



### NEKI REZULTATI ISTRAŽAVANJA U OBLASTI POBOLJŠANJA TRIBOLOŠKIH KARAKTERISTIKA MAZIVIH MASTI

Dragomir IČITOVIĆ, dipl.ing, Marica DUGIĆ, ing.  
Rafinerija ulja MODRIČA, BiH

#### Rezi me

U praksi podmazivanja u upotrebi je dosta aditiva koji snižavaju trenje u mazivom sloju čime se smanjuju energetske utrošci i poboljšava kvalitet podmazivanja.

U ovom radu prikazan je deo rezultata ispitivanja efekata sniženja habanja i trenja kontaktnih površina za neke aditive u standardnoj litijumovoj mazivoj masti gradacije NLGI - 2.

**Ključne reči:** Maziva mast, modifikatori trenja, trenje, habanje

#### 1. UVOD

Kod regularnih uslova podmazivanja prenos snage spregnutih površina vrši se preko sloja maziva kojim su te površine razdvojene.

U uslovima graničnog podmazivanja spregnute površine razdvaja adsorbovani mazivi sloj formiran od jednog ili nekoliko redova molekula što nije dovoljno za sprečavanje direktnog kontakta.

Neke organske i metaloorganske supstance sa izraženim polarnim karakterom u molekularnoj strukturi imaju veći adsorpcioni afinitet prema metalnoj površini nego bazna ulja. Najčešće se radi o organskim kiselinama sa 12 do 18 ugljenikovih atoma u molekulu, prirodnim estrima masnih kiselina (gliceridi), aminskim solima masnih kiselina i njihovim amidima.

Od veličine dipolnog momenta ovih molekula i sdržaja energije metalne površine zavisice čvrstoća adsorptivne veze i broj formiranih slojeva. radi se o 200 do 400 (pa i više) orijentisanih molekularnih slojeva laminarne ili rešetkaste (retikularne) strukture. ovako formirani slojevi mogu da izdrže lakše uslove graničnog podmazivanja.

Povećanjem temperature u graničnom sloju nastaju uslovi za formiranje hemisorptivne veze sa oksidnim slojem metalne površine. Nastala prevlaka deluje kao novi mazivi sloj.

Pomenute supstance poznate su u praksi podmazivanja kao "modifikatori trenja" koji svojim delovanjem u mazivom sloju smanjuje trošenje (habanje) kontakta snižavaju i utrošak energije na podmazivanom mestu. Modifikatori trenja bitno utiču na smanjenje delovanja Stick-slip efekta i na sniženju buke.

U ovom radu vršena su ispitivanja standardne litijumove mazive masti NLGI - 2 sa dodacima nekih tipova "modifikatora trenja". Određivan je koeficijent trenja u mazivom sloju i veličina traga habanja na jednom elementu u kontaktu.

#### 2. PROGRAM I USLOVI ISPITIVANJA

Programom ispitivanja predviđeno je ispitivanje uticaja tri vrste "modifikatora trenja" na tribološke karakteristike standardne litijumove mazive masti NLGI - 2.

Prvi modifikator trenja formiran je na bazi metalditiokarbamata i sa njim je ispitivanje vršeno na jednom uzorku

Drugi tip modifikatora trenja formiran je na bazi alkilamida u esterima, masnih kiselina a treći na bazi grafita.

Ukupan broj uzorka iznosio je sedam.

Oznake uzoraka:

MM1 - uzorak masti bez dodataka

MM2 - sa dodatkom metal-ditiokarbamata

- (1%)  
 MM3 - sa dodatkom alkilamida u estrima masnih kiselina (1%)  
 MM4 - sa dodatkom alkilamida u estrima masnih kiselina (3%)  
 MM5 - sa dodatkom alkilamida u estrima masnih kiselina (5%)  
 MM6 - sa dodatkom grafita (5%)  
 MM7 - sa dodatkom grafita (5%) i alkilamida u estrima masnih kiselina (3%)

Uslovi sprovođenja testa određeni su prema standardnom režimu rada kotrljajnih ležajeva gde se ova maziva mast najčešće koristi.

