

## Ferografija – jučer i danas

Ferografija kao analitička metoda za odvajanje i određivanje sadržaja željeznih čestica uvedena je u praksu sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Ova analitička metoda je bila podjednako zanimljiva inženjerima koji se bave podmazivanjem i trošenjem metala, ali i znanstvenicima na području medicine. Prvi instrumenti za ferografiju bili su u mogućnosti iz mazivog ulja, ili druge tekućine, utjecajem magnetskog polja odvojiti željezne čestice veličine od 20 nanometara pa sve do nekoliko mikrometara. Utvrđivanje količine i veličine metalnih čestica u rabljenom motornom ulju dalo je odgovore na brojna pitanja i potaklo daljnja istraživanja i unapređivanja analitičkih tehnika na tom planu. Ferografija je tako omogućila:

- izdvajanje metalnih čestica i njihovo svrstavanje prema veličini,
- osnovne informacije o četiri glavne karakteristike čestica – o količini, veličini, morfologiji i sastavu,
- uvođenje novog morfološkog opisa čestica nastalih trošenjem metala i boljeg poznavanja načina i uzorka trošenja metala.

Ferometrija je dala posebno velik doprinos praćenju rada mlaznih motora, jer su rezultati dobiveni ispitivanjem magnetskih svojstava mazivog ulja dali znatno brže i točnije podatke od klasičnih analitičkih postupaka. Ferografski postupak se sastoji u pumpanju mazivog ulja koje se ispituje vrlo malom brzinom (obično oko 0,25 ml u sekundi) u blizini vrlo jakog magnetskog polja, koje djeluje na metalne čestice i sakuplja ih na podesnom transparentnom nosaču. Razvoj ove metode je omogućio i izdvajanje metalnih čestica ne samo iz ulja za podmazivanje, nego i iz mazivih masti, ispušnih plinova motora s unutarnjim izgaranjem, pa čak i iz bioloških materijala. Utjecajem magnetskog polja se izdvojene čestice onda mogu na razne načine, i koristeći razne tehničke postupke, dalje analizirati. Za to se koriste razne optičke tehnike, ali i spektrofotometrija za određivanje količine čestica. Spektrometrijske metode su dale uvid u sadržaj drugih metala u česticama, u prvom redu bakra, iz čega se moglo zaključiti koji su dijelovi motora u pojedinom slučaju najviše izloženi trošenju materijala. Na medicinskom planu su napredne ferografske metode dale uvid u ponašanje virusa u ljudskom organizmu, pa čak i u praćenje specifičnih bolesti kao što je AIDS. Razvoj ferografije kao analitičkog postupka, posebno unaprijeđenog primjenom kompjutera, dao je velik doprinos ne samo tehnicima podmazivanja, nego i mnogim drugim segmentima suvremene znanosti.

## Motor na pet vrsta goriva

Stalni porast cijena sirove nafte na međunarodnom tržištu, s jedne strane, i sve stroži ekološki propisi i specifikacije s druge strane, potiču stručnjake i znanstvenike na traženje i pronalaženje uvijek novih načina korištenja energije. To se posebno vidi kod motora s unutarnjim izgaranjem, tj. kod automobila.

Na tom tragu je i američka inovativna tvrtka Hydrogen Engine Center počela s proizvodnjom motora koji može raditi na pet vrsta goriva. Riječ je o modificiranom motoru marke Ford sa šest cilindara, koji može kao pogonsko gorivo koristiti jedno od pet goriva: benzin, metanol ili etanol, vodik, zemni plin i ukapljeni naftni plin. Slično kao i kod motora hibridnih vozila koja kao pogonsko gorivo koriste plin ili benzin, izbor pogonskog goriva obavlja se pomoću prekidača, a ostalo preuzima elektronički sustav koji upravlja dovodom goriva u cilindre motora. Naftna kriza, odnosno povećanje cijene energenata, koja je prošle godine potresla i pogodila gotovo cijelu automobilsku industriju, kao i sve naftne kompanije, pogodovala je kompaniji Hydrogen Engine Center, tako da su joj još prije početka proizvodnje i davanja na tržište ovog zanimljivog motora, nevjerojatno naglo porasle cijene dionica.

Bez obzira na tako velik interes javnosti, Hydrogen Engine Center namjerava postupno povećavati proizvodnju pa će tako u početku proizvoditi samo oko 4000 komada automobila godišnje, kako bi se vidjelo kako će se ta vozila pokazati u primjeni. U početku će se ovi motori ugrađivati samo u gospodarska vozila. Kompanija je prvu narudžbu ovih vozila dobila od aviokompanija, koje ih namjeravaju koristiti kao aerodromska servisna vozila.

