Konstrukcijski dijelovi Otto Motora

Ratković, Mirko

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic of Sibenik / Veleučilište u Šibeniku**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:143:716149

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**

Repository / Repozitorij:

VUS REPOSITORY - Repozitorij završnih radova Veleučilišta u Šibeniku

zir.nsk.hr

dabar

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU

ODJEL PROMET

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PROMET

Mirko Ratković

KONSTRUKCIJSKI DIJELOVI OTTO MOTORA

Završni rad

Šibenik, 2022.

VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU

ODJEL PROMET

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PROMET

KONSTRUKCIJSKI DIJELOVI OTTO MOTORA

Završni rad

Kolegij: Teorija kretanja vozila

Mentor: Luka Olivari, mag. ing. mech., pred.

Student: Mirko Ratković

Matični broj studenta: 1219060515

Šibenik, 2022.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Mirko Ratković, student Veleučilišta u Šibeniku, JMBAG 1219060515 izjavljujem pod materijalnom i kaznenom odgovornošću i svojim potpisom potvrđujem da je moj završni rad na preddiplomskom stručnom studiju Promet pod naslovom „ Konstrukcijski dijelovi Otto motora“ isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuje korištenje bilješke i bibliografije.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Šibeniku, 23.9.2022.

Mirko Ratković

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Veleučilište u Šibeniku Završni rad

Odjel promet

Preddiplomski stručni studij promet

KONSTRUKCIJSKI DIJELOVI OTTO MOTORA

MIRKO RATKOVIĆ

mirkoratkovic1950@gmail.com

Otto motori i općenito motori s unutrašnjim izgaranjem imali su značajnu ulogu u razvoju prometa kakvog danas poznajemo. U završnom radu se detaljno opisuju motori s unutarnjim izgaranjem, koji su konstrukcijski dijelovi Otto motora i načela rada Otto motora. Obradit će se princip rada četverotaktnog i dvotaktnog Otto motora i navesti će se glavne razlike između njih.

(32 stranica / 20 slika / 0 tablica / 14 literaturnih navoda / jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u digitalnom repozitoriju Knjižnice Veleučilišta u Šibeniku

Ključne riječi: konstrukcijski dijelovi, Otto motor, motori s unutrašnjim izgaranjem

Mentor: Luka Olivari, mag. ing. mech., pred.

Rad je prihvaćen za obranu dana: 23.9.2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Polytechnic of Šibenik

Department of traffic

Professional Undergraduate traffic

Batchelor/Graduation Thesis

STRUCTURAL PARTS OF THE OTTO MOTOR

MIRKO RATKOVIĆ

mirkoratkovic1950@gmail.com

Otto engines and internal combustion engines in general played a significant role in the development of transport as we know it today. In the final paper, internal combustion engines, their structural parts and the working principles of Otto engines are described in detail. The principle of operation of the four-stroke and two-stroke Otto engines will be covered and the main differences between them will be stated.

(32 pages / 20 figures / 0 tables / 14 references / original in Croatian language)

Thesis deposited in Polytechnic of Šibenik Library digital repository

Keywords: structural parts, Otto motor, internal combustion engine

Supervisor: Luka Olivari, mag. ing. mech., pred.

Paper accepted: 23.9.2022.

SADRŽAJ:

1. UVOD 1

2. MOTORI S UNUTARNJIM IZGARANJEM 3

2.1. Glavne razlike između Otto i Diesel motora 4

2.2. Podjela motora s unutarnjim izgaranjem 4

2.3. Usporedba četverotaktnih i dvotaktnih Otto motora 5

3. PODJELA KONSTRUKCIJSKIH DIJELOVA OTTO MOTORA 7

3.1. Klipni mehanizmi 8

3.2. Razvodni mehanizam motora 14

3.3. Uređaji za stvaranje i paljenje smjese 17

4. PRINCIPI RADA OTTO MOTORA 20

4.1. Benzin 20

4.2. Oktanski broj 20

4.3. Princip rada četverotaktnog Otto motora 22

4.4. Princip rada dvotaktnog Otto motora 24

4.5. Uloga rasplinjača 26

4.6. Stehiometrijski omjer 28

5. ZAKLJUČAK 30

1. UVOD

Osoba koja je konstruirala prvi Otto motor zvala se Nikolaus August Otto i to 1876. godine. Nikolaus August Otto jest bio izumitelj rođen u Njemačkoj, godine 1864. u Kölnu osniva tvrtku N. A. Otto & Cie, koja se bavi proizvodnjom njegovih motora. Otto je mislio svoje motore upotrijebiti na strojevima za pogon pumpi i industrijskih strojeva. Kasnije Otto motori dobivaju drugu ulogu, a to je uloga motora za pogon vozila. Ottova tvrtka mijenja ime u Deutz, što je dio Kölna.

Motor s unutarnjim izgaranjem je taj u kojem gorivo izgara u radnom prostoru. Rade na principu tog da se kemijska energija goriva pretvara u toplinsku energiju, što dovodi da toplinska energija prelazi u mehanički rad.

U ovom radu jest obrađeno koji su motori s unutarnjim izgaranjem, kako se dijele, koje su im glavne razlike i usporedba četverotaktnih i dvotaktnih Otto motora uz njihove prednosti i nedostatke jedan naspram drugog. Prvi dio govori o općoj podjeli motora s unutarnjim izgaranjem i kako izgleda usporedba četverotaktnog Otto motora s dvotaktnim Otto motorom.

Treće poglavlje govori o konstrukcijskim dijelovima Otto motora (klipni mehanizmi, razvodni mehanizmi motora, uređaji za stvaranje i paljenje smjese). Dakle govori se o ulogama klipa i klipnjače, kako koljenasto vratilo ili radilica pretvara silu klipnjače u okretni moment, govori se o ulozi glave motora i bloka motora, čemu služi zamašnjak i karter motora. Nastavak donosi opisivanje razvodnog mehanizma vozila (bregasto vratilo, ventili, klackalice, koje su vrste prijenosa, svrha zupčastog remena kod motora).

Dalje su navedeni uređaji za stvaranje smjese i koji su to uređaji koji pale smjesu.

Četvrto poglavlje govori o gorivu koje se koristi za Otto motore, a to je benzin. Navodi se što je oktanski broj i čemu služi kod goriva. Dalje su navedeni princip rada četverotaktnog Otto motora uz detaljan opis svakog takta (usis, kompresija, ekspanzija, ispuh).

Govori se o principu rada dvotaktnog Otto motora i opisu njegova dva takta (izmjena medija i kompresija, izgaranje i ekspanzija). Govori se koja je svrha rasplinjača i koje sve vrste rasplinjača postoje. Na kraju završnog rada je opisan Stehiometrijski omjer (omjer goriva i zraka) koji se koristi u motorima s unutarnjim izgaranjem.

2. MOTORI S UNUTARNJIM IZGARANJEM

Motori s unutarnjim izgaranjem spadaju pod skupinu toplinskih strojeva u kojima se kompresijom zraka ili smjese zraka i goriva, prilikom izgaranja goriva u cilindru dobije radni plin visoke temperature te tlaka koji djeluje na klip te proizvodi mehanički rad. U cilindru izgaraju gorivo i zrak, ta goriva izgaraju do potpunosti bez ikakvog pepela odnosno bez krutog ostatka.

Zrak se uzima iz okoliša, zbog specifične potrošnje goriva koja je niska, motori s unutarnjim izgaranjem imaju mali spremnik i zbog tog služe za pogon vozila na moru, zraku te kopnu.

Slika 1. Motor s unutarnjim izgaranjem, Izvor: https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=42132

2.1. Glavne razlike između Otto i Diesel motora

Najveća razlika je u tom što Otto motori smjesu miješaju izvan cilindra dok kod Diesela se to radi unutar cilindra. Još jedna od razlika jest zapaljenje dakle kod Otto motora dolazi do zapaljenja pomoću iskre, a kod Diesela dolazi do samozapaljenja prilikom velikih temperatura te tlakova. Otto motori troše za rad više goriva od Diesel motora, trenutno su cijene takve da jest benzinsko gorivo jeftinije od dizelskog zbog raznih zakona što baš i nije bio slučaj do sada.

