

ULJA ZA GASNE MOTORE

mr Mile Stojilković, *NIS Rafinerija nafte Novi Sad, 21000 Novi Sad, Put Šajkaškog odreda 4,*
e-mail: miles@ptt.yu

UVOD

Poslednjih godina se sve više koriste tečni naftni i prirodni gas kao goriva za motore sa unutrašnjim sagorevanjem. Procenjuje se da će u narednih 15 do 20 godina oko 30% električne energije biti proizvedeno iz prirodnog gasa. Treba naglasiti da se gas kao pogonsko gorivo ne koristi samo zbog ekonomskih razloga, već i ekoloških. Pored već prihvaćenog tečnog naftnog gasa (TNG ili LPG) kao goriva za benzinske motore, eksperimentiše se i sa prirodnim gasom (PG ili NG).

Sve rasprostranjenija upotreba gasnih motora je ubrzala kako komercijalne tako i tehničke zahteve koji se postavljaju uljima za gasne motore. Da bi obezbedili nesmetan rad svojih motora, proizvođači gasnih motora diktiraju minimalne zahteve u domenu karakteristika istih. Međutim, i korisnici motora takođe zahtevaju karakteristike performanse iznad onih minimalnih kako bi im iste omogućile isplativ rad motora. Zahtevi proizvođača motora su obavezujući, što uslovljava razvoj novih tipova i kvalitetnih nivoa ulja za gasne motore.

GASOVITA GORIVA

Tečni naftni gas (TNG, LPG ili autogas)

Tečni naftni gas (LPG – Luquefied Petroleum Gas) je po pravilu smeša propana (C_3H_8) i butana (C_4H_{10}). Dobija se u toku rafinerijske prerade nafte (3 – 5%). Na normalnim uslovima su u gasnoj fazi, ali pod relativno niskim pritiscima prelaze u tečnu fazu, po čemu dobili naziv. Za njegovu upotrebu u svojstvu motornog goriva za benzinske motore, već postoje dobra iskustva. Ne koristi se kod dizel motora. Prirodni gas se razmatra kao gorivo za gasne motore pod kojim se podrazumevaju prepravke dizel varijanti motora na prirodni gas. Izduvni gasovi, prilikom korišćenja LPG, sadrže manje štetnih materija nego u slučaju upotrebe benzina. Sagorevanje je potpuno, vožnja ekonomičnija, zagađenje manje i vek upotrebe motornog ulja duži. Skladišti se u tečnom stanju u specijalnim rezervoarima i pod pritiskom. U rezervoaru vozila je u tečnom stanju. Nedostaci su skladištenje, distribucija, manja bezbednost u saobraćaju, problematičan hladni start, a kod starijih pohabanih motora gasovi prolaze u karter i razređuju motorno ulje.

Za podmazivanje motora koji koriste LPG kao gorivo, preporučuju se motorna ulja sa sadržajem sulfatnog pepela do 1%. Inače postoji opasnost od stvaranje većih količina sulfata na čelu klipa koji se užare i mogu izazvati prerano paljenje. Ove prepreke proizvođača motora treba svakako poštovati.

Komprimovani prirodni gas (CNG)

Komprimovani Prirodni Gas (CNG – Compressed Natural Gas – Komprimovani Prirodni Gas) odavno se koristi kao gorivo za industriju i kao sirovina za petrohemiju. U novije vreme vrše se ozbiljni eksperimenti i za pogon motora SUS iz više razloga: postoje rezerve veće od rezervi nafte, emisija azotnih oksida, sumpornih jedinjenja i ugljenmonoksida u izduvnom gasu daleko je niža u poređenju sa tečnim naftnim gorivima. Problem predstavljaju, za sada, rezervoari velikih zapremina, koji treba da izdrže pritiske i do 200 bara, a pored toga vozilo mora posle 200 do 300 pređenih kilometara na novo punjenje. Pored toga, veliki problem predstavlja visoka cena rekonstrukcije putničkog vozila na prirodni gas.