Do sada je bilo uobičajeno da se jedno gorivo koristi na više konceptijski raznolikih motora, a sada je možda došlo vrijeme kada će se na jednom motoru moći koristiti više raznih vrsta goriva. Sigurno je da je ovaj najnoviji pokušaj zanimljiviji po svom tehničkom i tehnološkom rješenju, nego što će u eksploataciji biti ekonomičan. On će vjerojatno privući pažnju samo manjeg broja potrošača koji imaju specifične probleme u opskrbi motora gorivom. Njegova osnovna cijena mora biti viša od klasičnog motora s unutarnjim izgaranjem pa će vjerojatno teže naći kupca obiteljskih automobila kojima je osnovna cijena jedan od važnih faktora kod odabira, odnosno nabavke vlastitog automobila.

### **CMMS omogućuje učinkovitije održavanje strojeva**

Osnovni zadatak stručnjaka za održavanje strojeva i industrijskih postrojenja općenito, jest osigurati optimalan rad, a to znači što sigurniji, što duži bez zaustavljanja i sa što manjom potrošnjom energije i rezervnih dijelova. CMMS sustav (Computerized Maintenance Management System) omogućuje stručnjacima zaduženim za održavanje i podmazivanje, korištenje računalne tehnike za učinkovitiji i sigurniji rad strojeva. Danas se koriste razni softveri koji se nastoje prilagoditi zahtjevima pojedinog primjera ili pogona. Prema pisanju stručnog časopisa *Tribology and Lubrication Technology*, Chevron Texaco Products Co. je razradio poseban CMMS sustav prilagođen njihovim potrebama, i to posebno podmazivanju strojeva, poznat pod imenom Computex MMS. Taj je softver prilagođen upravo podmazivanju strojeva i njihovom održavanju, a može se vrlo

jednostavno primijeniti i u brojnim drugim primjerima planiranja podmazivanja. Osnovni cilj ovog sustava jest da se podmazivanje i održavanje pojedinih strojeva obavlja programski optimalno, te se na taj način sprječava prekomjerno trošenje materijala i energije, što je možda i najvažnije, sprječavaju se u najvećoj mjeri nepredviđena stajanja i popravci pojedinih strojeva, odnosno zamjena dotrajalih dijelova. Danas na raspolaganju stručnjacima stoji više softvera, kao što su Microsoft Access i Excel baze podataka. Do tih podataka se u najnovije vrijeme može doći i putem interneta. Cijena koja se za korištenje pojedinog sustava plaća u mjesečnim, tromjesečnim ili godišnjim ratama, sigurno je mnogostruko manja od one koja se mora platiti za popravak ili zamjenu pojedinog stroja i za gubitak profita koji se ne ostvaruje za vrijeme stajanja i popravljivanja nekog industrijskog postrojenja.

Vrijeme klasičnog i nesustavnog podmazivanja i održavanja strojeva je za nama, a taj će posao mnogo bolje i sigurnije odraditi suvremeni kompjutorski vođeni sustavi. Drugim riječima, danas se kada je to potrebno, prelazi sa sustava na programirano, planirano i računalnom tehnologijom predvidivo održavanje.

### **Inicijativa najrazvijenijih zemalja u svezi s klimatskim promjenama**

Na našim smo stranicama vrlo mnogo pisali o naporima da se što manje utječe na promjenu klimatskih uvjeta na Zemlji. U konačnici su i svi novi standardi o kvaliteti mazivih ulja i goriva prilagođeni upravo očuvanju okoliša. Mi ćemo i nadalje objavljivanjem inicijativa koje se globalno u svijetu poduzimaju nastojati dati skroman doprinos tim stremljenjima.

Jedan takav sastanak se održao u Gleneaglesu u Engleskoj kojemu su pored najviših predstavnika osam najrazvijenijih zemalja svijeta, nazočili i predstavnici mnogoljudnih država: Kine, Indije, Brazila, Južne Afrike i Meksika. Iako na tom sastanku nisu potpisani nikakvi propisi ili ograničenja, kao niti rokovi u kojima bi se pojedina ograničenja morala provesti, ipak su se nazočni predstavnici svjetskih velesila složili u sljedeća četiri osnovna načela:

- Klimatske promjene su velik problem, a ljudske aktivnosti utječu na te promjene.
- Treba početi smanjivati emisije plinova s trendom njihovog potpunog zaustavljanja.
- Te se aktivnosti moraju provesti vrlo brzo.
- Treba započeti pregovore o razdoblju koje će nastupiti nakon 2012. godine, kada prestaje vrijediti dogovor iz Kyota.

Pored članica grupe G8, svoje poglede na ovu složenu problematiku su prezentirali Kina, Indija, Australija, Južna Koreja i Japan. Amerika i još neke zemlje imaju nešto drugačiji pristup od onog usuglašenog u Kyotu. Međutim, te države ne smatraju da inicijativa iz Kyota nije dobra, već je podržavaju, iako nisu potpisale dogovor.

