

DIZEL MOTORI, BENZINSKI, LPG I MOTORI NA CNG - PRIMENA

ASISTENT: MILICA JANKOVIĆ

DIZEL MOTORI

Dizel motor je konstruisao nemački inženjer Rudolf Dizel 1893. godine. U poređenju sa benzinskim Otto motorom, dizel motor ima nekoliko važnih konstruktivnih i principijelnih razlika.

Najvažnija razlika je u načinu stvaranja smeše i paljenja goriva. Za razliku od benzinskog motora, dizel motor nema karburator ni svećice za paljenje. Umesto toga koristi pumpu visokog pritiska koja ubrizgava gorivo direktno u cilindar. Paljenje se ostvaruje automatski – usled visokog pritiska i temperature vazduha koji se prethodno sabije u cilindru.

Ovaj princip rada čini dizel motore efikasnijim i pogodnijim za vozila i mašine koje zahtevaju veliku snagu i dugotrajnost.



Dizel motor na naftnom tankeru

- Od svih motora sa unutrašnjim sagorevanjem, dizel motor ima najveći stepen korisnosti, koji iznosi oko 0,4 (odnosno 40%). To znači da se približno 40% toplote koja nastaje sagorevanjem goriva pretvara u korisni – mehanički rad, dok se ostatak gubi u obliku toplote kroz izduvne gasove, hlađenje i trenje.
- Posebno visoku efikasnost postižu dizel motori niskih brzina, kao što su brodski motori ili motori koji se koriste u postrojenjima gde ukupna masa mašine nije presudna. Kod ovakvih motora stepen korisnosti može da premaši i 50%, što ih čini veoma pogodnim za primenu u transportu i industriji gde je ekonomičnost rada od velikog značaja.
- Pored visoke efikasnosti, dizel motori imaju i druge prednosti – troše manje goriva u poređenju sa benzinskim motorima iste snage, imaju duži radni vek, a zahvaljujući većem obrtnom momentu pri nižim obrtajima, posebno su efikasni kod teških vozila i mašina.
- Međutim, važno je napomenuti da dizel motori emituju više čestica čađi (PM – particulate matter) i azotnih oksida (NOx) u poređenju sa benzinskim motorima, što može predstavljati ekološki izazov. Zato se u savremenim dizel motorima koriste različiti sistemi za prečišćavanje izduvnih gasova, poput DPF (filtera za čestice) i SCR sistema (selektivne katalitičke redukcije).

ŠTA JE DIZEL MOTOR?

Kao i benzinski motor, dizel motor spada u motore sa unutrašnjim sagorevanjem. To znači da do sagorevanja goriva dolazi unutar glavnog dela motora – cilindra. U procesu sagorevanja oslobađa se toplota, koja se pretvara u mehaničku energiju potrebnu za pokretanje vozila ili pogon mašina.

Upravo u cilindru nastaje pogonska snaga, kojom se klipovi pokreću, a njihovo kretanje se zatim prenosi na radilicu i dalje na točkove ili druge pogonske mehanizme. Ova unutrašnja proizvodnja energije razlikuje motore sa unutrašnjim sagorevanjem od, na primer, parnih motora, kod kojih se sagorevanje dešava van pogonskog dela motora.

To se značajno razlikuje od motora sa spoljašnjim sagorevanjem, kakve su, na primer, imale starije parne lokomotive. Kod parne mašine, sagorevanje goriva ne dešava se u samom cilindru, već u posebnom ložištu, izvan pogonskog dela motora. Tu se proizvodi velika količina toplote koja se koristi za zagrevanje vode. Zagrejana voda isparava i stvara paru, koja potom vrši pritisak na klipove i tako pokreće mehanički sistem. U ovom slučaju, para predstavlja "pogonsko gorivo", a energija se do klipa prenosi spoljašnjim putem – kroz cevovode i ventile.

Zbog ovakvog načina prenosa energije, motori sa spoljašnjim sagorevanjem imaju sporiji odziv i manju efikasnost u poređenju sa motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, ali su nekada bili nezamenjivi u železničkom i industrijskom saobraćaju.

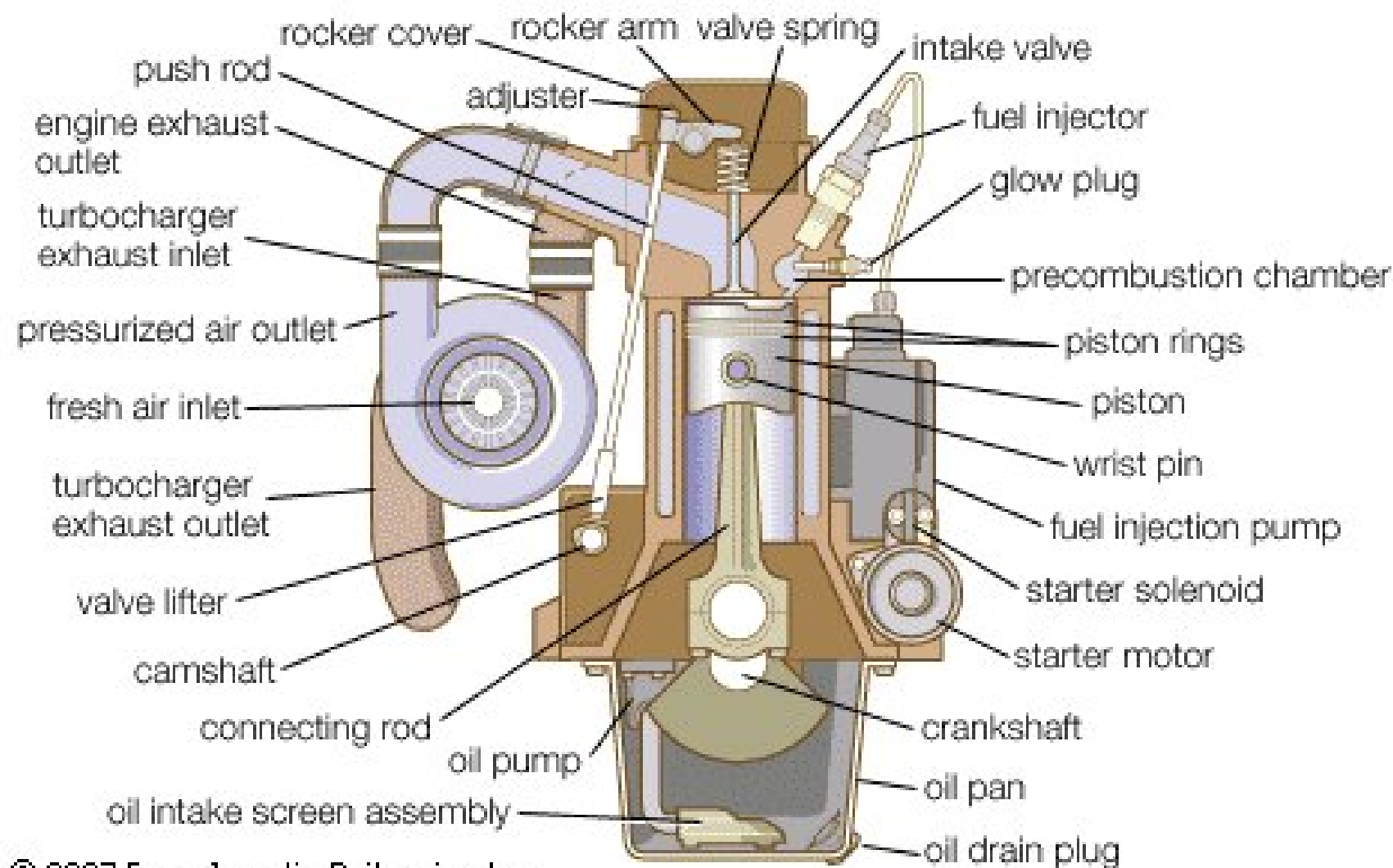
U benzinskim i dizel motorima, pogonsko gorivo sagoreva direktno unutar cilindra, što ih svrstava u motore sa unutrašnjim sagorevanjem. Ovakav način sagorevanja omogućava efikasniji prenos energije, jer se toplota stvara upravo tamo gde je potrebna – odmah iznad klipa. Na taj način smanjuju se gubici energije koji nastaju pri prenosu toplote, kao što je to slučaj kod motora sa spoljašnjim sagorevanjem.

