

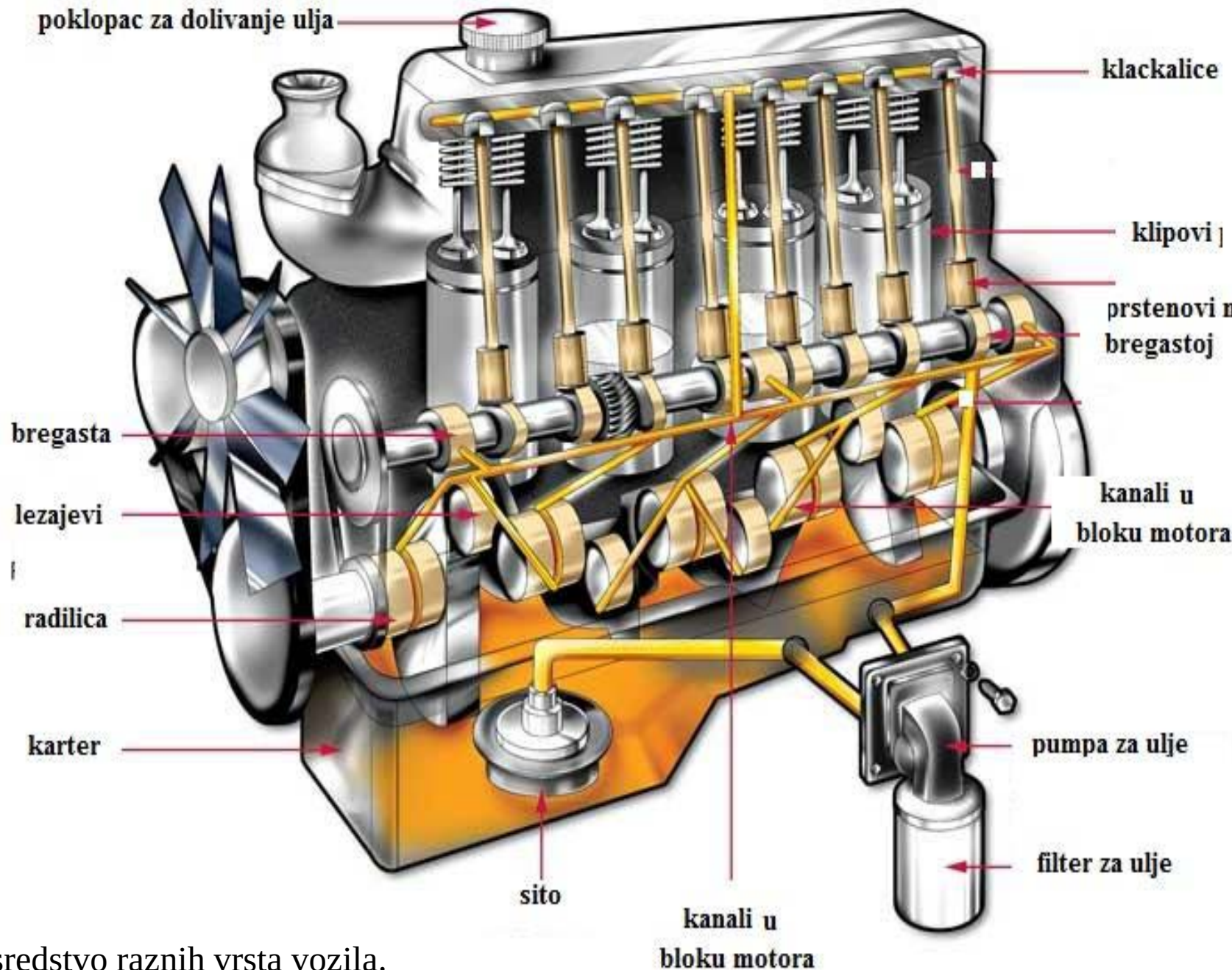
MOTORI SA UNUTRAŠNjim SAGOREVANJEM

ASISTENT: MILICA JANKOVIĆ

SUS MOTORI

Motori sa unutrašnjim sagorevanjem su toplotni motori koji pretvaraju hemisku energiju (goriva) u mehaničku energiju.

Motori sa unutrašnjim sagorevanjem su vrsta toplinskih motora koji rade na principu sagorevanja goriva unutar samog motora. Tokom ovog procesa, hemijska energija goriva (npr. benzin, dizel, prirodni gas) se pretvara u toplotu kroz sagorevanje, koje izaziva širenje gasova unutar cilindra. Ta toplotna energija uzrokuje kretanje klipa, koji je povezan sa radilicom. Kretanje klipa se potom prenosi na radilicu, koja pretvara ovu mehaničku energiju u obrtni moment potreban za pokretanje vozila, mašina ili drugih uređaja. U suštini, motor sa unutrašnjim sagorevanjem koristi hemijsku energiju iz goriva i transformiše je u mehaničku energiju, koja se dalje koristi za obavljanje rada, kao što je pokretanje automobila ili proizvodnja električne energije.



Njihova najčešća primena je kao pogonsko sredstvo raznih vrsta vozila. SUS motori mogu biti stacionarni i prenosivi.

PODELA SUS MOTORA

Motori sa unutrašnjim sagorevanje se mogu podeliti na više načina :

- prema načinu paljenja smeše,
- broju taktova,
- prema mestu ventila,
- prema dizajnu,
- prema položaju i broju cilindara klipnih motora,
- procesu dovodjenja vazduha,
- prema načinu dovodenja goriva,
- prema korišćenom gorivu,
- primeni motora,
- načinu hlađenja.

a) Paljenje uz pomoć varnice (OTO motori)

Proces sagorevanja u svakom od cilindara ostvaruje se uz pomoć svećice. Svećica izaziva visokonaponsko električno pražnjenje između dve elektrode, što izaziva paljenje smeše vazduha i goriva u komori za sagorevanje. Ovi motori se često nazivaju "motori sa paljenjem varnicom" ili "benzinski motori", jer je gorivo koje se najčešće koristi benzin.

Osnovne karakteristike ovih motora su:

- Rad sa homogenom, dobro izmešanom smešom koja ima isti sastav u pogledu odnosa goriva i vazduha u svakom delu komore sagorevanja što omogućuje brzo sagorevanje;+
- Najčešće, spoljne obrazovanje smeše (van cilindra motora) omogućava dovoljno vremena za dobro mešanje i homogenizaciju smeše pre sagorevanja.
- Paljenje smeše stranom energijom, odnosno varnicom, jer se homogena smeša ne sme nalaziti u uslovima samopaljenja kako ne bi došlo do njene eksplozije (detonacije)
- Sagorevanje, odnosno oslobađanje toplote, je regulisano brzinom prostiranja plamena koji se kreće od mesta paljenja nadalje kroz komoru sagorevanja motora.

PREMA NAČINU
PALJENJA SMEŠE:

Dobre osobine OTO motora su:

visoka razvijena snaga iz jedinice radne zapremine (zbog mogućnosti rada sa smešom teorijskog sastava), dobro prihvatanje promenljivih režima rada (zbog povoljnih karakteristika motora) i laka konstrukcija (zbog relativno malih pritisaka u cilindru).

Mana ovih motora je relativno lošija ekonomičnost motora, zbog nemogućnosti rada sa visokim stepenima sabijanja. Zbog toga se ovi motori mahom koriste tamo gde se traži laka konstrukcija i visoka specifična snaga, na račun nešto više potrošnje goriva, a to su: putnički automobili, motocikli, mopedi, laki brodski motori, manji stacionarni agregati, manji klipni avio motori itd.



b) Paljenje kompresijom (dizel motori)

U dizel motorima, proces sagorevanja počinje kada smeša vazduha i goriva samozapali zbog visoke temperature u komori (cilindru), koja je uzrokovana velikom kompresijom. U dizel motoru, vazduh se kompresuje u cilindru do vrlo visokog pritiska i temperature. Kompresija uzrokuje da temperatura vazduha unutar cilindra postane dovoljno visoka da izazove samozapaljenje dizel goriva kada se ubrizga u cilindar. Za razliku od benzinskih motora, gde se smeša goriva i vazduha pali uz pomoć svećice, u dizel motorima nije potrebna iskra, već samo visoka temperatura koja nastaje kompresijom vazduha. Ovo omogućava efikasniji rad, jer dizel motori mogu da rade sa višim kompresijskim odnosom, što doprinosi većoj energetskej efikasnosti.

Njihove osnovne osobine su sledeće:

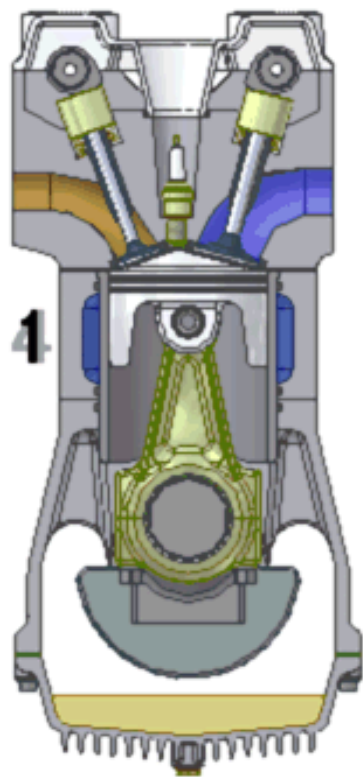
- rad sa heterogenom smešom, dobijenom ubrizgavanjem goriva u sabijeni vazduh tako da se u centru mlaza nalazi čisto gorivo dok se u pojedinim delovima komore nalazi čisti vazduh, pri čemu se na periferiji mlaza formira upaljiva smeša koja se pali i sagoreva;
- unutrašnje obrazovanje gorive smeše, koje se obavlja tokom samog sagorevanja kako bi se postiglo kontrolisano sagorevanja sa što je moguće manjim porastom pritiska;
- paljenje formirane smeše goriva i vazduha vrši se sopstvenom energijom sabijenog vazduha iznad temperature samopaljenja i
- brzina procesa sagorevanja zavisi od brzine obrazovanja smeše nakon ubrizgavanja i isparavanja goriva u komori.

Najveća prednost ovih (dizel) motora je povoljna ekonomičnost goriva, zbog čega se ovaj motor obavezno koristi za tešku mehanizaciju, srednje i veće brodske motore, industrijsku i agregatnu primenu, ali takođe i u automobilske industriji itd.

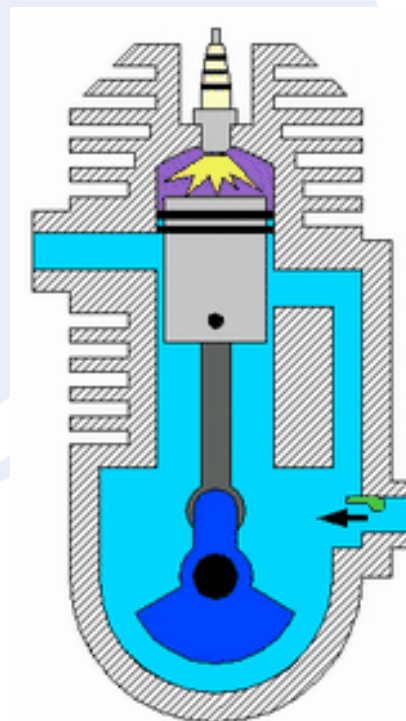
Mana (dizel) motora: S obzirom na način sagorevanja, dizel motori rade sa većim viškovima vazduha, zbog čega razvijaju manju snagu iz jedinice zapremine, a s obzirom da imaju veće pritiske u cilindru, masa delova motora je znatno veća nego kod motora gde se paljenje vrši uz pomoć varnice (oto motora).

BROJU TAKTOVA:

a) **Četvorotaktni ciklus.** Kod četvorotaktnih motora imamo četiri kretanja klipa i dve revolucije za svaki ciklus.



b) **Dvotaktni ciklus.** Dvotaktni ciklus ima dva kretanja klipa pri jednoj revoluciji za svaki ciklus.

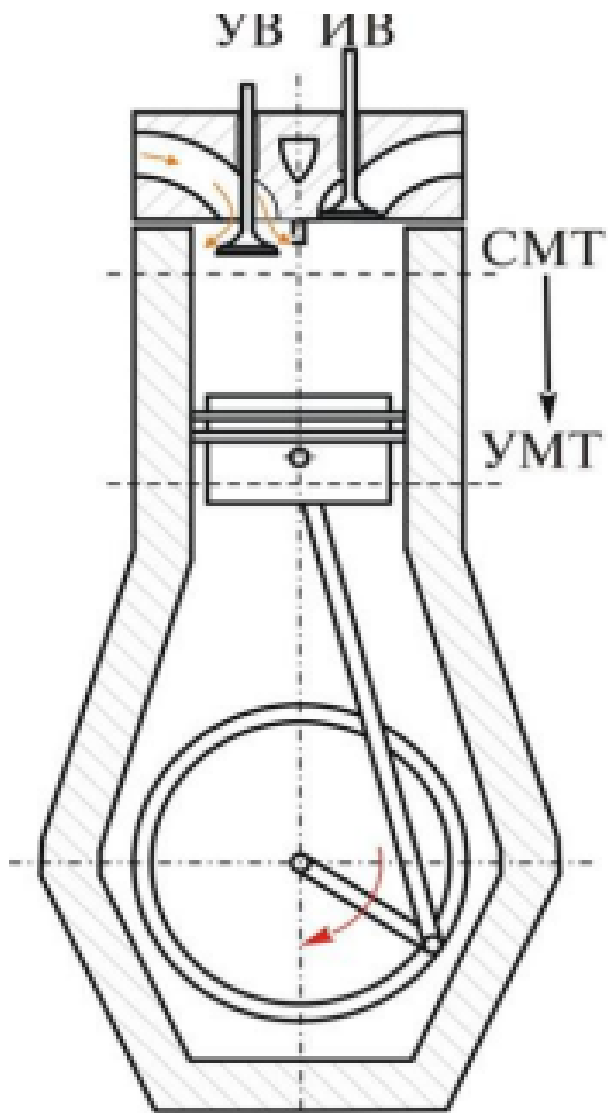


Gornja mrtva tačka (eng. top dead center (TDC)) klipa je položaj gde je najbliži ventilima.

