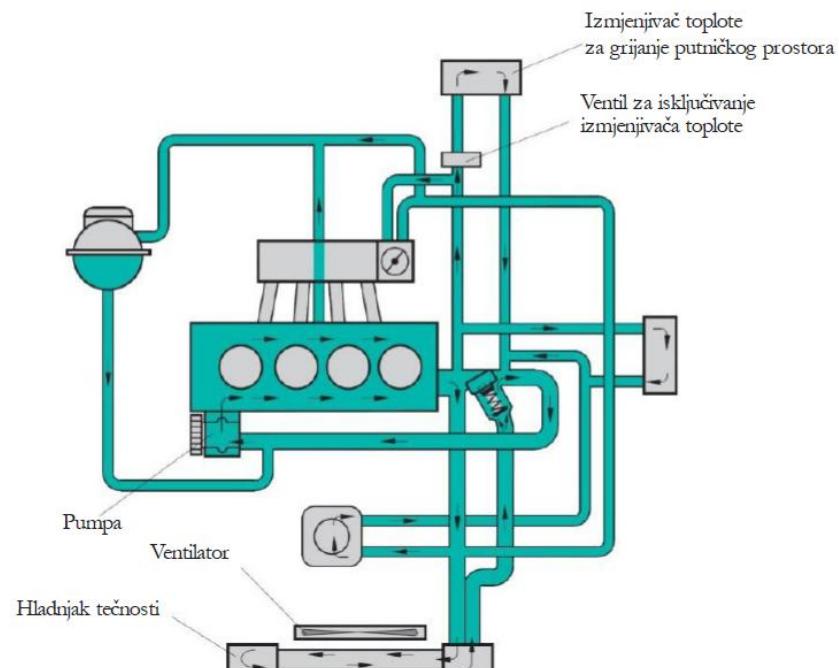
Šema razdjelnika tečnosti savremenog sistema za hlađenje motora

Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus sa tečnošću

SISTEMI SA PRINUDNOM CIRKULACIJOM – Zatvoreni



Rad sistema hlađenja u slučaju kada motor nije dostigao optimalnu temperaturu (tečnost cirkuliše pomoćnim tokom)



Rad sistema kada je motor pod punim opterećenjem i kada je dostigao radnu temperaturu (tečnost cirkuliše glavnim tokom)

Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus sa tečnošću

SISTEMI SA PRINUDNOM CIRKULACIJOM

Termostatski ventil

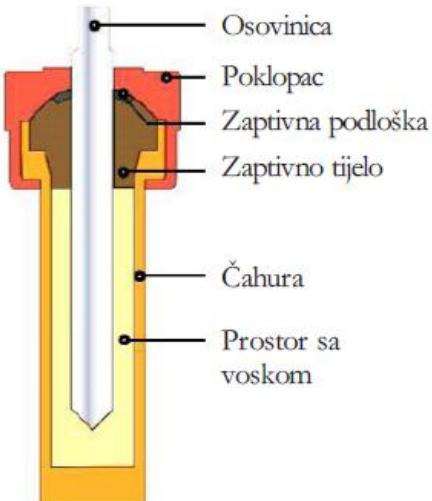
Termostatski ventil se postavlja u cjevovod neposredno na izlazu tečnosti za hlađenje iz motora. Osnovni zadatak mu je da, u zavisnosti od temperature tečnosti, tečnost iz motora preusmjerava u sporedni (ponovno prema motoru) ili glavni tok tečnosti (prema hladnjaku). Shodno tome termostatski ventil je element koji treba da djeluje u funkciji od temperature. Prema konstruktivnoj izvedbi razlikuju se termostatski ventili s voskom, s voskom i električno grijani, te potpuno električni ventili.