Prilikom zimskih uvjeta Otto motori su dosta sigurniji za upaliti baš zbog svoje svjećice, Diesel motori se muče s paljenjem na niskim temperaturama. Diesel motori proizvode veću buku od Otto motora. Otto motori koriste dosta čišće gorivo, posjeduju lakši motor, čišći su im ispušni plinovi te manje zagađuju okoliš oko sebe.

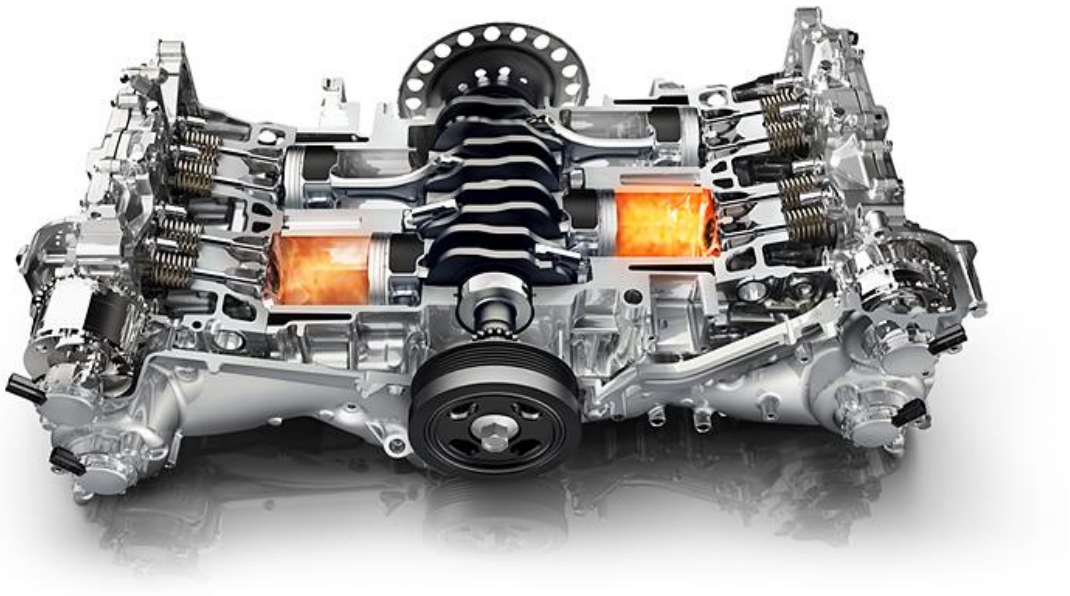
Kod osobne primjene Otto motori se više koriste zbog jednostavnijeg održavanja, nabavne cijene te cijene održavanja vozila. Također zbog svoje snage i lakšeg postizanja većih brzina Otto motori se koriste za utrke. Zbog ekonomičnosti i dugovječnosti Diesel motori zastupljeni su najvećim dijelom kao radni strojevi, u pogonu teretnih vozila, većih cestovnih vozila te pogonu plovila. Koriste se za pokretanje velikih strojeva u poljoprivredi, rudarstvu, građevini i šumarstvu.

2.2. Podjela motora s unutarnjim izgaranjem

Osnovna podjela motora s unutarnjim izgaranjem je prema vrsti ciklusa u cilindru, te se dijele na Otto motore i Diesel motore. Prema broju taktova Otto i Diesel motori, se mogu podijeliti na četverotaktne i dvotaktne motore.

Sljedeća podjela kod Otto i Diesel motora je u načinu ubrizgavanja goriva, a to su direktno i indirektno, što se tiče hlađenja motora tu su hlađenje zrakom i tekućinom. Također prema brzini vrtnje dijele se na brzohodne, srednje brzohodne, sporohodne, prema vrsti usisa su atmosferski i s prednabijanjem.

Podjela prema konfiguraciji cilindra je zvjezdasti, redni, v motor, W motor, bokser, a što se tiče paljenja Otto se pali pomoću iskre dok je kod Diesela samozapaljenje. Podjela prema mogućnosti korištenja drugih goriva je ta da Diesel motori mogu koristiti biodiesel dok Otto motori mogu koristiti ukapljeni naftni plin, etanol i prirodni plin.



Slika 2. Bokser motor, Izvor: https://automobili.hr/novosti/zanimljivosti/koje-su-prednosti-boxer-motora

2.3. Usporedba četverotaktnih i dvotaktnih Otto motora

Dvotaktni Otto motor ima dosta jednostavniju konstrukciju naspram četverotaktnog Otto motora kojem je konstrukcija kompliciranija.

Ekološki prihvatljiviji jest četverotaktni Otto motor, bolja mu je izmjena i iskorištenje smjese radnog fluida, kod dvotaktnog je lošija izmjena radnog fluida radi gubitka dijela smjese koja izlazi iz motora ne izgarana.

Brzohodni i srednje brzohodni četverotaktni Otto motori imaju manju potrošnju goriva ali veće termičko opterećenje od dvotaktnih Otto motora. Što se tiče potrošnje goriva Diesel motori troše manje goriva od Otto motora.

Radi mogućnosti stvaranja veće snage iz istog radnog volumena, dvotaktni Otto motori koji razviju snagu kao četverotaktni Otto motora imaju manji radni volumen, zato su dvotaktni Otto motori iste snage lakši i manji.

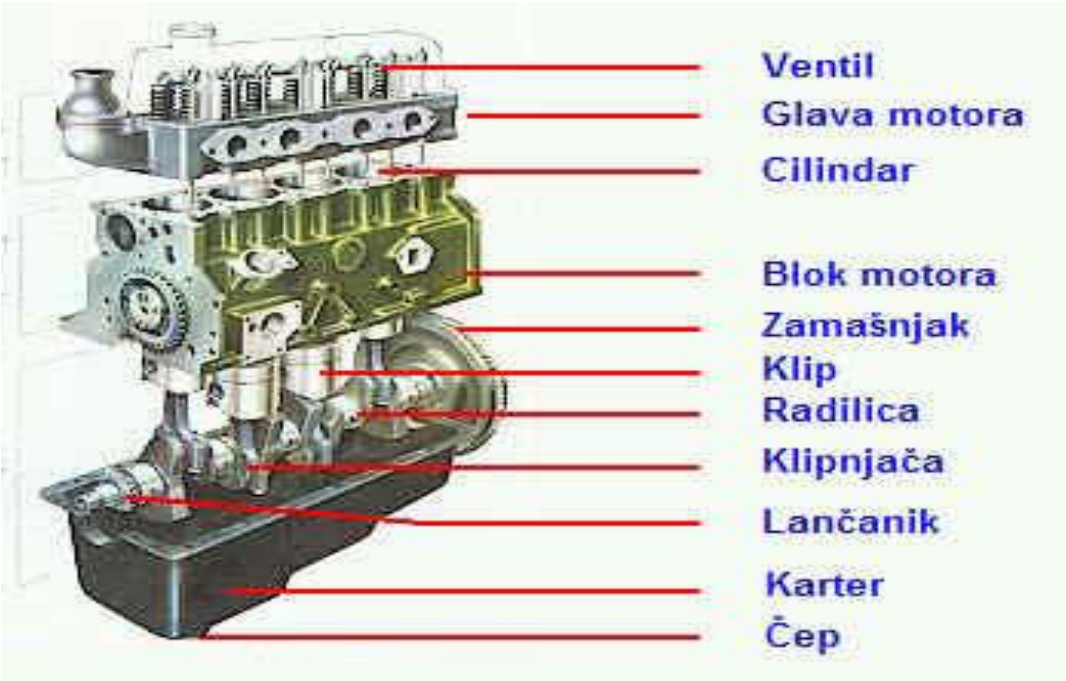
Četverotaktni Otto motori imaju specifičnu snagu manju za motor istog obujma, radi trajanja ciklusa koji jest duži.

