

Čvrstoća smicanja fluida još uvijek nedovoljno ispitana

Teorija čvrstoće na smicanje (shear strenght) još uvijek nije do kraja razjašnjena. Iako je od šezdesetih godina prošlog stoljeća do danas o tome objavljen velik broj relevantnih podataka, ta teorija još uvijek nije u potpunosti dokazana i prihvaćena. Veliki doprinos rasvjetljavanju ovog složenog tribološkog problema, dali su stručnjaci i znanstvenici Shanxi tehnološkog instituta u kineskom gradu Taiyuan. Oni su proučavali čvrstoću fluida na smicanje pod uvjetima mijenjanja tlaka i temperature.

Činjenicu da je čvrstoća na smicanje jedna od temeljnih i najvažnijih osobina neke tekućine, potvrdili su brojni autori svojim eksperimentima u posljednjih tridesetak godina. Prvi je 1960. godine Smith predložio pojam čvrstoće na smicanje (shear strenght) kako bi obrazložio rezultate koje je eksperimentalno dobio primjenjujući pritisak na neki fluid određenim mehaničkim uvjetima. To je zapravo bio početak daljnjih pokusa i općenito pojma elastohidrodinamičkog podmazivanja EHL (Elastohydrodynamic lubrication). Taj pojam u podmazivanju potaknuo je daljnje radove na osvjetljavanju reoloških svojstava pojedinih fluida i sredstava za podmazivanje, bez kojih podataka je danas gotovo nezamislivo klasificiranje ili vrednovanje nekog mazivog ulja i drugih fluida. Prema današnjim saznanjima o tim svojstvima fluida, još je nedovoljno istraženo u kojoj mjeri je čvrstoća na smicanje ovisna o karakteristikama i sastavu nekog fluida pod određenim temperaturnim i tlačnim uvjetima, a koliko je ta čvrstoća ovisna o površini i sastavu metala s kojim je ispitivan određeni fluid u kontaktu. Na tom planu stoji još mnogo otvorenih pitanja, bez obzira na činjenicu da je o reološkim svojstvima nekog fluida i elastohidrodinamičkom podmazivanju objavljen velik broj radova, publikacija pa i knjiga.

Već spomenuti stručnjaci s kineskog instituta pokazali su da kod određene temperature fluida čvrstoća na smicanje kod nižih tlakova znatno ovisi o veličini tlaka i ona je u pravilu vrlo mala (cca 1 MPa) tako da se u praksi može uzeti da je čvrstoća na smicanje gotovo konstantna u tim uvjetima. Na osnovi eksperimentalnih podataka o čvrstoći na smicanje nekog fluida u izotermičkim uvjetima može se postaviti i određena jednačba kojom bi se izbjegla duga i skupa eksperimentiranja.

Utjecaj etera i eter etanolnih aditiva na karakteristike dizelskih ulja

U Brazilu se oko 75 % proizvedenih dizelskih ulja koristi za pogon automobilskih motora. U toj se zemlji godišnje potroši oko 40 milijuna tona dizelskih goriva, a potrošnja benzina ne prelazi 25 milijuna tona godišnje. Kako se velik dio tog goriva potroši u urbanom prometu, razumljivo je da ta zemlja čini velike napore kako bi se poboljšala kvaliteta dizelskih goriva i na taj način smanjilo zagađenje okoliša ispušnim plinovima iz dizelovih motora. Dizelsko gorivo dobiveno uobičajenim rafinerijskim postupcima iz sirove nafte sastoji se uglavnom od alifatskih ugljikovodika s 8 do 28 ugljikovih atoma u molekuli čije je vrelište između 130 i 370 °. Ugljikovodici u dizelskim gorivima imaju ne samo više vrelište od onih koji se nalaze u motornim benzinima, nego imaju i niži odnos vodika i ugljika, što uvjetuje i veću emisiju

