

# 17. mednarodni kolokvij – Solving Friction and Wear Problems

## (Reševanje problemov trenja in obrabe)

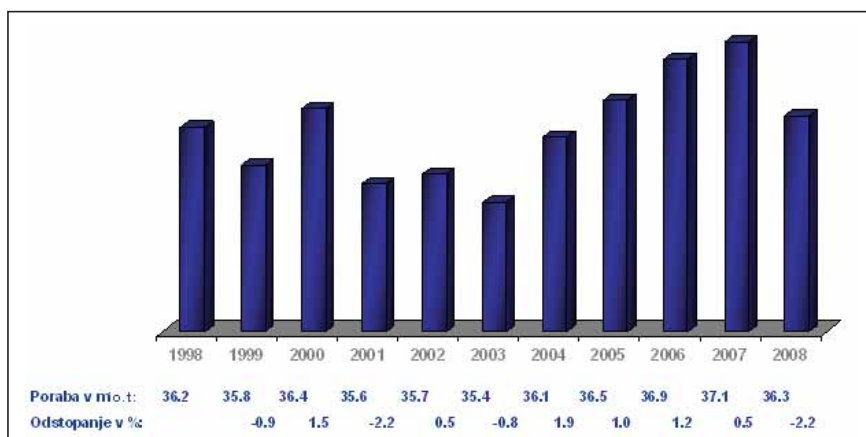
Milan KAMBIČ

Kolokvij, ki je potekal na Tehnični akademiji Esslingen (Ostfildern, Nemčija) od 19. do 21. januarja letos, predstavlja za WTC (World Tribology Congress) drugo največje srečanje s področja tribologije na svetu. Tokrat je bilo iz okoli 30 držav prisotnih približno 610 udeležencev (pred dvema letoma 750), od tega 4 iz Slovenije.

Predstavljenih je bilo približno 200 prispevkov v 23 različnih sekcijah (od tega jih je 10 potekalo vzporedno – razen začetnih plenarnih, ki jih je bilo letos veliko, saj je bilo vseh prispevkov manj kot pretekla leta). Naslovi sekcij so bili: trenje in obraba, tehnologija drsnih ležajev, osnove tribologije, spremljanje stanja, tehnologija aditivov, trda maziva, filtracija in sintetična maziva, ekološko sprejemljiva maziva, tribologija tesnil, sintetična maziva, mazanje motorjev, tribološke lastnosti materialov, sredstva za obdelavo kovin, specialni vidiki tribologije, nanotribologija, hidravlične tekočine, mazanje zobnikov, mazalne masti, tribologija kotalnih ležajev, ionske tekočine, mikrobiologija hladilno-mazalnih sredstev in tribometrija. V nadaljevanju navajam nekaj ugotovitev in povzetkov nekaterih prispevkov, ki so se mi zdeli zanimivi.

**Dinamika globalne industrije maziv – vpliv tehnoloških sprememb na tržne trende, regije in skupine izdelkov (G. Lindeman, Gosalia, Fuchs Petrolub AG, Mannheim, Nemčija)**