Razgovori između stručnjaka i državnika najvećih svjetskih sila nastavit će se i u doglednoj budućnosti i to vrlo redovito i intenzivno, pa se s velikim zanimanjem prati, ne samo njihov rad, nego i obveze koje će preuzeti, ali i nametnuti svim državama, odnosno vladama u svijetu. Konačno je sazrelo mišljenje da se nekontrolirano zagađenje atmosfere otpadnim plinovima treba najhitnije smanjiti, odnosno zaustaviti, dok za to još nije prekasno. Svijet upravo od najrazvijenijih, koji su i najveći zagađivači, očekuje da pokrenu inicijativu i primjerom pokažu što su spremni učiniti za zaštitu okoliša i atmosfere i na taj način za boravak čovjeka na Zemlji.

### **Dizelska goriva u zimskim uvjetima eksploatacije**

Dizelska goriva, bilo ona dobivena primarnom destilacijom sirove nafte ili preradom na sekundarnim postrojenjima u rafinerijama, predstavljaju smjesu ugljikovodika u kojoj ravnolančani ugljikovodici ili, kako se u stručnoj literaturi zovu, n-alkani predstavljaju između 15 i 30 %. Ta goriva, odnosno n-alkani sa 17 ili više atoma ugljika, kod niskih temperatura počinju kristalizirati stvarajući kod toga romboidne, pločicama slične, kristale. Smanjivanjem temperature raste veličina i količina takvih kristala. Oni mogu narasti do veličine od 0,5 do 5 mm. Kod rada dizelovih motora tako nastali kristali mogu sprječavati ispravan rad filtra za gorivo, otežati ili potpuno zatvoriti dovod goriva od spremnika do motora, pa dovesti i do prekida rada motora zbog pomanjkanja goriva.

Da se spriječi ova pojava, pored ostalog, najčešće se u rafinerijama u gorivo dodaju posebni aditivi poznati pod nazivom MSFI (Middle Distillate Flow Improvers), odnosno poboljšivači tečenja srednjih destilata. Ovi aditivi djeluju na formu i izgled nastalih kristala uvjetujući nastajanje igličastih kristala koji sprječavaju blokiranje uljnih filtara i uskih cjevovoda. Da bi se odredilo to svojstvo dizelskih goriva koja sadrže aditive, koristi se tzv. CFPP postupak (Cold Filter Plugging Point). Treba naglasiti da ovaj laboratorijski test ne simulira ponašanje dizelskog goriva kod zimskih uvjeta u motoru, ali daje empirijske pokazatelje kakvo se ponašanje pojedinog goriva može očekivati kod nižih ili ekstremno niskih temperatura okoliša. Iskustvo je pokazalo da učinkoviti aditivi za snižavanje tećišta MDFI snižavaju temperaturu kod koje dolazi do začepjenja filtra u cjevovodu i do 12 °C.

Kristali nastali u srednjim uljnim destilatima, koji se koriste kao dizelsko gorivo, imaju nešto veću gustoću od samog ulja pa se zbog toga kod mirovanja talože na dnu spremnika za gorivo. Tako nataloženi kristali u obliku parafinskog voska mogu spriječiti istjecanje goriva iz spremnika i dovesti do obustave rada dizelovog motora. Ta pojava se može ublažiti i djelomično spriječiti dodavanjem specifičnih aditiva poznatih pod imenom WASA (Wax Anti Settling Additives). Kvalitetna zimska dizelska ulja, u pravilu, sadrže i MDFI i WASA aditive, koji u dobro odabranim kombinacijama mogu spriječiti poteškoće u radu dizelovih motora pri niskim

temperaturama. Treba ipak naglasiti da ovi aditivi nisu svemogući i da imaju ograničenu, možda ponekad i djelomičnu, učinkovitost.

### **Narednih se godina očekuju još kvalitetnija motorna ulja**

Američko udruženje proizvođača motora EMA (Engine Manufacturer Association) predlaže i očekuje da će se narednih godina postići daljnje poboljšanje motornih ulja s ekološkog stajališta. Tako se očekuje da će se već tijekom 2007. godine donijeti propisi koji bi čak za deset puta smanjili dopuštenu količinu dušikovih oksida (NO<sub>x</sub>) i čestica PM (Particulate Matter) u ispušnim plinovima motora s unutarnjim izgaranjem. Posebno će se inzistirati na smanjenju sadržaja čestica, a ograničavanje sadržaja dušikovih oksida će se postupno pooštavati u nekoliko narednih godina.