ugljikovih spojeva u ispušnim plinovima. Dizelov motor radi kod viših temperatura od benzinskog i znatno bolje iskorištava termalnu energiju iz goriva. Kemijska struktura dizelskih goriva uvjetuje lakše samopaljenje kod specifičnih uvjeta. Ta se karakteristika samozapaljenja određuje na posebnom ispitnom motoru, CFR (Cooperative Fuel Research) i izražava cetanskim brojem. Sam postupak određivanja cetanskog broja je standardiziran ASTM D 613 standardom. To je ispitivanje i standard prihvaćen globalno i većina ga je zemalja u svijetu prihvatila. Velik napor da se poboljšaju primjenske karakteristike dizelskih goriva učinjen je na sveučilištu u brazilskom gradu Porto Alegre. Budući da je Brazil i velik proizvođač šećerne trske i etilnog alkohola iz nje, razumljivo je da su veliku pozornost posvetili mogućnosti poboljšavanja fizikalno kemijskih i primjenskih karakteristika dizelskih goriva dodavanjem etanola i njegovih spojeva, u prvom redu etil tercijalnog butil etera ETBE (Ethyl-Terc-Butyl ether i tercijalnog amil etil etera TAEE (Terc-Amyl-Ethyl-Ether). Ovi spojevi ne samo da su odlični dodaci za poboljšanje kvalitete motornih benzina, oni omogućuju i lakše otapanje etilnog alkohola u dizelskim gorivima i doprinose poboljšanju primjenskih svojstava dizelskih goriva.

Dodavanjem 5 % etilnog etera u dizelsko gorivo postiže se neznatno poboljšanje kvalitete tog goriva, međutim, ukoliko se dodaje smjesa etera i etanola učinak je znatno bolji. Dodavanjem etera povećava se topljivost etanola u dizelskom gorivu. Provedenim ispitivanjem je ustanovljeno da se najbolji rezultati postižu dodavanjem TAEE etera. ETBE i TAEE eteri su potpuno topljivi u dizelskom gorivu i u etilnom alkoholu pa tu njihovu karakteristiku treba u primjeni i koristiti.

Elektronski program stabilnosti automobila

Prema mišljenju Europske komisije te organizacija FIA i Euro NCAP, svaki bi proizvedeni automobil trebao biti opremljen elektronskim programom stabilnosti ESP (Electronical Stability Program). ESP je zapravo program koji u suradnji s ABS-om pomaže automobilu da ostane na željenoj putanji, tako da kada proklizuju kotači, on koči suprotnim kotačem i time zadržava automobil na željenoj putanji. Tijekom vožnje može se prema želji ovaj elektronski program isključiti iz funkcije. Međunarodna federacija proizvođača automobila FIA i njezin predsjednik Max Mosley, kao i povjerenica Europske unije Viviane Reding, na sastanku proizvođača automobilske opreme i medija koji prate automobilsku industriju i razvoj suvremenih automobila, podržali su inicijativu da se ovaj program zbog sigurnosnih razloga ugrađuje u sve novoprodukcione automobile. Inicijatori većeg korištenja ovog elektronskog sustava poznatog i pod imenom Chose ESP upozoravaju i na velik broj nesreća u kojima su sudjelovali automobili koji nisu imali ugrađen ovaj sustav. Cilj Europske unije je do 2010. godine prepoloviti broj poginulih u automobilskim nesrećama koji je 2001. godine iznosio oko 25000.

Prva tvrtka koja je proizvela ovaj elektronski sustav i već ga 1995. godine stavila na tržište, bila je poznati njemački Bosch. Danas se vjeruje da je ovaj program, zajedno s obveznom primjenom sigurnosnih pojasa u automobilima najviše pridonio

smanjenju posljedica automobilskih nesreća. Mnoge su međunarodne studije i ispitivanja pokazala da se najmanje 40 % automobilskih nesreća događa upravo zbog zanošenja automobila. Prema istim izvorima primjena ESP programa može u barem 80 % slučajeva spriječiti ove nesreće i njihove posljedice. Sveučilište u Kölnu je izradilo opsežnu međunarodnu studiju, čiji su rezultati nedvosmisleno pokazali da bi samo u Europi moglo godišnje biti barem 4000 manje poginulih i preko 100000 manje ozlijeđenih ukoliko bi svi automobili imali ugrađen elektronski program stabilnosti automobila.