Donja mrtva tačka (bottom dead center (BDC)) je suprotna pozicija gde je najudaljenija od njih.

Takt je kretanje klipa od TDC do BDC ili obrnuto zajedno sa pripadajućim procesom. Dok je motor u radu, radilica se neprekidno rotira skoro konstantnom brzinom.

ČETVOROTAKTNI CIKLUS



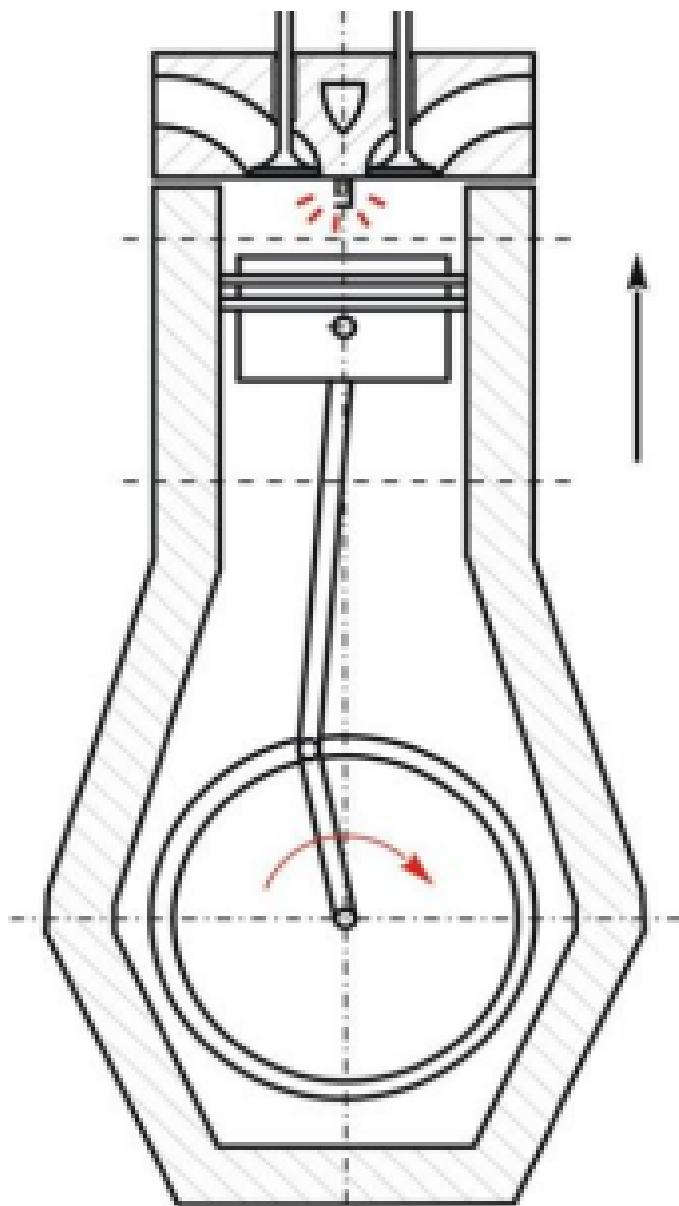
1. Usisavanje

Na početku usisnog takta, usisni ventili se otvore. To omogućava ulazak vazduha (ili smeše vazduha i goriva, zavisno od tipa motora) u cilindar.

U ovom taktu, klip se pomera naniže unutar cilindra. Kako klip ide naniže, zapremina cilindra se povećava, stvarajući vakuum koji usisava vazduh ili smešu vazduha i goriva kroz otvorene usisne ventile.

U benzinskim motorima, tokom usisavanja, ne samo da ulazi vazduh, već se kroz usisne ventile uliva i gorivo, jer je gorivo obavezano za vazduh u smeši. Ova smeša vazduha i goriva se stvara u karburatoru (ili preko sistema za ubrizgavanje goriva).

U dizelskim motorima, samo vazduh ulazi u cilindar, jer se gorivo ubrizgava kasnije, u toku takta kompresije.



2. Sabijanje

Nakon što su usisni ventili dozvolili ulazak vazduha ili smeše vazduha i goriva, usisni ventili se zatvaraju. Ovaj trenutak označava kraj usisnog takta i početak sabijanja.

Tokom sabijanja, klip počinje da se pomera naviše unutar cilindra. Kako klip ide gore, vazduh (ili smeša vazduha i goriva) koji je prethodno usisan iz komore za sagorevanje postepeno se kompresuje, tj. sabija u manju zapreminu.

Kako se zapremina cilindra smanjuje, vazduh (ili smeša) postaje pod visokim pritiskom, a njegova temperatura se povećava. U dizelskim motorima, ovo kompresovanje vazduha može da podigne njegovu temperaturu do tačke gde se gorivo koje se ubrizgava spontano zapali.

*Sabijanje povećava temperaturu i pritisak u cilindru, čineći smešu vazduha i goriva (ili samo vazduha) spremnom za efikasno sagorevanje. U dizelskim motorima, sabijanje izaziva visoku temperaturu potrebnu za autoigniciju goriva, dok u benzinskim motorima kompresija priprema smešu za paljenje iskrom.

Autoignicija goriva je proces u kojem gorivo spontano sagoreva usled visokog pritiska i temperature, bez potrebe za spoljnim izvorom paljenja, kao što je iskra.

3. Širenje (radni hod)

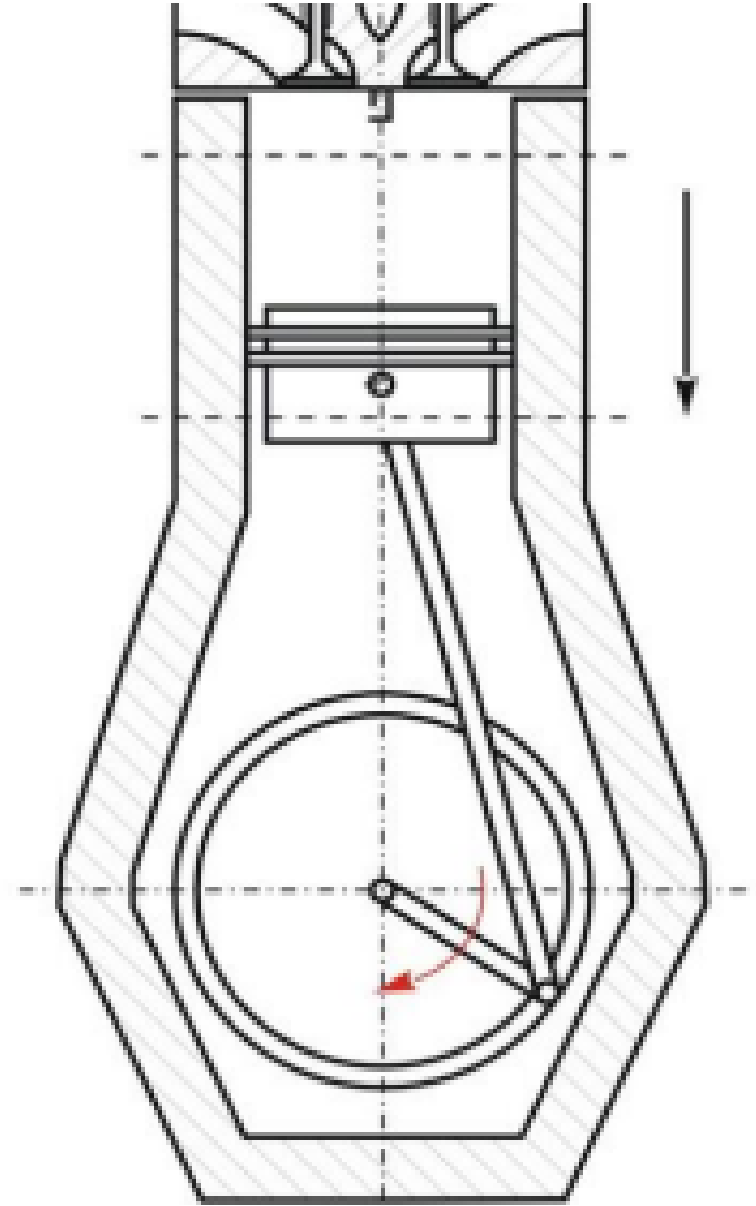
Tokom prethodnog takta (kompresije), smeša vazduha i goriva je kompresovana, što je uzrokovalo porast temperature i pritiska. Kada je smeša postala dovoljno komprimovana, u ovom taktu dolazi do paljenja.

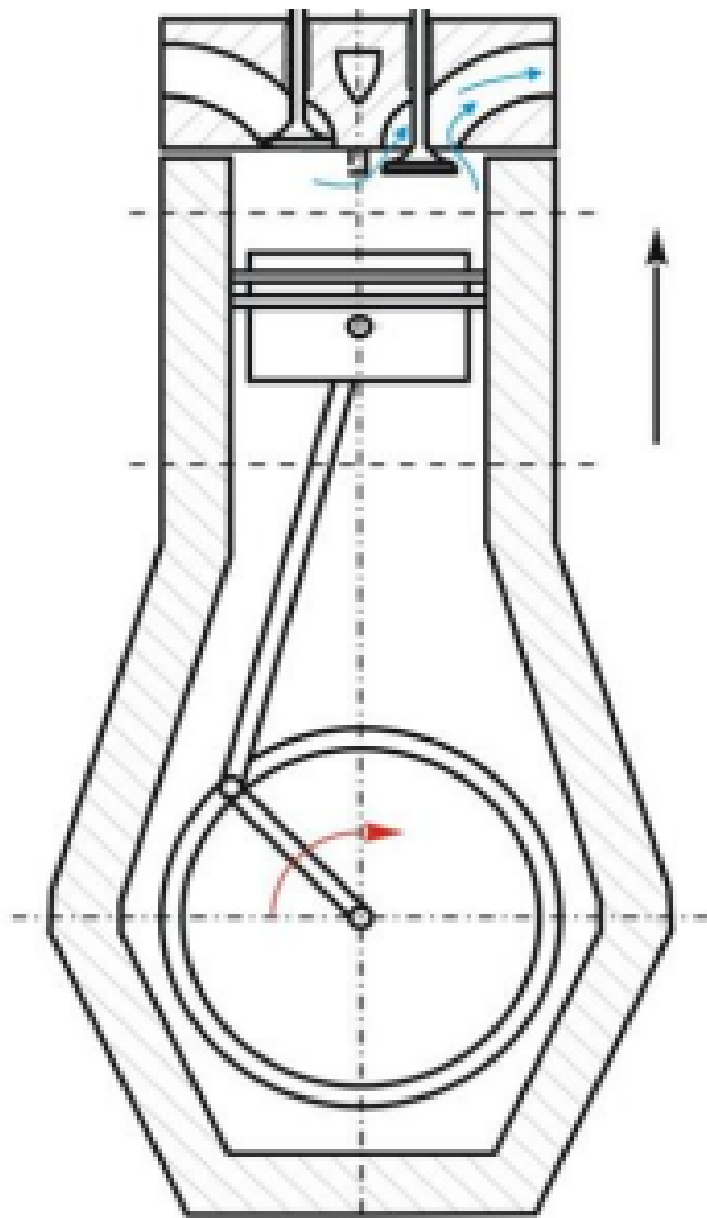
Nakon što smeša sagori, nastali gasovi se brzo šire. Ovaj proces širenja gasova je vrlo važan, jer širenje gasova proizvodi pritisak na klip koji se pomera prema dole unutar cilindra.

Kao rezultat širenja gasova, klip u cilindru se pomera naniže. Ovo je glavni korak koji generiše snagu u motoru. Klip, pomerajući se naniže, prenosi energiju na radilicu, koja zatim pokreće vozilo.

Sagorevanje goriva dovodi do naglog povećanja temperature i pritiska unutar cilindra. Ovi visoki pritisci teraju klip naniže, čime se oslobađa korisna energija.

Ovaj takt je ključan jer tokom širenja gasova motor proizvodi energiju koja se koristi za pokretanje vozila. Tokom radnog hoda, motor ostvaruje svoju funkcionalnost – pretvara hemijsku energiju goriva u mehaničku energiju koja pokreće vozilo.





