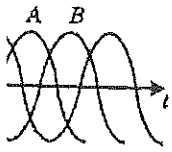


б)



утих најчешће
е потребно тај
не вредности
ни трансфор-
ради на прин-
од временски
за трансфор-

их делова. У
рање промен-
другог систе-
матори имају
на.

9. МОТОРИ СУС

Мотори су уређаји који претварају било који облик енергије у механичку енергију. Да би неки мотор био употребљив и користан, потребно је да се претварање једног облика енергије у други врши аутоматски, сигурно, трајно и економично.

У зависности од полазног облика енергије која се мотору ставља на располагање разликују се: топлотни, хидраулични, термички, електро, анемо и др. мотори.

Топлотни мотори су најважнија група мотора за пољопривреду. За разлику од других мотора они топлотну енергију која им стоји на располагању претварају у корисну механичку енергију. Претварање топлотне енергије у потенцијалну изражену притиском и температуром радног тела могуће је извести ван мотора или у самом мотору, што значи да постоје две врсте топлотних мотора:

- мотори са спољашњим сагоревањем
- мотори са унутрашњим сагоревањем.

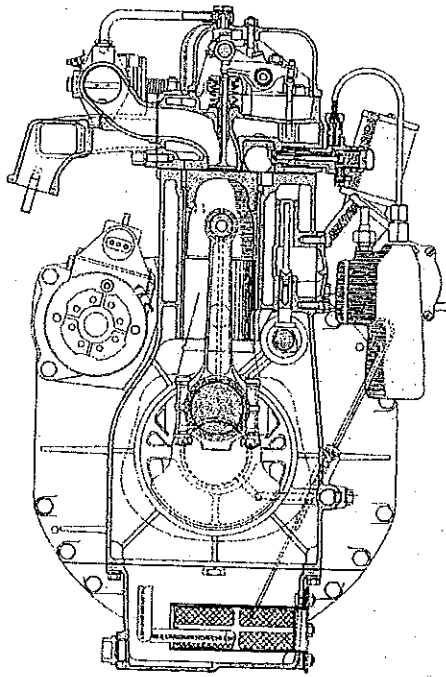
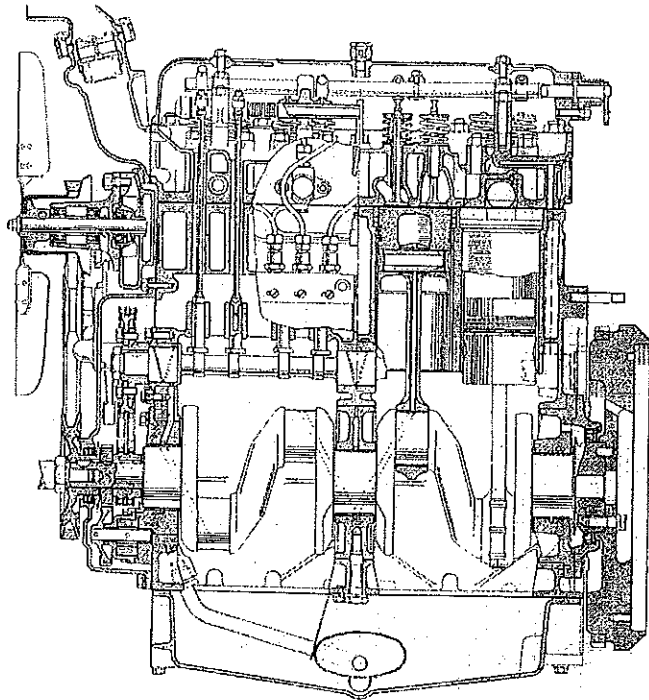
Код мотора са спољним сагоревањем, гориво сагорева ван радног цилиндра у посебном уређају, котлу и загрејана пара, ваздух или гас се доводе у мотор и путем ширења делимично се претвара у корисну енергију. Представници мотора са спољашњим сагоревањем су парне машине и турбине. Ови уређаји су се некада користили у пољопривреди, вршалице, косачице, и стационарни уређаји.

За пољопривреду су интересантни мотори СУС који се масовно користе за погон пољопривредних машина. У овом поглављу ће се детаљније обрадити ови мотори.

Мотори са унутрашњим сагоревањем – мотори СУС су топлотни мотори који енергију садржану у гориву путем сагоревања у за то предвиђеном простору претварају у потенцијалну енергију продуката сагоревања, која се sukcesивним ширењем, посредством елемената мотора, делимично претвара у корисну механичку енергију.

Први мотор СУС који се технички могао искористити саградио је немачки трговац Nikola August Otto у заједници с инж. Лангеном 1876. године. То је био мотор са 4 такта и са стварањем смеше изван цилиндра, а паљење сабијене смеше се вршило електричном искром. Ти мотори су по свом проналазачу названи *Ото-мотори*.

Године 1892. саградио је Немац инж. Rudolf Diesel мотор који усисава и сабија у цилиндру чисти ваздух, а убризгано гориво се пали на јако сабијеном и услед тога високо загрејаном ваздуху. По свом проналазачу ти су мотори названи *дизел (diesel)-мотори*.



Сл.9.1: Уздужни и попречни пресек дизел мотора

За погон трактора најчешће се користе:

- *дизел-мотори*, који усисавају чист ваздух и јако га сабија, услед чега се овај веома загрева, те када се у овако загрејани ваздух убризга гориво, оно се на јако загрејаном ваздуху упали;
- *мотори с карбуратором* (otto-мотори), у којима се смешта гориво и ваздуха ствара изван цилиндра у карбуратору, те мотор исусава смешу и сабија је, а сабијену смешу пали електрична искра;
- *мотори с усијаном главом*, који раде с убризгавањем горива исто као и дизел-мотори, али је разлика у томе што они сабијају ваздух слабије од дизел-мотора, па се ваздух не згреје довољно да би сам могао упалити гориво. Ради тога се у тим моторима један део цилиндарске главе не хлади, па се овај део загреје до црвеног усијања и на том ужареном делу главе пали се гориво.

Уздужни и попречни пресек дизел мотора (сл.9.1) приказују да је мотор робусне конструкције, намењен за теже режиме рада као што је рад у пољопривреди. Изузев минијатурних или једноосовинских трактора на свим осталим тракторима и погонским машинама примењују се дизел мотори. Из тога разлога у овом уџбенику ће бити детаљније обрађени.

9.1. Опште карактеристике мотора СУС

Мотор СУС је погонски агрегат који се састоји од: *елемената, спојева, механизма и система.*

Елемент је део мотора СУС који је израђен од једнородног материјала без примене операција спајања.

Спој представља везу два или више елемената у једну целину посредством елемената за везу.

Механизам представља скуп више елемената и спојева, у којем кретање једног елемента потпуно дефинише кретање осталих елемената.

Систем је скуп више елемената и механизма повезаних са циљем извођења заједничке функције.

Агрегат је спој више механизма и система у једну целину.

Основни механизми мотора СУС су:

- клипни механизам,
- механизам за довод горива и ваздуха.

Клипни механизам прима силе притиска гасова и претвара праволинијско-осцилаторно кретање клипа у обртно кретање коленастог вратила. Састоји се од две групе елемената: *покретних* и *непокретних*.