Iako nevoljko, izvorni proizvođači automobila i opreme OEM, morali su prihvatiti ovo stajalište i već danas ulažu velike napore i financijska sredstva kako bi njihovi motori u dogledno vrijeme udovoljili ovim zahtjevima. Da se to postigne, morat će se pribjeći novim konstrukcijskim rješenjima na motorima, ali i ugrađivati uređaje koji će učinkovito obrađivati ispušne plinove i zadržavati sve štetne sadržaje iz tih plinova. To se posebno odnosi na sve tipove dizelovih motora. Sadržaj sumpora i fosfora je već i sada ograničen. Novi propisi koji se očekuju sljedećih godina bit će usmjereni proizvodnji dugotrajnih benzinskih i dizelovih motora, ali i posebno ulja za cijeli radni vijek motora.

Velika se pažnja posvećuje i prihvaćanju testova i načina ispitivanja kvalitete motornih ulja koja trebaju udovoljiti ovim uvjetima. Baz obzira što se od ovih testova traži velika točnost i reproducibilnost, i cijena igra veliku ulogu. Stvari se u tom pogledu kompliciraju, budući da veliki proizvođači motora nastoje progurati vlastite motore za testove te vlastite načine testiranja i načine ocjenjivanja, kako bi upravo njihovi motori najlakše udovoljili i novousvojenim propisima. Zbog tih se razloga doista teško postiže suglasnost prema MOA (Memorandum of Agreement).

Računa se da će sva ova potrebna motorna ispitivanja koštati oko šest milijuna američkih dolara. Oko polovicu toga trebali bi platiti instituti i primjenski laboratoriji proizvođača motora koji kandidiraju svoje motore za testiranje motornih ulja, a drugu polovicu američke institucije EMA i API uz pomoć Američkog kemijskog savjeta ACC (American Chemistry Council). Predviđa se da će se usvojiti četiri nova motorna testa na motorima Mack T-11, Mack T-12, Caterpillar C-13 i Cummins ISB.

### **Rusija – ogromno tržište za motorna ulja**

Rusija se proteže na više od 17 milijuna kvadratnih kilometara te je, površinom, najveća zemlja na svijetu. Najveći dio prometa unutar granica te velike zemlje odvija se željeznicom, koja raspolaže s oko 86000 km željezničkih pruga. Procjenjuje se da

se oko 80 % teretnog prometa također odvija željeznicom, dok u putničkom prometu željeznica pokriva oko 40 % potreba. Stoga je razumljivo da su potrebe ruskih državnih željeznica za motornim uljima vrlo velike. Ruskim željeznicama administrativno upravlja jedinstvena državna kompanija, a na željeznici je zaposleno preko 1,2 milijuna ljudi. Željeznica godišnje preveze preko milijarde tona razne robe i preko 1,3 milijarde putnika.

Već i male uštede na ovako velikim brojkama tereta i prevezenih putnika predstavljaju velike iznose u apsolutnim veličinama. Zbog toga, a u cilju poboljšanja poslovanja, u ruskim željeznicama nastoje poboljšanjem kvalitete motornih ulja smanjiti troškove u eksploataciji, odnosno prijevozu. Ruske državne željeznice raspolažu s oko 20000 lokomotiva, od kojih su oko polovica na dizelsko gorivo. Motorna ulja koja se koriste na ruskim dizelovim motorima proizvode se prema vrlo starim GOST M-14V2 specifikacijama, koje se po kvaliteti ne mogu niti uspoređivati s američkim ili europskim specifikacijama za dizelska ulja.

Kvaliteta mazivih ulja temelji se na ukupnom baznom broju TBN (Total Base Number) koji mora biti barem 4,8. Ako se uzme u obzir da se kao pogonsko gorivo za ove lokomotive koristi dizelsko gorivo s većim sadržajem sumpora, vidi se da motorno ulje s tako niskim ukupnim baznim brojem može u primjeni uzrokovati veće probleme korozije, a kao krajnju posljedicu i skraćeno razdoblje između potrebnih remonta, te kraći vijek lokomotive.

Prvi korak u rješavanju ovog problema je uvođenje nove norme za kvalitetu mazivog ulja GOST M-14G2 cs, koji bi mogao odgovarati kvaliteti motornih ulja prema API CC specifikacijama. Prema tom se standardu ukupni bazni broj TBN povećava na najmanje 9, što je, međutim, još uvijek mnogo manje od 13, koliko najmanje iznosi alkalna rezerva u većini motornih ulja koja koriste dizelove lokomotive na većini europskih željeznica. Može se pretpostaviti da će Kolomenski zavod koji u Rusiji brine i o kvaliteti motornih ulja za željeznicu i dalje raditi na poboljšanju kvalitete tih motornih ulja i uskoro donijeti nove specifikacije.

Marijan Kolombo