Zbog toga su motori sa unutrašnjim sagorevanjem znatno efikasniji – mogu da proizvedu više korisne energije iz iste količine goriva. Upravo ta veća energetska iskorišćenost omogućila je široku primenu ovih motora u savremenom saobraćaju, industriji i drugim oblastima.

Zahvaljujući svojoj efikasnosti, kompaktnosti i mogućnosti da brzo razvijaju snagu, motori sa unutrašnjim sagorevanjem postali su osnova za razvoj savremenog saobraćaja – od automobila i kamiona, preko brodova i lokomotiva, pa sve do manjih letelica. Njihova pojava obeležila je početak industrijske revolucije u transportu i značajno doprinela globalnoj mobilnosti i privrednom razvoju.

Dizel i benzinski motori danas se usavršavaju u cilju smanjenja potrošnje goriva i štetnih emisija. Savremene tehnologije, kao što su elektronsko ubrizgavanje goriva, turbopunjači i sistemi za prečišćavanje izduvnih gasova, omogućile su da ovi motori budu ne samo snažni i pouzdani, već i znatno ekološki prihvatljiviji nego ranije.

Pored toga, razvoj hibridnih i električnih pogonskih sistema polako menja način na koji razmišljamo o energiji i kretanju, ali motori sa unutrašnjim sagorevanjem i dalje igraju ključnu ulogu u mnogim sektorima gde su snaga i autonomija presudni.

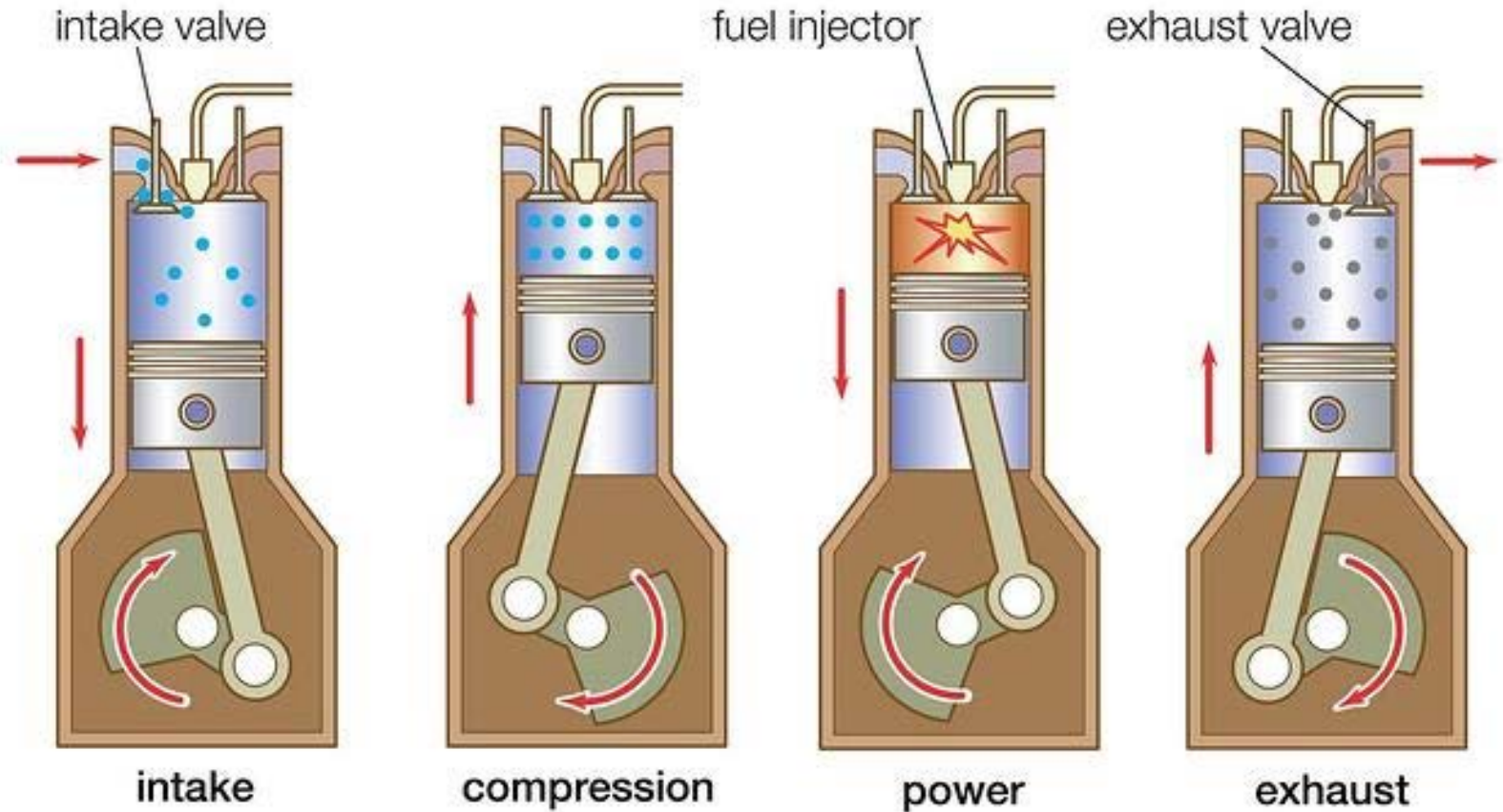


© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

Složeni izgled dizel motora

- Dizel motor, poput benzinskog, najčešće radi po principu četvorotaktnog ciklusa, koji se sastoji od četiri osnovna takta: usisavanje, kompresija, ekspanzija (snaga) i izduvavanje.
- Tokom svakog ciklusa, klip se dva puta pomera nadole i dva puta nagore, dok se radilica okrene dva puta.
- Ključna razlika u odnosu na benzinski motor jeste način paljenja goriva – kod dizel motora ono se pali spontano usled visoke temperature sabijenog vazduha, bez upotrebe svećice.

KAKO DIZEL MOTOR PRETVARA GORIVO U SNAGU?



1. Usisavanje (ubrizgavanje vazduha)

Klip se spušta nadole, a kroz ulazni ventil u cilindar ulazi čist vazduh. Kod dizel motora, u ovoj fazi se ne unosi gorivo.

2. Kompresija

Ulazni ventil se zatvara, a klip se pomera naviše, sabijajući vazduh. Pri kraju kompresije, vazduh postaje veoma vruć (preko 500°C). Tada se pod visokim pritiskom **ubrizgava gorivo** u vreli vazduh kroz brizgaljku (injektor), što izaziva **samopaljenje** goriva – bez potrebe za svećicom.