Покретну групу елемената чини: *клип са осовиницом и клипним прстеновима, клипњача, коленасто вратило, замајац и њима припадајући елементи за везу.*

Непокретну групу елемената чини: *блок цилиндра, цилиндарска глава, корито мотора и њима припадајући елементи за везу.* Скуп непокретних елемената се често назива *телом* мотора.

Механизам за измену радне материје чини скуп елемената намењених за благовремено уношење у цилиндар свеже смеше (карбураторски и гасни мотори) или ваздуха (дизели) и острањење из цилиндара израђених продуката сагоревања.

Основни системи мотора СУС су:

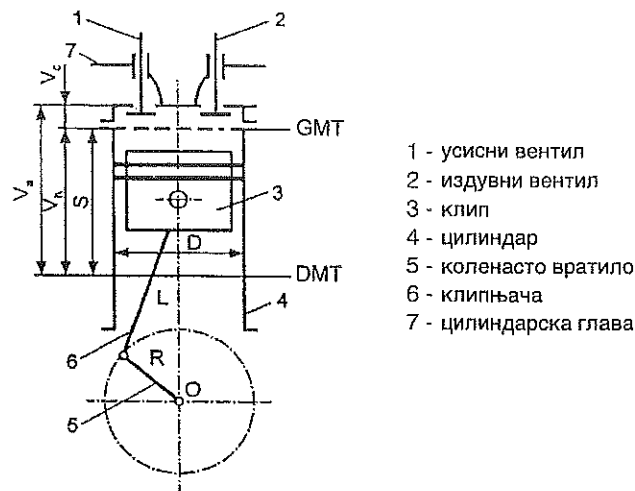
- систем за хлађење,
- систем за подмазивање,
- систем за напајање
- систем за паљење,
- систем за стартовање.

Систем за хлађење обезбеђује нормалну температуру на свим експлоатационим режимима рада мотора. У зависности од начина хлађења овај систем могу да чине различити елементи и механизми.

Систем за подмазивање обезбеђује довођење средстава за подмазивање на додирне површине између покретних елемената мотора, са циљем умањења трења, хабања и хлађења додирних површина.

Систем за напајање служи за припремање свеже смеше горива и ваздуха и њено довођење у цилиндар код карбураторских и гасних мотора и одвојено довођење горива и ваздуха у цилиндре код дизел мотора.

Систем паљења обезбеђује паљење радне смеше код карбураторских и гасних мотора. Код дизел мотора гориво се пали услед његовог додира са врелим сабијеним ваздухом, па зато они и не поседују систем паљења.



Сл.9.2: Геометријски параметри мотора СУС

Систем за стартовање преставља скуп специјалних механизма, који изводе брзо и поуздано стартовање мотора.

Поред основних система, мотор СУС може да поседује:

- систем за регулисање и аутоматизацију,
- систем за неутрализацију продуката сагоревања,
- систем техничке дијагностике и др.

Обртањем колена коленастог вратила око осе 0 (сл.9.2), клип изводи трансаторно-осцилаторно кретањер, чиме се обезбеђује поновљивост процеса који се одвијају у цилиндру мотора и могућност предаје добијене механичке енергије на најудобнији начин, путем обртног кретања.

Положаји клипног механизма при којима се оса клипњаче налази у равни колена, тј. у тренутку када је брзина клипа једнака нули назива се *мртвим тачкама* клипног механизма.

Спољашња мртва тачка (GMT) је положај клипа у цилиндру при којем је клип максимално удаљен од осе колена коленастог вратила.

Унутрашња мртва тачка (DMT) је положај клипа у цилиндру при којем је клип минимално удаљен од осе колена коленастог вратила.

Ход клипа (S) је растојање мерено по оси цилиндра између крајних положаја клипа, односно између мртвих тачака клипног механизма. При сваком ходу колена коленастог вратила се обрне за 180° . Ход клипа је код *аксијалног* клипног механизма једнак удвојеном полупречнику колена коленастог вратила $S=2R$.

Запремина која се налази између клипа, цилиндарске главе и зидова цилиндра, када се клип налази у GMT назива се *компресионом запремином* V_c .

Запремина описана клипом при његовом померању у цилиндру од једне до друге мртве тачке назива се *радном запремином* V_h :

$$V_h = 0.25 D^2 \pi S \quad (9.1)$$

Укупна запремина цилиндра V_a је запремина која се налази између клипа, цилиндарске главе и зидова цилиндра, када се клип налази у DMT:

$$V_a = V_c + V_h \quad (9.2)$$

Збир радних запремина свих цилиндара код вишцилиндричних мотора, чини *укупну радну запремину* мотора V_{hu} :

$$V_{hu} = V_h i \quad (9.3)$$

Укупна радна запремина изражена у литрима назива се *литарска запремина* V_r .

Однос укупне запремине цилиндра V_a и компресионе запремине V_c представља *степен сабијања* ε .

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c} \quad (9.4)$$

Степен сабијања је бездимензионална величина, која показује за колико се умањила запремина цилиндра при померању клипа од DMT до GMT.

Карактеристиком мотора назива се зависност основних показатеља мотора (снага, обртни момент, потрошња горива и др.) од *режима рада* мотора. Режим рада мотора дефинише се: *оптерећењем*, *бројем обртаја* и *параметрима топлотног стања*.

Оптерећење мотора се оцењује величином обртног момента, средњег индикаторског или ефективног притиска. Понекада се у својству индиректног показатеља оптерећења мотора може користити и потрошња горива по једном радном циклусу.

Топлотно стање мотора одређује се температурним нивоом основних елемената мотора, а у експлоатационим условима оцењује се температуром средства за подмазивање, расхладног средства и издувних гасова.

Режим рада мотора може бити: *устаљен* и *неустаљен*.

Устаљен режим рада мотора сматра се онај режим рада мотора код кога се не мењају током времена вредности: оптерећења, броја обртаја и параметара топлотног стања.

Неустаљен режим рада мотора карактерише се изменом током времена: оптерећења, броја обртаја, топлотног стања или једног од ових параметара.

При разматрању режима рада за сваки мотор СУС одређују се границе искоришћења снаге. Мада нема универзалне градације снаге за моторе различите намене, скоро увек се указује на *номиналну* снагу.

Номинална снага је ефективна снага која се гарантује од стране произвођача, при одређеном броју обртаја и одређеним спољашњим условима (притисак, температура и влажност ваздуха).

Број обртаја, средњи ефективни притисак и обртни момент, који одговарају номиналној снази називају се такође *номиналним*. Режим рада мотора СУС при номиналној снази и броју обртаја је *номинални режим рада* мотора.

Максимална снага мотора СУС је максимално дозвољена ефективна снага, одређена при истим условима као и номинална снага. Максимална снага је једнака или већа од номиналне и ограничава се дужином рада мотора на режиму максималне снаге.

Експлоатациона снага мотора СУС представља ону највећу снагу на којој се дозвољава непрекидан рад, без било каквих ограничења. Најчешће је то 80-90% од номиналне снаге.

Минимална експлоатациона снага је најмања снага при одговарајућем броју обртаја на којем мотор може непрекидно да ради без икаквих временских ограничења.

Познавањем карактеристика мотора СУС могуће је добити полазне податке за одређивање оптималних режима експлоатације мотора СУС. Разликују се следеће карактеристике мотора СУС:

- брзинске карактеристике,
- карактеристике оптерећења,
- регулационе карактеристике,
- регулаторске карактеристике.