Tip termostatskog ventila			
Način regulacije	Termostatski ventili sa voskom		Elek. pogonjeni ventili
	Konvencionalni	Grijani	
Regulisan temperaturom	Regulisan temperaturom i	Regulisan nezavisno od temperature	
Fiksirana	Uslovno varijabilna	Po izboru	
Najveće opterećenje	Fleksibilnost i brz odziv	Brz odziv i vrlo visoka fleksibilnost	

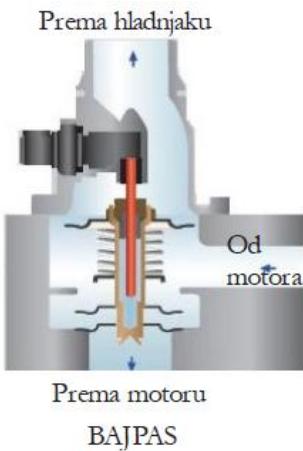
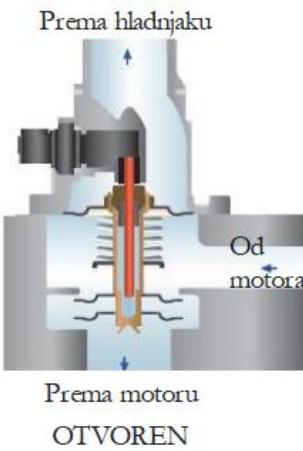
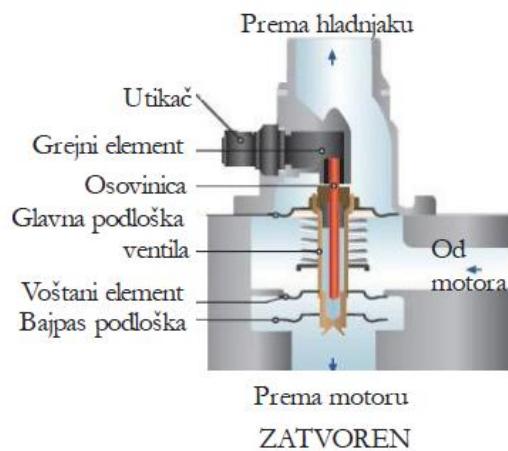
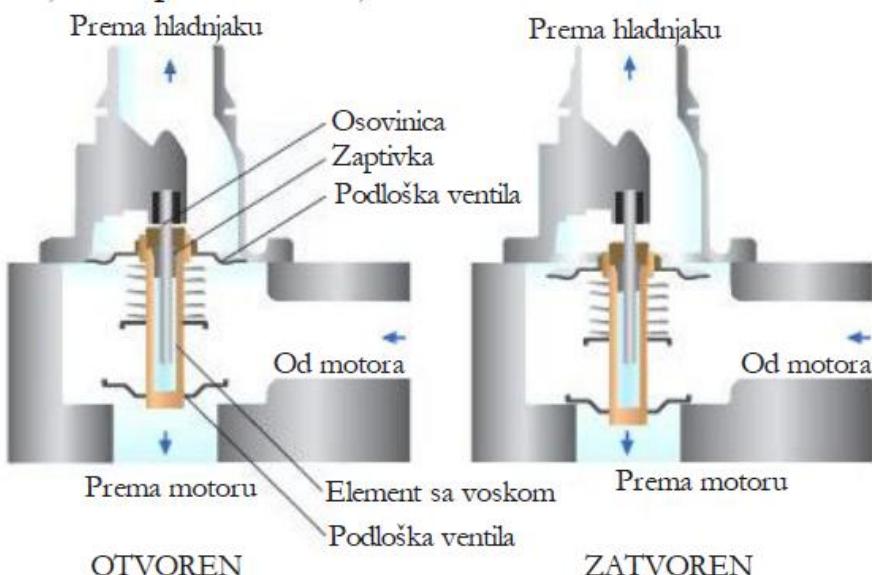
Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus sa tečnošću