V letu 2008 je svetovna poraba maziv znašala 36,3 MIO ton (kar 55,9 %



Slika 1. Razvoj svetovne porabe maziv

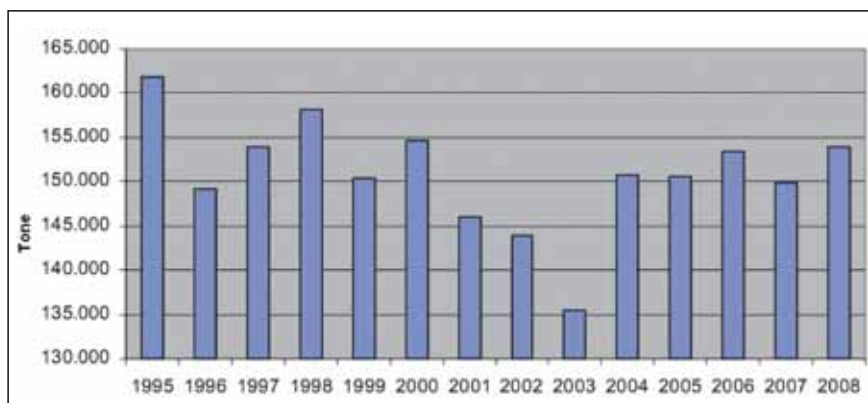
predstavljajo avtomotivi, 35,7 % industrijska olja, 5,3 % hladilno-mazalna sredstva in 3,1 % masti), kar je bilo 2,2 % manj kot leta 2007 in na nivoju porabe pred 10 leti. Podatkov za leto 2009 še ni, podana pa je bila projekcija, ki izkazuje, da je bila poraba v letu 2009 še 12–13 % nižja kot leta 2008 (Evropa – 17 %, Azija in Pacifik –10 %). Še vedno sta daleč največja porabnika maziv Azija in Pacifik (34,3 %), nato sledita Evropa (26,1 %) in Severna Amerika (19,7 %). Prvih 20 držav z največjo porabo (ZDA, Kitajska, Japonska, Rusija, Brazilija ...) predstavlja 75 % skupne svetovne porabe, zanimivo pa je, da je Kitajska kot drugi največji porabnik šele na devetnajstem mestu po porabi na prebivalca, kar nakazuje še velik potencial

rasti v naslednjih letih. Pričakovani trend v svetovni porabi maziv za naslednjih 5–10 let je stagnacija ali rahla rast, saj bo naraščanje kvalitete maziv kompenziralo naraščajoče potrebe na razvijajočih se trgih.

Poleg držav v BRIC (Brazilija, Rusija, Indija, Kitajska), ki so imele tudi v letu 2008 ekonomsko rast, so omenjene tudi države Next-11 (še zlasti Mehika, Egipt, Turčija, Iran, Vietnam ...), za katere sta značilni hitra rast prebivalstva in pomembna industrijska kapaciteta. Velik potencial ima Indija, kjer znaša trenutna letna poraba maziv na prebivalca le 1 kg (Rusija 11,5 kg).

V prihodnosti bo zaradi globalizacije, koncentracije in zaostrene konkuren-

Mag. Milan Kambič, univ. dipl. inž., OLMA, d. d., Ljubljana



Slika 2. Gibanje porabe hidravličnih tekočin v Nemčiji

ce na svetovnem trgu maziv vse več sprememb in bistveno manj igralcev.

**Izboljšanje skupnega izkoristka hidravličnega sistema z uporabo inovativnih hidravličnih tekočin (W. Bock, H. Heinemann, Fuchs Petrolub AG, Mannheim, Nemčija)**