Брзинске карактеристике представљају зависност показатеља рада мотора при непромењеном положају регулишућег органа (лептира код карбураторских мотора и полуге за гас код дизел мотора) од броја обртаја коленастог вратила.

Под *спољашњом* брзинском карактеристиком подразумева се брзинска карактеристика добијена при положају регулишућег органа за максимални довод горива.

Брзинска карактеристика добијена при било ком положају регулишућег органа (од *min* до *max*) назива се *парцијалном* брзинском карактеристиком.

Карактеристике *оптерећења* мотора СУС представљају зависност показатеља рада мотора од оптерећења при константном броју обртаја.

Регулационе карактеристике мотора СУС представљају зависност параметара рада мотора од параметара подешености појединих система мотора (температуре средства за хлађење, тренутка убризгавања или паљења горива и др.).

Регулаторска карактеристика мотора СУС представља зависност броја обртаја од показатеља рада мотора при фиксираној подешености регулатора.

9.2. Радни циклус мотора СУС

9.2.1. Процес сагоревања

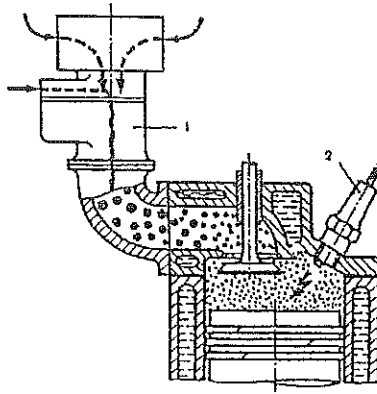
Мотори СУС најчешће за рад користе течном гориво (бензин или дизел) које се преводи у гасовито стање, при томе се меша са одговарајућом количином ваздуха, а потом запали. Стварање и паљење смеше одвија се на разне начине којима се одређује ток сагоревања, а тиме и енергија мотора.

Разликују се два система прављења мешавине горива и ваздуха:

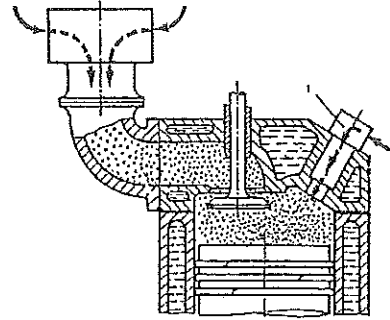
- прављење мешавине ван мотора у посебном уређају (карбуратору) *ото-мотори*, и
- прављење мешавине у самом цилиндру, убризгавањем горива у сабијени ваздух, *дизел-мотори*.

Ото мотор (мотор са карбуратором)

У карбуратору (1) (сл. 9.3) започиње процес стварања смеше горива и ваздуха. Тај се процес наставља и у усисном каналу из којег смеша улази у цилиндар мотора. У цилиндру смешу пали варница са свећице (2), и настаје процес сагоревања и експанзије.



Сл.9.3: Процеси у Ото мотору



Сл.9.4: Процеси у Дизел мотору

Дизел мотор

Код ових мотора у цилиндар се усисава чист ваздух, а гориво се у простор за сагоревање (цилиндар) убривава. Убривавање горива се остварује помоћу пумпе високог притиска која обезбеђује висок притисак убривавања и регулише убривану количину горива. Гориво се у цилиндар непосредно под високим притиском распршује помоћу бризгаљке (1). Распршено гориво се у цилиндру меша са сабијеним ваздухом и под утицајем високе температуре сабијеног ваздуха пали – сагорева (сл.9.4).

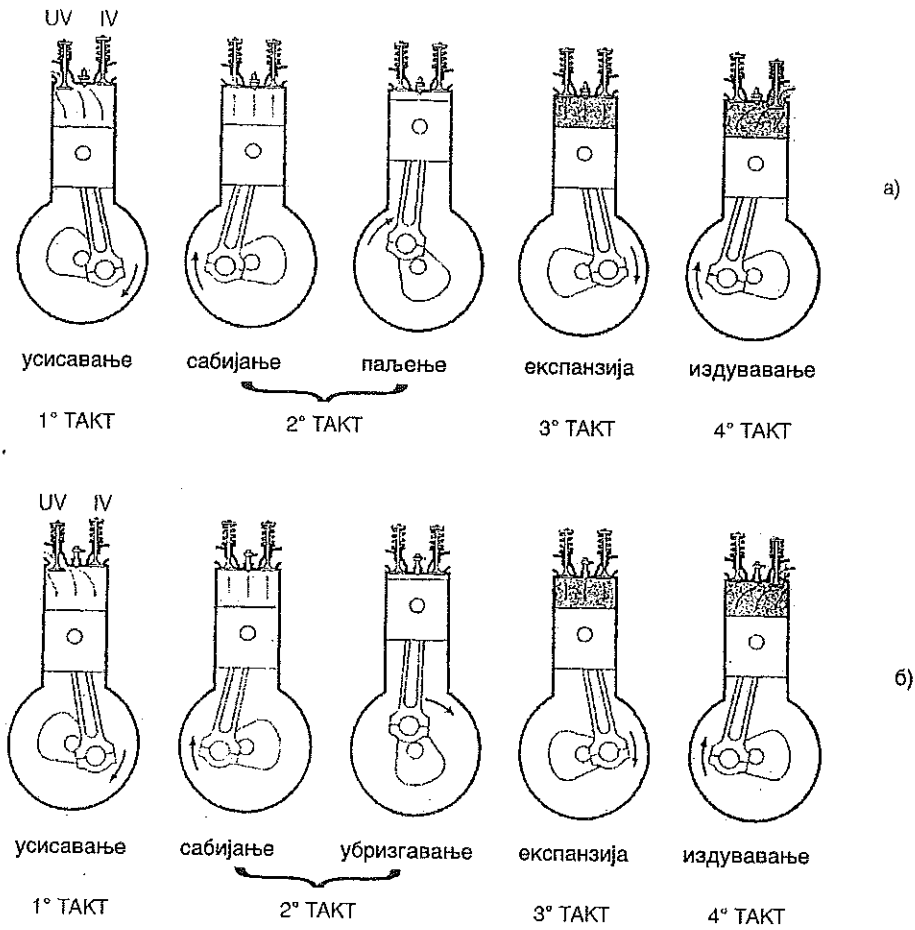
9.2.2. Принцип рада мотора

У току радног циклуса у цилиндру мотора врши се промена стања, од усисавања ваздуха или смеше, сагоревања до истискивања сагорелих гасова. Према дужини радног циклуса разликују се четворотактни и двотактни мотори.

Принцип рада четворотактног мотора

Код четворотактног процеса измену смеше у цилиндру регулишу вентили. При томе коленасто вратило (радилица) изведе два обртаја, а клипови четири хода.

1^о такт – усисавање: Кретањем клипа из горњег крајњег положаја ка доњем у цилиндру се изнад клипа ствара потпритисак. Због разлике у притиску кроз отворен (упуштен) усисни вентил, у цилиндар се усисава свежа гасна смеша (горива и ваздуха код Ото мотора) или чист ваздух (код дизел мотора). Доласком клипа у доњи крајњи положај завршава се такт усисавања, затвара усисни вентил (због бољег пуњења и каснијег сабијања нешто касније) и настаје други такт.