SISTEMI SA PRINUDNOM CIRKULACIJOM

Termostatski ventil



Konvencionalni termostatski ventil

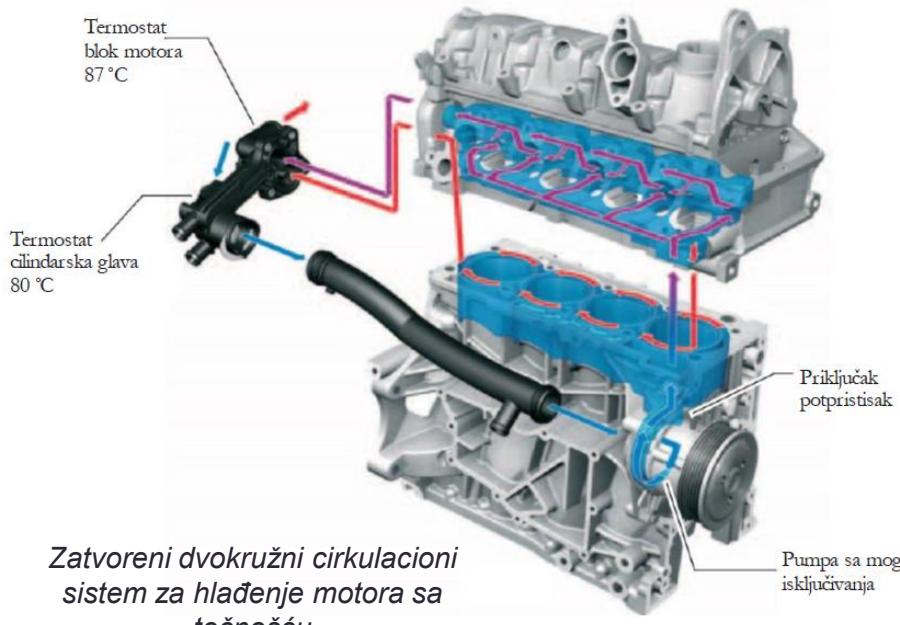


Električno grijani termostatski ventil

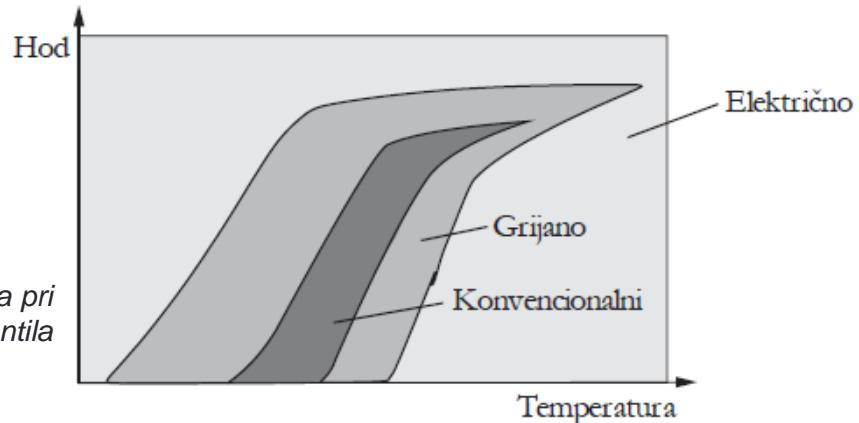
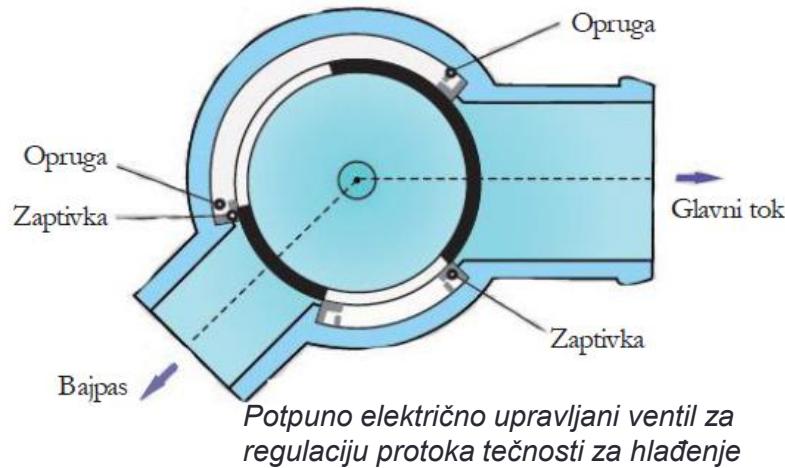
Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus sa tečnošću