4. Izduvavanje

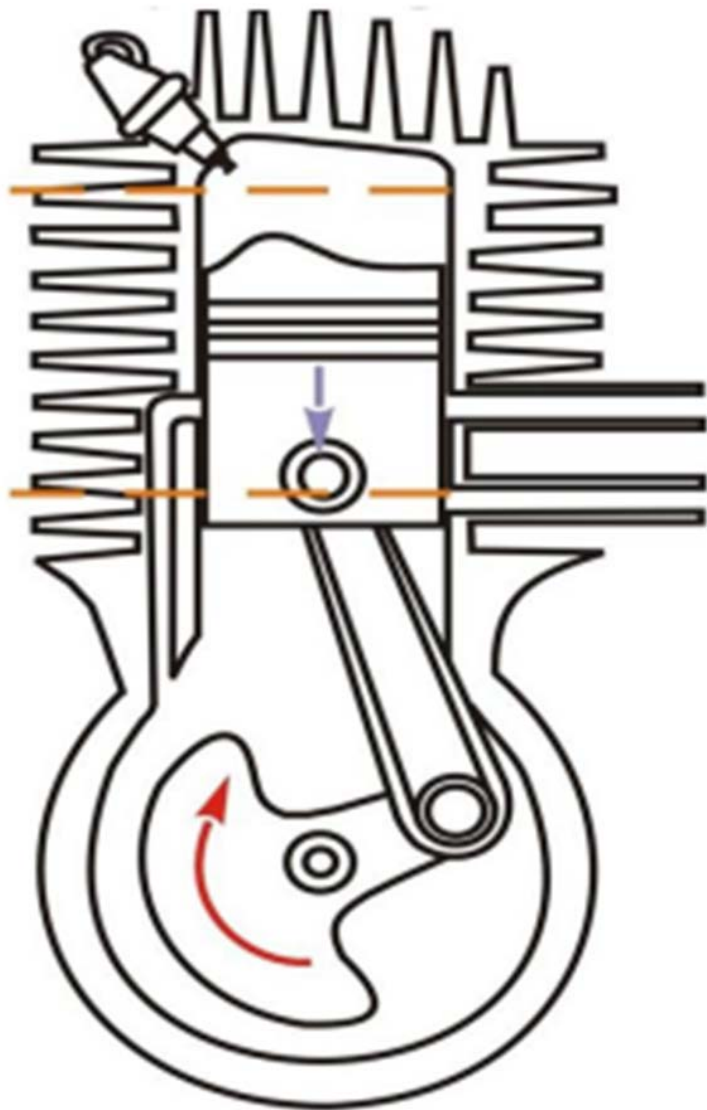
Ovaj takt dolazi odmah nakon radnog hoda (širenja) i ima važnu ulogu u uklanjanju sagorelih gasova iz cilindra, kako bi prostor bio pripremljen za novi ciklus usisavanja sveže smeše vazduha i goriva.

Na početku takta izduvavanja, izduvni ventili se otvore. Ovi ventili omogućavaju izlaz sagorelih gasova iz cilindra.

Nakon što su izduvni ventili otvoreni, klip se ponovo pomera naviše, ali sada u suprotnom smeru od prethodnih taktova. Kako klip ide naviše, on istiskuje sagorele gasove iz cilindra prema izduvnim ventilima, koji ih dalje usmeravaju prema izduvnoj grani sistema.

Ovaj proces uklanjanja sagorelih gasova je ključan jer motor ne može da funkcioniše pravilno ako ostane zagušen starim gasovima. Efikasno izduvavanje osigurava da u sledećem ciklusu može ući dovoljno svežeg vazduha ili smeše vazduha i goriva.

U trenutku kada se izduvni ventili zatvore i usisni ventili otvore, motor je spreman da započne novi ciklus usisavanja, što znači da je cilindar "očisten" i spreman za unos sveže smeše.



DVOTAKTNI CIKLUS

Dvotaktni ciklus je drugačiji od četvorotaktnog ciklusa i koristi se u nekim motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, kao što su motori na motorima, motorima za kosilice, skutere i neki mali automobili. Kao što naziv sugerije, dvotaktni ciklus završava dva takta (pokreta klipa) u jednoj kompletnoj radnji motora, dok četvorotaktni ciklus završi četiri takta.

U dvotaktnim motorima, prvi takt obuhvata fazu širenja (radni hod) i usisavanja, koja se dešava u istom trenutku. Ovaj ciklus je vrlo specifičan, jer se usisavanje smeše vazduha i goriva i širenje sagorelih gasova događaju simultano.

1. U ovom taktu, klip se pomera naniže unutar cilindra. Kako klip ide naniže, smanjuje se zapremina cilindra, a gasovi koji su prethodno sagoreli (u prošlom ciklusu) počinju da izlaze kroz izduvni ventil.

*Za razliku od četvorotaktnog motora, koji ima odvojene faze za usisavanje, kompresiju, sagorevanje i izduvavanje, dvotaktni motor sve ove faze spaja u dva takta.

3. Kroz ovaj proces, usisavanje sveže smeše i izduvavanje sagorelih gasova dešavaju se istovremeno, a smeša vazduha i goriva zatim ulazi u cilindar kroz usisni otvor i gura sagorele gasove prema izduvnom otvoru.

2. Kako klip ide naniže, izduvni ventil (ili izduvna rupa) se otvara i sagoreli gasovi izlaze iz cilindra. Ovaj proces se dešava dok klip pomera gasove prema izlaznom otvoru.

*Klip ide naniže i istovremeno se dešavaju dva procesa: izlaz sagorelih gasova (izduvavanje) i ulazak nove smeše vazduha i goriva (usisavanje).

3. Istovremeno, dok sagoreli gasovi izlaze, usisni otvor se takođe otvara i sveža smeša vazduha i goriva ulazi u donji deo cilindra. Ovaj proces usisavanja se dešava dok klip ide naniže, stvarajući vakuum koji vuče smešu vazduha i goriva u cilindar.

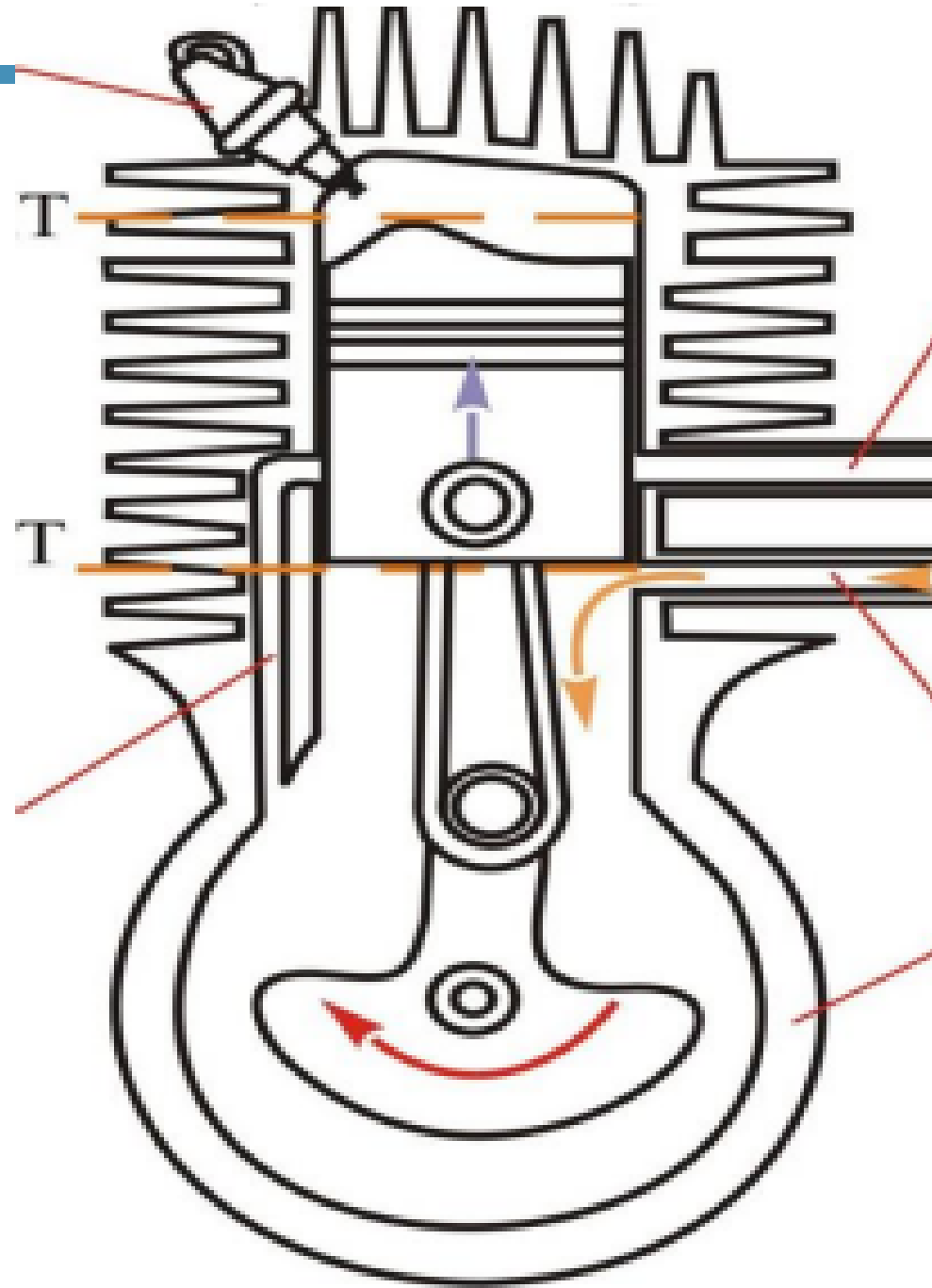
Sabijanje

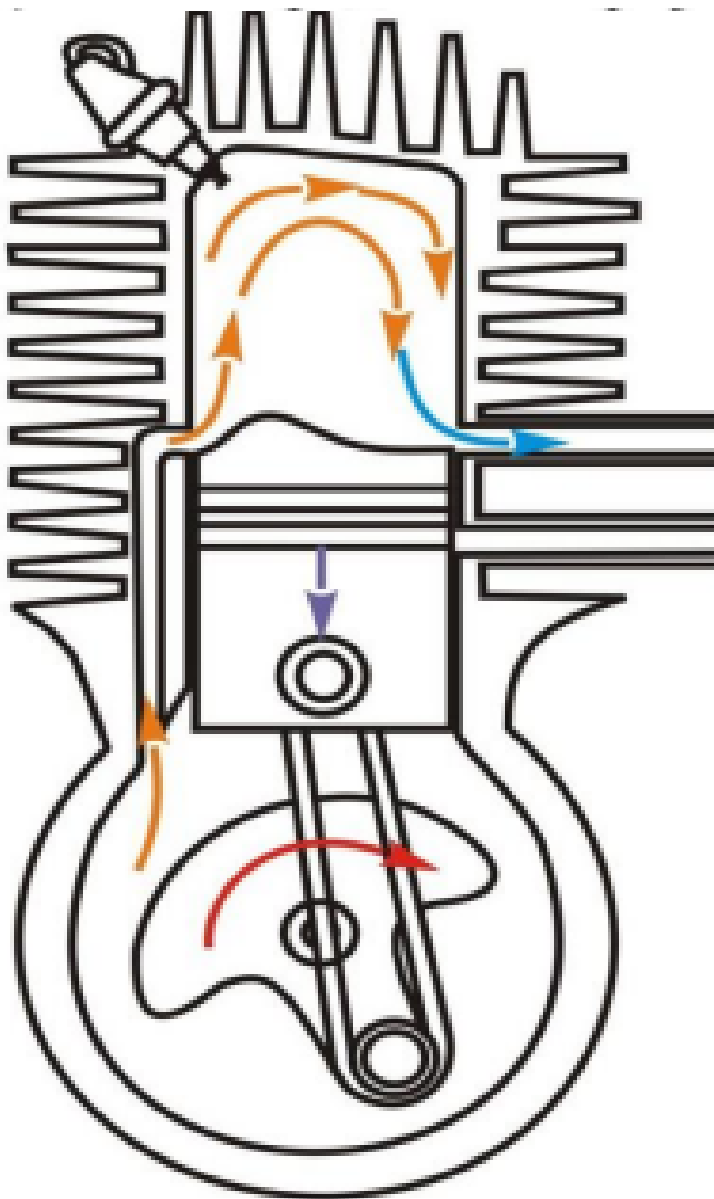
Sabijanje u dvotaktnom ciklusu označava fazu kada klip komprimuje smesu goriva i vazduha pre nego što se ista zapali i sagori. To je ključna faza u kojoj se povećava pritisak u cilindru, što omogućava efikasno sagorevanje i maksimalnu snagu motora.

Klip se pomera prema dole, usisava zrak i gorivo kroz usisni otvor.

Kada klip dođe do donje tačke, počinje se kretati prema gore, kompresujući smesu goriva i vazduha.

Kako klip dolazi do gornje tačke, smesa se pali (najčešće uz pomoć iskra), a nagli porast temperature i pritiska uzrokuje širenje plinova koji potiskuju klip prema dole.





Izmena radne materije

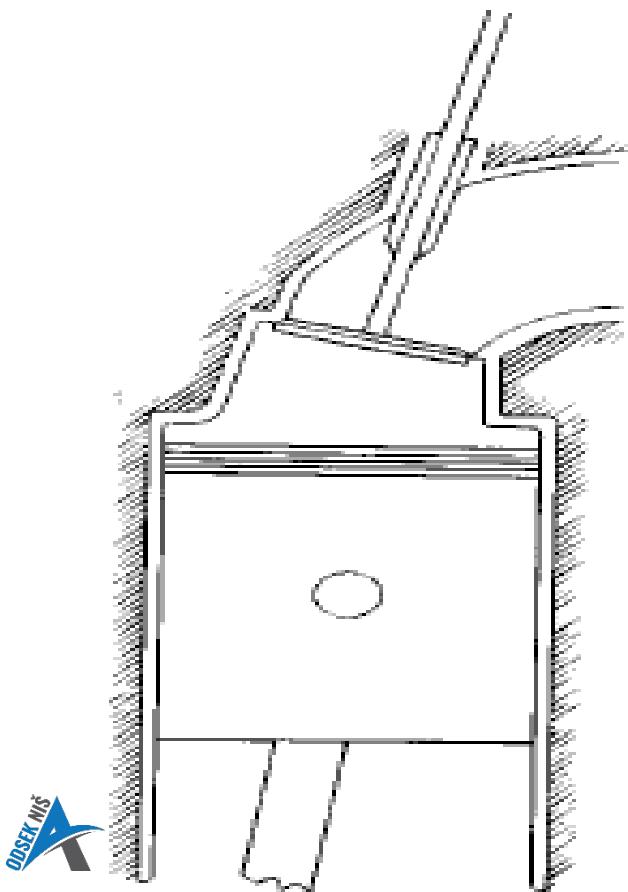
Oko 75 ° rotacije izvrši radilica pre nego se postigne BDC, otvara se izduvni ventil ili otvor i dolazi do izduvavanja. Dakle, kada se spominje da se izduvni ventil otvara pre nego što se postigne BDC, to znači da se izduvni gasovi iz cilindra izbacuju dok klip još nije stigao do donje tačke, omogućujući efikasnije izduvavanje pre nego što se klip kreće ka gore.