Eksperimentalna istraživanja vršena su pod sledećim kontaktnim uslovima:

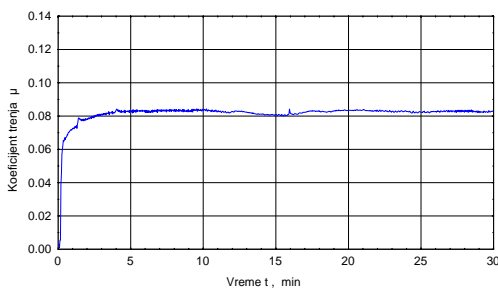
1. Materijal kontaktnih elemenata (blok i disk): Č 4142 (legirani čelik predviđen za izradu kotrljajnih elemenata) tvrdoće; 62-64 HRc
2. Spoljašnje opterećenje ; 300 N
3. Brzina klizanja : 1.33 m/s
4. Početna temperatura : 25-28 °C
5. Geometrija kontakta: Linija

Ispitivanja su izvođena na tribometru Block on Disk u Laboratoriji za tribologiju Mašinskog fakulteta u Kragujevcu

Tribološke karakteristike određene su sa aspekta trenja merenjem sile trenja i koeficijenta trenja i sa aspekta habanja merenjem traga habanja na bloku.

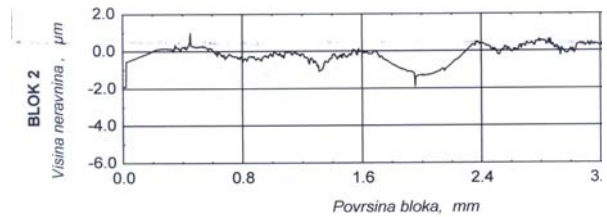
### 3. REZULTATI ISPITIVANJA

Rezultati ispitivanja triboloških karakteristika sa aspekta trenja izraženi su eksperimentalnim funkcijom  $\mu=f(t)$ . Primer jedne eksperimentalne funkcije prikazan je na slici 1 a odnosi se na uzorak mazive masti MM3.



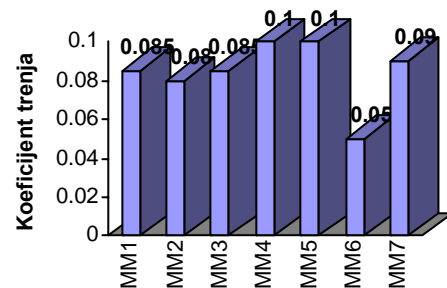
Slika 1. Eksperimentalna funkcija  $\mu=f(t)$  za uzorka mazive masti MM3

Na slici 2 prikazan je zapis hrapavosti kontaktne površine bloka posle testa od 60 minuta. Udubljenje na desnoj strani slike predstavlja trag habanja bloka nastalog u toku testa.



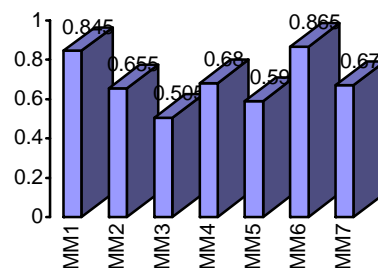
Slika 2. Trag habanja na bloku posle ispitivanja maziva masti MM3

Tribološke karakteristike sa aspekta trenja određene su na osnovu veličine koeficijenta trenja a sa aspekta habanja na osnovu veličine tragova habanja na bloku posle izvedenih eksperimenata. Srednje vrednosti koeficijenata trenja svih sedam uzoraka prikazane su na slici 3.



Slika 3. Srednje vrednosti koeficijenta trenja

Veličine tragova habanja na bloku, formiranih pri korišćenju sedam uzoraka mazive masti, prikazane su na slici 4.