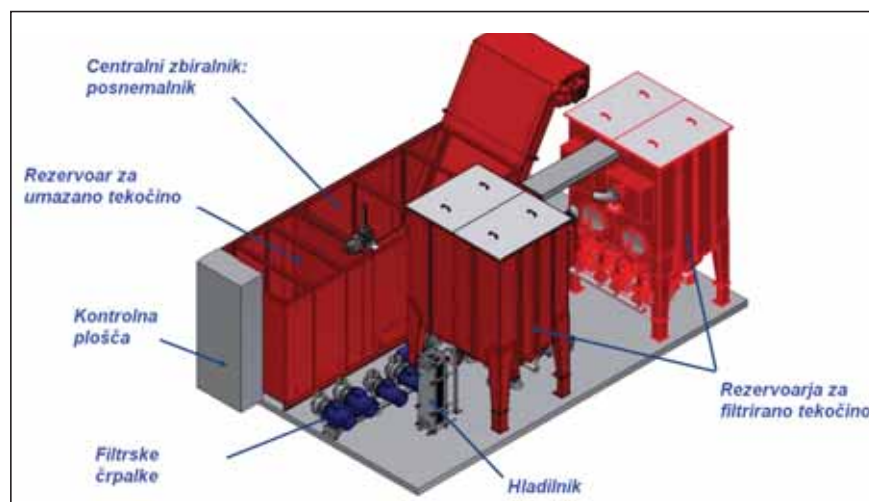
V Nemčiji so leta 2008 porabili 154.000 ton hidravličnih tekočin (v 10 mesecih leta 2009 pa –31 %). Približno tretjino jih uporabijo v mobilni, ostalo pa v industrijski opremi. Okrog 88 % hidravličnih tekočin je mineralne osnove (skupina I bo padala, skupini II in III bosta naraščali), okoli 12 % pa sintetične (okoli 80 % HEES-estrov in okoli 20 % PG). Prispevek obravnava izboljšanje viskozno-temperaturnih lastnosti z multigradnim oljem na osnovi polysintetičnih baznih tekočin (hidrotretirana bazna olja skupine II/III). Ugotovili so visoko strižno stabilnost (manjši padec viskoznosti pri višjih temperaturah), izvrstno termično in oksidacijsko stabilnost, hitro izločanje zraka, dolgo življenjsko dobo in izboljšanje izkoristka glede na klasično olje (višji izkoristek je predvsem rezultat izboljšanja volumetričnega izkoristka kot posledica višje viskoznosti olja pri obratovalni temperaturi).

**Filtracija Delta Force – inovativen postopek filtracije hladilnih sredstev pri brusilnih in superfinišnih procesih (K. Palz, Herding GmbH Filtertechnik, Amberg, Nemčija)**

Predstavljen je bil vakuumski filtrirni sistem površinske filtracije, katerega značilnosti so:

- nima filtra, uporabljeno je porozno PE filtrsko telo,

- omogoča ločevanje delcev velikosti 2–3  $\mu\text{m}$ ,
- primeren za olja, emulzije in vodotopna sredstva,
- površinska filtracija brez blokade,
- avtomatsko povratno izpiranje filtrske površine,
- primeren za posamezne stroje in centralne sisteme.



Slika 3. Shema Delta Force Filtration sistema

Našteti so vzroki za filtracijo hladilno-mazalnih sredstev (na primer preprečevanje površinskih raz, usedlin na stroju in brusnem kolutu, obrabe vretena – še zlasti v visokotlačnih sistemih). Ponujajo različne izvedbe filtrirnih agregatov, ki so primerni za postopke brušenja in superfiniša, honanja in lepanja, žične in potopne erozije, globinsko vrtnanje. Trdijo, da je sistem Delta Force trenutno edini na trgu, ki omogoča filtriranje vodotopnih sredstev in rezalnih olj v mikrometrskem območju velikosti delcev.

**Nadzor količine antioksidantov kot nov parameter spremljanja stanja olj**

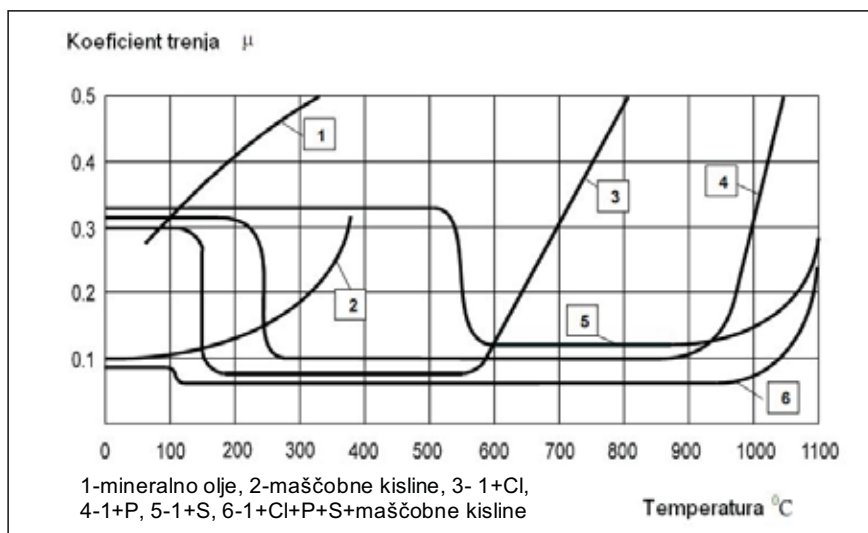
**za plinske motorje (C. Heine, Oelcheck GmbH, Brannenburg, Nemčija)**