Trajno sačuvati pumpabilnost – zadaća suvremenih motornih ulja

Do osamdesetih godina prošlog stoljeća tecište ili stinište je bilo jedini analitički podatak koji je ukazivao na ponašanje nekog mazivog ulja pri niskim temperaturama. Uvidjevši da se određivanjem tecišta, u to vrijeme standardiziranim postupcima, normama i specifikacijama, ne dobiva potpun uvid u ponašanje mazivih ulja u iznimnim i ekstremnim uvjetima eksploatacije, postupno su uvedeni testovi, analitičke metode i postupci kojima se ispitivala tecivost, ili kako se to u praksi naziva, pumpabilnost pri niskim temperaturama. Jedno od vrlo korištenih ispitivanja, posebno u Americi, jest tzv. MRV-TP 1 test. Ovaj je test pokazivao hoće li neko motorno ulje pri vrlo niskim temperaturama biti dovoljno tecivo da ga crpka za ulje može pri startu motora odmah povući iz kartera i potisnuti u sve ležajeve i mjesta podmazivanja u motoru. Proizvođači motornih ulja su nastojali, a proizvođači automobilskih motora i zahtijevali da se ne koriste prerijetka ulja koja bi pri višim temperaturama imala prenisku viskoznost i mazivost. Pored povećanja indeksa viskoznosti svježih baznih ulja počela je i velika primjena impruvera viskoznosti vrlo različitih kemijskih sastava i primjenskih svojstava.

U praktičnim ispitivanjima i u svakodnevnoj primjeni se u međuvremenu pokazalo da tecivost i pumpabilnost nekog motornog ulja ne znači uvijek i istovremeno da će neko ulje zadržati to svojstvo i za čitavo vrijeme eksploatacije u motoru. Brojna su pragmatična ispitivanja dokazala upravo suprotno. Mnogi komercijalni uzorci rabljenih ulja izvađeni iz motora nakon određenog broja prijeđenih kilometara pokazali su da ta ulja više nemaju tecivost i pumpabilnost koju su imala dok su bila svježija i dok nisu bila korištena u motoru. Do promjene tih karakteristika i primjenskih sposobnosti došlo je pod utjecajem procesa oksidacije, evaporacije, polimerizacije i drugih kemijskih reakcija koje nastaju pri povišenim temperaturama. Da se utvrde svojstva koja će neko motorno ulje imati tijekom eksploatacije, u Americi je uveden ILSAC GF-4 test. Prolazom tog ispitivanja dobio bi se uvid u sposobnost nekog motornog ulja da i tijekom eksploatacije zadrži prvobitna svojstva tecivosti i pumpabilnosti. Vjerojatno će u doglednoj budućnosti u mnoge specifikacije i standarde biti uvedeni podaci i testovi koji će pokazati otpornost motornog ulja na ugušćivanje. To je još jedno ispitivanje i test koji će poboljšati kvalitetu motornih ulja, ali zato i povećati njegovu cijenu.

Određivanje antioksidanata u rabljenom ulju voltametrijskom metodom

Tijekom rada vodenih i parnih turbina kao i drugih uređaja i postrojenja koji se podmazuju turbinskim uljima zbog djelovanja temperature, pritiska i drugih parametara, dolazi do raznih oksidacijskih procesa koji ograničavaju vijek trajanja ulja u eksploataciji. Zbog ekonomskih, ekoloških i drugih pragmatičnih razloga nastoji se to ulje što dulje zadržati u primjeni. To se postiže stalnim ili povremenim prečišćavanjem i filtriranjem, taloženjem i drugim mehaničkim postupcima. U suvremena turbinska i cirkulacijska ulja dodaju se aditivi kako bi poboljšali razna prirodna svojstva mazivih ulja.

Jedno od osnovnih svojstava turbinskih i općenito cirkulacijskih mazivih ulja je njihova oksidacijska stabilnost, kojom se nastoji što više produljiti vijek trajanja ovih ulja u uljnom punjenju. To je razlog da se u rafinerijama u ta ulja dodaju specifični antioksidanti i inhibitori korozije raznih kemijskih sastava i učinkovitosti, kojih danas ima jako mnogo na svjetskom tržištu, a koje proizvode uglavnom renomirani proizvođači aditiva. Zbog velike konkurencije na tom tržištu ima malo razlike u kvaliteti pojedinih antioksidanata i inhibitora korozije. Proizvodi slabije kvalitete su vrlo brzo istisnuti s tržišta i imaju male šanse za veći uspjeh.

Za ispitivanje djelovanja i učinkovitosti antioksidanata i inhibitora korozije u turbinskim i cirkulacijskim uljima postoji vrlo velik broj analitičkih i primjenskih metoda i postupaka. Jedna od klasičnih metoda za određivanje prisutnosti antioksidanata u turbinskom ulju je infracrvena spektrofotometrija kojom se određuje sadržaj CO dvostrukih vezova u molekulama koristeći karakterističnu apsorpciju spektra kod 1740 cm^{-1} . Međutim, ova analitička metoda ima nedostatak što se njom određuju samo količina nastalih produkata oksidacije i ne daje podatak o količini u mazivom ulju još prisutne količine antioksidanta.