Ubrzo nakon toga otvara se usisni ventil ili port za prenos. Nadolazeće punjenje istiskuje preostale gasove sagorevanja u izduvni sistem, a deo punjenja može ući i u izduvni sistem. Klip dostiže BDC i menja smer. Nakon što klip pređe kratku udaljenost prema gore u cilindar, izduvni ventil ili otvor se zatvaraju; ubrzo se usisni ventil ili otvor za prenos zatvaraju.

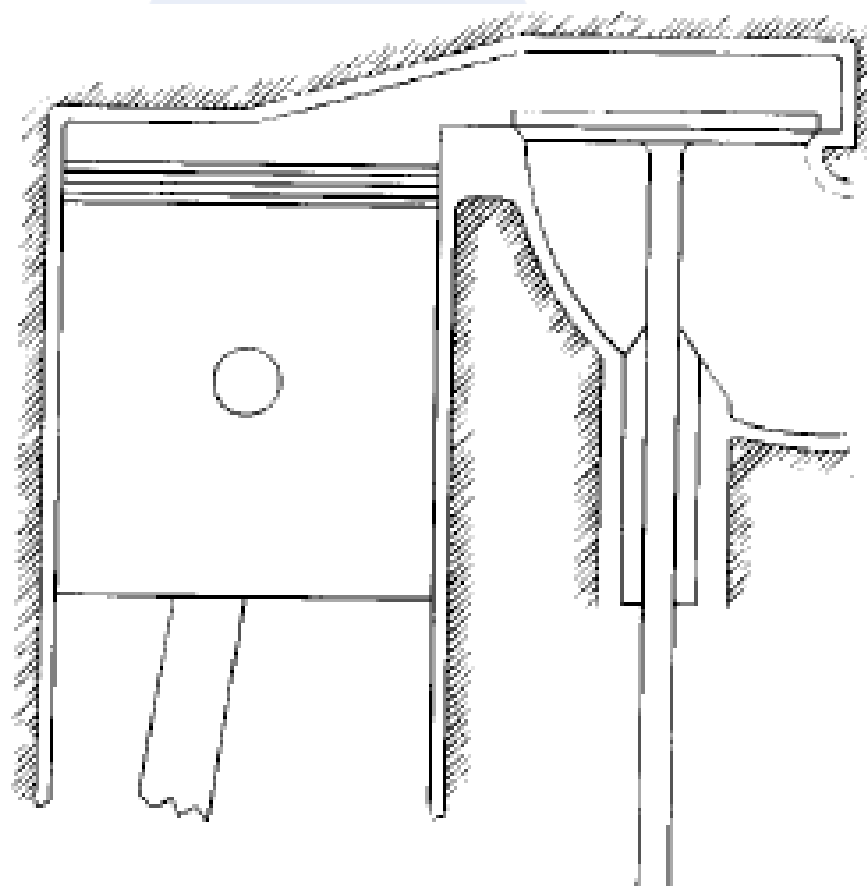
BDC je skraćenica za **Bottom Dead Center**, što označava donju tačku mrtvog centra. U kontekstu motora sa unutrašnjim sagorevanjem, BDC je tačka u kojoj se klip nalazi najniže u cilindru, odnosno kada je udaljen od glave cilindra do maksimuma tokom svog kretanja. To je suprotan položaj od TDC (Top Dead Center), gde je klip najviše u cilindru.

PREMA MESTU VENTILA:

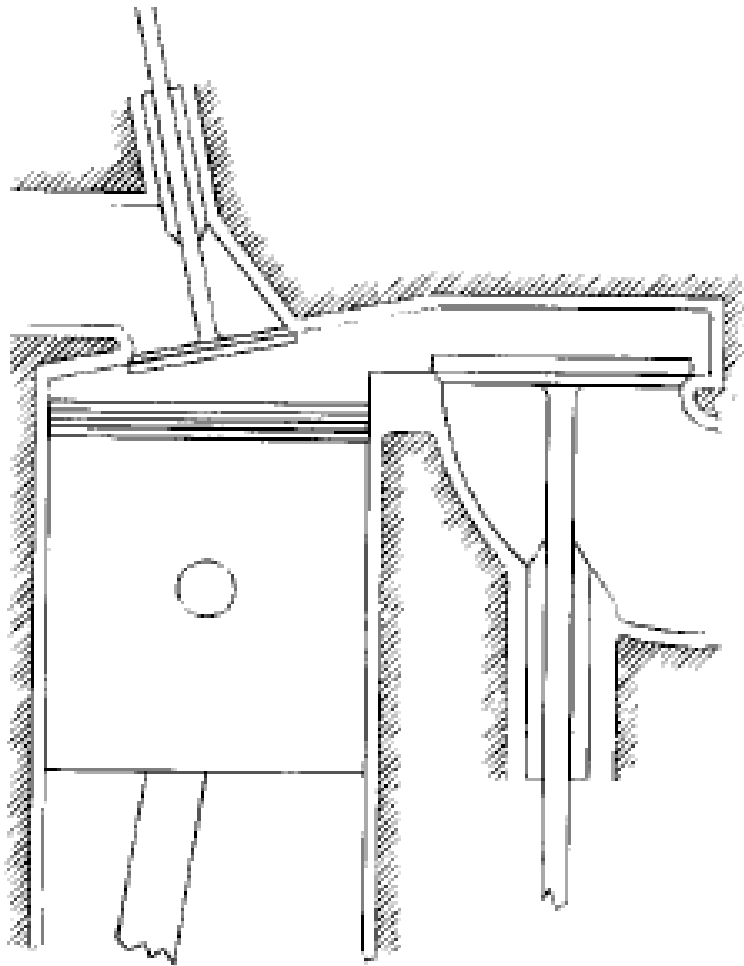
a) Ventili u glavi (gornji ventil, nazvan I glava)



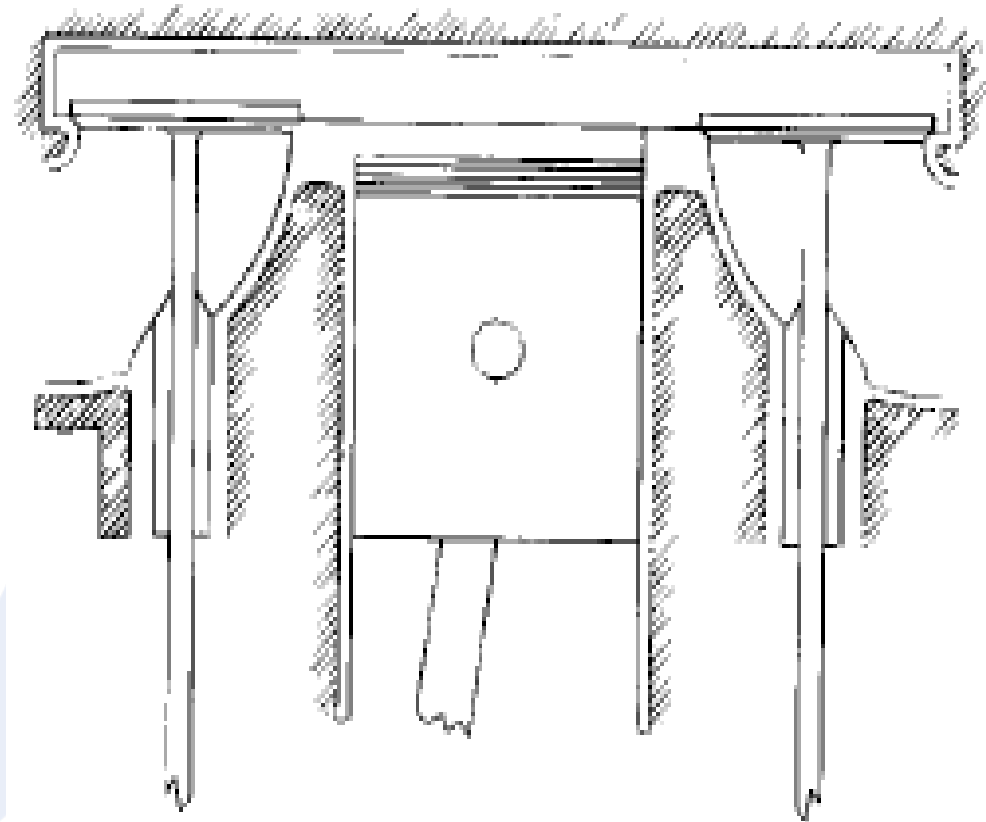
b) Ventili u bloku (ravna glava), nazvani i motorom L glave.



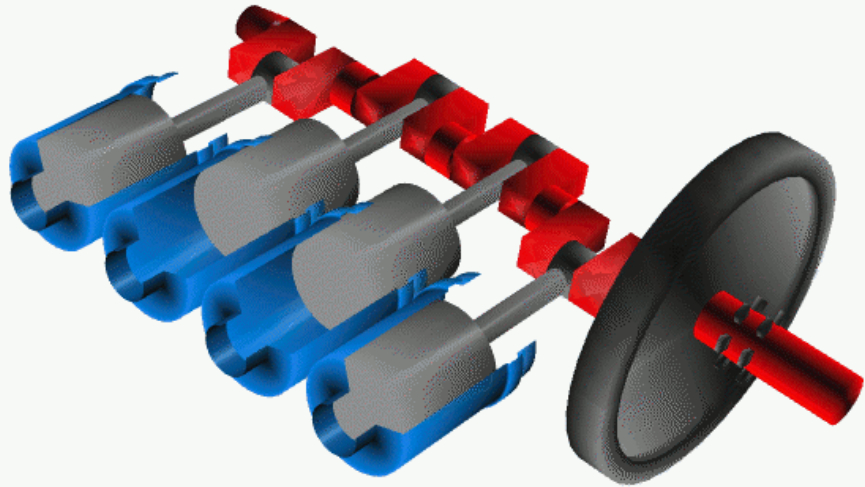
c) Jedan ventil u glavi (obično usisni) i jedan u bloku, nazvan F glava motor



d) Ventili u bloku na suprotnih strana cilindra, nazvan T glava.



PREDMA DIZAJNU:



- a) **Naizmenične (Klipne) motore (Reciprocating. eng).** Motor ima jedan ili više cilindara u kojima klipovi naizmenično kreću napred i nazad. Komora za sagorevanje nalazi se na zatvorenom kraju svakog cilindra. Snaga se isporučuje rotirajućoj izlaznoj radilici mehaničkim povezivanjem sa klipovima.



Motor se sastoji od jednog ili više cilindara u kojima se klipovi kreću. Cilindar je metalni prostor u kojem se klip, obično od čelika ili aluminijuma, pomera uzduž svoje ose. Pomeranje klipa je osnovna funkcija koja omogućava pretvaranje energije sagorevanja u mehanički rad.



Klipovi se pomeraju napred i nazad unutar cilindra. Ovo kretanje se naziva "reciprocating motion" (naizmenično kretanje), jer klipovi se pomeraju u suprotnim pravcima. Kretanje klipa omogućava kompresiju smese goriva i vazduha, sagorevanje i izbacivanje izduvnih plinova iz cilindra.



Komora za sagorevanje se nalazi na zatvorenom kraju cilindra. Ovdje se dešava izgaranje smese goriva i vazduha, što stvara visoki pritisak i temperaturu koja pokreće klip prema dole.



Snaga koju generiše sagorevanje u cilindru se prenosi na radilicu. Radilica je mehanički povezana sa klipovima putem klipnjače, koja pretvara naizmenično kretanje klipa (koje je linearno) u rotirajuće kretanje radilice. Ovaj rotirajući pokret se zatim koristi za pokretanje vozila, mašina ili drugih uređaja povezivanjem sa odgovarajućim sistemima.