Poudarjeni so bili plinski motorji na bioplin (naraščajoči trg: v Nemčiji okoli 1.000 motorjev na bioplin leta 1999, v letu 2009 pa že okrog 5.000). Predavatelj je omenil posebnosti plinskih motorjev in podal primerjavo bioplina in zemeljskega plina. Pri teh aplikacijah je bistven proces staranja olja, zato je njegova sestava zelo pomembna (olje je kot orkester – vsak instrument je pomemben). Naštel je posebnosti pri oljih za plinske motorje in spremembe v formulacijah olj za plinske motorje. Konvencionalne analize, s katerimi spremljamo stanje olja, zajemajo med drugim meritve baznega in kislinkega števila, ki pa ne morejo podati celotne slike. To naj bi omogočila meritev nivoja antioksidantov v olju, saj se ob njihovi razgradnji drastično povečata tvorjenje

usedlin in zgoščevanje olja. Naštel je vrste antioksidantov, ki so uporabljeni pri oljih za plinske motorje. Pri spremljanju nivoja antioksidantov v rabljenem olju je pomembno, da imamo vsaj še 25 % glavnega antioksidanta.

**Mednarodni standardi za maziva v prehrabeni industriji (S. Krol, NSF International, Ann Arbor, ZDA)**

Za marsikatero podjetje so maziva za prehrabeno industrijo tržna niša, čeprav je delež uporabe teh maziv nizek. V zadnjih letih pa je globalna prehrabena industrija v porastu.



Slika 4. Vpliv aditivov na koeficient trenja pri različnih temperaturah

Na nivoju mednarodnih smernic za prehrabeno industrijo obstajajo tri vladne agencije, ki so postavile standarde za maziva, in sicer Australian Quarantine Inspection Service (AQIS), Canadian Food Inspection Agency (CFIA) in United States Food and Drug Administration (FDA). V Evropi danes ne obstaja posebna smernica glede rabe maziv v prehrabeni industriji, zato se večina proizvajalcev maziv pri formuliranju opira na kriterije v Poglavju 21 US Code of Federal Regulations (21 CFR).

NSF je neprofitna organizacija, ustanovljena pred več kot 60 leti. Danes razvija standarde za hrano, vodo in varnost zraka. Doslej je certificirala več kot 250.000 izdelkov, od tega več kot 5.000 maziv, za več kot 12.000 podjetij v 100 državah. V Evropi ima podružnico v Belgiji in Veliki Britaniji. Skupine maziv po NSF-klasifikaciji so: H1, H2, H3, 3H, HT1, HT2 in M1. Poleg NSF-standardov je leta 2006 razvila in objavila nov standard ISO 21469 za maziva tudi organizacija ISO. Zajema higienske zahteve pri formulaciji, proizvodnji in uporabi maziv za prehrabeno industrijo.