Сл.9.5: Шема рада четворотактног Ото (а) и Дизел (б) мотора

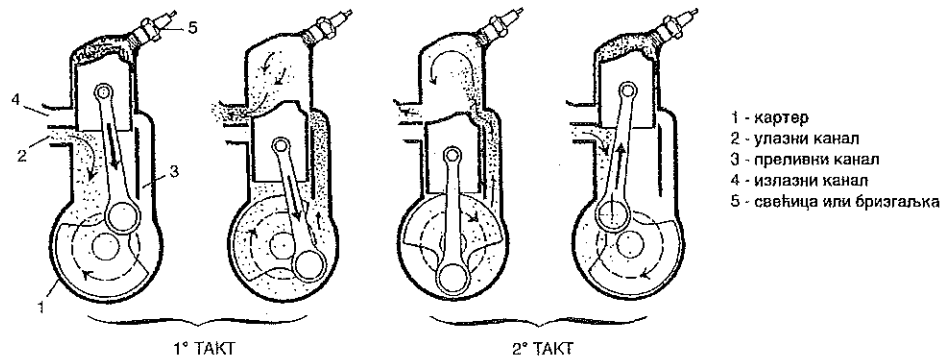
2° такт – сабијање (компресија): Клип се креће из доњег крајњег положаја ка горњем. При томе се врши сабијање усисне смеше или чистог ваздуха. Притисак и температура смеше или ваздуха се повећава. Доласком клипа у непосредну близину горњег крајњег положаја завршава се. Код Otto мотора врши се паљење са свећицом тзв. предпаљење (сл.9.5а), када се услед високог напона на свећици појави варница и запали смешу горива и ваздуха. Код диесел мотора (сл.9.5б), пред крај сабијања помоћу брызгаљке у сабијен и загрејан ваздух убризгава гориво у распршеном стању. Због високе температуре ваздуха, долази до samozапалења горива што производи експанзију – трећи такт.

3° такт – ширење (експанзија): У току сагоревања повећава се притисак на чело клипа, што производи принудно кретање клипа на доле, чиме се производи механички рад. Ово је једини радни ток где се термичка енергија горива претвара у механичку. Остали тактови код четворотактног мотора су помоћни.

4° такт – издување: Клип се из доњег крајњег положаја креће ка горњем и при том својим челом потискује продукте сагоревања који кроз отворен издувни вентил напуштају цилиндар.

Принцип рада двотактног мотора

У двотактном мотору је сваки други такт радни. То је постигнуто на овај начин: пуњење цилиндра смешом, издување сагорелих гасова и сабијање смеше је скупљено у једном такту, а сагоревање смеше и ширење гасова у другом радном такту. Двотактни мотор нема вентила на цилиндру, развођење смеше и сагорелих гасова врши сам клип отварајући, односно затварајући отворе на зиду цилиндра: усисни отвор за смешу, издувни отвор за сагореле гасове и прелазни канал за прелаз смеше из картера у цилиндар.



Сл.9.6: Шема рада двотактног мотора

На сл.9.6 приказан је рад двотактног карбураторског мотора. Разлика у раду четворотактног и двотактног мотора је у следећем:

Четворотактни мотор ради само горњим делом клипа; овај део усисава и сабија смешу. Двотактни мотор ради и доњим делом клипа, јер тај део усисава и предсабија смешу. Ради тога картер у двотактном мотору мора бити непропусно (херметички) спојен са блоком мотора.

Мотор ради на овај начин:

1. такт: Кретањем клипа из DMT према GMT затварају се прелазни канал (3) и издувни отвор (4), те клип сабија смешу у цилиндру.

У исто време клип, крећући се нагоре, ствара у картеру (1) разређење (вакуум). Кад доња ивица клипа пређе и тако отвори улазни отвор (2), ово разређење повуче смешу горива и ваздуха из карбиратора у картер (1).

На крају овога такта свећица (5) упали смешу у цилиндру.

2. такт: Гасови који се шире потискују клип надоле и у том кретању клип прво својом доњом ивицом затвори усисни отвор (2), па дође до предсабијања смеше у картеру. У даљњем кретању клип својом горњом ивицом отвори прелазни канал (3) и издувни отвор (4), те тада из цилиндра излазе издувни гасови а улази свежа смеша из картера. Улазећа смеша потискује издувне гасове и тако помаже испирање цилиндра. До прелажења смеше из картера у цилиндар долази због разлике у притиску, пошто у картеру због предсабијања влада већи притисак.

Радилица је у току ова два такта извршила само један окретај.

У вези са удвостручењем радних тактова у односу на четворотактни мотор, изгледало би да ће двотактни мотор исте величине давати два пута више снаге од четворотактног, али није тако. Довод смеше и одвод сагорелих гасова је слабији него у четворотактном мотору, пуњење цилиндра смешом је због тога непотпуно, а осим тога приликом испирања сагорелих гасова са њима одлази и нешто смеше. На тај начин двотактни мотор даје само око 1,5 пута више снаге од исто толиког четворотактног мотора.

Због своје једноставности и јефтиноће употребљавају се двотактни карбураторски мотори у пољопривреди тамо где није потребна већа погонска снага: за моторне прскалице и запрашиваче, за елеваторе и транспортере, за ручне тракторе, за уређаје за машинску мужу и сл.

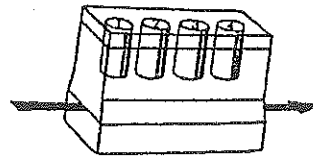
Производе се и двотактни дизел-мотори, али како се више не уграђују у пољопривредне тракторе то неће бити описивани у овој књизи.

9.3. Врсте мотора

Мотори са унутрашњим сагоревањем углавном имају већи број цилиндара који могу бити различито распоређени. Према распореду цилиндара одређен је и редослед паљења, односно радни циклус мотора. Према томе разликују се мотори са линијским распоредом, V распоредом и боксер.

9.3.1. Линијски мотор

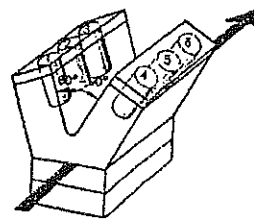
Код линијских мотора цилиндри су распоређени један за другим и означени по свом редоследу (сл.9.7).



Сл.9.7: Линејски мотор са четири цилиндра

9.3.2. V – мотор

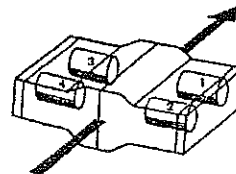
Распоред цилиндара код ових мотора је изведен под међусобним углом (сл.9.6) од 60° или 90° . Радни ходови клипова се међусобно преклапају. Због распореда цилиндара конструкција мотора је знатно краћа од линејских.



Сл.9.8: V – мотор са шест цилиндара

9.3.3. Боксер-мотор

Распоред цилиндара код боксер мотора (сл.9.9) је један према другом. Оваквим распоредом се простор око мотора боље искоришћава. Код ових мотора клипови се крећу у супротном смеру (један у односу на други) и погоне коленасто вратило наизменично.