U Brannenburgu u Njemačkoj su razradili i u stručnom časopisu *Tribologie und Schmierungstechnik* (5/2006) objavili postupak kojim se jednostavno i brzo volumetrijskom metodom može odrediti sadržaj antioksidanata i inhibitora oksidacije u rabljenom ulju. Ti antioksidanti su najčešće cink dialkil ditiofosfati, razni spojevi fenola i amina. Ovaj su postupak nazvali RULER (Remaining Useful Life Evaluation Routine). Osnovni princip rada temelji se na volumetriji za koju se koristi elektroda iz platine. Za ispitivanje je potrebna vrlo mala količina uzorka, a i sam je analitički postupak kratak i jednostavan. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti koliko je još antioksidanta i inhibitora oksidacije nepotrošeno i djelotvorno u rabljenom turbinskom ili cirkulacijskom ulju.

Odnos između viskoznosti, temperature i starosti maziva

Viskoznost je sa stajališta primjene mazivih ulja važnija od svih drugih fizikalno-kemijskih svojstava. Često je to jedino svojstvo na temelju kojeg se odabire neko mazivo ulje. Međutim, postoji jako mnogo faktora koji u primjeni utječu na promjenu viskoznosti nekog mazivog ulja. To su u prvom redu temperatura, tlak, stabilnost na

smicanje (shear) i starost mazivog ulja. Zbog toga je nužno imati točan uvid na utjecaj spomenutih faktora na promjenu mazivog ulja. Posebno je važan odnos viskoznosti i temperature, jer se poznavanjem tih odnosa može predvidjeti opterećenje pojedinih ležaja i učinkovitost njihovog podmazivanja, kao i brzinu protoka maziva kroz pojedine sklopove motora u eksploataciji. Poznavanje tog odnosa temperature i viskoznosti mazivog ulja podjednako je važno za projektante motora i za njihove korisnike. Vrijeme koje treba proći da neko mazivo izgubi prvobitna svojstva u praksi se često naziva vijek trajanja uljnog punjenja. Tijekom korištenja nekog maziva viskoznost može porasti, ali isto tako može i pasti. Na takve promjene može utjecati mnogo faktora, kao što su, na primjer, prekomjerno zagrijavanje, razne kemijske reakcije, prisutnost vode, nastajanje teških, u ulju uglavnom netopljivih, aglomeracija i taloga, ulazak nečistoća, razrjeđenje motornih ulja gorivom i drugo. Sve posljedice utjecaja tih raznih faktora možemo nazvati jednim imenom: starenje ulja.

Stručnjaci s Fakulteta rudarstva u indijskom gradu Dhanbad su posvetili svoja istraživanja upravo promjenama viskoznosti tijekom uporabe mazivog ulja. Rezultate istraživanja i korištene postupke objavili su u časopisu *Industrial Lubricating and Tribology* (1/2006). Oni su ustanovili da postoje dvije osnovne jednačbe na osnovi kojih se može predvidjeti odnos viskoznosti i temperature prema vremenu ulja u uporabi. To su Waltherova i Hussainova jednačba. Waltherova jednačba se više koristi, jer daje točnije rezultate kod manje istrošenih ulja. Korištenjem ovih jednačbi može se predvidjeti viskoznost nekog ulja pri određenoj temperaturi tijekom njegovog korištenja u uljnom punjenju. Dobiveni rezultati mogu biti korisni projektantima i korisnicima mazivih ulja za predviđanje i preporučivanje razdoblja kada ulje treba nadoliti ili ga potpuno zamijeniti svježim.