**Obdelovalne tekočine najnovejše generacije za obdelavo kovin: praktični rezultati z vodotopnimi polimernimi mazivi (H. Dwuletzki, Carl Bechem, Hagen, Nemčija)**

Podana je bila definicija maziv in razdelitev sredstev za obdelavo kovin. Predavatelj je navedel prednosti in

slabosti obeh glavnih skupin. Prednosti nevodotopnih maziv so: mazalne lastnosti, zaščita pred korozijo, primerna viskoznost, ni težav z mikroorganizmi. Slabosti nevodotopnih maziv so: slabši odvod toplote (z znižanjem viskoznosti ga izboljšamo, a smo omejeni zaradi povečanega izparevanja, znižanja plamenišča, slabšega mazanja), slabše izpiranje, večje onesnaževanje okolja, večja nevarnost požara in eksplozije, dražje čiščenje izdelkov. Prednosti vodotopnih maziv so: veliko boljše hladilne lastnosti, boljši transport odrezkov, boljše čistilne lastnosti. Slabosti vodotopnih maziv so: višji stroški nege, nadzovanja in vzdrževanja ter potreba pa višjem nivoju znanja uporabnikov.

Bistvo prispevka pa je bila predstavitev izdelkov serije Berufluid, ki jih sestavlja 50–80 % vode, ostalo pa polimer. Podani so tudi praktični primeri uporabe vodotopnih polimerov (brušenje, odvalno freziranje, honanje, globinsko vrtnanje, preoblikovanje).

**Medsebojni vpliv aditivov in kovinskih površin – nov model (J. Schulz, Wisura Mineralölwerk Goldgrabe&Scheft GmbH & Co, Bremen, Nemčija)**

Obdelava kovin (odrezavanje in preoblikovanje) zajema številne postopke, pri katerih se obdeluje veliko različnih legur. Za to pa imamo na razpolago relativno majhno izbiro snovi, ki so uporabljene kot aditivi za maziva. Število kombinacij je sicer praktično neskončno, a so se v praksi pri for-

muliranju maziv uveljavili nekateri osnovni principi, tako da se formulacije razlikujejo le zaradi različnih koncentracij in »specialnih aditivov« za posamezen postopek obdelave.

Pri uporabi maziv se je izkazalo, da so klorparafini učinkoviti pri obdelavi vseh materialov, tudi če jih na površino nanese tik pred obdelavo in so hitrosti obdelave visoke. Na delovanje aditivov imata zelo velik vpliv orientacija kristalov v strukturi materiala in čas (potrebno je ločevati med procesi obdelave, kjer se proces odrezavanja zgodi v nekaj milisekundah, in na primer mazanjem ležajev ali obtočnim mazanjem). Aditivi so velikokrat sicer učinkoviti, toda ne v času, ko se zgodi obdelava! Omenjen je vpliv temperature v procesu odrezavanja (tako pozitivni kot negativni učinki). Pri skladiščenju obdelanih, neočiščenih izdelkov obstaja možnost nadaljnjih reakcij.

**Zeleni avtomobil – prispevek maziv v proizvodnji in uporabi – novi koncepti (O. Thordsen, Carl Bechem, Hagen, Nemčija)**

Kaj je zeleni avtomobil? To je težko definirati, lažje pa ocenimo, kateri je bolj zelen. Predavatelj se je dotaknil vpliva vozila na okolje v obliki emisij (plini, delci, hrup), ki ga lahko zmanjšamo z mazivom (zmanjšanje trenja, obrabe, korozije, podaljšanje vgradne dobe maziva, izboljšana toksikologija, večja možnost recikliranja, boljša biološka razgradljivost, povečana uporaba obnovljivih surovin). Nov koncept v avtomobilski industriji:

- menjava rezalnih olj z vodotopnimi sredstvi, ki vsebujejo polimerne aditive,
- masti z nizkim trenjem,
- kombinacija masti in prevlek za zmanjšanje trenja.

Ob zaključku pa je poudaril, da je za zeleni avtomobil potrebno spremeniti tudi osebni pristop (način vožnje, ki vpliva na porabo goriva).

## Literatura

CD s prispevki iz 17. mednarodnega kolokvija Solving Friction and Wear Problems, TAE 19.–21.01. 2010, Es-slingen, Nemčija