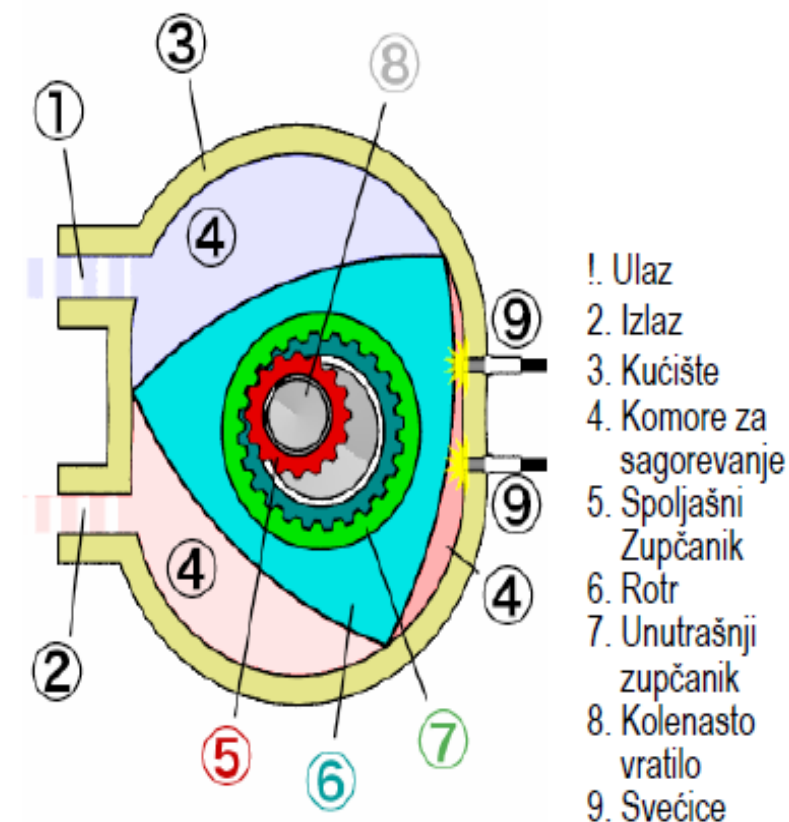
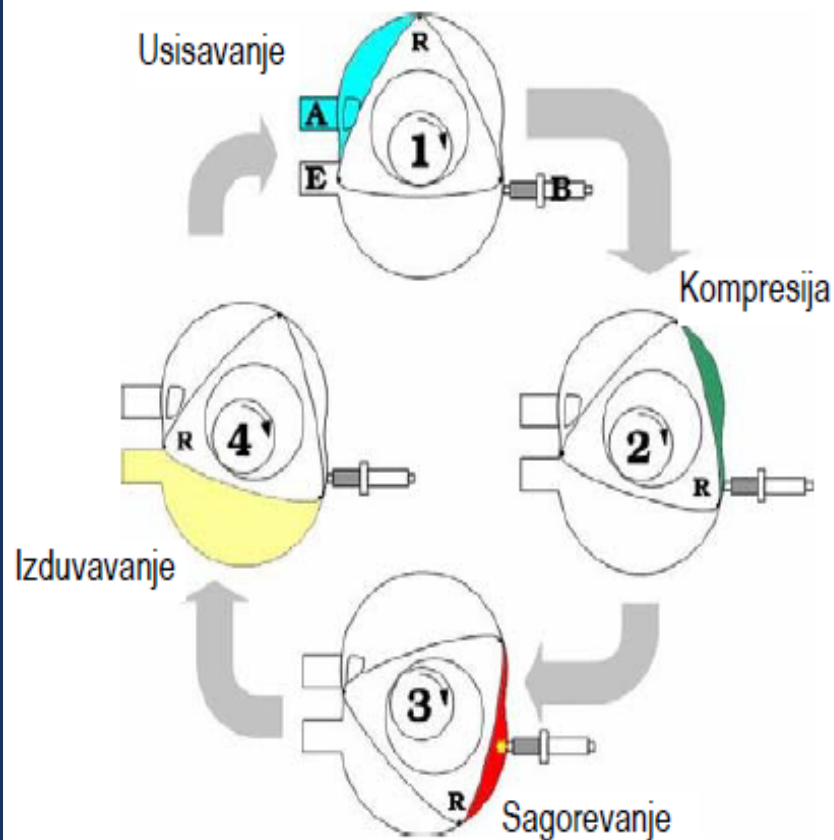
Naizmenični (klipni) motori rade na osnovnom principu da se klipovi kreću unutar cilindra, komprimiraju smesu goriva i vazduha, izazivaju sagorevanje i koriste nastalu energiju za pokretanje rotirajuće radilice. Ovi motori su osnova za mnoge moderne tehnologije, posebno u vozilima, industriji i proizvodnji.

b) Motori sa rotacionim klipovima (Vankelov motor)

Vankelov motor predstavlja tip motora sa unutrašnjim sagorevanjem, bez klipova, koji transformiše pritisak u rotaciono kretanje. Sva četiri koraka karakteristična za motore sa unutrašnjim sagorevanjem (ubrizgavanje, sabijanje i paljenje goriva i naknadno izbacivanje gasova) se vrše u kućištu ovalnog oblika u čijem „centru“ se nalazi rotor u obliku reloovog trougla. Ovakav dizajn čini motor kompaktnim, manjim i značajno lakšim u odnosu na standardne motore sa unutrašnjim sagorevanjem, pri čemu uravnoteženo isporučuje snagu i to pri velikom broju obrtaja.



■ Četvorotaktni motori sa klipovima izvrše jedno sagorevanje goriva po cilindru na svake dve rotacije kolenastog vratila dok svaka komora za sagorevanje (komora odgovara jednom klipu) u Vankelovom motoru izvrši jedno sagorevanje na jednu rotaciju rotora (rotor odgovara kolenastom vratilu). Dakle, kod Vankelovog motora dok rotor izvrši jednu rotaciju izvrše se tri sagoravanja. Na slici prikazan je princip rada ovog motora, pri čemu treba reći da se označeni proces odvija i sa druge dve strane klipa. Ovo za posledicu ima da Vankelov motor daje veću snagu od motora sa klipovima slične redne zapremine.



Vankelovi motori mogu da rade na većem broju obrtaja od odgovarajućih motora sa klipovima usled toga što oni nemaju delove koji rade u takvim režimima da dolazi do zamora materijala odnosno delove koji su pod velikim opterećenjem kao što je to slučaj kod standardnih motora (kolenasto vratilo, veze između vratila i klipova), pa se zbog toga koriste u trkačkim motorima. Rade i na brzinama od 10000 min⁻¹.



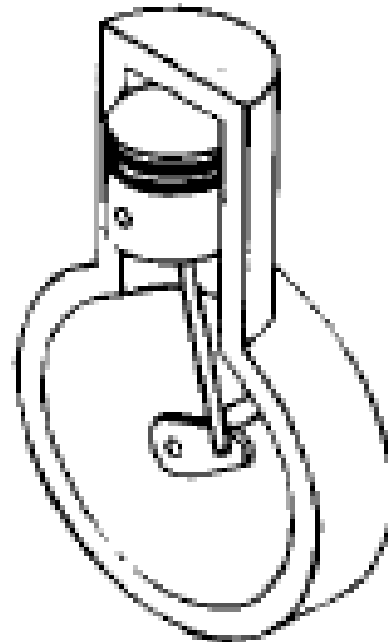
Osnovni nedostatak Vankelovih motora je povećana potrošnja goriva. Međutim, u najnovijem modelu ove vrste motora 'Renesis' ovaj problem je rešen nizom konstrukcijskih unapređenja. Sada motor pri radu troši izvesne količine ulja pa korisnici ovih motora moraju periodično da dodaju male količine ulja u motor. Ali i pored ovog dodatnog izdatka Vankelovi motori su sada znatno ekonomičniji.

PODELA PREMA POLOŽAJU I BROJU CILINDARA KLIPNIH MOTORA:

a) Jednocilindrični motori - Motor koji ima jedan cilindar i klip povezani sa radilicom.

S obzirom na to da je motor sa jednim cilindrom, broj delova je značajno manji u poređenju sa višecilindričnim motorima. Ovo omogućava niže proizvodne troškove i lakše održavanje.

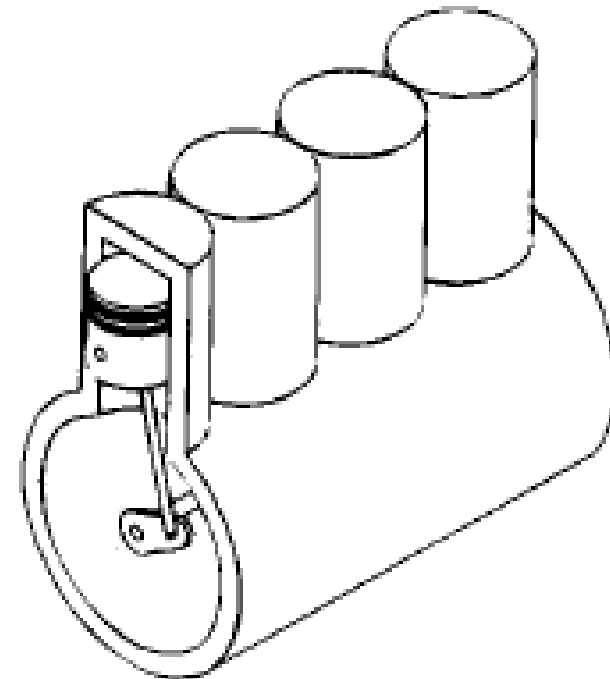
Manji broj delova znači manji broj komponenti koje mogu da se pokvare ili zahteva održavanje, što rezultira nižim troškovima tokom životnog ciklusa motora.



b) Linijski - Cilindri su postavljeni u pravoj liniji, jedan iza drugo po dužini radilice. Mogu se sastojati od 2 do 11 cilindara ili možda više.

Linijski motori mogu biti vrlo jednostavni u dizajnu jer ne zahtevaju mehaničke komponente za prenos rotacionog kretanja (kao što su zupčanici, remenje i drugi delovi u tradicionalnim motorima).

Zbog svog linearnog kretanja, ovi motori mogu biti izuzetno precizni, što ih čini pogodnim za aplikacije u kojima je potrebna visoka tačnost, kao što su automatski sistemi za montažu ili lasersko pozicioniranje.



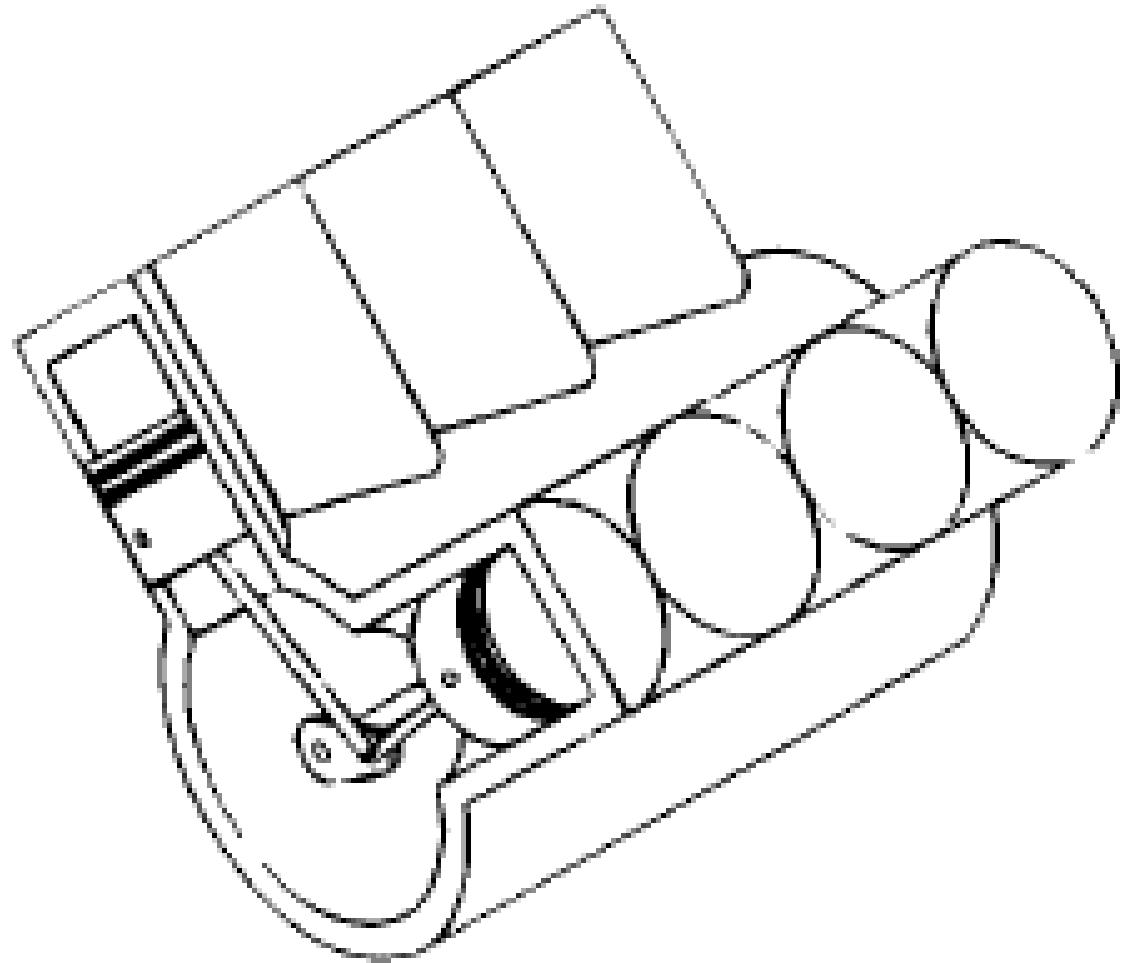
C) V Motor

Dve grupe cilindara postavljene su pod uglom jedna u odnosu na drugu, duž jedne radilice.

Ugao između oboda cilindara može biti od 15° do 120° , pri čemu je uobičajeno 60° - 90° .