SISTEMI SA PRINUDNOM CIRKULACIJOM

Termostatski ventil – Budući razvoj



Temperaturna polja pri djelovanju termostatskih ventila



Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus sa tečnošću

SISTEMI SA PRINUDNOM CIRKULACIJOM

Pumpa tečnosti za hlađenje

- Kod motora sus se u osnovi danas koriste dvije velike grupe pumpi: mehaničke i električne pumpe.
- Mehaničke pumpe se pogone od strane samog motora najčešće putem remena i remenice, dok se konstruktivno rješenje pogona pumpe putem zupčastog remena vrlo rijetko koristi.
- Kod električnih pumpi sam pogon pumpe je nezavisan od motora, odnosno može se proizvoljno upravljati brojem obrtaja pumpe, odnosno protokom tečnosti za hlađenje.
- Konstruktivno posmatrajući najčešće se kao pumpe za tečnost za hlađenje koriste jednostepene radijalne pumpe.

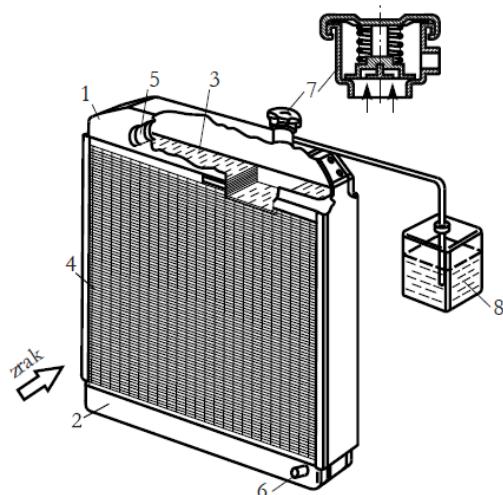


Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus sa tečnošću

SISTEMI SA PRINUDNOM CIRKULACIJOM

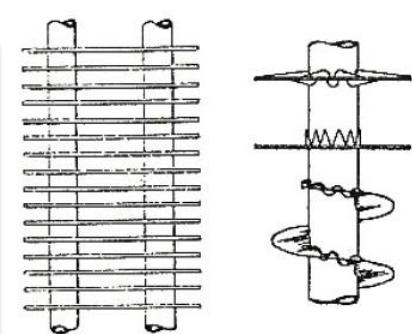
Hladnjak

Hladnjaci za tečnost za hlađenje u osnovi se sastoje od rashladnog elementa u obliku cijevi koji se za gornju i donju komoru tečnosti pričvršćuju lemljenjem i rjeđe putem vijčane veze, bočnih stubova, ulaza i izlaza tečnosti. Opcionalno se mogu dodati priključci za punjenje i pražnjenje hladnjaka, te priključak koji omogućava odzračivanje hladnjaka.

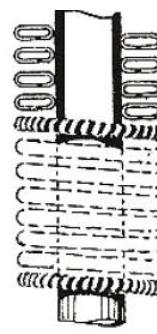


Shema hladnjaka za tečnost

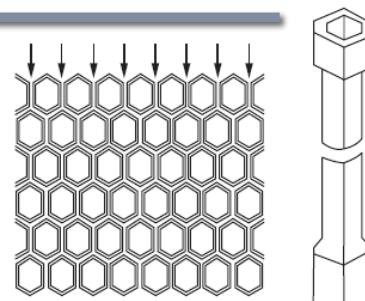
1 - gornja komora tečnosti, 2 - donja komora tečnosti, 3 - cijevi za tečnost, 4 - rashladni element, 5 - ulaz tople tečnosti, 6 - izlaz rashlađene tečnosti, 7 – poklopac za ulijevanje tečnosti, 8 – kompenzaciona posuda