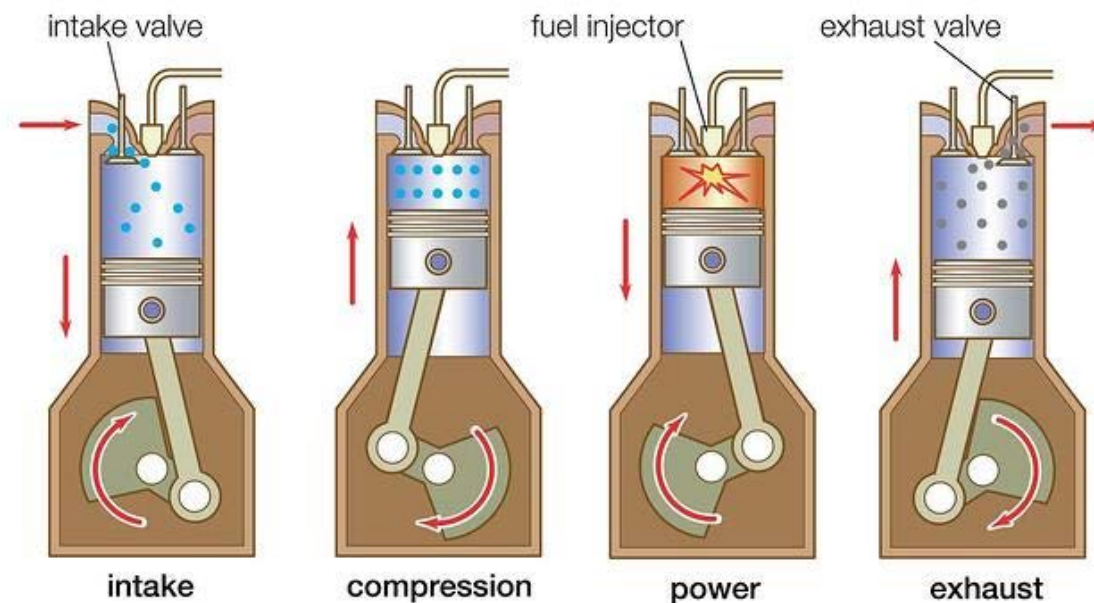
3. Ekspanzija (snaga)

Usled sagorevanja, temperatura i pritisak naglo rastu, a ta energija gura klip nadole. Ovo je jedini takt u kojem se stvara **koristan mehanički rad**, koji se prenosi na radilicu i dalje koristi za pogon vozila.

4. Izduvavanje

Klip se ponovo pomera nagore, otvara se izduvni ventil, i izduvni gasovi se izbacuju kroz auspuh.

Ova četiri takta neprekidno se ponavljaju u svakom cilindru motora, što omogućava stalno razvijanje snage i kretanje vozila.



Dvotaktni dizel motori

- Za razliku od četvorotaktnih, dvotaktni dizel motori završavaju ceo radni ciklus tokom samo jednog pomeranja klipa nadole i jednog nagore.
- Drugim rečima, ceo proces – usisavanje, sabijanje, sagorevanje i izduvavanje – odvija se u samo dva takta, odnosno jednoj rotaciji radilice, što ih čini jednostavnijim i efikasnijim po pitanju snage po masi.

Iako se zovu "dvotaktni", ciklus uključuje tri ključne faze

1. Izduvavanje i usisavanje:

Kada se klip približava donjoj tački, svež vazduh se pod pritiskom ubacuje u cilindar. On istiskuje izduvne gasove iz prethodnog sagorevanja kroz ventile ili otvore na vrhu cilindra. Ovaj proces se često zove **ispiranje cilindra**.

2. Kompresija:

Nakon što se ventili zatvore, klip se pomera nagore, sabijajući vazduh. Kompresijom se vazduh snažno zagreva, a pri vrhu klipnog hoda gorivo se ubrizgava u vreli vazduh i **spontano se pali**, kao i kod četvorotaktnog dizel motora.

3. Snaga:

Sagorevanje goriva izaziva porast pritiska, koji gura klip nadole. Ova sila se prenosi na radilicu i koristi za pokretanje vozila ili mašine. Istovremeno počinje novo ispiranje cilindra.

Prednosti i mane dvotaktnih dizel motora:

✓ *Prednosti:*

Manji su i lakši od četvorotaktnih motora.

Proizvode snagu pri svakoj rotaciji radilice (za razliku od četvorotaktnih koji to rade svake druge rotacije), što ih čini snažnijim po zapremini.

Jednostavniji su za održavanje i imaju manje pokretnih delova.

⚠ *Nedostaci:*

Brže se habaju zbog češćeg sagorevanja i rada pri višim temperaturama.

Potrebno je intenzivnije hlađenje i podmazivanje.

Imaju nešto nižu ukupnu efikasnost u sagorevanju i veću emisiju štetnih gasova.

Zbog svoje snage i kompaktnosti, dvotaktni dizel motori se često koriste u teškim industrijskim mašinama, brodovima i lokomotivama.

Prednosti dizel motora:

```
graph TD; A[Prednosti dizel motora:] --> B[Efikasnost i ekonomičnost]; B --> C[Sigurnost]; C --> D[Izdržljivost]; D --> E[Svestranost];
```

Efikasnost i ekonomičnost

Dizel motori su poznati po svojoj visokoj efikasnosti. U poređenju sa benzinskim motorima, oni koriste manje goriva za istu količinu proizvedene energije. To ih čini **ekonomičnijim** izborom, posebno za dugoročne vožnje i komercijalna vozila, kao što su teretni kamioni, autobusi, brodovi i lokomotive.

Sigurnost

Dizel gorivo je **manje isparljivo** od benzina, što znači da njegova para nije toliko eksplozivna. Ovo čini dizel motore **sigurnijim** u odnosu na benzinske motore, jer je manja verovatnoća od zapaljenja u slučaju curenja goriva.

Izdržljivost

Zbog **veće kompresije** koja se javlja u dizel motorima, oni moraju biti robusniji i izdržljiviji od benzinskih. Iako deluje da bi ovo moglo biti slabost, u praksi se pokazalo da dizel motori obično traju duže i imaju **veću trajnost** nego benzinski motori, što ih čini isplativijim na duže staze.

Svestranost

Dizel motori su **svestraniji**, posebno kada se koristi u vozilima koja prevoze teške terete pri manjim brzinama. To ih čini idealnim za **teretne kamione**, brodove, autobuse i lokomotive, gde je potrebna velika snaga uz relativno nižu brzinu.

Mane dizel motora:

Veća emisija štetnih gasova

Jedna od najvećih mana dizel motora je zagađenje. Dizel motori proizvode značajnu količinu azotnih oksida (NOx), ugljen-monoksida (CO), ugljovodonika i čestica čađi koje su veoma štetne za ljudsko zdravlje i okolinu. Ove emisije mogu uzrokovati probleme sa disanjem i druge ozbiljne zdravstvene posledice.

Dizel i globalno zagrevanje

Iako se smatra da dizel motori troše manje goriva i tako proizvode manje ugljen-dioksida (CO₂), što bi trebalo da smanjuje njihov uticaj na globalno zagrevanje, u praksi postoje različita mišljenja o ovoj tvrdnji. Neki eksperimenti pokazuju da su emisije CO₂ iz dizel motora samo nešto niže od onih iz benzinskih motora, pa nije uvek jasno da li su dizel motori uistinu ekološki prihvatljiviji u tom pogledu.

Potrebna dodatna oprema za smanjenje emisija

Da bi se smanjile emisije štetnih gasova, savremeni dizel motori moraju biti opremljeni sistemima za prečišćavanje izduvnih gasova kao što su filteri čestica (DPF) i selektivna katalitička redukcija (SCR), što povećava troškove održavanja i cenu motora.