3. PODJELA KONSTRUKCIJSKIH DIJELOVA OTTO MOTORA

Četverotaktni Otto motor djeluje u četiri takta (gibanje klip od gorenje mrtve točke do donje i obrnuto). Osnovni sustav čine klipni mehanizmi (klip, klipnjača, koljenasto vratilo), koja pretvara pravocrtno gibanje klipa u kružno gibanje osovine. Razvodni mehanizam čine: opruge, ventili, podizači ventila, klackalice, bregasto vratilo, lančani ili remenski prijenos.

Sustavi koji stvaraju smjesu su: pumpe, filtar goriva, spremnik, sustav za ubrizgavanje te usisna cijev. Neki od osnovnih dijelova jest kućište motora u koje spada: blok motora, karter, poklopac glave i brtve.

Pomoćni sustav se sastoji od sustava podmazivanje, hlađenje, paljenje i sustav za ispuh.



Slika 3. Prikaz motora, Izvor: https://opel-the-legend.forumhr.com/t7-glava-motora-funkcija-i-opis-rada

3.1. Klipni mehanizmi

Klip se nalazi u cilindru te se kreće pravocrtno te se njegovo gibanje pretvara u kružno gibanje osovine. Klip jest izložen velikom toplinskom i mehaničkom opterećenju te mora ispuniti određene uvjete. Kod Otto motora tlakovi koji su na klipu iznose od 40 do 70 bara, a kod nabijenih motora i više od 110 bara prilikom kojeg temperature dosežu i do 400°C na čelu klipa.

Najveće temperature zračnosti između cilindra i klipa osjeća čelo klipa te mu je u hladnom stanju veličina različita, odnosno zračnost čela klipa jest veća nego zračnost plašta i on prilikom radne temperature poprimi cilindričan oblik.

Slika 4. Klip motora, Izvor: https://automobili.narkive.hr/dz3X8pRo/to-je-zapravo-klip

Svaki klip ima svoje klipne prstene koji trebaju biti elastični te se ne smiju deformirati, cilj im jest zadržavanje plinova u cilindru. Moraju zaustaviti prolaz ulja do cilindara i omogućiti protok topline sa klipa na sam cilindar, grade se od sivog lijeva.

Klipnjača spada pod sustav klipnog mehanizma te pretvara pravocrtno gibanja klipa u rotacijsko gibanje koljenastog vratila. Klipnjača se sastoji od velike i male glave i struka koji ih veže, radi sile koja je velika struk klipnjače izrađuje se u obliku profila I.

Veća glava sastoji se od dva dijela i može biti podijeljena koso i okomito. Kosa razdjela veće glave se izvodi u praksi zbog lakšeg i jednostavnijeg popravka (izvuče se iz cilindra s klipom prema gore).

Manja glava jest dio klipnjače koja nam služi prilikom povezivanja sa klipom uz pomoć osovinice klipa, najveća mana je u tom što klipnjača oscilira, a ne okreće se oko osovinice te to stvara problem prilikom stvaranja mazivog filma.

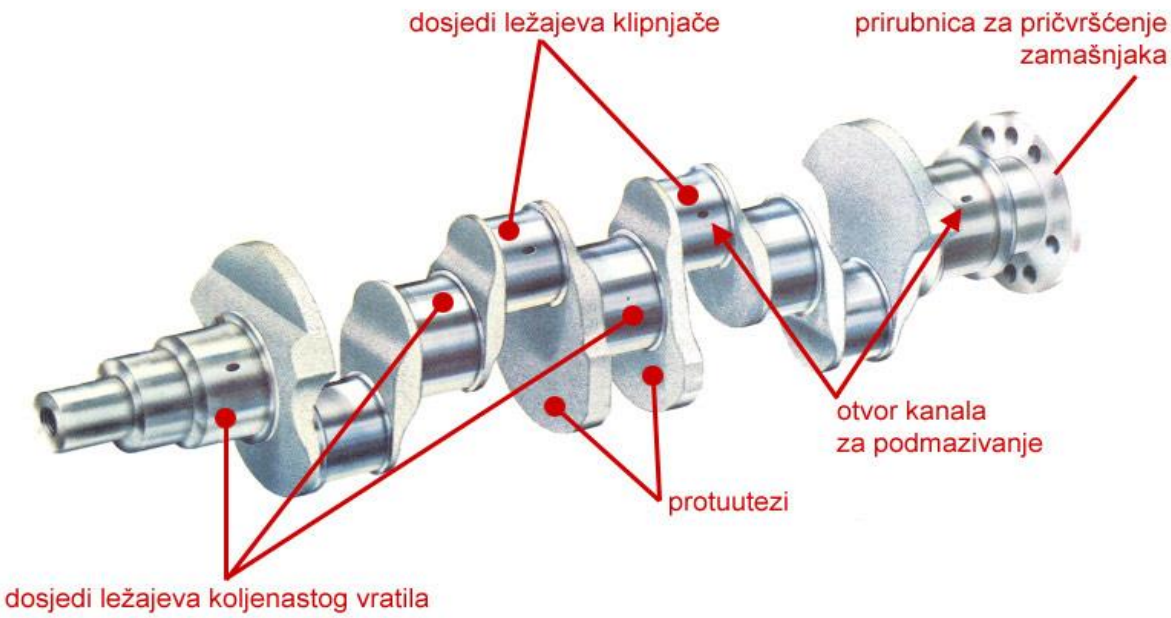
Slika 5. Prikaz klipnjače, Izvor: https://autoline.hr/-/klipnjace--c480

Koljenasto vratilo ili **radilica** silu klipnjače pretvara u okretni moment, te se taj moment prenosi na cijelu transmisiju samog vozila. Koljenasto vratilo se izrađuje kovanjem, a ne lijevanjem, izrađeno je iz jednog dijela ili se sastavi spajanjem pojedinih rukavaca. Velike sile djeluju na koljenasto vratilo, a to su: sila ubrzavanja, centrifugalne sile, sile uvijanja te savijanja.

Koljenasto vratilo se sastoji od:

- Rukavci klipnjače
- Rukavci radilice
- Ramena (koljena)
- Spojne prirubnice

Koljenasto vratilo mora biti uravnoteženo dinamičke te statički. Rukavci koljenastog vratila trebaju biti površinski otvrdnuti te brušeni. Zamašnjak se nalazi na izlaznoj strani koljenastog vratila te se spojka obično nalazi na njemu. Suprotna strana koljenastog vratila pogoni uređaje preko zupčanika, remenica ili lančanika, uz to se na toj strani nalazi prigušnik za torzijske vibracije.