Komprimovani prirodni gas (CNG) sastoji se skoro isključivo od metana – CH_4 . Pošto je udeo vodonika u molekulu relativno visok i drugih primesa nema, u izduvnom gasu ima vrlo malo štetnih materija. Mogao bi se koristiti u tečnom stanju, kao LNG -Luquefied Natural Gas, na vrlo niskoj temperaturi od $-162^{\circ}C$, ali treba obezbediti dobru termičku izolaciju. Međutim, prirodni gas se posmatra kao vrlo

kvalitetna sirovina za kvalitetno motorno gorivo, pa se može očekivati veća primena narednom periodu. Veliki proizvođači motora već najavljuju nove modele na prirodni gas.

ULJA ZA PODMAZIVANJE GASNIH MOTORA

Veliki industrijski gasni motori, koji se koriste u industriji, rade pod velikim opterećenjem pri visokim temperaturama. Tako teški i nepovoljni uslovi zahtevaju i specifičnosti u kvalitetu motornih ulja za gasne motore. Konačno mišljenje o kvalitetu ulja za gasne motore za podmazivanje velikih gasnih motora, odnosno dobijanja atesta o prihvatljivosti motornog ulja, donosi se tek nakon eksploatacionih ispitivanja u trajanju od 4 000 do 10 000 sati.

Dizel gorivo pri sagorevanju u cilindrima motora stvara više nečistoća od gasa, ali to ne znači da se pri izboru aditiva za namešavanje ulja za gasne motore može poklanjati manja pažnja.

ZAHTEVI PROIZVOĐAČA MOTORA

Kontrolisanje naslaga

Intenzivni razvoj gasnih motora postavlja sve veće zahteve po pitanju kvaliteta ulja za podmazivanje gasnih motora. Jedan od najvažnijih zahteva je ograničenje sadržaja sulfatnog pepela. U toku rada motora sulfatni pepeo formira naslage u cilindru, na klipovima i glavi motora. Naslage sprečavaju prenos toplote i dovode do porasta temperature. Kada temperatura pređe kritičnu granicu, naslage deluju kao «vruće tačke» koje uzrokuju prevremeno paljenje, što inicira lupanje u motoru. Posledice ove pojave su: gubitak snage motora, povećano habanje, uništene svećice, oštećeni ili uništeni ventili, klipovi i cilindar.

Preduslov za trajan i nesmetan rad gasnih motora je zahtev da se na klipovima motora ne stvara talog koji bi uzrokovao prerano paljenje gorive smeše i lupanje motora. Glavni uzrok nastajanja taloga potiče iz aditiva koji sadrže sumpor. Zbog toga proizvođači gasnih motora postavljaju stroge zahteve na sadržaj sulfatnog pepela u motornom ulju.

Proizvođači gasnih motora tačno određuju i navode dozvoljeni sadržaj sulfatnog pepela u ulju koje odgovara modelu gasnog motora:

do 0,1% pepela	«bez pepela»
do 0,5% pepela	sa «niskim sadržajem pepela»
do 1,0% pepela	sa «srednjim sadržajem pepela»
više od 1,0% pepela	sa «visokim sadržajem pepela»

Otpornost na oksidaciju i nitraciju

Osnovni razlog degradacije motornih ulja za gasne motore je oksidacija pri visokim radnim temperaturama. Radna temperatura kod gasnih motora je viša u odnosu na radne temperature motora koji sagorevaju dizel gorivo ili benzin. Zbog toga se kod aditiviranja motornih ulja za gasne motore posebna pažnja mora posvetiti antioksidacionim aditivima, koji imaju zadatak da poboljšaju oksidacione karakteristike ulja.

Ulja za gasne motore treba da neutrališu kiselinske nusproizvode oksidacije i nitracije do kojih dolazi prilikom sagorevanja gasa i ulja u motoru. Efekti se mogu videti na parametrima maziva kao što su viskozitet, porast totalnog kiselinskog broja, pad baznog broja, infra crvena (spektroskopska) analiza upotrebljenog ulja, kao i na parametrima motora kao što su stepen čistoće motora i korozija ležaja.

Kontrolisanje korozije

Posebna pažnja mora se posvetiti antikorozivnoj zaštiti motornog ulja za gasne motore. Produkti oksidacije su korozivni, a mogu usloviti i stvaranje čvrstih i abrazivnih čestica što zahteva poboljšane

deterdžentske i disperzantske karakteristike ulja za gasne motore. Ovo je od naročite važnosti kada je gas posebno korozivan i kada su motori montirani sa ležajima koji su osetljivi na koroziju.