Posljedice spaljivanja rabljenih automobilskih guma

Milijuni odbačenih automobilskih guma predstavljaju ozbiljan problem u zaštiti okoliša. Računa se da se u industrijskim zemljama godišnje odbacuje prosječno jedna rabljena guma po stanovniku. U početku automobilske ere rabljene gume su se odlagale s ostalim urbanim smećem. U posljednjih nekoliko desetljeća nastoji se pronaći alternativna rješenja za zbrinjavanje istrošenih automobilskih guma, jer je poznato da one imaju veliku energetska moć kao gorivo. Ako se te gume uspoređi s ugljenom kao izvorom topline, vidimo da one sadrže znatno manje vlage i dušikovih spojeva. Zbog toga se počelo rabljene gume u mnogim energetskim ili industrijskim pećima koristiti kao dodatno ili alternativno gorivo. U SAD-u se, na primjer, početkom ovog stoljeća čak oko 40 % odbačenih guma koristilo u energetske svrhe, a računa se da je taj postotak u Njemačkoj i nekim drugim europskim zemljama još veći. Međutim, to spaljivanje i dobivanje relativno jeftine energije ima i svoju drugu stranu medalje. Kod izgaranja, naime, nastaje niz nepoželjnih plinova, a ostaju željezo i drugi metali koje treba zbrinuti ili upotrijebiti kao sekundarnu sirovinu. Budući da je odlaganje ili ponovno korištenje zaostalih metala, prvenstveno željeza,

relativno manji problem, većina istraživača je pokušala bolje istražiti sadržaj plinova koji nastaju izgaranjem guma ili pak izgaranjem ovih guma pomiješanih s raznim vrstama i u raznim postocima ugljena. Rezultati ispitivanja su pokazali da prilikom spaljivanja automobilskih guma ili guma s dodatkom ugljena, u otpadnim plinovima pod istima uvjetima izgaranja ima manje dušikovih oksida nego kad se spaljuje sam ugljen. Međutim, kod spaljivanja autoguma u plinovima ima više ugljičnog monoksida (CO), policikličnih aromatskih ugljikovodika i vrlo malih čestica. Spaljivanje guma u industrijskim pećima je pokazalo da se u plinovima nakon izgaranja nalaze i veće količine cinka, olova i drugih metalnih zagađivača, o čemu također treba voditi računa. Spaljivanjem guma u plinovima ima i više solne kiseline u plinovitom stanju koja s prisutnim metalima i metaloidima stvara razne u atmosferi nepoželjne i štetne spojeve.

FIAT 55 europski automobil godine

Nova generacija talijanskog automobila FIAT 500, popularno zvanog Cinquecento, proglašena je najboljim automobilom za 2008. godinu, "Car of the year 2008". Članovi međunarodnog žirija koji odlučuje o ovoj prestižnoj nagradi dolaze iz 22 europske zemlje, a ukupno ih je 58. Jedini član žirija koji dolazi iz država nastalih na području bivše Jugoslavije je Slovenac Tomaž Porekar. FIAT 500 je dobio ukupno 385 glasova, drugu poziciju je zauzela japanska Mazda 2 s 325 bodova, treći je Ford Mondeo s 202 boda. Pobjeda legende talijanskih automobila, popularnog Cinquecenta, bila je očekivana s obzirom na gotovo neviđeno zanimanje koje je izazvao na svim tržištima automobila na kojima se pojavio. U poljskoj tvornici automobila u kojoj se proizvodi ovaj model, jedva uspijevaju proizvesti toliko primjeraka ovog popularnog modela, koliko ga tržište traži. I na hrvatskom tržištu se očekuje veća potražnja ovog najmanjeg FIAT-ovog automobila.

Već spomenuti međunarodni žiri čine profesionalni novinari koji prate automobilsku industriju i prodaju automobila. Njegove odluke se u međunarodnim krugovima smatraju službenim stavom struke. Treba napomenuti da na području Europe djeluje više žirija čiji je zadatak odabrati najbolji model automobila za određenu godinu. Međutim, naziv "Car of the year" može dodijeliti samo spomenuti međunarodni žiri, koji je status najpriznatijeg žirija u Europi izborio zahvaljujući transparentnom i neprofitnom djelovanju te tradiciji dugoj 44 godine. Naime, 1963. godine je prvi puta biran najbolji europski automobil godine. Sljedeće 1964. godine ovu je prestižnu nagradu dobio engleski model automobila Rover 2000. Kroz ovu gotovo pola stoljeća dugu tradiciju najviše su uspjeha imali talijanski automobili; samo u zadnjih deset godina to im je uspjelo čak tri puta. Po dva puta su pobijedili Ford, Renault i Toyota, a jednom je u tom razdoblju nagradu odnio francuski automobil Peugeot, dok je prošle godine nagrada dodijeljena Fordovom modelu S-Max.

FIAT-u će nagrada "Car of the year" 2008 biti uručena u Berlinu, jer je nositelj ovogodišnjeg izbora bio poznati njemački časopis *Stern*.

Priredio Marijan Kolombo