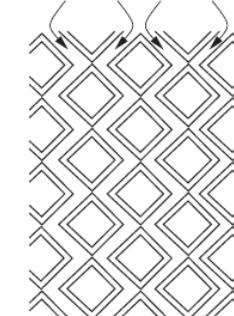
a)



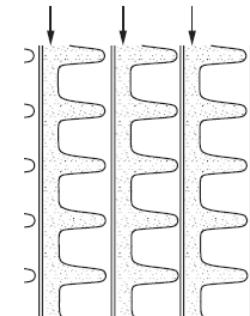
Cijevi rashladnog elementa hladnjaka sa limovima oko cijevi



a)



b)



c)

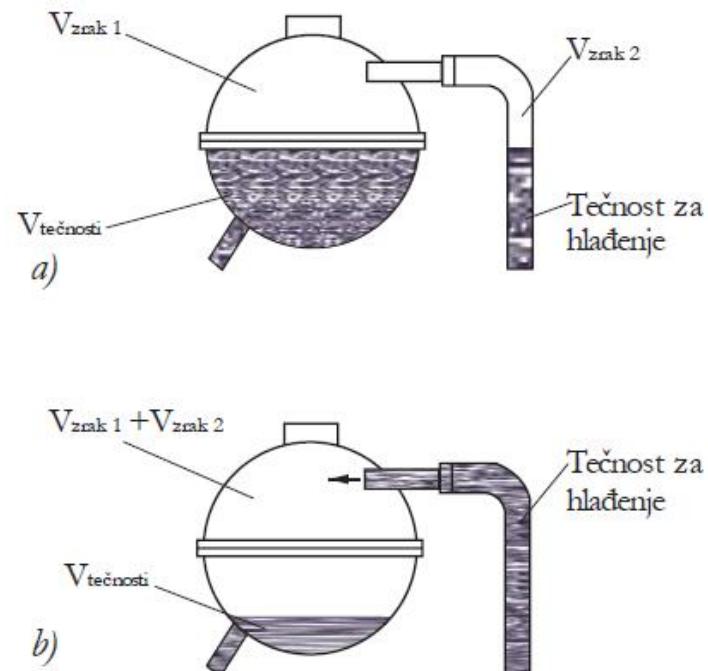
Oblici poprečnih presjeka cijevi rashladnog elementa hladnjaka

Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus sa tečnošću

SISTEMI SA PRINUDNOM CIRKULACIJOM

Ekspanziona posuda

- Mjesto priključivanja ekspanzione posude u sistem za hlađenje motora sus ima veliki uticaj na pojavu kavitacije na pumpi za tečnost i opterećenje dijelova sistema.
- U ekspanzionoj posudi se vrši izdvajanje gasnih mjehurića iz tečnosti za hlađenje. Na ekspanzionu posudu se priključuju vodovi od nekih dijelova sistema za hlađenje kao što su cilindarska glava, ulaz tečnosti u hladnjak, te eventualno odzračni vod od sistema za grijanje putničkog prostora vozila. Obično se na priključnim vodovima ekspanzione posude postavljaju prigušnice kako bi se protok kroz ekspanzionu posudu održavao relativno malim. Pregradni zidovi u ekspanzionoj posudi obezbjeđuju odvajanje gasnih mjehurića bez da se oni ponovno transportuju u tok tečnosti.
- U poklopcu ekspanzione posude su ugrađeni ventili kojima se pritisak u sistemu za hlađenje ograničava na oko 1400 mbar nadpritiska i na 100 mbar podpritiska (900 mbar absolutnog pritiska).