V motori imaju paran broj cilindara od 2 do 20 ili više. V6 i V8 su uobičajeni automobilski motori, a V12s i V16s (istorijski) se nalaze u nekim luksuznim vozilima i vozilima visokih performansi.

c) V Motor

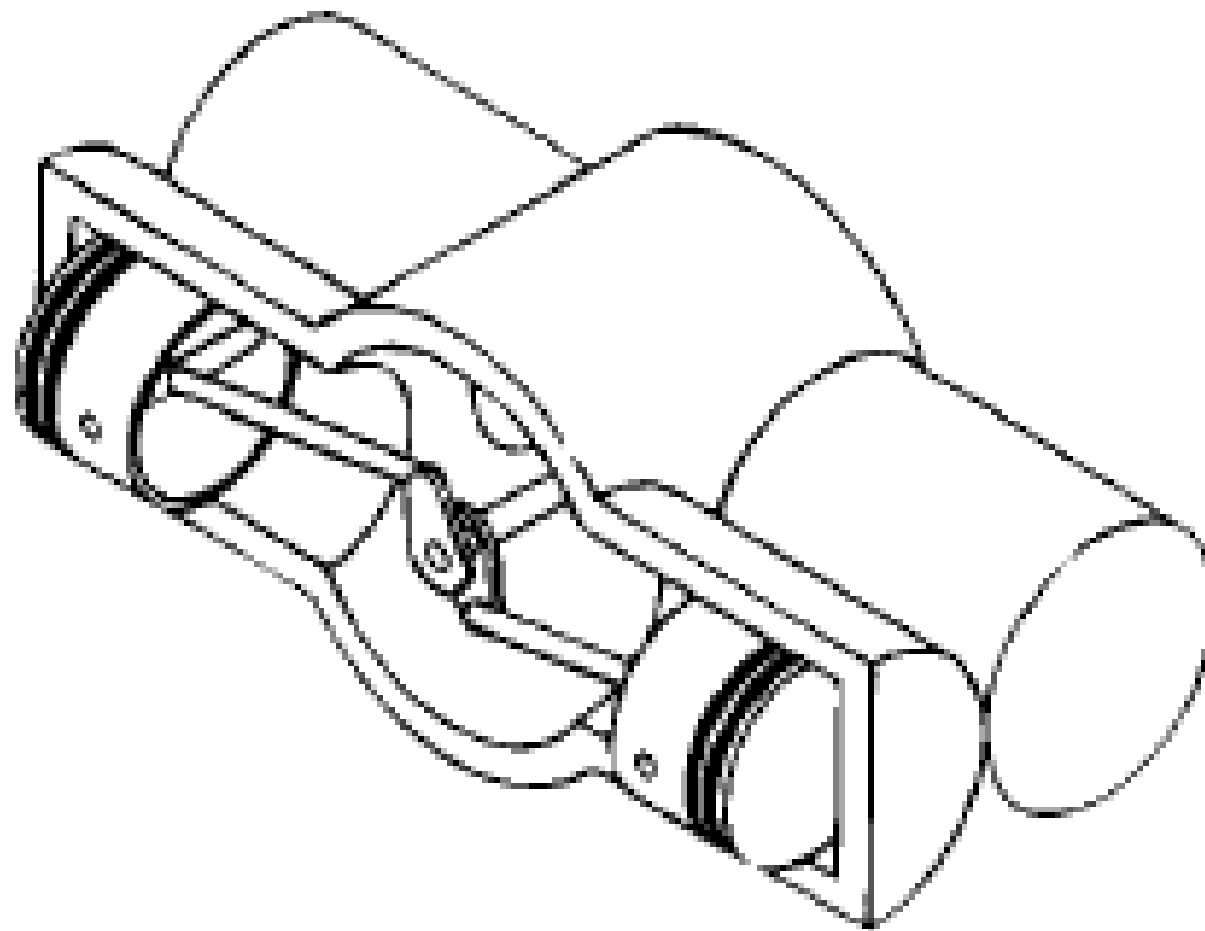


Dva niza cilindara, postavljena nasuprot jedan drugom na jednoj radilici (V motor sa 180°), često se pojavljuju kod malih letelica i nekih automobila sa parnim brojem cilindara, od dva do osam.

Raspored cilindara nasuprot jedan drugom omogućava prirodni balans motora, smanjujući vibracije. Zbog simetričnog kretanja klipova, takav motor ima manji nivo vibracija u odnosu na druge vrste motora. Ovo doprinosi glatkijem radu motora i dužem veku trajanja.

S obzirom na to da su cilindri postavljeni na suprotnim stranama radilice, može se koristiti jednostavnija i kraća radilica, što doprinosi smanjenju ukupne mase motora.

d) Suprotstavljeni cilindarski motor

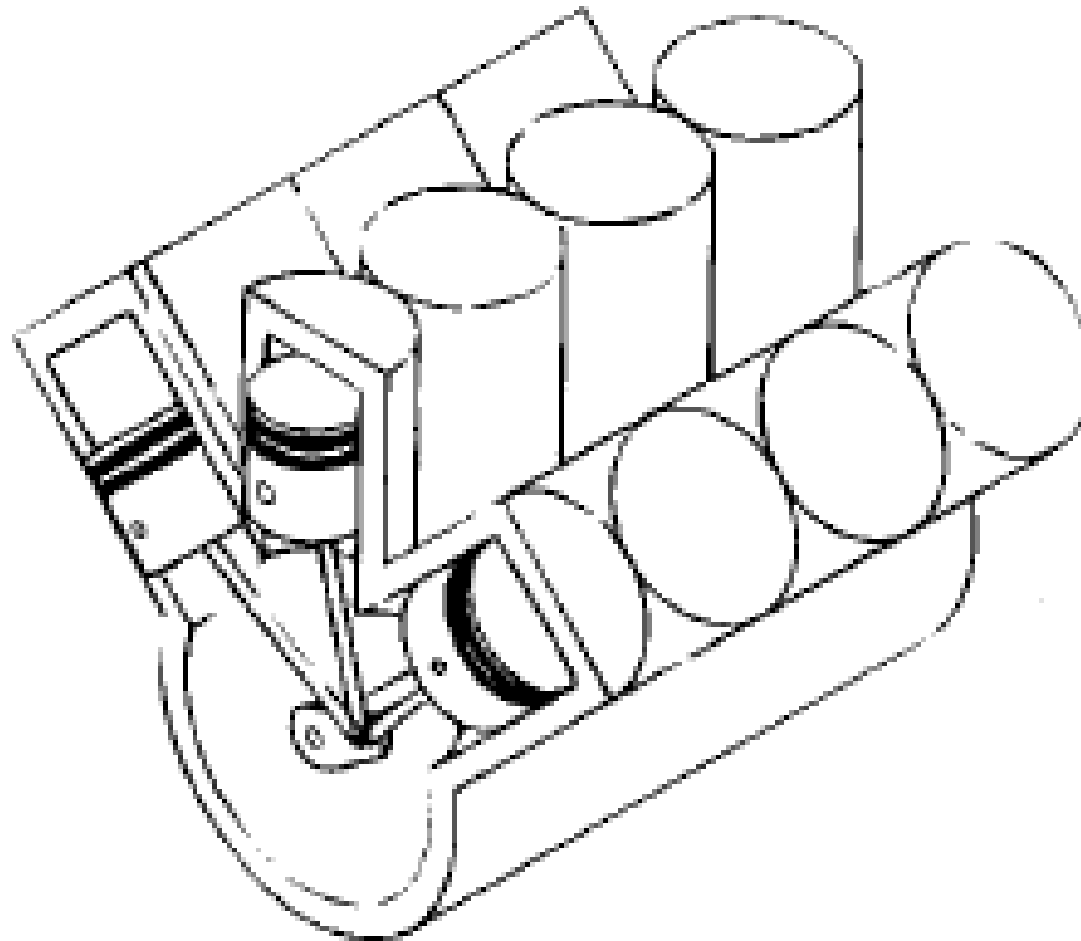


Međutim, postoji i nekoliko izazova sa kojima se suočavaju proizvođači ovih motora, uključujući veće zahteve za preciznošću u proizvodnji i održavanju, kao i specifične izazove u pogledu dizajna sistema za prenos snage.

W motor je vrsta motora koja se koristi u određenim tipovima vozila, a karakteriše ga raspored cilindara u obliku slova W. Ovi motori su slični V motorima, ali sa dodatnim nizom cilindara, čineći ih još kompaktnijima i sa specifičnim rasporedom. W motori su komplikovaniji u pogledu dizajna i proizvodnje u odnosu na standardne V ili linijske motore, zbog složenosti rasporeda cilindara i povezivanja različitih niza. Cilindri u W motoru su raspoređeni u tri niza (ili više), pri čemu su cilindri u svakom nizu povezani na zajedničku radilicu. Iako su cilindri raspoređeni u W obliku, radilica je obično slična onoj kod V motora.

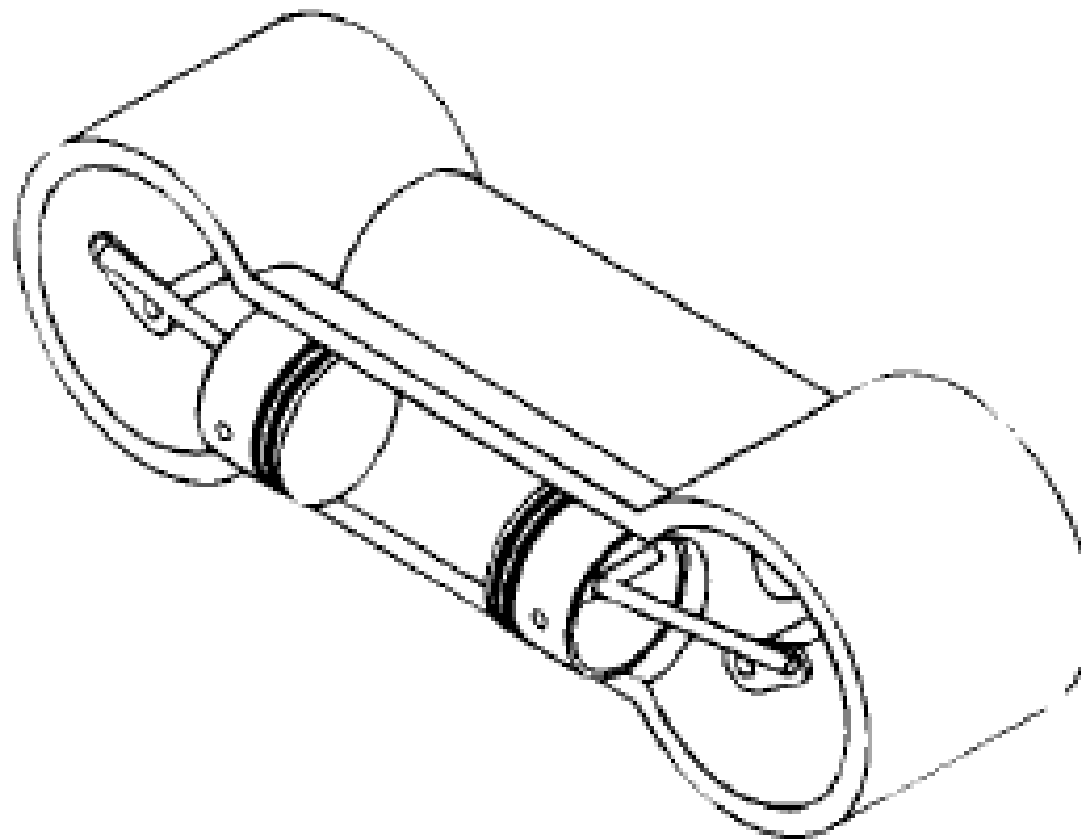
Obično imaju 12 cilindara, sa uglom od oko 60° između svake grupe cilindara.

e) W Motor



Motor sa suprotnim klipovima (takođe poznat kao "opposed-piston engine") je tip motora koji koristi dva klipa koja se pomeraju u suprotnim pravcima unutar istog cilindra. Ovaj dizajn omogućava da klipovi rade zajedno, kompenzujući međusobne sile i smanjujući vibracije koje bi se inače pojavile u tradicionalnim motorima. Motori sa suprotnim klipovima su specifični zbog svojih prednosti u pogledu efikasnosti. U ovom tipu motora, svaki cilindar sadrži dva klipa koja se kreću u suprotnim pravcima. To znači da se svaki klip pomera ka središtu cilindra, gde se susreću u tački koju nazivamo "centrima". Ovaj raspored omogućava da se snaga proizvede bez potrebe za klasičnim ventilima, jer se gasovi sagorevanja direktno "guraju" u suprotnim pravcima.

f) Motor sa suprotnim klipovima

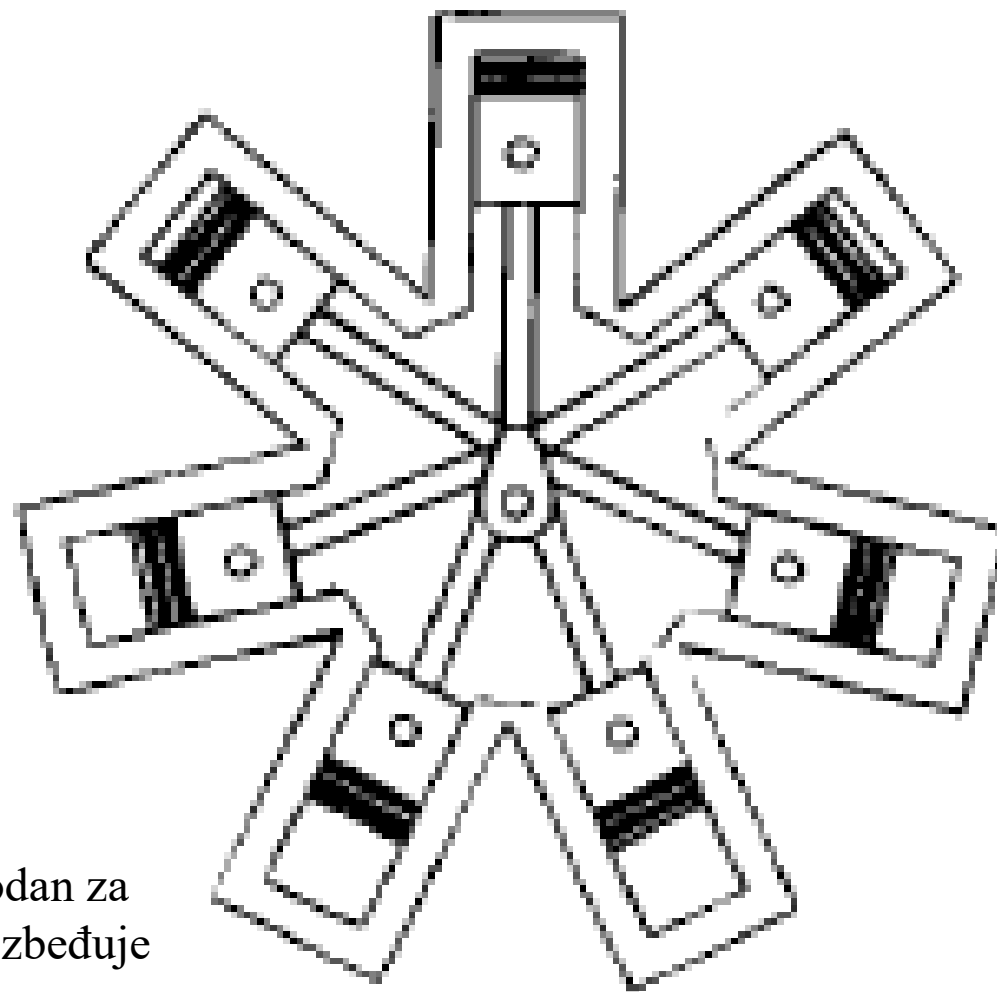


Zbog složenosti dizajna i specifičnih komponenti koje su potrebne za rad motora sa suprotnim klipovima, ovi motori mogu biti skuplji za proizvodnju u poređenju sa tradicionalnim motorima.