Сл.9.9: Четвороцилиндрични боксер мотор

9.4. Елементи, механизми и уређаји мотора СУС

Мотори са унутрашњим сагоревањем имају основну функцију да обезбеде непрекидно одвијање радног процеса и добијање корисног ме-

ханичког рада. То се постиже усклађеним радом великог броја уређаја и механизма који мотор чине сложеном машинском конструкцијом.

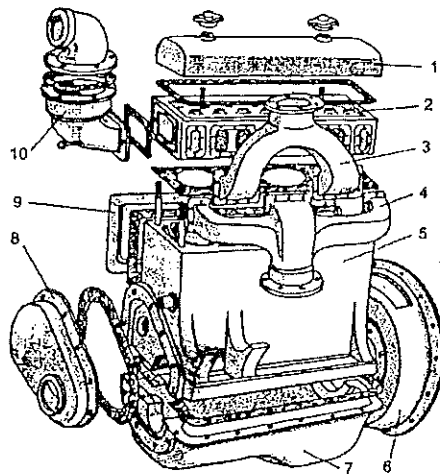
Сви делови мотора са унутрашњим сагоревањем се могу сврстати у три групе:

- непокретни делови,
- покретни делови,
- помоћни уређаји (системи).

9.4.1. Непокретни делови мотора

Непокретни елементи (сл.9.10) имају задатак да у себе и на себе приме покретне елементе клипног механизма и остале основне и помоћне механизме и системе мотора. Преко тела (непокретни елементи), мотор се причвршћује на постоље, рам или шасију радне машине.

Непокретни и покретни елементи образују радни простор мотора, у коме се изводи његов радни циклус. Радни простор је кружно-цилиндричног облика, са могућношћу сукцесивне измене његове запремине од минималне до максималне вредности.



- 1 - поклопац главе
- 2 - глава мотора
- 3 - усисни вод
- 4 - издувни вод
- 5 - блок мотора
- 6 - кућица замајца
- 7 - корито (картер)
- 8 - поклопац погона брегастог вратила
- 9 - поклопац подизача вентила
- 10 - кућиште термостата

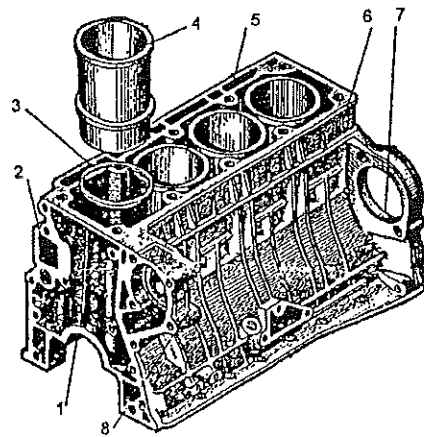
Сл.9.10: Непокретни делови мотора

Непокретни делови мотора су у току рада изложени великим механичким и термичким оптерећењима, која настају под утицајем ослобођене топлоте, сила притиска гасова и инерцијалних сила маса у праволинијском и кружном кретању. Непокретни делови мотора су: блок мотора, глава мотора и корито мотора.

Блок мотора

Цилиндарски блок представља горњи део тела мотора. То је најчешће одливак од сивог лива или алуминијумских легура. Служи за смештај радних цилиндара, који могу бити изливени заједно са блоком или уметнути у виду цилиндарских *кошуљица*. Најчешће се изводи као јединствен за више цилиндара (сл.9.11), а не искључује се могућност израде цилиндарских блокова посебно за сваки цилиндар. Код ваздушно хлађених мотора ово је редован случај.

Блок цилиндара савремених мотора израђује се заједно са горњим делом корита мотора. У оваквим конструкцијама главна лежишта мотора налазе се са доње стране цилиндарског блока. Код спороходних и неких конструкција вишередних мотора цилиндарски блок се са доње стране везује за горњи део корита мотора (сл.9.12). Основна улога горњег дела корита мотора јесте да обезбеди смештај коленастог вратила и омогући подесну везу цилиндарског блока и корита мотора.



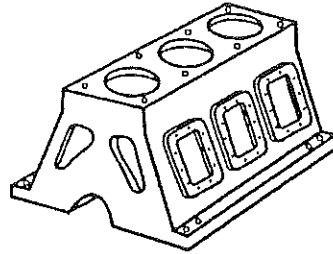
- 1 - лежиште коленастог вратила
- 2 - канал за расхладну течност
- 3 - заптивни прстен
- 4 - цилиндарска кошуљица
- 5 - канал за одвод расхладне течности у цилиндарску главу
- 6 - блок мотора
- 7 - отвор за електропокретач
- 8 - отвор за водену пумпу

Сл.9.11: Цилиндарски блок четвороцилиндричног мотора

Горња и доња површина цилиндарског блока се после ливења обрађују. На горњој површини постоје отвори за везивање цилиндарске главе и одвод расхладне течности у цилиндарску главу. Доња површина се везује за корито или горњи део корита мотора. У унутрашњости цилиндарског блока налазе се попречне преграде које повећавају крутост и чине ослоње главних лежишта коленастог вратила.

Код мотора мањих пречника цилиндара, унутрашње површине цилиндарског блока се користе као радне површине. Већина мотора са индиректним хлађењем поседују специјалне елементе убачене у отворе

цилиндарског блока (*цилиндарске кошуљице*). Квалитетно обрађена површина цилиндарске кошуљице (огледало цилиндара) представља радну површину по којој се помера клип током радног процеса.



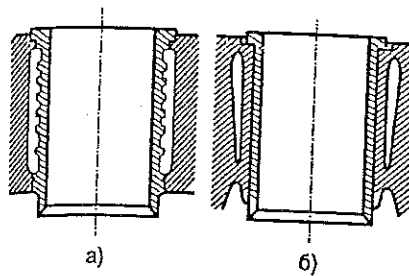
Сл.9.12: Горњи део корита мотора

Цилиндарске кошуљице се лију од специјалног сивог лива и постављају се у цилиндарски блок (сл.9.11). Могу бити *мокре* и *сухе*. Цилиндарске кошуљице које непосредно долазе у додир са расхладном течношћу су *мокре* (сл.9.13а), односно оне кошуљице које не долазе у додир са расхладном течношћу су *сухе* (сл.9.13б).

Дебљина зидова *мокрых* цилиндарских кошуљица је 6-8 mm, а *сухих* 2-4 mm.

Применом цилиндарских кошуљица увећава се век рада мотора, јер се похабана кошуљица замењује новом. У већини случајева *сухе* кошуљице се уносе у цилиндарски блок са преклопом по читавој дужини, док се *мокре* кошуљице слободно ослањају у карактеристичним појасевима на цилиндарски блок. За центрирање *мокрых* кошуљице у односу на цилиндарски блок, на њеној спољашњој површини праве се два усмеравајућа појаса. Херметичност цилиндарске кошуљице се постиже тако да се на горњем и доњем усмеравајућем појасу праве испусти и у њих постављају одговарајуће заптивке.

Мокры кошуљице се примењују код форсираних мотора.



Сл.9.13: *Мокра* и *суха* цилиндарска кошуљица:
а) *мокра* кошуљица, б) *суха* кошуљица

гно обрађена по-
редставља радну
еса.

ивог лива и по-
и мокре и сухе.
цир са расхлад-
ице које не до-
).