Glavni sastojak sistema aditiva, jeste sistem deterdženta, budući da je on taj koji obezbeđuje tražene karakteristike performanse. Deterdženti se razlikuju u svojim karakteristikama performanse u zavisnosti od sastava njihovog površinski aktivnog sredstva. Tradicionalna hemija fenolat deterdženta je odlična kada je izložena visokim temperaturama na kratke vremenske periode. Ali je veoma ograničena što se tiče veka trajanja i učinka na umerenim temperaturama i pri dužem radu gasnih motora. Ovaj problem se može prevazići dodavanjem dodatnog antioksidanta, ali, s obzirom na njihov relativno kratak vek trajanja, to nije efikasno rešenje za sistem koji treba da radi 4000 sati. Deterdženti sa solima salicilne kiseline kontrolišu oksidaciju u gasnim motorima na duži vremenski period, a pokazalo se da je i vek trajanja ulja duži. Deterdženti se po svojim karakteristikama učinka razlikuju u zavisnosti od sastava površinski aktivnog sredstva.

Tehnologija deterdženata (vrsta površinski aktivnog sredstva)	Sulfonat	Fenolat	So salicilne kiseline
Upotreba u uljima gasnih motora	Nije poželjna	Srž tradicionalnih ulja za gasne motore	Najbolje za najnovija ulja za gasne motore
Kontrola naslaga/taloga (stepen čistoće motora)	Srednja	Dobra	Dobra
Kontrola oksidacije (dugotrajno, visoka temperatura)	Slaba	Srednja	Odlična
Stanja tankog filma - sloja (kratkotrajno, veoma visoka temperatura)	Slaba	Odlična	Srednja
Neutralizacija kiseline (kontrola korozije)	Dobra	Slaba (potrebno je sredstvo koje sprečava koroziju)	Dobra

Sistem baznog ulja

Ulja za gasne motore se proizvode korišćenjem konvencionalnih (Grupa I) mineralnih baznih ulja. Nije bilo značajnog prodora sintetičkih (Grupa IV) baznih ulja na tržištu zbog toga što su preskupa. Tehnolozi su pokušali da iz maziva eliminišu jaka viskozna cilindrična ulja svetle boje, budući da ta ulja imaju ograničenu otpornost na oksidaciju.

U poslednje vreme, tehnolozi su bili u mogućnosti da biraju alternativna bazna ulja kao što su ona iz Grupe II (hidrirano mineralno ulje) i Grupe III (bazno ulje sa visokim indeksom viskoziteta). Ova bazna ulja, u poređenju sa baznim uljima iz Grupe I, nude odlične prednosti zahvaljujući svojoj poboljšanoj otpornosti na nitraciju i oksidaciju. Međutim, procena performansi ovih baznih ulja ukazuje na to da se ona moraju pridruživati pažljivo balansiranom sistemu aditiva, ukoliko se želi postići efekat poboljšanja. Optimalna formula podrazumeva kombinovanje najefikasnije tehnologije deterdženta sa solima salicilne kiseline i bazno ulje iz Grupe II.

Tabela 3: Podela baznih ulja prema API klasifikaciji

Kategorija baznih ulja	Ideks viskoznosti (IV)	Udeo zasićenih ugljovodonika	Sumpor, %
Grupa I	80 – 120	< 90 %	> 0,03
Grupa II	80 – 120	≥ 90 %	≤ 0,03
Grupa III	≥120	≥ 90 %	≤ 0,03
Grupa IV	PAO-Polialfaolefini (IV≥130)	100 %	0
Grupa V	Sva ostala bazna ulja koja nisu uključena u I,II,III ili IV grupu		

Karakteristike ulja za gasne motore motornih vozila su propisane od strane proizvođača motora svojim proizvođačkim specifikacijama kao što su: MB 226.9 ili MAN 3271. U tabeli 1 prikazani su zahtevi specifikacije MB 226.9, a u tabeli 2 zahtevi proizvođača stacionarnih gasnih motora.