Motor sa klipovima postavljenim u kružnoj ravni oko radilice u centru. Klipnjače klipova povezane su sa glavnim klipnjačama, koje su zatim povezane sa radilicom. Niz cilindara u zvezdastom motoru uvek ima neparan broj cilindara, u rasponu od 3 do 13 ili više. Ovi motori rade na principu četverotaktnog ciklusa, pri čemu svaki drugi cilindar daje snagu i stvara snažan udar dok se radilica okreće. Radilica zvezdastog motora je obično centralni deo, oko kojeg se rotiraju svi cilindri. Ovaj tip konstrukcije omogućava da se motor pokreće sa manje pokretnih delova u poređenju sa tradicionalnim linijskim ili V motorima.

Mnogi radijalni motori koriste zračno hlađenje, što znači da se rashlađivanje motora postiže protokom vazduha oko cilindra tokom rada.

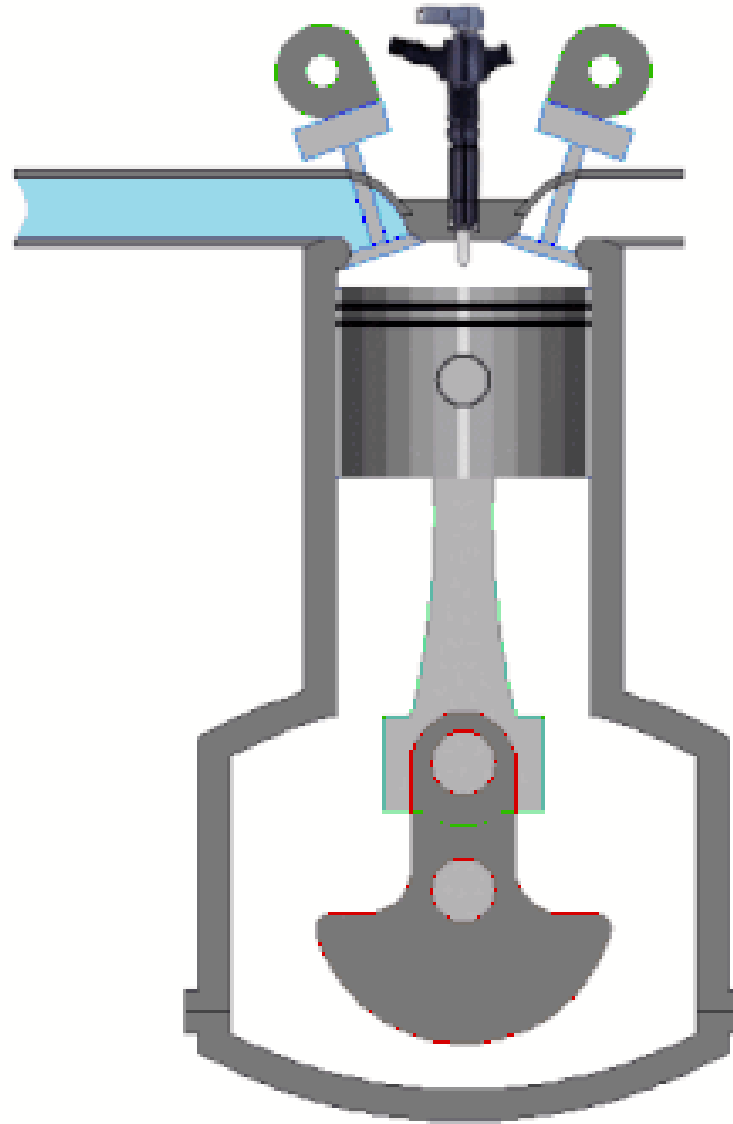
g) Zvezdasti (Radijalni) motor



Ovaj sistem hlađenja je pogodan za upotrebu u avionima, jer obezbeđuje efikasan način hlađenja u letu.

PODELA PREMA PROCESU DOVODJENJA VAZDUHA:

a) **Motori sa prirodnom aspiracijom** - to su motori u kojima vazduh ulazi u motor isključivo usled atmosferskog pritiska, bez upotrebe dodatnih uređaja za povećanje pritiska vazduha, kao što su turbo punjači ili kompresori. U ovim motorima, vazduh koji ulazi u cilindar dolazi samo zbog kretanja vozila ili normalnog usisa kroz usisni sistem, što znači da motor "diše" na prirodan način.

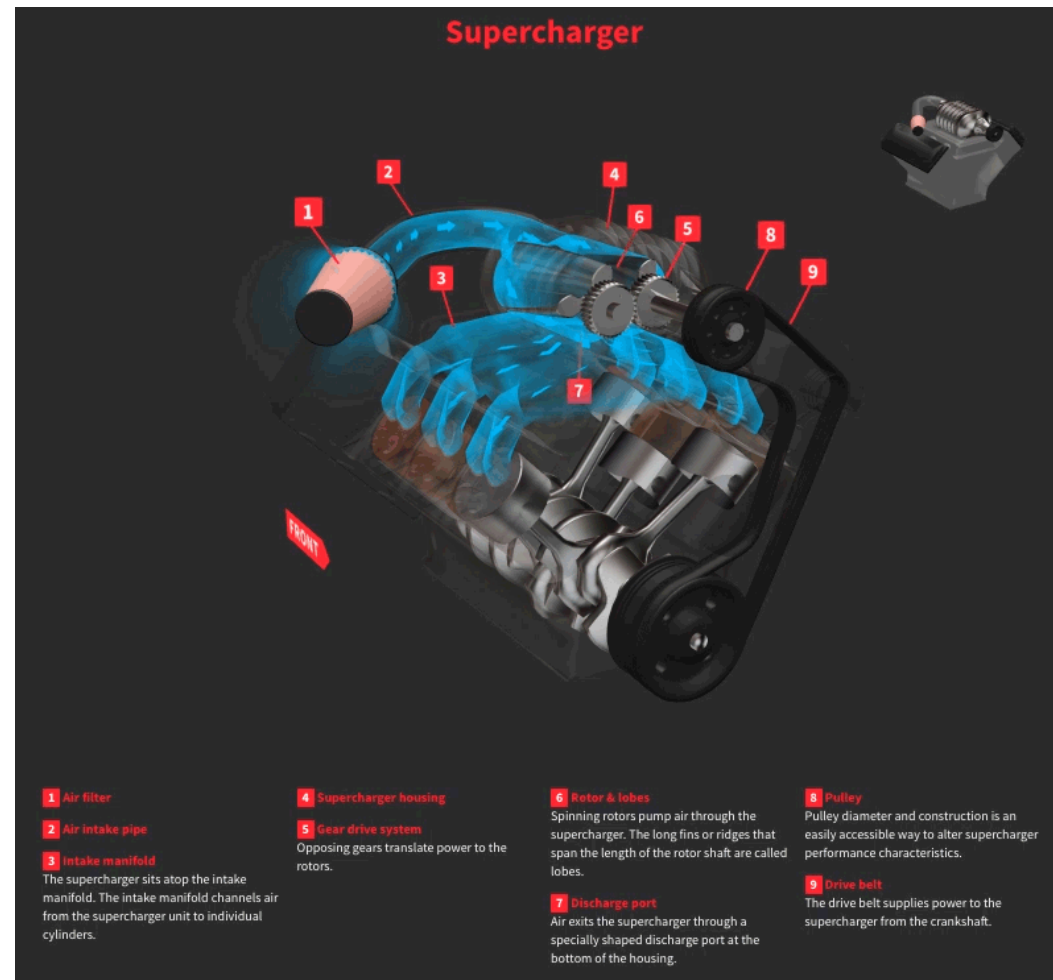


Ovi motori su jednostavniji u dizajnu, jer nemaju dodatne komponente za kompresiju vazduha. Manje pokretnih delova znači manje potencijalnih problema i niže troškove održavanja.

Motori sa prirodnom aspiracijom su jednostavni, pouzdani i efikasni za mnoge svakodnevne primene, ali imaju ograničenja u pogledu snage i efikasnosti u odnosu na turbo punjače. Iako se sve više koriste motori sa turbo punjačima ili električni pogoni u modernim vozilima, motori sa prirodnom aspiracijom i dalje zadržavaju popularnost zbog svoje jednostavnosti i dugovečnosti.

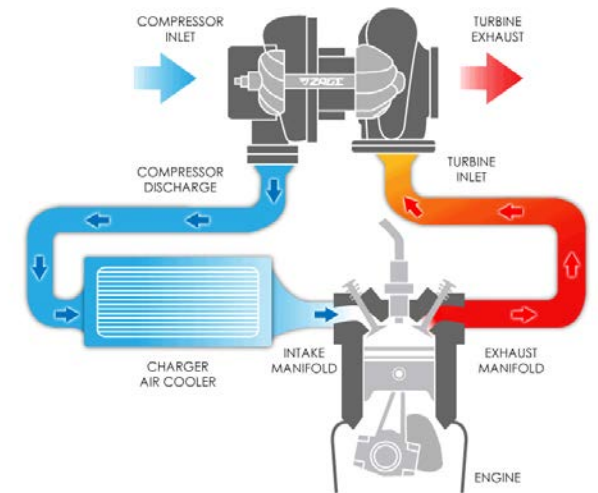
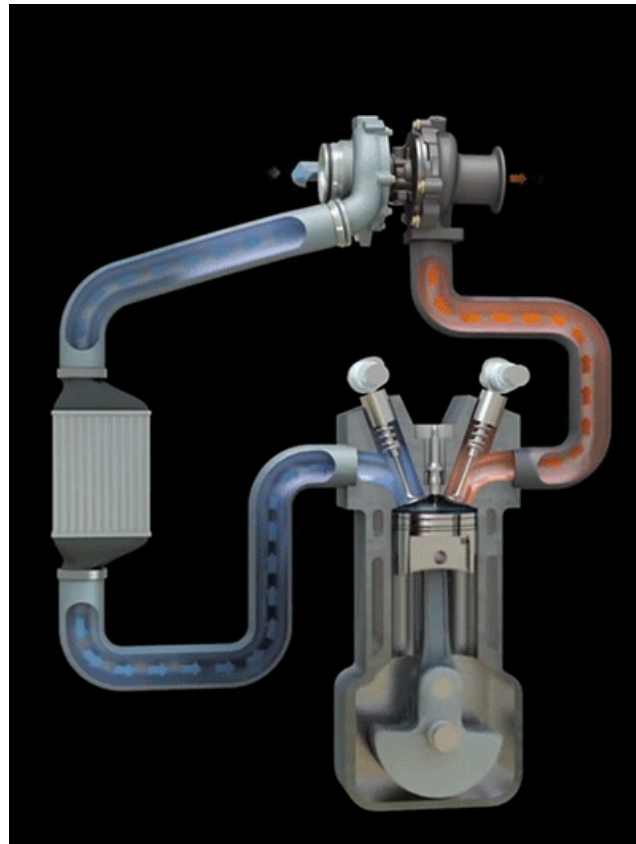
b) Pomoću kompresora (eng. *Supercharged*)

Kompresor koristi snagu motora za svoj rad i preko remena je spojen sa kolenastim vretenom (radilicom) motora. Remen pokreće lopatice ili pužne prenosnike kompresora koji vrši sabijanje vazduha na ulaznoj grani.