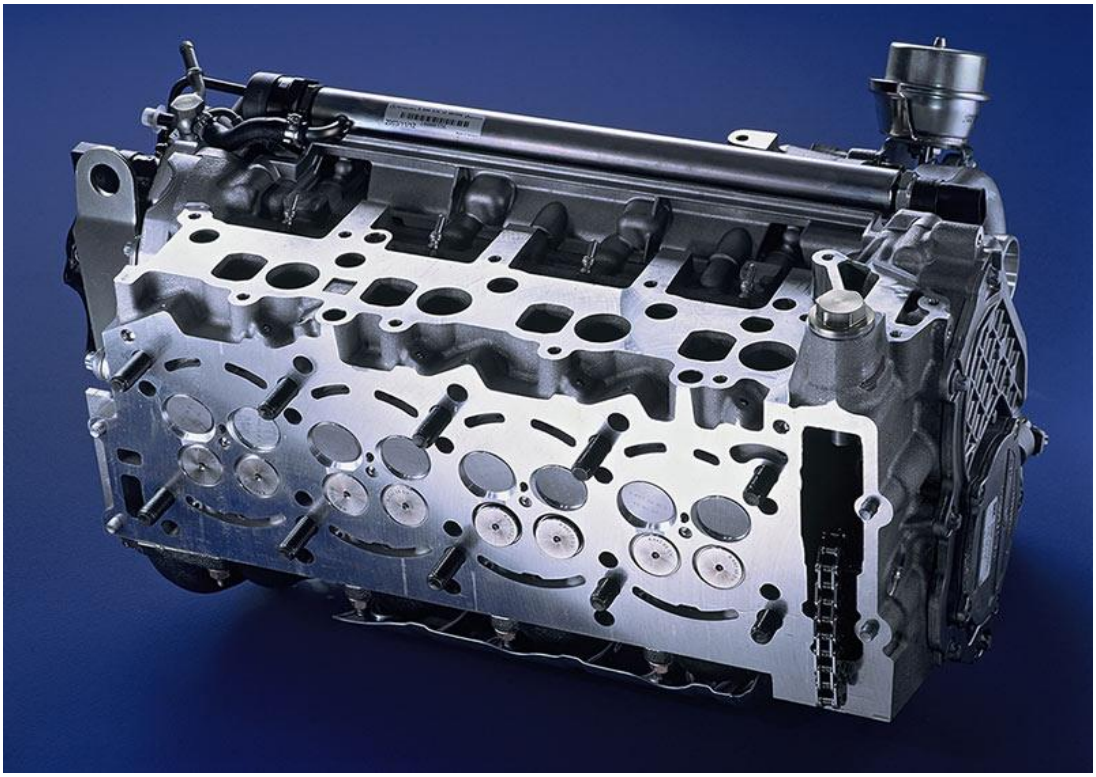
Slika 6. Radilica ili koljenasto vratilo, Izvor: https://www.autonet.hr/arhiva-clanaka/koljenasto-vratilo

Glava motora jest dio motora s unutarnjim izgorijevanjem koji je u bloku motora i brtva je između njih, zategnuta vijcima. S njom se zatvaraju cilindri te se oblikuju komore za sagorijevanje.

Dijelovi glave motora su: ispušni kanal, kanal za smjesu te zrak, brizgaljke ili svjećice te dijelovi razvodnog mehanizma (opruge i ventili). Motor s rasporedom cilindara u V formaciji u pravilu posjeduje dvije glave motora, jednu za svaki red cilindara kao i boxer motori. Glava motora se hladi na dva načina a to su hlađenje zrakom te hlađenje vodom.

Glava motora koja se hladi tekućinom mora sadržavati kanale kroz koje ide rashladna tekućina koja se nalazi u bloku motora i preuzima toplinu i kreće se prema hladnjaku.

Glava motora hlađena zrakom ima rebra s vanjske strane da bi se proširila rashladna površina. Normalno se izgrađuje za svaki cilindar zasebno, hlađenje zrakom se manje koristi jer je hlađenje tekućinom učinkovitije.



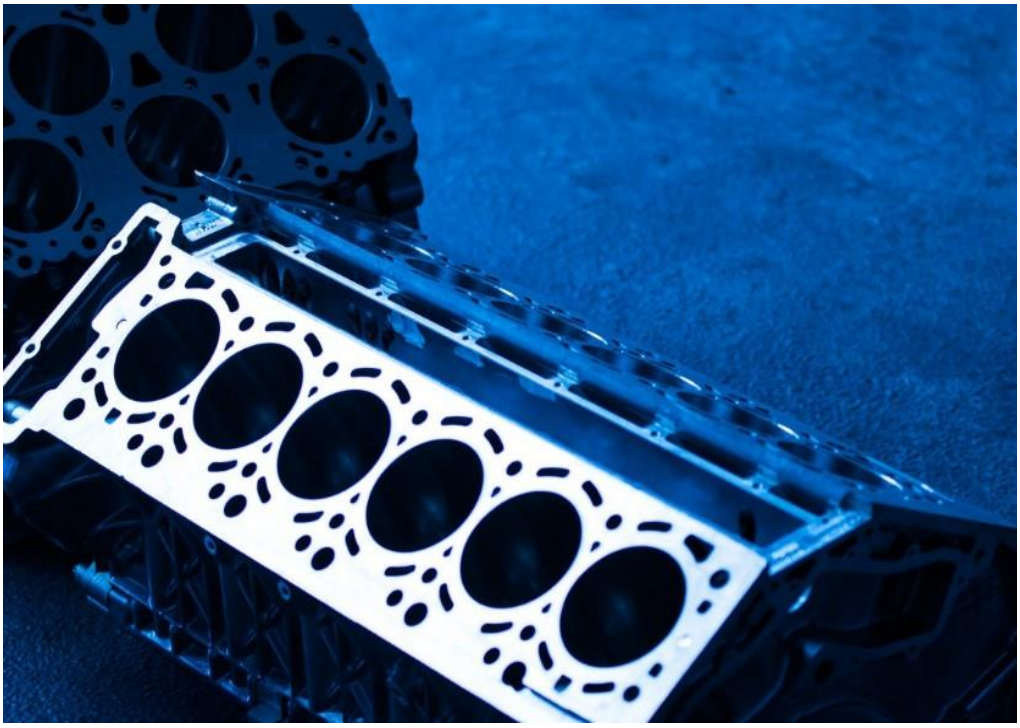
Slika 7. Glava motora, Izvor: https://www.autonet.hr/arhiva-clanaka/glava-motora

Blok motora je srednji, koji je i nosivi dio te on objedinjuje sve sklopove motora, rashladna sredstva i maziva ne mogu izaći jer ih blokira blok motora. Sljedeća svrha mu jest da spriječi svaki ulazak nepotrebnih nečistoća kao što su: vlaga, prašina i prljavština. Blok motora jest najteži dio cijelog motora, a njegovim smanjivanjem se i može smanjiti najveći postotak težine motora. Blok motora se izrađuje od sivog lijeva koji posjeduje dobra klizna svojstva te malu rastezljivost pri toplini, rijetko se za izradu bloka koriste aluminijske legure.

Način izrade razlikuje se u dva dijela:

Closed deck izvedba- blok motora jest zatvoren po brtvenoj površini na kojoj se nalaze kanali za prolaz rashladne tekućine, ulja i ponekad otvori za elemente razvode.

Open deck- blok motora izrađen jest s otvorenom površinom prema cilindarskoj glavi dakle rashladni kanali direktno se vežu na kanale u glavi. Krutost cilindarskog bloka koja je manja podrazumijeva korištenje metalnih brtvila glave motora.



Slika 8. Blok motora, Izvor: https://www.motor.com.hr/blok-motora-je-temelj-automobila/

Zamašnjak jest dio motora koji služi za prigušivanje vibracija koje nastaju radi periodičkog ponavljanja taktova. Najveći dio automobila prakticira dvomaseni zamašnjak koji je napravljen od dva dijela: primarna te sekundarna masa, vezane prigušnikom za torzijske vibracije koji odvoji oscilacijski sustav od dijela za pogon.

Dvomaseni zamašnjak ima prednosti: čuvanje dijela transmisije, smanjeno podrhtavanje mjenjača, smanjenje šumova, smanjeno podrhtavanje karoserije, smanjeno trošenje sinkrona te tanjur spojke ima mogućnost biti bez prigušnika torzije.

Slika 9. Jednomaseni zamašnjak, Izvor: https://www.dnevno.hr/auto-moto/jednomaseni-zamasnjak-umjesto-skupog-dvomasenog-u-1-6-tdi-ne-1405924/

Karter ili **korito motora** jeste poklopac kojem je glavna svrha skupljanje ulja nakon protoka kroz motora i dijelove koje je trebalo podmazati. Koja jest razina ulja saznajemo pomoću štapnog mjerača s oznakama minimalno i maksimalno.

Dno kartera sadrži usisnik ulja sa sitom pomoću kojeg se uklanjaju krupne nečistoće, a sitne nečistoće se otklanjaju filtrom. Najčešće se izrađuje od čeličnog lima, a nekada i od lijevanog aluminijskog profila koji ukrućuje motor te odvodi toplinu.

