

## **Nove generacije dizelskih goriva sadržavat će aditive**

Još prije desetak godina u vožnji osobnih automobila osjećala se velika razlika u radu motora, ovisno o tome da li je u vozilo ugrađen benzinski ili dizelov motor. Benzinski su motori bili lakši, tiši i imali su bolje ubrzanje, a bili su i jednostavniji. Dizelovi motori bili su skuplji, tehnološki složeniji s obzirom na sustav ubrizgavanja, ali ekonomičniji u eksploataciji zbog manje potrošnje i niže cijene dizelskog goriva. Danas su te razlike gotovo zanemarive te se sve više dizelovih agregata ugrađuje u suvremene putničke automobile. Iz ispušnih cijevi dizelovih motora više ne izlazi plavičasti ili čak crni dim, a iz benzinskih otrovni olovni spojevi.

Kako bi udovoljili ekološkim uvjetima i standardima, dizelovi su motori morali doživjeti mnoga tehnološka poboljšanja. Prvenstveno se radi o uvađanju sustava za ubrizgavanje dizelskog goriva pod znatno višim tlakom kroz mnogo uže sapnice. To je omogućilo bolje raspršivanje i brže izgaranje goriva, ali i više temperature u cilindrima te, nažalost, i više taloga nastalih izgaranjem goriva. Da se ukloni taj nedostatak, moraju se u dizelska goriva u rafinerijama dodavati specifični i jako učinkoviti aditivi.

Drugi, možda jednako tako značajan napredak u izgradnji dizelovih motora je ugradnja sustava za obradu ispušnih plinova. Pri tome mislimo na filtre za hvatanje čestica DPF (Diesel Particulate Filters) i sustav za smanjenje i uklanjanje dušikovih oksida poznatih pod nazivom  $\text{NO}_x$ . Današnje nacionalne i međunarodne specifikacije i ograničenja u svezi izgorjelih čestica, limitiraju uglavnom njihovu količinu u ispušnim plinovima. Buduće specifikacije će ograničavati ne samo količinu, nego i veličinu čestica koja najvjerojatnije neće smjeti biti veća od jednog mikrona. Međutim, pri filtraciji ispušnih plinova u filterima za hvatanje čestica DPF zaostajat će veća količina čađe koju treba ukloniti kako ne bi došlo do zastoja prolaza ispušnih plinova i veće potrošnje goriva potrebne za svladavanje otpora. Pri tome proizvođačima dizelovih motora stoje na raspolaganju dvije opcije: jedna je katalitičko filtriranje uz korištenje dušikovih oksida  $\text{NO}_x$ , a druga je filtracija bez katalizatora, ali s korištenjem kisika potrebnog za izgaranje čađe. Gorivo će također morati biti poboljšano. Ne samo što će se smanjiti dopušteni sadržaj sumpornih spojeva, već će se morati imati i znatno poboljšana detergentna svojstva, što će se postići dodavanjem odabranih aditiva. Kao što se danas ne može niti zamisliti motorno ulje bez raznih aditiva, tako će biti već u skoroj budućnosti na tržištu i aditivima legirana kvalitetna dizelska goriva, kakva zahtijevaju suvremeni tehnološki dotjerani dizelovi motori.

## **Sinteza kompleksnih estera kao zamjene za bazna ulja**

Zbog niza svojih prednosti sintetička ulja zamjenjuju klasična bazna ulja mineralne osnove, posebno u specifičnim uvjetima primjene. Najčešće su to kompleksni ili poliolni esteri. Njihov osnovni nedostatak i smetnja da se ne koriste u većoj mjeri jest