ZAGAĐENJE I BUDUĆNOST DIZEL MOTORA



Zagađenje iz dizel motora: Iako su dizel motori bili poznati po nižoj potrošnji goriva i efikasnosti, novija istraživanja pokazuju da čak i moderni dizel motori, koji ispunjavaju stroge EURO 6 emisijske standarde, i dalje proizvode značajne količine zagađujućih materija. Na primer, Evropska agencija za životnu sredinu ukazuje na to da tipičan dizel motor može proizvesti oko 10 puta više azotnih oksida (NOx) nego benzinski motor. Ovi gasovi mogu izazvati ozbiljne ekološke i zdravstvene probleme, poput smanjenja kvaliteta vazduha i pojave respiratornih bolesti.



Emisija CO₂ i efekti na globalno zagrevanje: S obzirom na nižu potrošnju goriva, dizel motori su doprineli smanjenju emisije ugljen-dioksida (CO₂) u poređenju sa benzinskim motorima, što je pozitivno za smanjenje efekta globalnog zagrevanja. Ipak, potrošnja dizel goriva dovodi do većih emisija drugih štetnih gasova, što može kompenzovati prednosti u pogledu CO₂.

Cena i dugoročna isplativost



Iako dizel motori u početku imaju višu cenu od benzinskih, njihova niža potrošnja goriva i duži radni vek obično nadoknade početnu razliku u ceni. Zbog toga su dizel motori i dalje popularni u vozilima koja prevoze teške terete, kao što su teretni kamioni, brodovi, autobusi i železničke lokomotive, gde su efikasnost i snaga ključni faktori.

Budućnost dizel motora

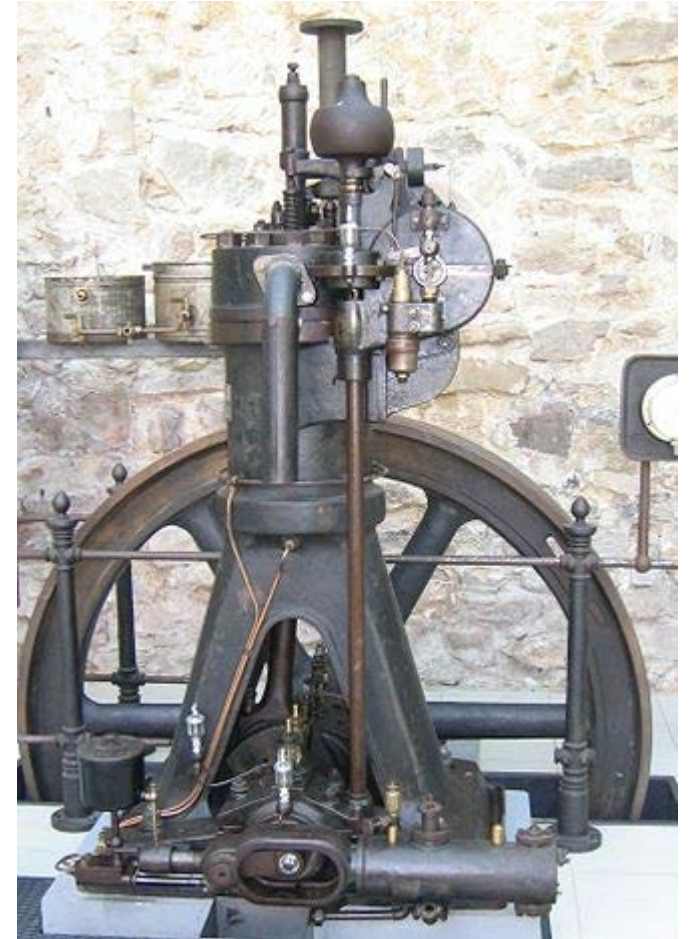


Iako se dizel motori i dalje koriste u komercijalnim vozilima zbog svoje robusnosti i efikasnosti, budućnost dizel motora u automobilima postaje sve neizvesnija. Električni automobili i sve stroži zakoni o emisijama u mnogim zemljama podstiču prelazak na čistije tehnologije. Zahvaljujući razvoju električnih vozila i naprednom razvoju benzinskih motora koji proizvode manje zagađenja, upotreba dizel vozila u lakim vozilima se smanjuje, a neki gradovi i zemlje već najavljuju zabranu dizel vozila u određenim područjima.

U brojnim gradovima širom sveta uveliko se planira ili je već uvedena zabrana ulaska vozila sa dizel motorima. Neki od njih su: Oslo, Kopenhagen, Madrid, London, Brisel, Berlin, Meksiko Siti, Bogota, San Francisko, Njujork, Hamburg i brojni drugi.

U godinama koje su pred nama, dizel motori mogu biti potpuno izbačeni iz upotrebe kada je u pitanju auto-industrija. Visoke cene električnih automobila su razlog zašto su automobili i na dizel i na benzinski pogon i dalje u upotrebi. Mnoge države daju podsticaje za kupovinu električnih automobila.

<https://www.youtube.com/watch?v=ZMPQs6B6luQ>



A Dizel motor iz 1906.

BENZINSKI MOTOR

Benzinski motor je konstruisao 1876. godine nemački naučnik Nikolaus August Otto. On je prvi uspešno realizovao radni proces u motoru sa unutrašnjim sagorevanjem, poznat danas kao Otov proces (po njegovom prezimenu).

Otov proces postavio je temelje savremenog rada benzinskih motora. Ključna karakteristika ovog procesa jeste da se smeša goriva i vazduha formira izvan cilindra, u uređaju poznatom kao karburator, i to pri temperaturama sličnim temperaturi okoline.

Za ovakav način rada koriste se gasovita ili lako isparljiva goriva, a najčešće se danas koristi benzin.

Otov motor predstavlja jednu od najvažnijih prekretnica u razvoju savremene automobilske industrije i energetske tehnologije.

Benzinski motor je vrsta motora sa unutrašnjim sagorevanjem, koji koristi svećicu za paljenje smeše goriva i vazduha. Namenjen je za rad na benzin ili druge slične, lako isparljive supstance.

- Koristi svećicu za iniciranje paljenja smeše (za razliku od dizel motora koji koristi kompresiono paljenje).
- Radi na benzin, koji je lako isparljivo gorivo pogodno za brzo sagorevanje.
- Ima veći broj obrtaja u poređenju sa dizel motorima, što omogućava veću brzinu rada.
- Najčešće se koristi u putničkim automobilima, motociklima, manjim čamcima, kosilicama itd.

Prednosti:

- Manja masa i kompaktnija konstrukcija.
- Brži odziv na gas.
- Tiši rad u poređenju sa dizel motorima.

Nedostaci:

- Niža energetska efikasnost.
- Veća potrošnja goriva u poređenju sa dizel motorima.
- Veće emisije štetnih gasova ukoliko motor nije opremljen odgovarajućim sistemima za kontrolu emisije.