3.2. Razvodni mehanizam motora

Bregasto vratilo služi nam za podizanje usisnih i ispušnih ventila pomoću bregova. Bregasto vratilo ugrađujemo u glavu motora ili na glavu te u bloku motora. Bregasta osovina ima tri izvedbe brijega: parabolični brijeg, harmonijski brijeg, tangencijalni brijeg. Bregasto vratilo se pokreće pomoću lančanog prijenosa, remenskog prijenosa te zupčastog prijenosa.

Glavna svrha bregastog vratila jest otvaranje i zatvaranje ventila u određenom vremenu i u pravo vrijeme. Bregasta osovina mora biti kruta te sam razmak među ležajevima mora biti minimalan kako bih se izbjegle deformacije same osovine. Najveći krivac kvara na bregastom vratilu jest gladovanje ulja. Ako se pravilno održava trajat će koliko jest i vijek samog motora vozila.

Bregasto vratilo izrađuje se od ovih elemenata: čarapa, potporni vrat, vrat brtve ulja, uljni kanali te kamere.

Slika 10. Bregasta osovina vozila, Izvor: https://hr.mirarh.ru/bregasta-osovina/

Ventili su ti koji reguliraju izmjenu radnog medija unutar motora. Unutar četverotaktnog Otto motora u cilindru se nalaze po minimalno jedan ispušni odnosno usisni ventil. Usisni ventil jest taj koji je veći jer je dosta teže ugurati radnu tvar unutar cilindra nego li ju izgurati pomoću klipa van cilindra u ispušnu cijev.

Smjesa zraka te goriva (atmosferski motor) dovodi se u cilindar podtlakom koji se stvara u cilindru dok se klip kreće prema donjoj mrtvoj točki.

Temperature koje se dostižu u usisnom ventilu su između 300ºC i 500ºC dok je kod ispušnog ta temperatura čak do 800ºC. Prilikom detonacije te temperature su i veće. Novija vozila s Otto motorom javljaju se u izvedbi s dva ispušna te dva usisna ventila, a rijetko s tri ventila.

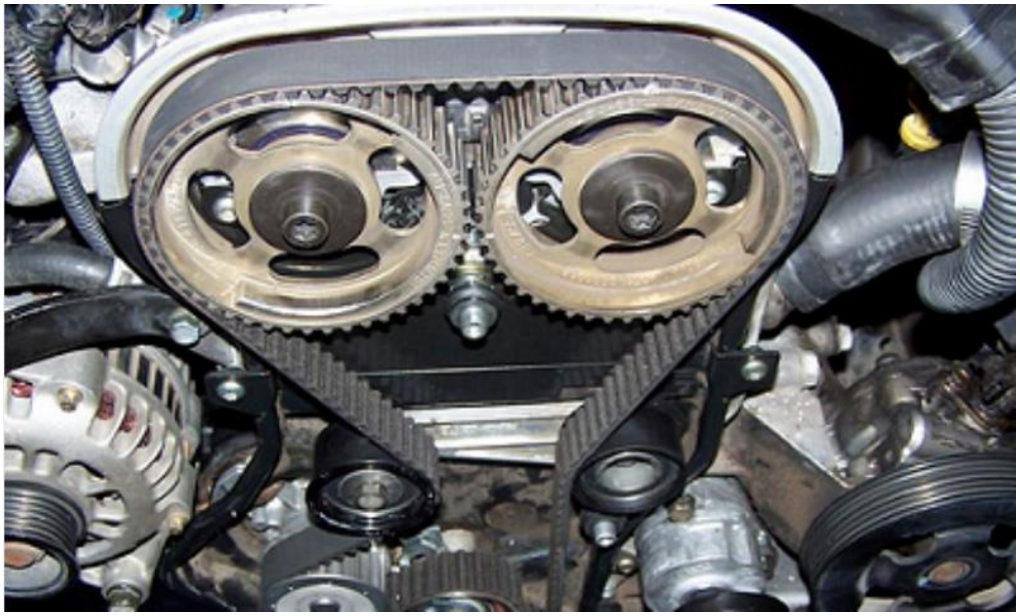
Slika 11. Ventili motora, Izvor: https://mlfree.com/ventili-motora-punjeni-natrijum-om-za-sta-to-sluzi/

Klackalica jest poluga s dva kraka koja potisno gibanje brijega odnosi prema struku ventila. Klackalice se ugrađuju onda kada se podizanje ventila događa posredno, između ventila i podizača, trenje se može smanjiti ako se ugrade klackalice s valjčićima.

Lančani prijenos se koristi gdje je remenski prijenos nemoguć odnosno gdje su veće sile. Nikakvo predzatezanje im nije potrebno pa je shodno tome opterećenje vratila manje. Međutim lančani prijenos ne radi elastično pa mu je potrebno podmazivanje, a i često ih se mora štiti od prašine. Lanci te lančanici su dosta skuplji od remenica i remena. Ako se podmazivanjem lanca obavlja uljem iz korita motora onda je unutar bloka smješten lančani prijenos.

Remenski prijenos prenosi okretna gibanja i sile, a prikladni su i ako su osi vratila veće. Radi elastičnosti samog remena remenski prijenos djeluje bolje od lančanog i zupčanog prijenosa.

Zupčasti remen jest izrađen od umjetnih materijala. Remenice posjeduju graničnik pomoću kojeg se sprječava spadanje remena tijekom rada. Plastična masa jest otporna na trošenje, ulje, alkohol, benzin, otporna na starenje, ozon te sunčevu svjetlost. Remeni mogu raditi na temperaturama do oko 80ºC. Pošto je remene potrebno minimalno predzatezati, opterećenje ležajeva je nisko.



Slika 12. Zupčasti remen, Izvor: https://valbl.net/na-svakom-vecem-servisu-provjerite-zupcasti-remen-i-po-potrebi-ga-zamjenite/

3.3. Uređaji za stvaranje i paljenje smjese

Svjećica je ta koja zapaljiva cijelu smjesu goriva i zraka u Otto motoru. Svjećica se izlaže jakim termičkim opterećenjima, kemijskim opterećenjima, električkim opterećenjima i mehaničkim opterećenjima. Materijal od kojeg je izgrađena svjećica je metal, staklo i keramika.

Svaka svjećica sastoji se od:

- izolator
- elektrode
- priključni izvod
- kućište

Što se tiče položaja svjećice on ovisi o vrsti motora, a može biti izvučen, uvučen i normalan. Ako se svjećica pravilno održava i pregledava njezin vijek će biti dug i nećemo imati problema s paljenjem smjese goriva i zraka.

Slika 13. Svjećica, Izvor: https://www.autonet.hr/arhiva-clanaka/izgaranje-smjese

Spremnik goriva od čelika izoliran je s vanjske i unutarnje strane antikorozivnim slojem, spremnici koji su složenijeg oblika rade se od plastike. Spremnik jest otvoren pomoću odzračnika prema okolišu zbog čega se zaustavlja podtlak, prilikom izgaranja goriva koji deformira stijenku od spremnika.

Gorivo ne smije izlaziti iz sustava dovoda niti prilikom prevrtanja vozila, ugrađuje se nepovratni ventil s kuglicom i on zatvara dovod prilikom prevrtanja vozila.

Pumpa goriva služi nam da bi se gorivo dovelo od najnižeg dijela spremnika do sustava za stvaranje smjese goriva i zraka. Pumpa se pogoni na tri načina: električki, mehanički te hidraulički.

Filtar goriva nam služi da bih se zaustavio put nečistoćama koje smetaju sustavu dovoda goriva, a osobito da bih se spriječio odlazak čestica prema brizgaljkama koje su veoma osjetljive na nečistoću.

Začepljenje filtara goriva uzrokuje loš takt kod motora, osobito prilikom većeg opterećenja vozila. Filtar goriva ima svoj životni vijek te ne može trajati dugovječno, prosječno se mijenja nakon što smo prešli 30000 kilometara.