6-8 mm, а сухих

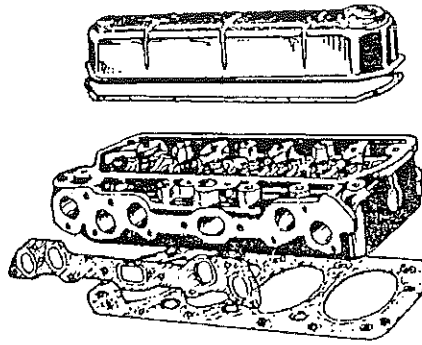
ек рада мотора,
случајева сухе
по читавој ду-
актеристичним
е кошуљице у
ршини праве се
шуљице се по-
асу праве испу-

отора.

Глава мотора

Цилиндарска глава је одливак од легираног сивог лива или алуми-
нијумских легура, а врло ретко од легираног челика.

Линијски мотори са индиректним хлађењем као по правилу имају
јединствену цилиндарску главу за све цилиндри. Вишпередни мотори има-
ју по једну цилиндарску главу за сваки ред.



- 1 - поклопац цилиндарске главе
- 2 - заптивач поклопца
- 3 - јединствена цилиндарска глава
четвороцилиндричног водом
хлађеног мотора
- 4 - заптивач цилиндарске главе

Сл.9.14: Цилиндарска глава мотора са директним хлађењем

Цилиндарске главе мотора са директним хлађењем (сл.9.14) изра-
ђују се појединачно за сваки цилиндар, а врло ретко за два или групу
цилиндара.

Доњи део цилиндарске главе одлива се повећане дебљине, што по-
већава њену крутост и омогућује поуздано везивање за цилиндарски
блок.

Горња површина цилиндарског блока и доња површина цилиндар-
ске главе квалитетно се обрађују у циљу добијања потпунијег налегања.
Између обрађених површина поставља се бакарно-азбесни или же-
лезно-азбесни заптивач, који спречава продирање гасова из цилиндра и
приступ расхладној течности и средству за подмазивање у цилиндар.

Вијци и навртке за везу цилиндарске главе за цилиндарски блок
се притежу равномерно, према одређеном редоследу и са прописаним
моментом притезања.

У цилиндарским главама свих четвортактних мотора налазе се
канални за довод свеже радне материје и одвод продуката сагоревања.
Неке конструкције мотора (мотори са пнеуматским стартовањем) у ци-
линдарској глави имају и канале за довод сабијеног ваздуха.

Мотори са спољашњим образовањем смеше у цилиндарској глави
имају отворе за уградњу елемената за принудно паљење смеше (све-

ћица), а код мотора са унутрашњим образовањем смеше отворе за уградњу елемената за убризгавање горива (*бризгалки*).

Код двотактних мотора, у зависности од начина испирања у цилиндарској глави се могу наћи канали за издувне гасове.

Цилиндарска глава код мотора са индиректним хлађењем поседује у својој унутрашњости низ канала кроз које струји расхладно средство. Код директно хлађених мотора спољашња површина цилиндарске главе је снабдевена ребрима (види сл.9.15).

Конструкција цилиндарске главе зависи и од облика простора (*коморе*) за сагоревање. Простор за сагоревање са висећим вентилима је компактнији и обезбеђује боље пуњење цилиндара него простор са стојећим вентилима. Од облика простора за сагоревање зависи и квалитет образовања смеше, процес сагоревања, па и степен сабијања.

Дизел мотори са *јединственим* простором за сагоревање још се називају и моторима са директним *убризгавањем*.

Подељени простор за сагоревање састоји се од *основног* и *помоћног*.

Основни простор за сагоревање је онај простор који се налази између чела клипа и доње површине цилиндарске главе.

Помоћни простор за сагоревање је простор који се налази у самој цилиндарској глави.

Корито мотора

Корито мотора затвара са доње стране простор цилиндарског блока, односно горњег дела корита и истовремено служи за сакупљање уља за подмазивање, које се у њега слива са подмазаних елемената мотора.

У најнижем делу корита мотора смешта се усисна цев пумпе за подмазивање (најчешће зупчасте) са системом за пречишћавање. Накупљено уље у кориту се помоћу пумпе потискује у главну разводну магистралу у цилиндарском блоку.

меша отворе за

на испирања у
две.

хлађењем посе-
руји расхладно
вршина цилинд-

са простора (ко-
м вентилима је
простор са сто-
зиси и квалитет
пјања.

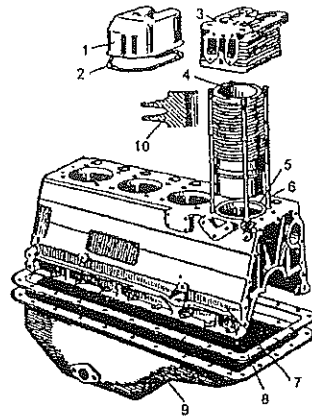
рревање још се

овног и помоћ-

и се налази из-

налази у самој

ндарског блока,
акупљање уља
мената мотора.
а цев пумпе за
ишћавање. На-
тавну разводну



- 1 - поклопац цилиндарске главе
- 2 - заптивач
- 3 - цилиндарска глава
- 4 - цилиндар
- 5 - заптивач
- 6 - вијак
- 7 - горњи део корита (моторске кућице)
- 8 - заптивач
- 9 - корито (доњи део моторске кућице)
- 10 - изглед ребра за хлађење

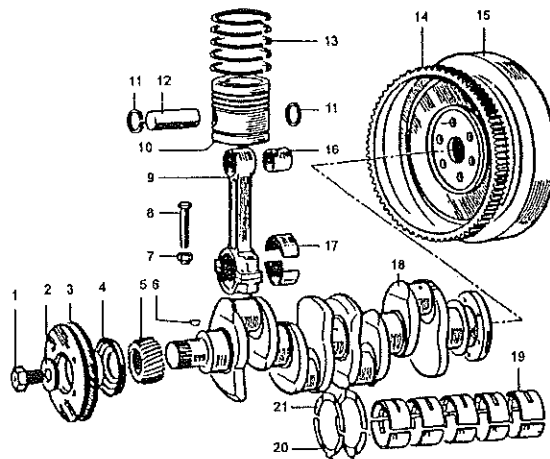
Сл.9.15: Појединачно причвршћење цилиндара за корито мотора

Горњи део корита мотора се најчешће лије изједна са цилиндарским блоком (сл.9.11), чинећи тако блок-корито мотора. Код директно хлађених мотора горњи део корита је посебно одливан (сл.9.15), за кога се везују сви остали елементи и системи мотора.

Корито мотора може бити одливак, али се најчешће израђује од пресованог челичног лима.

9.4.2. Покретни делови мотора

Покретни делови мотора (сл.9.16) омогућавају да се рад који настаје као резултат одвијања радног процеса у цилиндрима добије у виду обртног момента на коленастом вратилу и замајцу мотора.



- 1 - вијак
- 2 - подметач
- 3 - каишник
- 4 - уљни прстен
- 5 - зупчаник
- 6 - клин
- 7 - навртка
- 8 - вијак
- 9 - клипњача
- 10 - клип
- 11 - прстен (осигурач)
- 12 - осовиница
- 13 - прстенови
- 14 - зупчати венац
- 15 - замајац
- 16 - лежиште мале песнице
- 17 - лежишни уметци велике песнице
- 18 - коленасто вратило
- 19 - лежишне постелнице главних рукаваца
- 20 и 21 - аксијални подметачи

Сл.9.16: Покретни елементи клипног мотора

Клипни механизам

Основна функција клипног механизма је да прихвати енергију притиска радне смесе и пренесе је на остале делове у такту експанзије. Поред тога клипни механизам затвара радни простор чиме спречава продирање гасова у корито. Клипним механизмом се врши подмазивање зидова кошуљица и преноси топлота на зидове кошуљица цилиндара.