Motorna ulja za podmazivanje modernih gasnih četvorotaktnih i dvotaktnih motora koji kao gorivo koriste **LPG (tečni naftni gas)** treba da zadovolji sledeće specifikacije: MAN M 3271; MB 226.9; ACEA E3/B3/A3; API CF/CD/ CF-2/CD II.

Tabela 1: Specifikacija MB 226.9 za gasne motore

Karakteristika	Vrednost	Metoda ispitivanja
Viskozna SAE gradacija	Kao za standardna motorna ulja	
Sulfatni pepeo	≤ 1,0%	ASTM D874 ili DIN 51575
Tačka stinjanja	≤ - 27 ⁰ C	ISO 3016
Isparljivost	≤ 13,0%	Noack
HTHS viskoznost	≥ 3,5 mPas	CEC L-36-A-97
Habanje bregastog vratila	≤ 5,0 μm	M 111
Mulj u motoru	≥ RL 140 +2σ	CEC L-53-T-95

Specijalna motorna ulja s povećanom alkalnošću za podmazivanje svih vrsta gasnih motora koji koriste **prirodni gas** treba da zadovolji sledeće specifikacije: API CD; Yanmar; Jenbacher; MWM Deutz Group E Nigata

Tabela 2: Zahtevi proizvođača stacionarnih gasnih motora

Tip motora	Sadržaj pepela (% wt)	Viskozna gradacija	Ostali zahtevi
Caterpillar	0,4 do 0,6	SAE 30/40; SAE 15W-40	
Cooper-Cameron Ajax	< 0,1	SAE 30/15W-40	Bez cinka
Cooper-Bessemer			
2-taktni	< 0,6	SAE 40	Bez bright stock-a
4-taktni (< 175 BMEP)	0,4	SAE 40	API CC ili MIL-L-2041 B
4-taktni (> 175 BMEP)	0,4	SAE 40	API CD ili MIL-L-2041 B
Cooper-Enterprise	0,5 max	SAE 30/40	API CC
Superior	0,5 do 1,0	SAE 40	
Dresser Industries			
Clark	0,4 (0,1)	SAE 30/40	
Dresser-Rand	0,5 max	SAE 30/40	
Waukesha VGF	0,7 do 1,2	SAE 30/40	API CC ili CD
Svi ostali	0,35 do 0,5	SAE 30/40	API CC ili CD

NOVI TRENDОВI

Od ulja za gasne motore očekuje se više od pukog neometanog rada motora. Skorašnja poboljšanja izdržljivosti komponenata motora znače da je često vek trajanja ulja glavni razlog zaustavljanja rada kako bi se obavili radovi na održavanju van planiranih remonta. Tražena karakteristika maziva jeste mogućnost dostizanja veoma dugih vremenskih razmaka zamene ulja (4 000 sati) kod svakog modela motora. Kao i svako motorno ulje, ulje za gasne motore jeste kombinacija aditiva i sistema baznih ulja, a s obzirom na

važnost procene učinka kod kontrolisanja oksidacije/nitracije ulja gasnih motora, odgovarajući izbor kako aditiva tako i baznih ulja je od ključne važnosti.

U naporima da se poveća opterećenje motora, kao i mehanička efikasnost, došlo je do određenih unapređenja tehnologije gasnih motora. Jedno od glavnih poboljšanja jeste povećana upotreba elektronike za bolju kontrolu sagorevanja, u kombinaciji sa radom sa "dvojakim gorivom" – što podrazumeva paljenje uz pomoć dizel goriva, pre nego uz pomoć svećice. Do sada ova napredna rešenja nisu dovela do izmene u zahtevima proizvođača što se maziva tiče. Međutim, biće potrebno da naredne izmene potpomognu kontrolu emisija, naslaga izduvnih gasova i lupanje.

Ovi podaci konstruktorima pružaju informacije koje su im potrebne da bi konstruisali nove gasne motore, a kao instrukcije ih dobijaju i krajnji korisnici koji rade sa motorima, kako bi im isti ukazali na intervale zamene ulja. Uputstva se oslanjaju na neprekidno praćenje stanja maziva uz pomoć analize upotrebljenog ulja.