visoka cijena osnovnih sirovina, skupa i složena tehnologija dobivanja uvjetovana visokim temperaturama reakcije, kao i tehnološkim poteškoćama kod pročišćavanja dobivenih estera kao finalnog proizvoda. Odabir specifičnih i učinkovitih katalizatora može barem djelomično ublažiti neke od takvih problema, prvenstveno smanjiti potrebnu temperaturu reakcija esterifikacije. Kao katalizatori danas se koristi često fosforna kiselina, kao i neke njezine soli. U Japanu se ispituju tetraalkil titanat i tetrabutil titanat kao katalizatori. Sintetički esteri koji bi trebali biti zamjena mineralnom ulju dobivaju se poliesterifikacijom adipinske ili sebacinske kiseline s polietilen glikolom i naknadnom reakcijom s 2-etilheksanolom. Bilo je pokušaja da se slični spojevi dobiju i sintezom pentaeritrolnih estera monokarboksilnih kiselina. U svim tim sintezama koriste se slični katalizatori koji smanjuju potrebnu temperaturu reakcije. Zbog razumljivih razloga se tako dobivena sintetička ulja ispituju, kada se koriste kao bazna ulja za namješavanje motornih, hidrauličkih, industrijskih ili drugih ulja uglavnom po istim metodama i postupcima koji su propisani i ISO standardima (International Standards Organisation). Pored kiselinskog broja, plamišta i krutišta, kinematičke viskoznosti i indeksa viskoznosti, posebna se pažnja pridaje ispitivanju antitrošećih svojstava i ponašanju ovih ulja u uvjetima ekstremno visokih pritisaka. U svim tim ispitivanjima su sintetička bazna ulja dala odlične rezultate koji su potvrđeni i u primjenskim ispitivanjima u laboratoriju i na cestovnim ispitivanjima. Bez obzira na dobivene rezultate i na neupitne prednosti u pojedinim segmentima ispitivanjima pred klasičnim baznim uljima dobivenim uobičajenim rafinerijskim tehnološkim postupcima, njihova veća primjena još će dugo biti opterećena visokom cijenom osnovnih sirovina i visokom cijenom prerade na proizvodnim postrojenjima, posebno zbog potrebnih visokih temperatura reakcije i skupih katalizatora.

## Kalcijevi sulfonati-aditivi u uporabi više od 60 godina

Detergenti-disperzanti su najduže i najviše korišteni aditivi u proizvodnji motornih ulja. U tu se svrhu najviše koriste alkil sulfonati, prekobazični alkil sulfonati i polibutenil sukcinamidi. Njihova osnovna uloga je da sitne čestice izgaranja koje s ispušnim plinovima dolaze u ulje održe u dispergiranom stanju i da ne dopuste njihovo taloženje na vitalnim dijelovima motora. Druga važna njihova uloga je da zaštite motorne dijelove od korozije djelovanjem kiselih spojeva nastalih izgaranjem goriva. Bazičnim kalcijevim sulfonatima smatramo homogene smjese dobivene disperzijom kalcijevog karbonata u neutralnom kalcijevom sulfonatu. Prah kalcijevog karbonata mora se sastojati od čestica manjih od 60 Å. Stupanj bazičnosti takvih aditiva ovisi o količini dispergirano kalcijevog karbonata. Općenito se smatra da ukoliko je nazočno oko 2 % kalcijevog karbonata, imamo lagano alkalne ili lagano bazične kalcijeve sulfonate. Ukoliko ima u aditivu oko 20 % kalcijevog karbonata, govorimo o alkalnim ili baznim sulfonatima. Ako je taj sadržaj 39 % ili čak i više, radi se o prealkalnom prekobaznom kalcijevom sulfonatu (overbased calcium sulfonate). Najvažniji parametar kojim se određuje prekobazni detergent je njihov ukupni bazni broj TBN (Total Base Number). Taj je broj definiran kao količina kalcijevog hidroksida

(KOH) potrebnog za neutralizaciju jednog grama ispitivanog ulja. Uobičajena motorna ulja za automobilske motore imaju ukupni bazni broj TBN obično oko 2, tj. 2 mg KOH/g. Za podmazivanje velikih sporohodnih dizelovih motora koji se koriste u pomorstvu ili u termoenerganama koriste se motorna ulja s ukupnim baznim brojem 10 ili više, jer se za takve motore upotrebljava gorivo s većim sadržajem sumpora koji izgaranjem stvara i veće količine sumpornih oksida i kiselina koje treba neutralizirati. Visokoalkalni sulfonati se danas dobivaju reakcijama karbonacije. Pod tim se pojmom smatra proizvodnja kalcijevog karbonata u finom prahu dobivenom otapanjem neutralnog kalcijevog sulfonata ili sulfonske kiseline u ugljikovodicima male viskoznosti, npr. u rafiniranom vretenskom ulju.