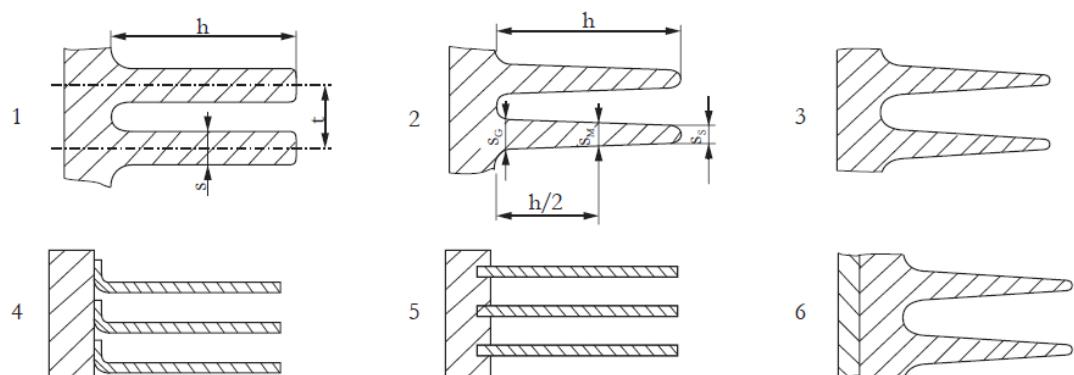


Promjena nivoa tečnosti u ekspanzionoj posudi:

- motor sus ne radi
- motor sus radi

Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus zrakom

Kod ovih sistema toplota koju primaju zidovi cilindra i glava cilindra od vrelih gasova u cilindru se preko njihovih vanjskih površina predaje zraku koji ih opstruјava. U cilju postizanja što veće površine s koje se odvodi toplota, vanjske površine cilindra i cilindarske glave se izvode s orebrenjima.

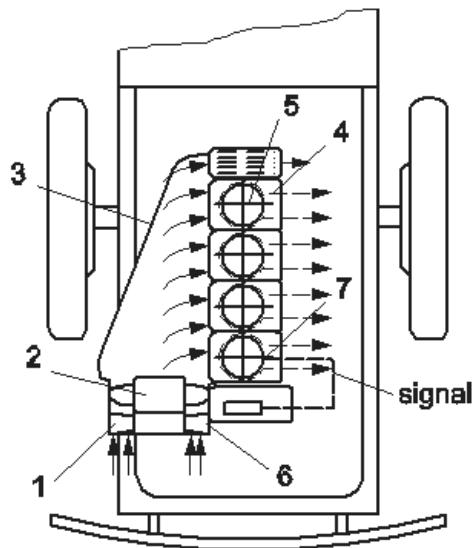


Oblici rebara: 1) livena pravougaona rebra, 2) livena rebra trapeznog oblika, 3) livena trougaona rebra, 4) rebra pričvršćena lemljenjem, 5) ulivena rebra, 6) čelična košuljica cilindra sa livenim rebrima od lake legure

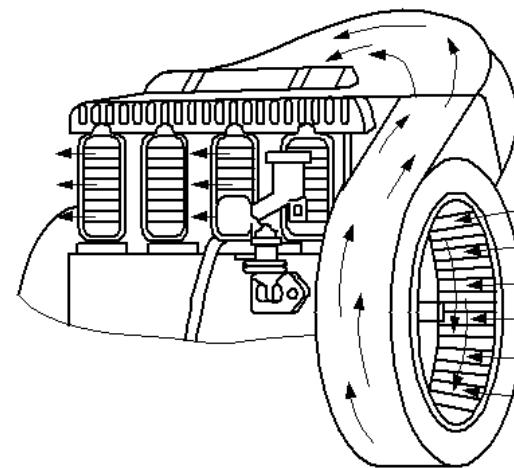
Dvo cilindrični zrakom hlađeni motor,
Yamaha XVS 950 A

Sistemi hlađenja motora sus - Sistemi za hlađenje motora sus zrakom

Tok zraka



1 - uvodnik zraka,
2 - ventilator (aksijalni ili radijalni),
3 i 4 - limeni skretači, 5 - cilindar,
6 - regulator protoka zraka,
7 - osjetni element,
 p_o , T_o , p_1 , T_1 – stanje zraka ispred i
iza motora, T_{cg} – temperatura
cilindarske glave (osjetni element za
regulator)



HVALA NA PAŽNJI

Mervik d.o.o.

Vilsonovo šetalište 10, Sarajevo

033 711 310, 312, 313

info@mervik.ba