Benzinski motor W16 (Volkswagen) za Bugatti Veyron

Otov proces i savremeni rad benzinskog motora

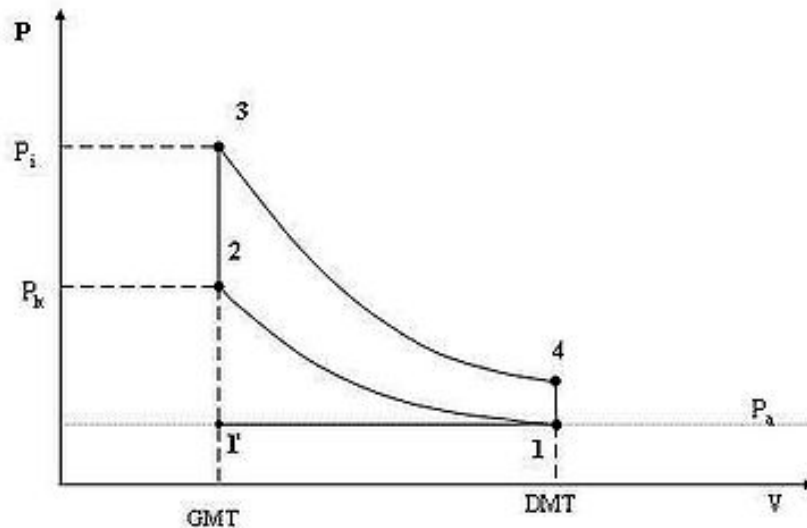


Benzinski OHV motor

- Danas je, pored stvaranja smeše u karburatoru, moguće i formiranje smeše goriva i vazduha direktno u cilindru motora. U tom slučaju, smeša se ubacuje u cilindar pri atmosferskom pritisku (ili pritisku bliskom atmosferskom), komprimuje se i zatim pali pomoću iskre.
- Međutim, pošto se u cilindru već nalazi smeša goriva i vazduha, stepen kompresije ne sme biti preveliki, kako ne bi došlo do samozapaljenja pre nego što svećica baci varnicu. Otov proces zahteva kontrolisano paljenje, a to se postiže tačnim tempiranjem varnice svećice.
- Ovaj proces se razlikuje od rada dizel motora, pre svega u sledećem:
 - Kod benzinskog motora (Otov proces):
 - Gorivo i vazduh se mešaju pre sagorevanja (izvan ili unutar cilindra).
 - Paljenje se inicira iskrom iz svećice.
 - Kompresioni odnos je niži kako bi se sprečilo samozapaljenje.

TEORETSKI OTTO PROCES

Teoretski dijagram Otto procesa



- Na dijagramu je prikazan idealni p–V dijagram Otto procesa, koji predstavlja teorijski radni ciklus benzinskog (Otto) motora.

- Opis ciklusa:

- Tačka 1 (Donja mrtva tačka – DMT): Klip se nalazi u donjoj mrtvoj tački. U cilindar je ubačena smeša goriva i vazduha, a ciklus započinje kompresijom. Klip se kreće ka gornjoj mrtvoj tački (GMT), pri čemu se smeša sabija, što dovodi do povećanja pritiska i temperature, dok se zapremina smanjuje.

- Tačka 2 (Gornja mrtva tačka – GMT): Kompresija je završena. Svećica baca iskr i smeša se trenutno sagoreva, pri čemu se pritisak i temperatura naglo povećavaju, dok zapremina ostaje konstantna. Ovo je izohorni (konstantno zapreminski) proces sagorevanja.

Tačka 3:

Po završetku sagorevanja, klip se kreće nadole – započinje ekspanzija. Gasovi se šire, pritisak opada, a klip se gura prema DMT. Ovo je radni takt, gde motor proizvodi korisnu mehaničku energiju.

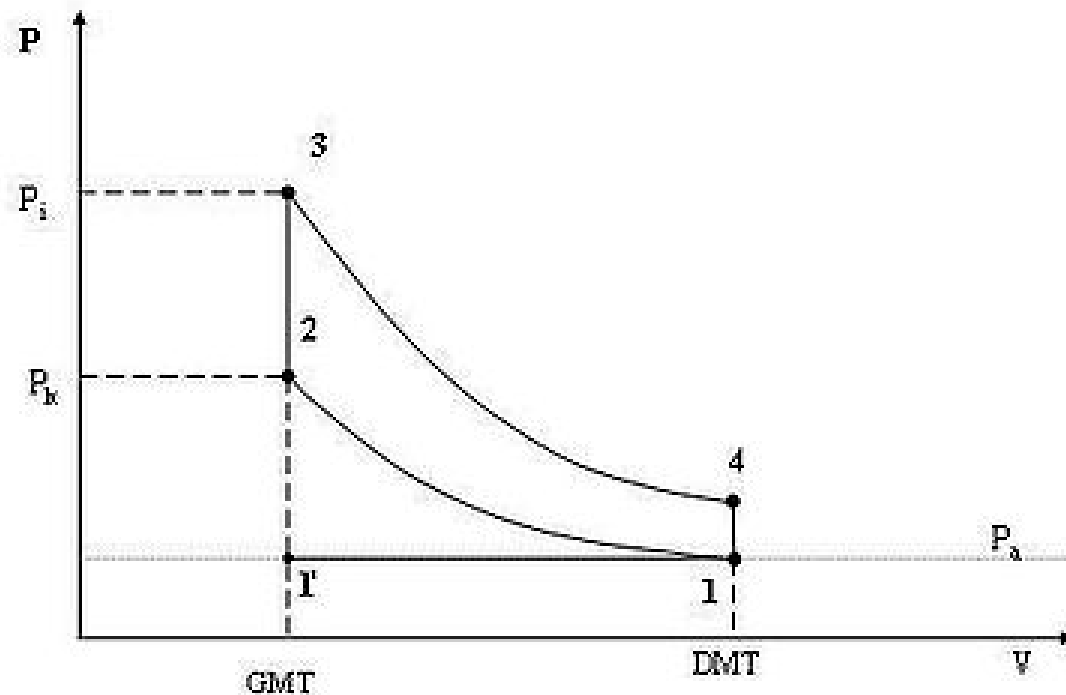
Tačka 4 (ponovo DMT):

Ekspanzija se završava. Sledi izduvavanje sagorelih gasova, pri čemu pritisak i temperatura opadaju, sve do početne tačke 1.

Izmena medija (od tačke 1 preko 1' do ponovo 1):

Sagoreli gasovi se izbacuju, a nova smeša se ubacuje u cilindar, čime se ciklus zatvara i započinje novi radni proces.

Teoretski dijagram Otto procesa



Tokom teoretskog procesa sagorevanje i izmena medija se dešava trenutno u mrtvim tačkama, a kompletan proces je zamišljen bez izmene toplote s okolinom, tj. adijabatskim procesom.

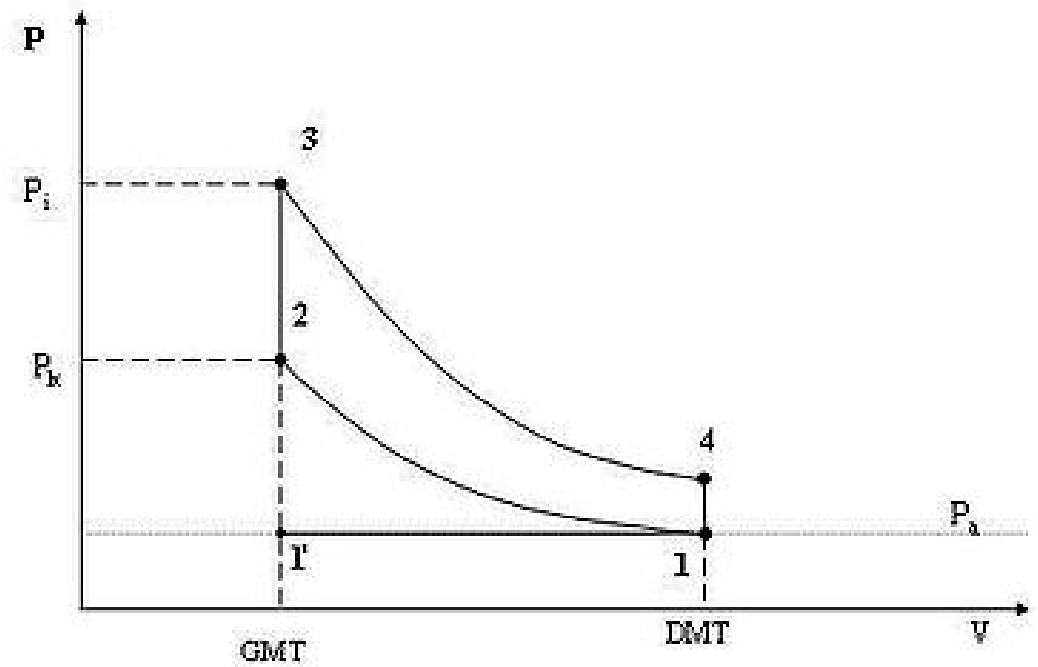
Kratak opis dijagrama

- 1 - Početak kompresije (Zapremina jednaka zapremini cilindra)
- 1-2 - Adijabatska kompresija
- 2 - Paljenje smese svećicom
- 2-3 - Sagorevanje po izohori (zapremina jednaka zapremini kompresije)
- 3 - Kraj sagorevanja, početak ekspanzije
- 3-4 - Adijabatska ekspanzija
- 4 - Kraj ekspanzije, početak izduvavanja
- 4-1 - Izduvavanje po izohori
- 1-1'-1- Izmena medija u cilindru