Bez obzira što su ovi aditivi u uporabi kod namješavanja motornih ulja već više od 60 godina, njihova je uloga i značaj još uvijek nezamjenjiv, poglavito zbog učinkovitosti, cijene proizvodnje i jeftine tehnologije dobivanja i osnovnih sirovina. Mijenjaju se samo tipovi aditiva koji se zbog drugih razloga dodaju u motorna ulja i njihovo sinergijsko djelovanje s prekobazičnim kalcijevim sulfonatima.

## **Jumbo 17500 kilometara bez spuštanja**

Borba za prestiž, smanjenje troškova i konkurentnosti između vodećih proizvođača putničkih zrakoplova, uvjetuje i mnogobrojna poboljšanja zrakoplovnih motora i zrakoplova u cjelini. Prije nekoliko mjeseci je u Francuskoj predstavljen javnosti superzrakoplov Airbus A 380 u kojeg se može smjestiti čak 840 putnika.

Sada je američka kompanija Boeing najavila proizvodnju zrakoplova koji može, bez spuštanja na zemlju i uzimanja goriva, prevaliti 17446 km. To je za sada najveća udaljenost koju bez dodatnog uzimanja goriva može preletjeti komercijalni zrakoplov. Zrakoplovi izgrađeni u Everettu pokraj Seattlea u SAD-u mogu bez zaustavljanja letjeti, primjerice, od New Yorka do Jakarte, od Los Angelesa do Johannesburga ili od Londona do Sydneya u Australiji. Drugim riječima, novi Boeingov zrakoplov 777-200 LR moći će bez zaustavljanja spojiti bilo koja dva grada na svijetu. Boeing 777-200 LR pokreću dva snažna motora General electric tipa GE 90-115 B za koje tvrde stručnjaci General electrica da su do sada najsnažniji ikad izgrađeni zrakoplovni motori za komercijalnu namjenu. U tom tipu superzrakoplova ima 300 sjedećih mjesta. Glavna prednost ovog Boeingovog zrakoplova je ušteda. Tvrdi se da će se komercijalnom eksploatacijom ovih zrakoplova postići ušteda na troškovima leta između 15 i 18 %.

Airbus A 380 i Boeing 777-200 LR su broj jedan, prvi po broju sjedećih mjesta, a drugi po udaljenosti preleta bez uzimanja goriva. Obje su kompanije u razvoj svojih zrakoplova uložile ogromna financijska sredstva i primijenile najsuvremenije tehnologije i materijale. Posebna je pozornost posvećena sigurnosti leta i zaštiti okoliša, prvenstveno zaštiti od buke pri polijetanju i slijetanju. To je posebno važno u mnogim gradovima čije se zračne luke nalaze u blizini naselja. Pojavom ovog najnovijeg Boeinga u komercijalnoj primjeni morat će svoje mogućnosti prilagoditi i

kompanije koje opskrbljuju gorivom ove zrakoplove u zračnim lukama, jer u takve zrakoplove treba uliti po više desetaka tona mlaznog goriva. Pojava Airbusa i Boeingovih superzrakoplova upućuju na razmišljanje koje će sve tehnologije u budućnosti morati primjenjivati da bi se nadišle tehničke mogućnosti ovih, može se slobodno reći, revolucionarnih zrakoplova i rješenja.

## **Metalna guma elektrovodljivi elastomer**

Metalna guma je suvremeni materijal proizveden specifičnom tehnologijom koji ima karakteristike svojstvene elastomerima i metalima. Gumu smatramo polimernim materijalom sa elastomernim svojstvima. Takvi se materijali mogu rastegnuti na više puta veću dužinu od početne, s time da se vrte na prethodnu veličinu bez ikakvih strukturnih promjena u materijalu. Najpoznatiji elastomeri danas su kloropreni, izopreni, polibutadijeni i prirodna guma dobivena iz prirodnog lateksa, odnosno kaučuka. Elastomeri kao materijal imaju istodobno svojstva tekućina, plina i čvrstih tvari. Oni imaju dimenzionalnu stabilnost sličnu krutim tvarima, imaju termalnu ekspanziju i izotermalnu kompresibilnost sličnu tekućinama i konačno karakteristike mogućnosti deformiranja slične plinovima. Današnje velike mogućnosti nanotehnologije omogućile su bolji uvid u strukturu i dobivanje suvremenih materijala.