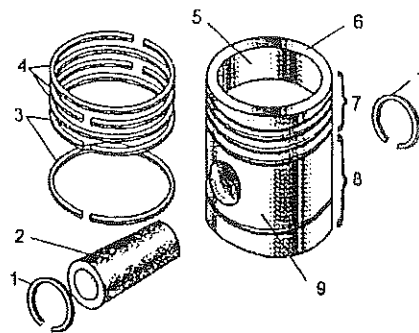
Клипни механизам (сл.9.16) се састоји од неколико елемената:

- клипа,
- клипних прстенова,
- осовинице са осигурачем,
- клипњаче,
- коленастог вратила,
- замајца.

Поред основних елемената у склопу клипног механизма се налазе и допунски елементи и прстенови, лежајеви, зупчаници и завртњи који омогућују несметан рад мотора.

Клип прима силе притиска гасова и предаје их преко осовинице и клипњаче коленастом вратилу. Осим тога клипом се обезбеђује захтевани облик простора за сагоревање и остварује херметичност радног простора цилиндра. Код неких двотактних мотора клип изводи функцију развода радне материје, путем управљања процесом отварања и затварања преливних и изливних канала на цилиндру.

Изводећи трансляторно-осцилаторно кретање, при релативно равномерном обртању коленастог вратила, клип се креће неравномерно. Неравномерно кретање производи допунска инерциона оптерећења, чије максималне вредности су у областима GMT и DMT. Осим механичким оптерећењима, клип је изложен високим топлотним оптерећењима. Топлотна оптерећења су последица непосредног додира са врелим продуктима сагоревања и трења његових бочних површина о зидове цилиндра.



- 1 - Сегеров прстен
- 2 - осовиница
- 3 - уљни прстенови
- 4 - заптивни прстенови
- 5 - простор сагоревања
- 6 - чело клипа
- 7 - глава клипа
- 8 - сукњица клипа

Сл.9.17: Клип мотора

Клип се израђује ливењем од лаких легура на бази алуминијума и магнезијума. Код неких мотора клипови се израђују од легираног сивог лива, са додацима хрома, никла, молибена, ванадијума и др. Клипови од лаких легура у упоредби са клиповима од сивог лива имају мању масу и мање инерцијалне силе, што дозвољава примену код брзоходних мотора.

Клип (сл.9.17) се састоји из чела клипа, главе клипа и вођице (сукњице) клипа.

За спречавање укљештења клипа, између зидова цилиндра и клипа мора бити обезбеђен одговарајући зазор. Величина тог зазора је већа код алуминијумских клипова него код клипова од сивог лива. Осим тога, планира се да је зазор између главе клипа и цилиндра већи него између вођице клипа и цилиндра, јер је глава клипа топлотно оптерећенија. Обрадом се добија конична форма, која у нормално загрејаном стању поприма цилиндричну форму.

У зависности од облика простора за сагоревање, положаја механизма за измену радне материје, положаја свећице или бризгальке и неких других фактора, *чело клипа* има различит облик: *равно*, *угнуто* и *испупчено*.

Угнуто чело клипа образује најрационалнији облик простора за сагоревање, али спешује сакупљање гаражи.

Испупчено чело клипа даје повећану чврстоћу, али погоршава облик простора за сагоревање. Код неких двотактних мотора чело клипа се израђује у облику испуста са циљем усмеравања продуката сагоревања при измени радне материје.

У већини случајева чело клипа код карбураторских мотора се израђује као *равно*, а врло ретко *угнуто* или *испупчено*.

Облик чела клипа код дизел мотора зависи од начина образовања смеше. За увећање чврстоће и бољег одвођења топлоте, чело клипа

се код дизел мотора израђује повећане дебљине и са ребрима на унутрашњој страни.

Дебљина зидова *главе клипа* се дефинише могућношћу израде жљебова за смештај клипних прстенова.

Горњи жљебови су за *компресионе*, а доњи за *уљне* прстенове. Понекад се неки од жљебова за уљне прстенове израђује и на вођици клипа.

Број жљебова зависи од броја компресионих и уљних прстенова тј. од врсте (ото-дизел) и брзоходности мотора.

Вођица клипа служи за вођење клипа у цилиндру. На омотачу вођице клипа налазе се два ојачана отвора (*окца*), у које се смешта осовина клипа. Због ојачања на том делу вођица клипа има већу масу, због чега су на том делу веће и топлотне деформације. Да не дође до заглављивања клипа, клип се израђује *елиптичног* пресека, са мањом осом елипсе у равни осе отвора (*окаца*). Захваљујући елиптичном облику постиже се задовољавајуће заптивање радног простора код још незагрејаног мотора (при стартовању) и безударни рад мотора. При достизању нормалне радне температуре, клип добија цилиндричан облик. Формирању цилиндричног облика вођица клипа потпомажу и конструктивно изведени разрезии на вођици клипа. Разрезии могу бити различитог облика (*коси*, у облику слова *T* или *П*) и изводе се дуж вођице, на странама које не садрже окца клипа.

Клипни прстенови

Заптивни клипни прстенови имају задатак да спрече продирање гасова из радног простора у корито мотора и да изврше одвођење топлоте са главе клипа на зидове цилиндра.

Уљни клипни прстенови служе за равномерну расподелу уља по радној површини цилиндара, скидање вишка уља и његово усмеравање у корито мотора.

Број клипних прстенова зависи од притиска у цилиндру мотора и брзоходности мотора. При мањем притиску у цилиндру и бржем протицању радног процеса потребан је мањи број клипних прстенова. Већи број клипних прстенова увећава снагу механичких губитака.

Број компресионих клипних прстенова код карбураторских мотора износи обично 2-4, а код дизел мотора 3-6.

Број уљних клипних прстенова је 1-3.

Клипни прстенови се израђују од квалитетног сивог лива. Накнадно се често хромирају, нитрирају и пресвлаче танким слојем олова, чиме

им се повећава отпорност на хабање и имају боље прилагођавање огледалу цилиндара.

Разрез на клипним прстеновима може бити: *прави*, *коси* и *са преклопом*. Најчешће примењиви разрез су *прави* и *коси* под углом од 45° . Разрез са *преклопом* има нешто већу заштитну способност, али смањену чврстоћу, па се примењује код спороходних мотора. Величина зазора у разрезу креће се у границама 0.2-0.8 mm. Веће вредности зазора имају клипни прстенови топлотно оптерећенијих мотора. Зазори код првих клипних прстенова су већи него код наредних.

Постављање клипних прстенова на клип, у циљу очувања заштитних својстава мора се извршити тако да се разрез налазе на супротним странама клипа.