Postoje neke vrste filtara goriva:

- In Line filtri (nalaze se u cjevovodu)
- Zamjenjivi filtri (imaju umetak i kućište)
- Filtarski elementi (kućište se nalazi na motoru)

Filtar zraka služi da bih se prigušili šumovi usisa i odvajanja nečistoća iz zraka ne dozvoljavajući im prolazak prema motoru. Najopasnija neorganska prašina za motor jest kvarc, filtar mora imati minimalan otpor prema strujanju samog zraka.

Održavanje filtra se svodi na čišćenje taložnika, pražnjenjem i skidanjem prašine i nečistoća s njega.

Veoma je važno pravilno održavati filtar zraka jer se prilikom začepljena javlja bogata smjesa što dovodi do veće potrošnje goriva u vozilu.

Filtar ima više konstrukcija koje se koriste za pročišćavanje zraka motora:

- mokri
- suhi
- vrtložni
- s uljnom kupkom

Slika 14. Filtar zraka, Izvor: https://www.autokreso.hr/kategorija-proizvoda/top-20-kategorija/filter-zraka -1/

4. PRINCIPI RADA OTTO MOTORA

4.1. Benzin

Benzin je zapaljiva tekuća smjesa lakohlapljivih ugljikovodika, vrelište mu je od 40°C do 200 °C. Dobiva se iz nafte jer je najhlapljivija frakcija pri frakcijskoj destilaciji, daljnjim prerađivanjem dobije se teški benzin, srednji benzin ili laki benzin. Također se može dobiti i kondenzacijom prirodnog plina.

Krekiranje je način kojim se dobiva najveći postotak benzina u svijetu (prilikom visokih temperatura i tlakova raspadnu se viši ugljikovodici u niže). Benzin prilikom miješanja sa zrakom stvara eksplozivne pare, te se zbog toga koristi za pokretanje motora s unutarnjim izgaranjem.

Laki benzin se koristi kao otapalo za masti i ulja, srednji benzin se koristi za pogone motora u vozilima, dok se teški koristi u proizvodnji lakova i boja.

Benzinsko gorivo za razliku od dizelskog koje se samo detonira, mora se paliti iskrom iz svjećice na kraju drugog takta, neposredno prije dolaska klipa u gornju mrtvu točku.

4.2. Oktanski broj

Oktanski broj jest broj koji nam pokazuje kvalitetu goriva, a on određuje kolika je otpornost benzina prema detoniranju izgaranja odnosno samozapaljenju. Otpornost prema detonantnom zapaljenju raste kako raste i oktanski broj odnosno što je veći broj veća je i otpornost samozapaljenju. To je pojava kada prije izbacivanja iskre dođe do samozapaljenja smjese, odnosno do eksplozije koja je nekontrolirana. Prilikom tog dolazi do velikog oslobađanja topline, a brzina izgaranja dolazi i više od 500 m/s.

Da bih se odredilo koju kategoriju koristi vozač za svoje vozilo proizvođač mora testirati referentni benzin. Ako dođe do detonacija prije nego je normalno tada su klip i mehanizam koljenastog vratila pod opterećenjem te se javljaju sljedeći problemi:

- izgaranje i deformacija klipa
- izgaranje ventila
- pregrijavanje motora
- deformacije klipnjače

To su samo neki od primjera zašto motor ne bih trebao raditi na nisko oktanskom benzinu.

Oznaka 95 (oktanski broj) označava da to gorivo ima otpornost na detonantno izgaranje kao smjesa 95% izooktana te 5% heptana.

Slika 15. Različiti oktanski brojevi goriva, Izvor: https://www.silux.hr/motorsport-vijesti/493/mala-skola-oktana

4.3. Princip rada četverotaktnog Otto motora

Radni ciklus se sastoji od četiri takta, za vrijeme ta četiri takta koljenasto vratilo napravi dva puna okretaja dok bregasto vratilo napravi jedan. Za to vrijeme klip se giba od gorenje mrtve točke do donje mrtve točke i obrnuto. Krajnje točke koje klip dobavlja se nazivaju još i mrtve točke, jedan takt je vrijeme od kad klip prođe od jedne mrtve točke do druge.

1. takt- usis

Za vrijeme prvog takta otvoren je usisni ventil, klip se giba od gornje mrtve točke do donje mrtve točke te se radni prostor povećava, tlak okoline je viši je za od oko 0,1-0,3 od tlaka u cilindru. Zbog toga što je tlak koji je u cilindru niži od atmosferskog, vanjski zrak se usisavaju usisne cijevi.

Smjesa zraka i goriva stvara se unutar cilindra ili unutar usisne cijevi. Da bih se sam cilindar napunio što više, te se postigla željena snaga motora usisni se ventili otvore do 45º prije gornje mrtve točke te se zatvaraju nakon 35º od donje mrtve točke. Ispušni ventili u prvom taktu su zatvoreni.

2. takt – kompresija

Klip se giba od gornje mrtve točke prema donjoj mrtvoj točki, uslijed čega se radni prostor smanjuje ali zato rastu temperatura i tlak (tlak doseže i do 18 bari dok se temperatura kreće od 400ºC – 500ºC). Pošto se smjesa tlači povisuje se toplinski stupanj iskoristivosti odnosno dobijemo veću snagu uz manje potrošenog goriva. Neisparene čestice goriva u ovom taktu isparavaju i miješaju se s česticama zraka i u sljedećem taktu ta smjesa izgara u potpunosti.

Konačno vrijeme paljenja, goriva smjesa se pali u taktu kompresije od 0º do 40º prije gornje mrtve točke. Usisni ventili se zatvaraju nakon donje mrtve točke dok su ispušni ventili cijelo vrijeme zatvoreni .

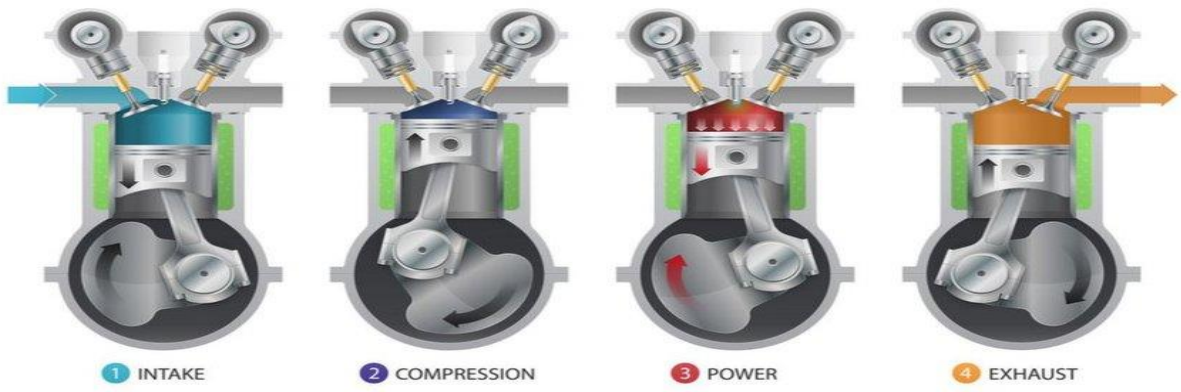
3. takt- ekspanzija ili radni takt

Nakon paljenja smjese počinje izgaranje te se temperatura i tlak povisuju naglo. Samo izgaranje goriva odvije se u prvom dijelu doda klipa prema donjoj mrtvoj točki, u drugom dijelu se plinovi koji su ekspandirali potiskuju klip. Ovaj takt se naziva i radni takt jer je jedini u kojem se dobiva koristan rad. Paljenje mora biti u pravom trenutku da bih maksimalni tlak bio što bliže gornjoj mrtvoj točki, a bez posljedica te se tako postiže maksimalna snaga uz minimalnu potrošnju goriva. Prije nego klip dođe u donju mrtvu točku ispušni se ventili otvaraju od 40º do 90º pa uslijed toga manji dio plinova izađe iz cilindra vlastitim tlakom. Tako se gubi manji postotak korisnog rada, ali zbog tog klip u posljednjem taktu ima manji pritisak tlaka.