Posebno zanimanje je danas pobudila pojava novih materijala poznatih pod imenom metalna guma koji imaju dobro poznata svojstva elastomera, a istodobno električnu vodljivost karakterističnu za metale. To je proizvod dobiven upravo korištenjem nanotehnologije, odnosno ugradnjom metalnih čestica nano veličine u polimernu masu molekulnih masa između 100 i 100000.

Težinski sadržaj metala u takvoj metalnoj gumi je ispod 1 %. Dobiva se specifičnim, zaštićenim postupkom alternativnog umakanja polimera u anionske i kationske vodene otopine metala, te naknadnom obradom za uklanjanje zaostale vode u finalnom proizvodu. Metalna guma nije jedan polimer s karakteristikama električne vodljivosti, kao niti metal na koji je nanesen polimerni film. Za dobivanje metalne gume koristi se takozvano elektrostatičko samospajanje, odnosno ESA tehnologija (Electrostatic Self Assembly). Drugim riječima, to je materijal složen od mnogih samospojenih filmova, ultra tankih, čija se debljina kreće između 10 i 100 nanometara, što drugim riječima znači da su ti filmovi čak oko 1000 puta tanji od ljudske vlasi.

Zbog svojih specifičnih karakteristika ovaj će materijal sigurno naći i specifična mjesta primjene. Može biti ugrađen kao svojevrсни senzor primijenjen za praćenje rada ležajeva i zupčanika. Svoje mjesto će naći i kod brtvi uz osovinu, jer će upozoriti na stanje istrošenosti same brtve. Metalna guma može biti ugrađena u sve materijale koji su u kontaktu bilo s krutim ili tekućim mazivima, a njezina mazivost se može regulirati raznim dodacima.

## S 8000 litara goriva oko svijeta

Svjedoci smo da je posljednje desetljeće karakteristično i po mnogobrojnim obaranjima raznih rekorda o duljini i načinu putovanja. Za takve pothvate, osim hrabrosti i ideja, potrebno je mnogo novaca. Jedan od najintrigantnijih pustolova koji se pojavio s obaranjem takvih rekorda je američki multimilijunaš Steve Fossett. Fossett je 2001. godine postavio rekord u brzini prijelaza Atlantskog oceana, 2002. godine u putu oko svijeta balonom i kasnije katamaranom. U ožujku ove godine je uspio, bez spuštanja i uzimanja goriva, samostalno preletjeti oko svijeta. Za taj pothvat mu je trebalo 67 sati, a čitavo vrijeme je satelitski bio radijom povezan s polaznom zračnom lukom.

Fossett je za ovaj pothvat dao konstruirati poseban zrakoplov koji je imao sljedeće tehničke karakteristike: dužina zrakoplova 13,4 m s rasponom krila od 34,7 m. Prilikom polijetanja je zrakoplov zajedno s gorivom bio težak oko 10 tona. Poletio je iz zračne luke u Kansasu u SAD-u, a letio je preko Londona, Francuske, Italije, Egipta, Pakistana, Indije, Kine, Japana, Havaja i Kalifornije. Osnovni kriteriji za odabir smjera i rute putovanja bile su zračne struje koje je na putovanju morao koristiti, jer su mu zalihe goriva od oko 8000 litara bile dovoljne za prelijetanje samo 34000 km. Međunarodna zrakoplovna federacija priznaje kao duljinu za let oko svijeta samo ako taj let nije kraći od 36788 km, odnosno ako nije kraći od Rakove obratnice. Letio je na visini od oko 13400 m, iako je maksimalna predviđena visina ovog eksperimentalnog zrakoplova iznosila 17000 m. Kad je letio pogonjen motorom, letio je prosječnom brzinom od oko 440 km/h.

Bilo je predviđeno da će za ovaj pothvat eksperimentalni zrakoplov GlobalFlyer utrošiti 66 sati, međutim, trebalo mu je 67 sati letenja. Uz pretpostavku da je za 67 sati leta potrošio 8000 litara goriva, značilo bi da je potrošnja goriva zrakoplova GlobalFlyer bila realtivno skromna i da je iznosila oko 120 litara na sat. Ova računica, međutim, nije sasvim točna, jer se ne zna koliko je sati letio na motorni pogon, a koliko nošen zračnim strujama. Isto tako nije poznato koliko je još pri slijetanju u zračnu luku imao goriva u svojim spremnicima. Ipak, ostaje činjenica da se s 8000 litara goriva može obletjeti oko svijeta.

Priredio Marijan Kolombo