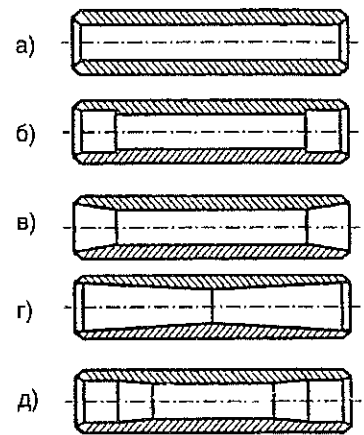
Осовиница клипа

Осовиница клипа је намењена за шарнирно повезивање клипа са клипњачом и предају оптерећења са клипа на клипњачу.

Осовиница клипа ради у условима високих температура, а изложена је дејству сила притиска гасова и имерцијалних сила, које се нагло мењају како по величини тако и по правцу. Сложеност услова рада је наметнула да се осовиница клипа израђује од угљеничних или легираних челика, са накнадном цементацијом (на дубину 1.5 mm) и каљењем. Површина осовинице се бруси и полира. У циљу умањења масе и рационализације расподеле оптерећења осовиница клипа се израђује према сл.9.18, осовиница се израђује у различитим облицима.

Најпростији облик осовинице клипа је цилиндричан (сл.9.18а и б). Осовинице са *коничним* унутрашњим површинама имају сложенију обраду, међутим такве осовинице имају рационалнију расподелу материјала, а тиме и равномернију оптерећеност на савијање.

Фиксирање од аксијалног померања се изводи помоћу еластичних прстенова (*осигурача*), *правоугаоног* или *кружног* облика, или помоћу *меканих чепова*. Ограничење аксијалног померања осовинице има за циљ да спречи задирање осовинице о зидове цилиндра.



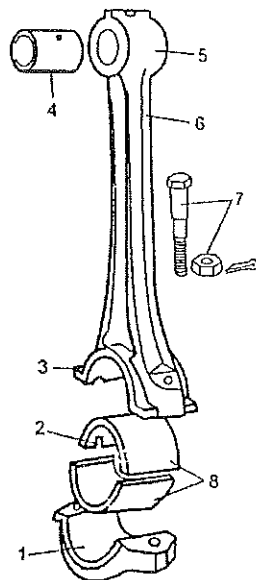
Сл.9.18: Изгледи осовинице клипа

Спој осовинице и клипа треба да је остварен тако да на нормалној температури чини чврст или прелазан спој, а на радној температури покретан спој. Ово захтева да се при монтажи и демонтажи врши загревање клипа у уљу или води до 80-90°C.

За обезбеђење поузданог подмазивања осовинице, њен спој у малој песници треба да чини увек *лабав* спој.

Клипњача

Клипњача (сл.9.19) служи да силе притиска гасова са клипа пренесе на коленасто вратило, уз трансформацију транслаторно-осцилаторног кретања клипа у обртно кретање коленастог вратила. При извршењу свог задатка клипњача прима не само силе притиска гасова него и инерцијалне силе. Резултујуће оптерећење клипњаче је промењиво како по величини тако и по правцу. Под дејством таквог оптерећења у клипњачи се појављују сложене деформације сабијања, истезања и савијања у уздужној и попречној равни. Због тога конструкција клипњаче треба да поседује одговарајућу *крутост* и *чврстоћу*, уз минималну масу.



Сл.9.19: 1 – поклопац велике песнице клипњаче; 2 – испуст за фиксирање лежисних уметака велике песнице; 3 – горњи део велике песнице (глава); 4 – лежисна чаура мале песнице клипњаче; 5 – мала песница клипњаче; 6 – тело клипњаче; 7 – вијак са навртком поклопца велике песнице; 8 – лежисни уметци велике песнице.

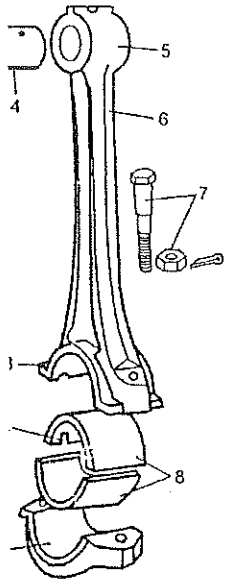
Клипњаче се израђују ковањем, пресовањем, а врло ретко ливењем, са накнадном термичком и механичком обрадом. Као материјал користи се угљенични и легирани челик, легуре лаких метала и ковни перлитни сиви лив.

Клипњаче се састоје од: *мале песнице* (5) (сл.9.19) са упресованом *лежисном чауром* (4), *тела* клипњаче (6) и *велике песнице* (3) са *поклопцем* (1) и *лежисним уметцима* (8).

Најчешће примењивани облик тела клипњаче је као на сл.9.20а, пошто се при таквом пресеку постиже највећа крутост уз минималну масу. Слично се може рећи и за клипњаче са пресеком према сл.9.20б и сл.9.20в, с тим што имају нешто сложенији пресек.

ко да на нормал-
радној темпера-
демонтажи врши

те, њен спој у ма-

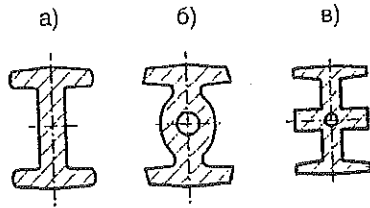


фиксирање лежишних
4 – лежишна чаура
клипњаче; 7 – вијак са
песнице.

врло ретко ливе-
т. Као материјал
метала и ковни

19) са упресова-
не песнице (3) са

као на сл.9.20а,
т уз минималну
4 према сл.9.20б



Сл.9.20: Облици тела клипњаче

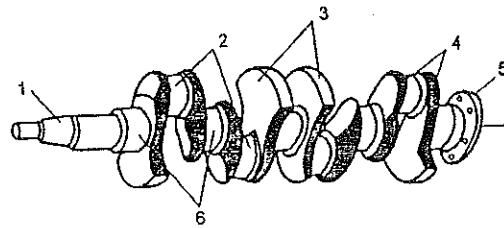
Посредством *велике песнице* клипњача се везује за летећи рукавац колена коленастог вратила. Код линијских мотора за један летећи рукавац везује се само једна клипњача. Код V-мотора и вишередних мотора може се везати две и више клипњача.

Коленасто вратило

Коленасто вратило преко клипњаче прима силе притиска гасова са клипа и у облику обртног момента предаје их трансмисији радне машине. Осим тога, коленасто вратило врши погон помоћних механизма и система мотора.

Конструкција коленастог вратила зависи од снаге, броја цилиндара, брзоходости, тактности и намене. У процесу рада изложено је променљивом оптерећењу и по величини и по правцу. Оптерећење које преноси коленасто вратило потиче од сила притиска гасова и инерцијалних сила обртних и транслаторно-осцилаторних маса. Услед тог оптерећења коленасто вратило се: увија, савија, истеже и хаба. Због тога се израђује од квалитетног угљеничног или легираног челика, путем ковања или пресовања. У последње време израђује се и ливењем од високоотпорног сивог лива или челика.

Коленасто вратило (сл.9.21) састоји се од једног или више *колена*, у зависности од броја и распореда цилиндара.



- 1 - предњи крај коленастог вратила
- 2 - летећи рукавци
- 3 - противтегови
- 4 - рамена колена
- 5 - прирубница
- 6 - главни рукавци

Сл.9.21: Коленасто вратило

Предњи крај коленастог вратила (1) служи за прихватање погонског елемента вентилатора, динаме или неког другог помоћног система.