4. takt- ispuh

Klip se giba od donje mrtve točke prema gornjoj mrtvoj točki te se ispušni plinovi potiskuju iz cilindra. Na kraju trećeg takta ispušni plinovi imaju temperaturu oko 900ºC i tlak između 3 do 5 bara, zbog tog dok prolaze kroz ispušni ventil i dalje ekspandiraju i prolaze u ispušni vod.

Zbog toga se ispušni ventili zatvaraju i do 22º iza gornje mrtve točke da bih se iskoristila velika brzina plinova za čišćenje prostora izgaranja. Na kraju ispuha u cilindru se pojavljuje podtlak zbog čega se usisni ventili otvaraju i prije gornje mrtve točke. Prilikom kraja ispuha otvoreni su ventili ispuha te usisa kao i na početku usisa.



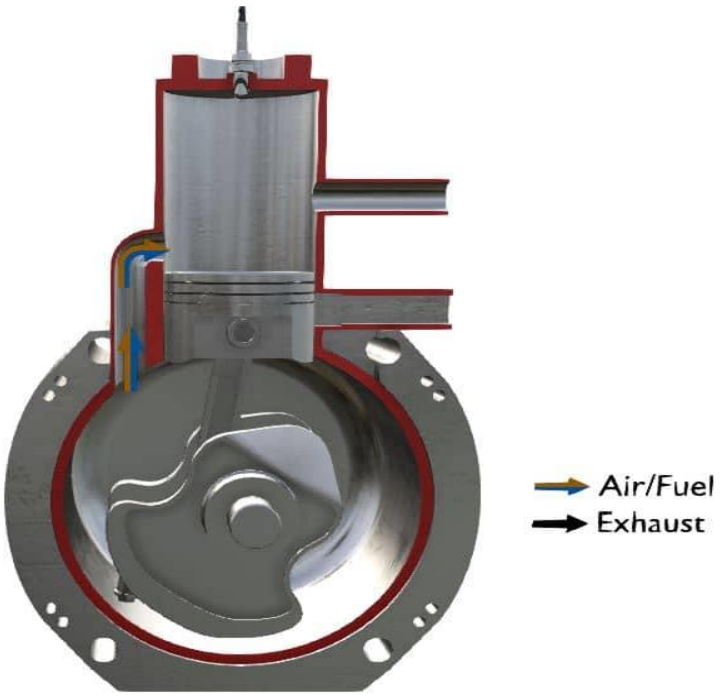
Slika 16. Princip rada četverotaktnog Otto motora, Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Four-stroke-cycle-engine-20_fig1_334568325

4.4. Princip rada dvotaktnog Otto motora

Sklopovi za izmjenu plinova dvotaktnom motoru nisu potrebni zbog toga što izmjenom plinova upravlja klip tako što prekriva otvore u zidu cilindra. Baš to je razlog zbog kojeg je dvotaktni Otto motor jednostavnije izveden od četverotaktnog Otto motora. Radni ciklus dvotaktnog Otto motora odvije se u jednom okretaju koljenastog vratila (radilice) odnosno u dva takta. Za vrijeme radnog ciklusa dvotaktnog Otto motora izmjene se proces usisa, kompresije, ekspanzije i izgaranja te ispuha, Procesi su pomaknuti te su različitog trajanja i to je glavna razlika.

Kako bih se radni ciklus dvotaktnog Otto motora mogao odviti u dva takta, kućište koljenastog vratila i cilindar moraju uzajamno djelovati. Zbog toga što kućište koljenastog vratila i cilindar s donjom stranom klipa čine pumpu, to kućište treba biti nepropusno.

Izmjena plinova se obavlja kroz tri vrste kanala zato ih nazivamo trokanalnim dvotaktni motori. Trokanalni dvotaktni motor posjeduje po jedan ispušni te jedan usisni kanal i još dva spojna koja su jedna naspram drugog.

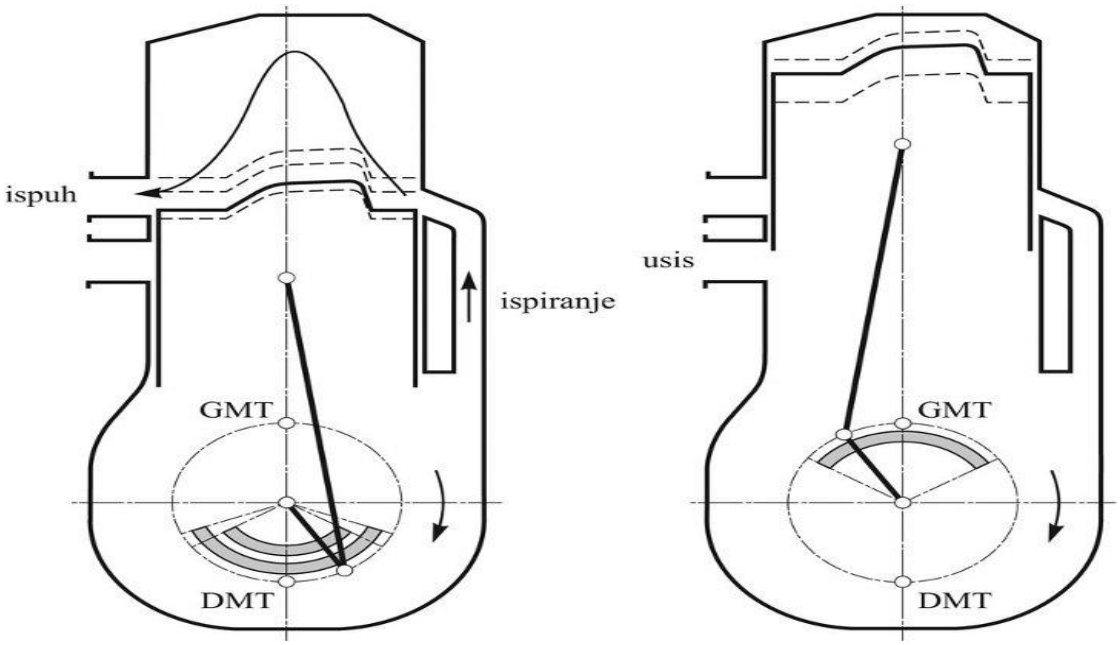


Slika 17. Dvotaktni Otto motor, Izvor: https://savree.com/en/encyclopedia/two-stroke-engine-updated

Dvotaktni motori se sve manje koriste zbog većeg zagađenja okoliša i jer su skuplji.

1. takt – izmjena medija i kompresija

Prvi se takt sastoji od usisa i komprimiranja smjese, dok se u drugom taktu (radni takt) odvijaju ekspanzija i ispuh. Prilikom gibanja klipa iz donje mrtve točke prema gornjoj mrtvoj točki započinje radni takt. Usisni kanali za zrak i gorivo nalaze se na dnu cilindra, kada klip prođe iznad usisnih kanala dotok smjese prestaje i započinje proces komprimiranja. Klip se giba prema donjoj mrtvoj točki, prilikom stizanja klipa do te krajnje točke započinje radni takt. Smjesa se pali nešto prije gornje mrtve točke.



Slika 18. Princip rada dvotaktnog Otto motora, Izvor: https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=16813

2. takt – izgaranje i ekspanzija

Klip se giba od gornje mrtve točke prema donjoj mrtvoj točki. Proces ispuha dešava se kad klip otvori ispušne kanale u cilindru, pošto se klip giba prema dolje otvaraju se spojni otvori. Tako

da pretkomprimirana smjesa ulazi u cilindar te čisti sam cilindar od izgorjelih plinova. Pošto se javlja tlak koji pruža otpor zaostali plinovi koji su izgorjeli prilikom otvaranja spojnog kanala idu prema komori radilice. Zato se predkompresijski tlak povećava s 0,3 bara na 0,8 bara, zbog tog svježi plinovi mogu ispuhati i očistiti sam cilindar od nečistoća. Prilikom hodanja klipa prema gornjoj mrtvoj točki zatvara se spojni kanal i proces ispiranja je završen. Sam proces ispuha ne završava dok se ne zatvore kanali za ispuh.