Faze Otto procesa:

- 1. Kompresija ($1 \rightarrow 2$)
- 2. Sagorevanje pri konstantnoj zapremini ($2 \rightarrow 3$)
- 3. Ekspanzija ($3 \rightarrow 4$)
- 4. Izduvavanje i punjenje ($4 \rightarrow 1 \rightarrow 1' \rightarrow 1$)

Ovaj proces je idealizovan i koristi se za teorijsko objašnjenje rada benzinskog motora. U stvarnim uslovima javljaju se gubici i odstupanja, ali osnovni princip ostaje isti.



Teoretski dijagram Otto procesa

PRIMENA – SAVREMENA PRIMENA

Zahvaljujući kompaktnosti, lakoći paljenja i brzom odzivu, benzinski motori su posebno pogodni za manje i srednje snage, kao i za aplikacije gde je važna mobilnost.

Benzinski motori danas imaju široku primenu i koriste se kao pogonski agregati u različitim vrstama mašina i uređaja, među kojima su:

Putnička motorna vozila

Motocikli

Manji avioni

Motorni čamci i brodovi

Mali uređaji i alati, kao što su:

- Kosilice za travu
- Motorne testere
- Prenosni elektroagregati (motor-generatori)
- Pumpne stanice i slični uređaji

TNG (TEČNI NAFTNI GAS) / LPG (LIQUEFIED PETROLEUM GAS)

Tečni naftni gas (TNG), u svetu poznatiji kao LPG (Liquefied Petroleum Gas), predstavlja smešu gasova propana (C_3H_8) i butana (C_4H_{10}). Ova smeša se skladišti pod povišenim pritiskom, zahvaljujući čemu se, iako su pri normalnim uslovima gasoviti, propan i butan nalaze u tečnom stanju.

Sastav i karakteristike:

- Udeo propana i butana u TNG-u može da varira od zemlje do zemlje, u zavisnosti od klimatskih i tržišnih uslova.
- Osim glavnih komponenata, TNG može sadržati i male količine drugih ugljovodonika, kao što su:
 - Propilen (C_3H_6)
 - Butilen (C_4H_8)
 - i druge slične jedinjenja
- Sastav TNG-a je regulisan odgovarajućim nacionalnim i međunarodnim standardima, kako bi se obezbedio kvalitet, sigurnost i kompatibilnost sa motorima i uređajima koji koriste ovo gorivo.



TNG ima široku primenu u različitim sektorima:

Kao pogonsko gorivo za motorna vozila (u tom slučaju se naziva AUTO GAS)

U industriji – kao izvor toplote i energije

U domaćinstvima – za kuvanje i grejanje (poznat i kao plin, butan, propan-butan)

U poljoprivredi – za pogon sušara, pumpi i grejnih sistema

U mnogim razvijenim zemljama TNG se koristi i u javnom prevozu, a uz poreske olakšice sve više se primenjuje i u putničkim vozilima. Italija prednjači u Evropi, sa više od 1.200.000 automobila na TNG.

Tehničke i ekološke prednosti TNG-a

Visok oktanski broj
Zbog visoke otpornosti na samopaljenje, TNG ima visok oktanski broj, što ga čini idealnim gorivom za Otto motore (benzinske motore).

Čisto sagorevanje
TNG lako obrazuje homogenu smešu sa vazduhom, što omogućava skoro potpuno sagorevanje. U produktima sagorevanja dominira vodena para (H_2O), dok su emisije ugljen-dioksida (CO_2) i čestica znatno niže u poređenju sa klasičnim gorivima.

Ekološka prednost
Motori na TNG nadmašuju čak i najmodernije dizel motore sa sistemima za naknadnu obradu izduvnih gasova kada je u pitanju kvalitet izduvnih emisija.

FIZIČKE I HEMIJSKE KARAKTERISTIKE GASA

Tečni naftni gas sastavljen je od takvih ugljovodonika koji se na temperaturi okoline i pri atmosferskom pritisku nalaze u gasovitom stanju. Osnovne komponente tečnog naftnog gasa su zasićeni (parafinski) ugljovodonici, među kojima dominiraju propan i butan.

Osnovne osobine propana i butana su sledeće:

Zahvaljujući svojim svojstvima i prednostima, LPG se sve više afirmiše kao jedno od vodećih alternativnih goriva današnjice. Masovno se koristi u domaćinstvima, industriji, kao i u automobilske industriji. Procene pokazuju da u svetu postoji više od 9.000.000 vozila koja koriste LPG kao pogonsko gorivo. Na taj način godišnje se potroši oko 16.000.000 tona ovog goriva, što čini približno 8% ukupne svetske potrošnje. Potrošnja LPG-a u automobilske industriji raste po stopi od 12 do 15% godišnje.

Zbog nižeg nivoa zagađenja u poređenju s drugim gorivima slične ogrevne moći, LPG dobija sve veću podršku različitih svetskih vlada, koje ohrabruju njegovu upotrebu u vozilima. Tako, na primer, u Italiji danas ima više od 1.000.000 automobila s pogonom na gas, a mnoge automobilske kompanije serijski proizvode vozila s kombinovanim pogonom – gas i benzin.

Razne varijante LPG-a (razni izo-butani) danas se upotrebljavaju u bocama pod pritiskom kao pogonsko sredstvo, odnosno za istiskivanje sadržaja iz posuda pod pritiskom.

Takođe, LPG predstavlja zamenu za freone (CFC, HCFC, HFC-134a) u rashladnim sistemima, u cilju smanjenja efekta staklene bašte koji je posledica upotrebe freona.

Međutim, kod LPG-a se javlja problem zapaljivosti, koji nije postojao pri upotrebi freona.

Upotreba LPG-a u domaćinstvima širom sveta je vrlo rasprostranjena. Jedan od najboljih primera je Brazil, gde gotovo sva domaćinstva imaju pristup LPG-u. Nasuprot tome, u Indiji, koja je jedan od najvećih potrošača LPG-a u domaćinstvima, samo oko 20% domaćinstava ima obezbeđen pristup ovom gorivu.

LPG se do krajnjih potrošača doprema na različite načine – gasovodima, u bocama pod pritiskom, dok se veće količine prevoze specijalizovanim brodovima namenjenim za transport LPG-a.