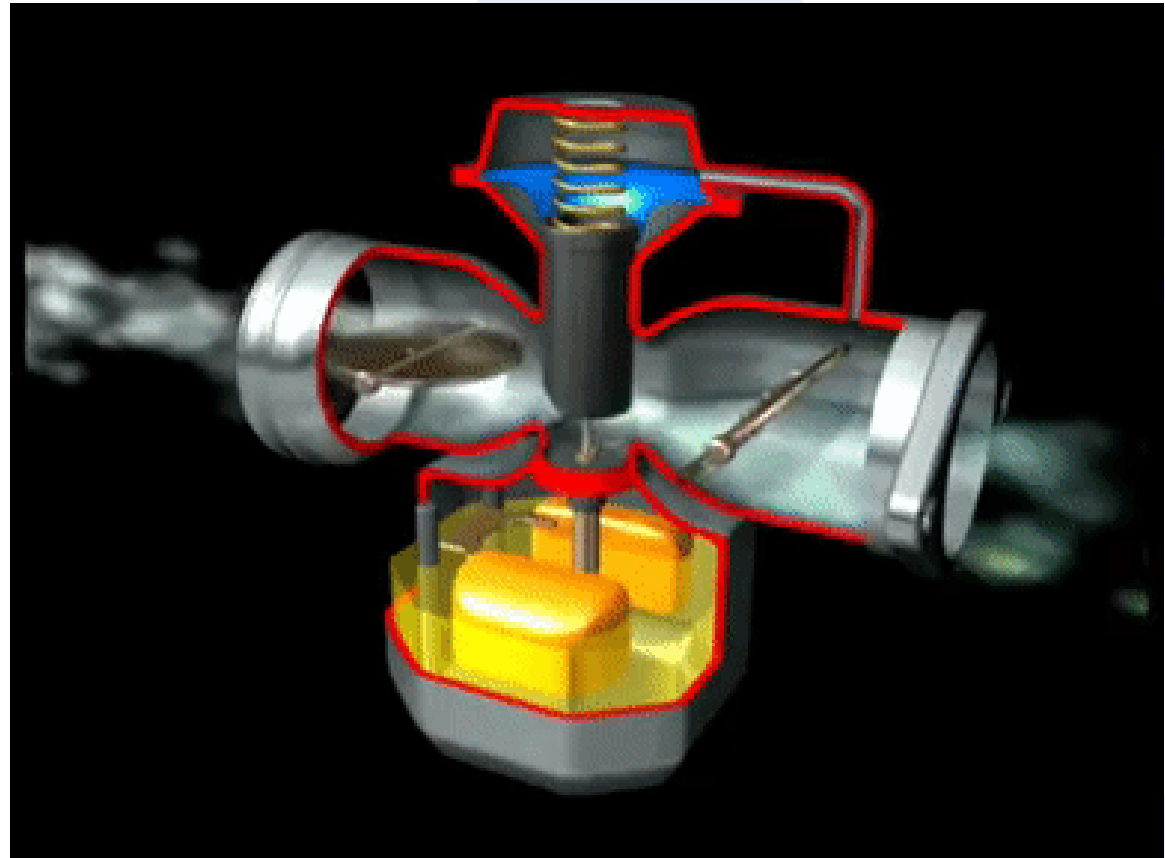
c) Pomoću turbo- punjača

Povećanje pritiska
ulaznog vazduha se vrši
uz pomoć turbine koja
dobija snagu od izduvnih
gasova.



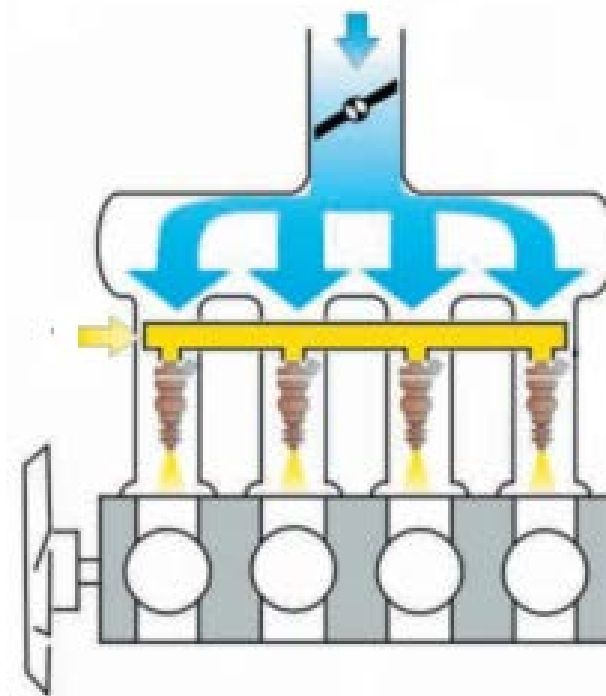
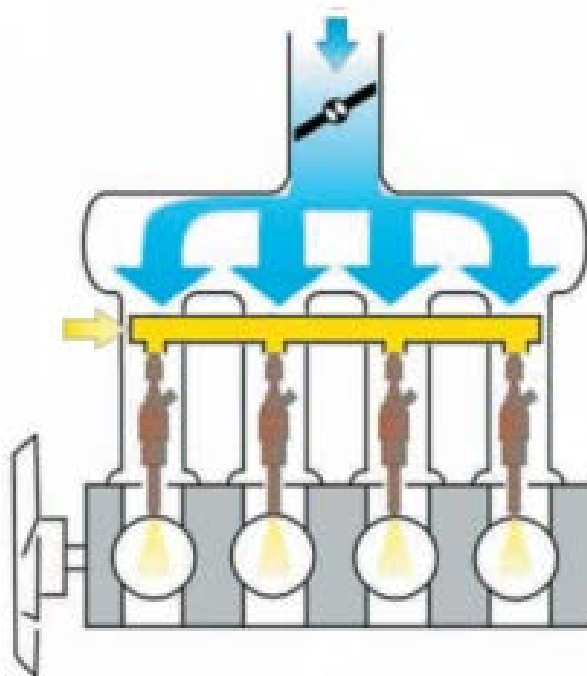
PREMA NAČINU DOVOĐENJA GORIVA:

a) **Karburatorom.** Karburator je uređaj na benzinskom motoru koji priprema mešavinu benzina i vazduha potrebnu za rad motora.



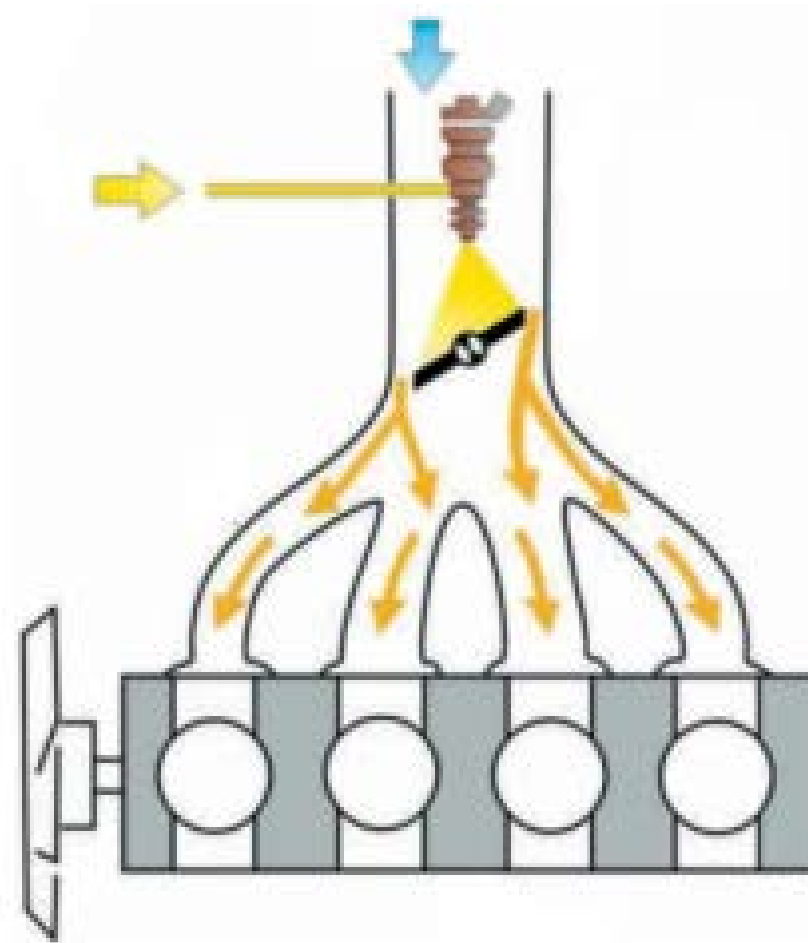
b) Ubrizgavanje goriva u više tačaka (Multi Point Injection)

Ovaj sistem podrazumeva korišćenje jednog ili više brizgača goriva na svakom cilindru. Ubrizgavanje je pojedinačno, što znači da za svaki cilindar postoji poseban brizgač, koji precizno ubrizgava gorivo u usisnu granu ili direktno u cilindar, u zavisnosti od vrste sistema. Ovaj sistem omogućava bolju kontrolu nad količinom ubrizganog goriva, što dovodi do efikasnijeg sagorevanja, smanjenja emisije štetnih gasova i poboljšanja performansi motora.



c) Centralno ubrizgavanje

Ubrizgavanje goriva se ostvaruje pomoću jednog brizgača, koji je postavljen u usisnoj grani ispred leptira gasova, slično kao kod primene karburatora. Ovaj sistem omogućava da gorivo bude ubrizgano u usisnu granu, gde se meša sa vazduhom pre nego što uđe u cilindar. Centralno ubrizgavanje obezbeđuje jednostavniju konstrukciju i kontrolu, ali nije tako precizno kao sistem sa više brizgača, jer se gorivo deli na sve cilindre putem zajedničkog ubrizgavanja.



PREMA KORIŠĆENOM GORIVU:

- (a) benzin,
- (b) dizel gorivo ili loživo ulje,
- (c) Gas, prirodni gas, metan,
- (d) TNG,
- (e) alkohol-etil, metil,
- (f) Dvostruko gorivo.

Postoji niz motora koji koriste kombinaciju dva ili više goriva. Neki, obično veliki, dizel motori koriste kombinaciju metana i dizel goriva. Ovi motori su atraktivni u zemljama u razvoju, posebno u zemljama trećeg sveta, zbog visoke cene dizel goriva. Kombinovana benzinsko-alkoholna goriva postaju sve češća alternativa za benzinske motore, jer omogućavaju veću efikasnost i smanjenje emisije štetnih gasova.

PREMA PRIMENI MOTORA:

- a) automobili, kamioni, autobusi.
- b) lokomotiva,
- c) stacionarne,
- d) pomorski,
- e) letelice,
- f) mali prenosivi,

PREMA TIPU HLADJENJA:

a) Vazdušno hlađenje

Kod vazdušnog hlađenja motora, toplota se prenosi na površinu rebra cilindra. Sa ovih površina, toplota se prenosi na vazduh koji je u neposrednoj vezi sa rebrastim površinama. Ovakav način prenošenja toplote, odnosno hlađenja, nameće obavezu da se motor izrađuje od materijala koji svojim osobinama omogućava dobro sprovođenje toplote. Kod vazduhom hlađenih motora, može se smatrati da je površina rebra oko 15 puta veća od površine cilindra. Zbog potrebe za hlađenjem motora, na nekim konstrukcijama su međusobno razdvojeni cilindri, čime se stvorio veći prostor između njih, odnosno povećana je površina za hlađenje. Kod motora čiji su zahtevi za hlađenjem strožiji, konstruktivno rešenje je složenije, jer kod ovog sistema postoji određeni usmerivač (ulazno-izlazni), preko kojeg se obezbeđuje kružno kretanje vazduha koji potiskuje turbine. Hlađenje vazduhom je nepovoljnije za konstrukcije vozila kod kojih se motor nalazi pozadi, jer se ne mogu koristiti vazdušna strujanja koja se stvaraju pri kretanju vozila. Kod vazduhom hlađenih motora, korozija je znatno manja nego kod motora hlađenih tečnošću. Takođe, kod vazduhom hlađenih motora, mogućnost oštećenja klipa i cilindra kada je motor hladan je manja nego kod motora hlađenih tečnošću, jer motor brže postiže radnu temperaturu.

Dobre strane: motori su pouzdaniji u radu i moguća su veća temperaturna odstupanja za vreme rada ($120-160^{\circ}\text{C}$) nego kod motora koji se hlade tečnošću; motori su trajniji i kao takvi pogodniji za vozilo koje se koristi u gradskoj vožnji; manje se pregrevaju nego motori koji se hlade tečnošću; brže se postiže radna temperatur; specifična težina vazduhom hlađenih motora je manja; u celini proizvodnja ovih motora je skuplja, ali s obzirom da su trajniji, taj se nedostatak kompenzuje.

Nedostatci. Kod vazduhom hlađenih motora zazor između klipa i cilindra veći je nego kod motora hlađenih tečnošću, pri radu motor je bučniji, jer je vazduh slab izolator; zagrevanje vozila je nedovoljno, naročito pri malom broju obrtaja i pri niskim spoljnim temperaturama, zbog čega se primenjuje posebno rešenje za zagrevanje unutrašnjosti vozila; troši se dosta snage na pokretanje turbine (6 -12% snage motora), čiji rad povećava buku motora, što je poseban nedostatak kod putničkih i drugih vozila.

b) Hlađenje tečnošću, hlađenje vodom

Hlađenje pomoću tečnosti za hlađenje podrazumeva da se motor obliiva rashladnim sredstvom, koje je obično antifriz ili destilovana voda. Rebrasti hladnjak je najčešće izveden u obliku talasa ili rupičastih otvora. Tokom kretanja vozila, kroz hladnjak struji vazduh, koji preuzima toplotu od tečnosti koja prolazi kroz vertikalno postavljene cevčice. Cev hladnjaka, kroz koju prolazi tečnost, najčešće je izrađena od bakra i mesinga, jer su ovi materijali otporni na koroziju.

Dobre strane: pomoću tečnosti postiže se ravnomerno hlađenje i pri većem broju obrtaja motora neće biti posledica; obezbeđuje ravnomernije temperature za vrijeme hlađenja; potrebna snaga za pokretanje pumpe kod većih motora je manja nego za pokretanje turbine kod vazdušnog hlađenja; tečnost svojim prisustvom omogućava stvaranje omotača oko hlađenih površina, čime se obezbeđuje izolacija buke.

Nedostaci: uređaj u celini zahteva veliki prostor; tečnost u sistemu hladnjaka može se smrznuti, te kao posledica toga mogu nastati mehanička oštećenja (blok, cilindar, pumpa, itd.). Potrebno je duže vreme za zagrevanje motora.



**HVALA NA
PAŽNJI!**