4.5. Uloga rasplinjača

Rasplinjač služi da se u njemu započinje miješanje goriva i zraka da bi se nastavilo u usisnim granama te prostoru u kojem se dešava izgaranje u cilindru. Postoje nekoliko vrste rasplinjača s obzirom na smjer strujanja zraka i položaj usisnih cijevi: Položene i nagnute, silazne. S obzirom na broj i funkciju komora za miješanje rasplinjači su: višestruki, dupli registar, jednostavni, sa zasunom, istotlačni.

Rasplinjač se sastoji od kućišta poklopca samog rasplinjača i dio prigušene zaklopke. Strujanje zraka kroz rasplinjač omogućeno je gibanjem klipa u taktu usisa. Izlaz goriva se postavlja upravo na najuži dio presjeka jer su tu najveći tlak i temperatura.

Slika 19. Rasplinjač (karburator), Izvor: https://www.autonet.hr/arhiva-clanaka/rasplinjac

Zahvaljujući podsustavima rasplinjač prati potrebe samog motora:

- obogaćivanje smjese
- naglo ubrzavanje, glavne sapnice
- pokretanje hladnog motora, plovak
- praznog hoda s prijelaznim sklopom

Da se rasplinjač ne preplavi, gorivo u lončiću treba biti od 2 do 5 milimetara ispod otvora glavne sapnice, previsoka razina daje bogatu smjesu dok preniska daje siromašnu smjesu. Kada se motor pokreće hladan dosta velik dio goriva se kondenzira i spada na cilindar i stjenku usisne grane koja je hladna. Podtlak nije velik pa se zbog siromašne smjese ne može normalno uputiti.

Uređaj treba napraviti bogatu smjesu koja će upaliti na hladni start.

Postoji nekoliko uređaja za start motora u hladnom stanju:

- startna zaklopka (čok se aktivira automatski i ručno)
- tupfer ugrađuje se u plovak, stvaranjem pritiska potapa se plovak tako da gorivo preplavi rasplinjač. Mana ovog starta je u tom što se razrijedi uljni film i gorivo slabije isparava nego inače.

Čok se može uključiti na dva načina:

- topli start

Čok se otvara na određenu vrijednost da bih spriječili stvaranje prebogate smjese nakon upućivanja. Čok se otvara mehaničkim putem, uz pomoć klipa na kojeg djeluje podtlak za to vrijeme.

- hladni start

Ovaj proces sprječava stvaranje prebogate smjese tako što dajemo gas dok je motor još u hladnom stanju.

4.6. Stehiometrijski omjer

Osnovni uvjet za izgaranje uz gorivo jest kisik. Izgaranje nije moguće dobiti bez kisika koji se dobije iz usisanog zraka.

Stehiometrijski omjer jest optimalan omjer goriva i zraka koji nam daje potpuno i optimalno izgaranje.

Koji je optimalni omjer goriva i zraka ovisi o vrsti goriva s kojom se pokreće motor vozila, s obzirom na to za benzin je 14,7 gram zraka potrebno na 1 gram benzina.

Najrasprostranjenija goriva su benzin, diesel, metanol, etanol, metan, vodik i ukapljeni naftni plin LPG. Stehiometrijski omjeri za ta goriva naspram zraka su:

- benzin - 14.7 : 1
- diesel - 14.5 : 1
- etanol - 9.1 : 1
- metanol - 6.4 : 1
- metan - 17.2 : 1
- vodik - 34.6 : 1
- ukapljeni naftni plin LPG - 15.6 : 1

Slika 20. Uređaj za mjerenje omjera zraka i goriva, Izvor: https://www.aliexpress.com/

Zračnim omjerom se naziva omjer stvarne količine zraka i količine zraka koja je potrebna za izgaranje i oznaka mu je lambda (**λ**).

λ = 1 Ovo je idealna smjesa goriva i zraka dakle, svaka čestica goriva dobiva točan omjer kisika koji je potreban da izgaranje bude potpuno.

λ > 1 Ova smjesa je siromašna gorivom u njoj motor ima malu snagu i manje se goriva troši ali je zagrijavanje samog motora veće.

λ < 1 Ovaj omjer je takav da je goriva više, motor ima veliku snagu ali i gorivo se više troši ali je zato smanjeno zagrijavanje motora.

Otto motor radi sa smjesom prilikom koje je zračni omjer **λ** = 0.8 – 1.2.Brzina izgaranja same smjese ovisi o omjeru zraka i goriva, najveća brzina je kada je smjesa bogata.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu su opisani motori s unutrašnjim izgaranjem. Koje su prednosti, a koje su mane Otto motora nad Diesel motorima. Navedeni su konstrukcijski dijelovi Otto motora od klipnih mehanizma, razvodnom mehanizma motora i uređaja potrebnih za paljenje motora. Obrađeni su ciklusi dvotaktnog i četverotaktnog Otto motora uz stehiometrijske omjere goriva i zraka te je objašnjen benzin kao gorivo uz objašnjenje oktanskog broja.

Možemo zaključiti da se dvotaktni Otto motori sve manje primjenjuju, a sve više se koriste četverotaktni Otto motori. Bliska budućnost nam donosi i vozila s elektromotorom te ostaje otvoreno pitanje koliko će se motori s unutrašnjim izgaranjem koristiti u budućnosti. Neke zemlje su već najavile uklanjanje uporabe motora koja idu na fosilna goriva. Otto i Diesel motori traže alternativna rješenja u vidu toga pa se sve više koriste biodiesel i etanol.

Prednost kupnje Otto i Diesel motora je u tom što su još dosta jeftiniji od onih koji koriste elektromotor. Hrvatska još nije u potpunosti spremna da se u potpunosti prebaci na vozila s elektromotorom među ostalim zbog toga što je kupovna moć u zemlji slabija, a i nema dovoljan broj punionica.

LITERATURA

1. Kalinić Z.: Motori s unutrašnjim izgaranjem; Školska knjiga Zagreb, Zagreb 2004.

2. Popović G.: Tehnika motornih vozila; Pučko otvoreno učilište Zagreb, Zagreb 2005.

3. https://www.autonet.hr/arhiva-clanaka/glava-motora

4. https://hr.strephonsays.com/four-stroke-and-vs-two-stroke-engines-467

5. http://vozac.tesear.com/glavni-dijelovi-otto-motora/

6. https://cro-chopper.forumcroatian.com/t15262-svijeice-i-neto-malo-o-njima

7. https://autoportal.hr/aktualno/novosti/shto-je-oktanski-broj/

8. https://hr.about-meaning.com/11033475-meaning-of-gasoline

9. https://avtotachki.com/hr/vse-pro-raspredelitelnyj-val-dvigatelya/

10. https://hrcak.srce.hr/file/11151

11. https://www.prometna-zona.com/rasplinjac/

12. https://www.instruktor-voznje.com.hr/razlika_izmedu_dizela_i_benzinca/

13. https://opel-the-legend.forumhr.com/t7-glava-motora-funkcija-i-opis-rada

14. https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=45927

PRILOZI

Popis slika

Slika 1. Motor s unutarnjim izgaranjem 3

Slika 2. Bokser motor 5

Slika 3. Prikaz motora 7

Slika 4. Klip motora 8

Slika 5. Prikaz klipnjače 9

Slika 6. Radilica ili koljenasto vratilo 10

Slika 7. Glava motora 11

Slika 8. Blok motora 12

Slika 9. Jednomaseni zamašnjak 13

Slika 10. Bregasta osovina vozila 14

Slika 11. Ventili motora 15

Slika 12. Zupčasti remen 16

Slika 13. Svjećica 17

Slika 14. Filtar zraka 19

Slika 15. Različiti oktanski brojevi goriva 21

Slika 16. Princip rada četverotaktnog Otto motora 23

Slika 17. Dvotaktni Otto motor 24

Slika 18. Princip rada dvotaktnog Otto motora 25

Slika 19. Rasplinjač (karburator) 26

Slika 20. Uređaj za mjerenje omjera zraka i goriva 28