OSObine	PROPAN	BUTAN
Hemijski znak	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
Molekulska masa (M)	44,09 kg/Kmol	56,12 kg/Kmol
Gustina pri 0oC i 1 baru	2,02 kg/m ³	2,703 kg/m ³
Gasna konstanta (R)	188,8 J/kgK	143,2 J/kgK
Temperatura ključanja pri 1 baru (t)	-42,07 0oC	-0,5 0oC
Kritična temperatura (t)	95,7 0oC	152,8 0oC
Kritični pritisak (p)	43,6 bari	32,8 bari
Specifična težina u tečnom stanju	0,511 kg/dm ³	0,580 kg/dm ³
Specifična težina u parnom stanju	2,004 kg/Nm ³	2,703 kg/Nm ³
Niža kalorična vrednost	11070 Kcal/kg 44280 J/kg	10921 Kcal/kg 43680 J/kg
Specifična zapremina (v)	0,499 Nm ³ /kg	0,370 Nm ³ /kg
Povećanje zapremine pri prelasku tečne u parnu fazu gasa (V)	260 puta	224 puta
Temperatura paljenja u struji vazduha (t)	500oC	490oC
Maksimalna temperatura plamena pri sagorevanju u struji vazduha (t)	1925oC	1897oC
Granice zapaljivosti (eksplozivnosti) u struji vazduha (%)	2,1 – 9,5 %	1,5 – 8,5 %
Relativna specifična težina u odnosu na vazduh	1,56 puta teži od vazduha	2,09 puta teži od vazduha
Teorijska količina kiseonika i vazduha za potpuno sagorevanje 1 Nm ³ gasa	5 Nm ³	23 Nm ³

MOTORI NA CNG

Prirodni gas predstavlja jedno od najperspektivnijih alternativnih goriva. Ovim gorivom motor sa unutrašnjim sagorevanjem može se direktno napajati, a može se koristiti i za proizvodnju vodonika, koji zatim služi kao gorivo za gorivne ćelije. Gorivne ćelije proizvode električnu energiju koja pokreće elektromotor vozila.

Da bi se prirodni gas koristio u postojećim motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, vozilo mora biti odgovarajuće rekonstruisano, odnosno prilagođeno. U načelu, ove prepravke mogu se relativno jednostavno izvršiti, a performanse koje se pritom dobijaju potpuno su uporedive sa onima kod klasičnih vozila na benzin ili dizel.

Vozila koja koriste prirodni gas su ekološki znatno povoljnija, dok im je cena nešto viša u odnosu na vozila sa konvencionalnim pogonom. Takođe, tvrdi se da upotreba prirodnog gasa zahteva manje održavanje motora i omogućava duži radni vek.



Scania OC09102 / 340 HP / CNG GAS MOTOR

Prirodni gas se kao gorivo za motore sa unutrašnjim sagorevanjem može koristiti na vozilu u dva oblika – kao sabijeni, odnosno komprimovani prirodni gas (KPG) ili u tečnom stanju (TPG).

U prvom slučaju, prirodni gas se skladišti u rezervoarima pod visokim pritiscima, reda veličine 300 bara i više. U drugom slučaju, gas mora biti rashlađen na izuzetno niske temperature, oko – 270 °C, kako bi prešao u tečno stanje.

Zbog brojnih tehničkih prednosti, prirodni gas se u vozilima gotovo isključivo koristi u komprimovanom stanju, dok se u tečnom stanju koristi veoma retko.

Što se tiče samog motora, primena prirodnog gasa ne predstavlja značajan tehnički izazov.

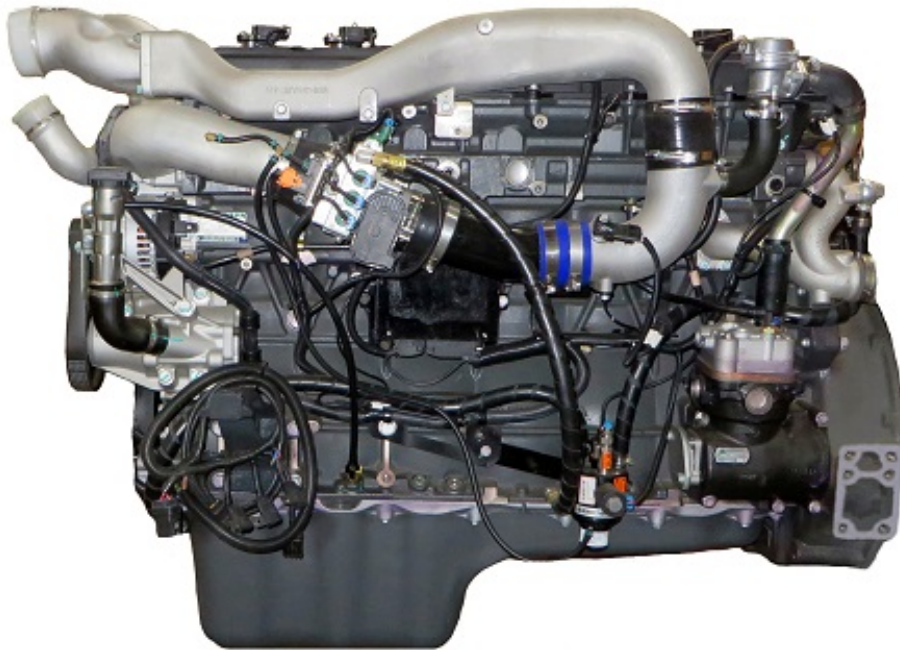
Postojeći benzinski motori mogu da rade na prirodni gas bez potrebe za većim rekonstrukcijama – dovoljno je ugraditi mešač gasa u usisnu granu motora. Ovim rešenjem omogućava se da vozilo, uz jednostavan preklopnik na komandnoj tabli, koristi ili benzin ili prirodni gas, odnosno da funkcioniše kao tzv. „dvogorivni motor“, slično kao kod konverzije na tečni naftni gas (TNG).

U slučaju dizel motora, situacija je nešto složenija. Adaptacija može podrazumevati da se motor delimično napaja dizel gorivom, a delimično prirodnim gasom – u određenom odnosu mešavine, čime se takođe dobija „dvogorivni motor“. Ipak, bolje rešenje jeste da se dizel motor u potpunosti rekonstruiše kako bi radio isključivo na prirodni gas. Takvi motori nazivaju se „namenski“ (engl. *dedicated*) gasni motori.

Pored izmena na motoru i njegovoj opremi, za korišćenje prirodnog gasa neophodne su i određene prepravke na samom vozilu, prvenstveno radi ugradnje rezervoara za sabijeni gas. Upotreba gasa u utečnjenom stanju smatra se znatno nepovoljnijom opcijom.

Rezervoari za sabijeni prirodni gas imaju relativno veliku zapreminu i masu, što u načelu može negativno uticati na dinamičke i druge performanse vozila. Ipak, pažljivim tehničkim rešenjima i konstrukcijom, ovi problemi mogu biti uspešno prevaziđeni.

PRIMENA



CNG Motor

Primena prirodnog gasa za pogon motornih vozila poslednjih godina doživljava značajnu ekspanziju širom sveta, kao odgovor na rastuće ekološke izazove i potrebu za održivijim izvorima energije. Prema procenama, još pre desetak godina na svetskim putevima bilo je više od milion vozila koja koriste prirodni gas kao gorivo. Najčešće se njegova upotreba započinje kod gradskih autobusa, zbog velike potrošnje goriva i čestog kretanja u urbanim sredinama, ali je sve veći broj i putničkih, posebno taksi vozila, kao i vozila za komunalne službe i unutrašnji transport, koja se uspešno konvertuju na ovaj oblik pogona.

O aktuelnosti i strateškom značaju konverzije vozila na prirodni gas svedoči i činjenica da je još 1998. godine Evropska komisija pokrenula razvojni projekat NGVEurope. Cilj ovog projekta bio je višestruk: razvoj i usavršavanje vozila na prirodni gas, izgradnja mreže kompresorskih stanica, kao i promocija i detaljno ispitivanje tehničkih i ekoloških karakteristika vozila na prirodni gas, sa posebnim akcentom na smanjenje emisije štetnih izduvnih gasova.

Osim što značajno doprinosi očuvanju životne sredine, upotreba prirodnog gasa donosi i ekonomske prednosti – niže cene goriva, duži vek trajanja motora i manji troškovi održavanja. Takođe, korišćenje prirodnog gasa kao alternativnog goriva pomaže u smanjenju energetske zavisnosti od nafte, čime se povećava energetska sigurnost države.

Zahvaljujući razvoju tehnologije, današnja vozila na prirodni gas sve više odgovaraju zahtevima savremenog saobraćaja, nudeći istovremeno pouzdanost, efikasnost i ekološku prihvatljivost. Upravo zato, očekuje se da će ovaj trend nastaviti da raste i u budućnosti, kao deo šire globalne tranzicije ka održivom i čistom transportu.

ŠTA ČINI DIZEL MOTORE EFIKASNIJIM OD BENZINSKIH?

- Dizel motori, prema brojnim proračunima, efikasniji su od benzinskih motora – prema nekim procenama za 40-45%. Jednostavno rečeno, to znači da dizel motori omogućavaju prelazak znatno većih razdaljina za istu količinu goriva. Ovaj veći stepen efikasnosti može se objasniti kroz nekoliko ključnih faktora.
- Prvo, dizel motori rade na višim temperaturama, što rezultira većim stepenom iskorišćenja energije. Osnovna teorija o efikasnosti motora, poznata kao Carnot-ovo pravilo, objašnjava da efikasnost motora zavisi od temperaturne razlike između visokih i niskih temperatura na kojima motor funkcioniše. Kod dizel motora, ova temperaturna razlika je mnogo veća, što doprinosi njihovoj većoj efikasnosti u odnosu na benzinske motore.
- Drugi razlog efikasnosti dizel motora leži u izostanku sistema za paljenje uz pomoć svećice, što čini njihov sklop jednostavnijim. Ovaj jednostavan dizajn omogućava da vazduh bude komprimovan na mnogo većem nivou nego kod benzinskih motora. Kao rezultat, gorivo postaje mnogo toplije, što dovodi do oslobađanja veće količine energije. Ovaj proces dodatno doprinosi većoj efikasnosti dizel motora.
- Pored ovoga, dizel motori se odlikuju i većim stepenom kompresije, što je ključni faktor u njihovoj većoj efikasnosti u odnosu na benzinske motore.

- Kod benzinskog motora koji ne radi punim kapacitetom, potrebno je više pogonskog goriva da bi motor nastavio da radi. Suprotno tome, dizel motori nemaju ovaj problem, što znači da im je potrebno manje goriva kada rade na manjem broju obrtaja, što dodatno doprinosi njihovoj efikasnosti.
- Još jedan značajan faktor koji utiče na efikasnost dizel motora jeste činjenica da dizel gorivo sadrži više energije po litru od benzina. Gradivni molekuli dizel goriva obezbeđuju veću količinu energije, zbog čega dizel gorivo ima veću gustinu u poređenju sa benzinom. Ovaj faktor čini dizel motore efikasnijim, jer za istu količinu goriva motori mogu proizvesti više energije.

DIZEL MOTOR



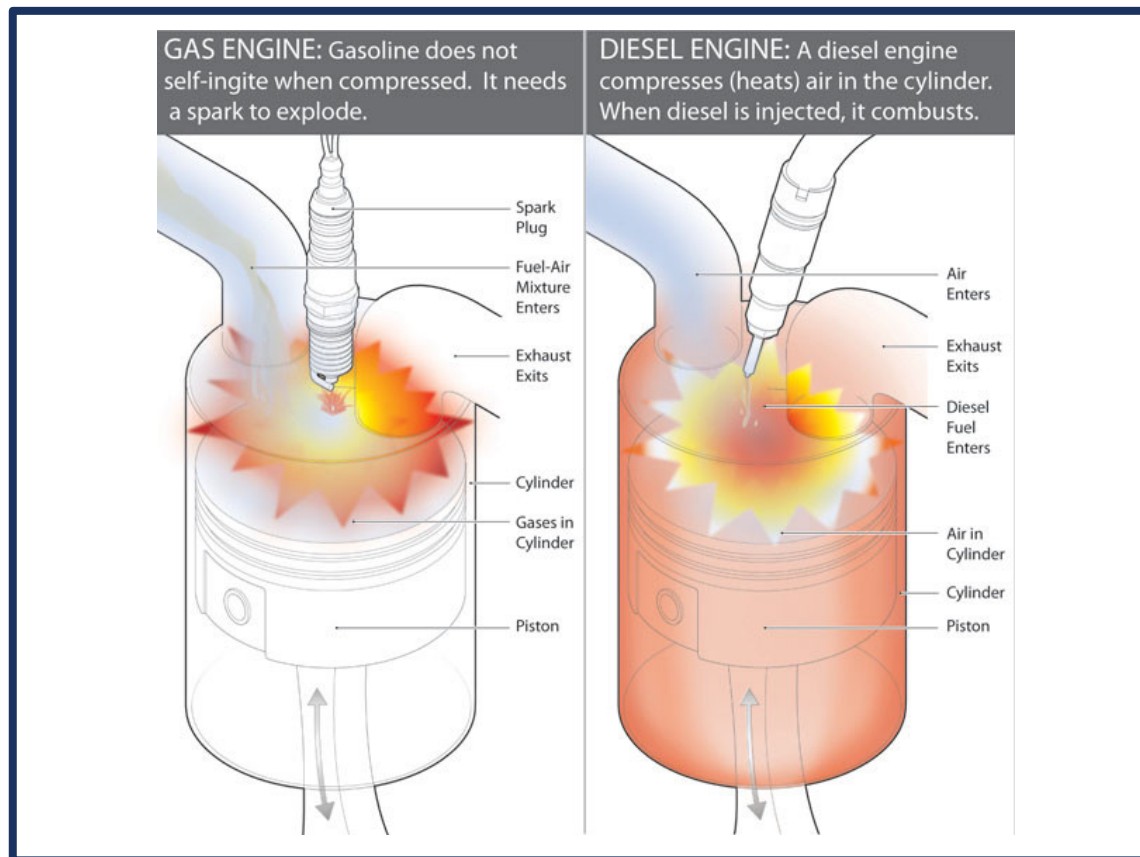
BENZINSKI MOTOR



KAKO SE DIZEL GORIVO RAZLIKUJE?

Dizel i benzin su goriva koja se značajno razlikuju po sastavu, svojstvima i načinu upotrebe. Sigurno ste bar jednom čuli šta se može dogoditi kada se u rezervoar vozila sipa pogrešno pogonsko gorivo – posledice mogu biti ozbiljne, jer motori nisu konstruisani da podnose oba tipa goriva.

U suštini, dizel gorivo je lošije rafinisano, tj. reč je o manje prerađenom derivatu nafte koji se dobija iz težih ugljovodonika – molekula izgrađenih od većeg broja atoma ugljenika i vodonika. Upravo zbog te strukture, dizel gorivo ima veću gustinu i sadržaj energije po litru. Takođe, zbog svoje jednostavne građe, dizel motori bez savremenih sistema ubrizgavanja goriva teoretski mogu da rade na gotovo bilo kom ugljovodoničnom gorivu. Ovo je i jedan od razloga zbog kojih je biodizel – gorivo proizvedeno od otpadnog biljnog ulja – postao popularna alternativa. Zanimljivo je da je Rudolf Dizel, pronalazač dizel motora, u ranim fazama razvoja uspeo da motor pokrene pomoću ulja od kikirikija, a njegova prvobitna ideja bila je da motor služi čoveku tako što će ga osloboditi zavisnosti od fosilnih goriva poput nafte, uglja i benzina.





**HVALA NA
PAŽNJI!**