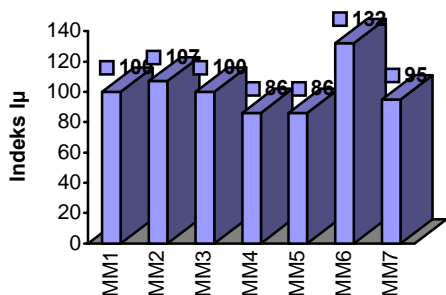
Slika 4. Tragovi habanja na Bloku

Indeksi kvaliteta ispitivanih uzoraka sa gledišta trenja (antifriktione karakteristike) formirani na bazi srednih vrednosti koeficijenata trenja prikazani su na slici 5

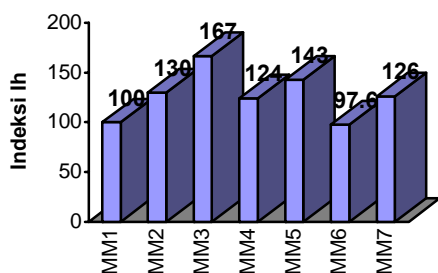
Indeksi kvaliteta ispitivanih uzoraka sa gledišta habanja (antihabajuće karakteristike) prikazani su na slici 6.

Veličine koeficijenta trenja i traga habanja dobijenih pri ispitivanju mazive masti bez dodataka (uzorak MM1) označeni su sa indeksom 100.

Razlike u kvalitetima ispitivanih uzoraka sa tribološkog aspekta zavise, kao što se iz prikazanih histograma vidi, od toga dali se tribološke karakteristike određuju sa gledišta trenja ili sa gledišta habanja.

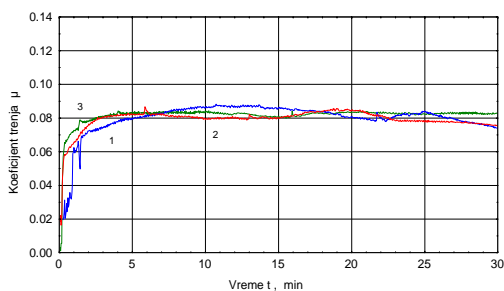


Slika 5. Indeksi kvaliteta uzoraka mazive masti sa gledišta trenja



Slika 6 Indeksi kvaliteta uzoraka mazive masti sa gledišta habanja

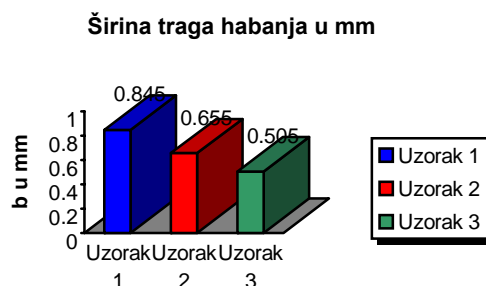
Uticaj različitih dodataka mazivoj masti NLGI - 2 na njene tribološke karakteristike (karakteristike sa gledišta trenja i habanja) ispitivan je i u uslovima manjih opterećenja i manjih brzina klizanja ( $F_n = 200N$ ,  $v = 0,46m/s$ ). U ovim uslovima razlike u koeficijentima trenja su bile minimalne za uzorke MM1, MM2 i MM3). Na slici 7 prikazane su eksperimentalne funkcije  $\mu = f(t)$  dobijene ispitivanjem sva tri uzorka mazive masti.



Slika 7 Eksperimentalne funkcije  $\mu = f(t)$

U uslovima kontakta sa manjim opterećenjima i manjim brzina klizanja razlike u veličinama tra-

gova habanja su manje od onih koje u se pokazale u uslovima ispitivanja sa normalnim opterećenje od 300N i brzinama klizanja 1,33m/s. Histogram na slici 8 to jasno pokazuje.



Slika 8. Tragovi habanja pri korišćenju uzoraka MM1, MM2 i MM3 ( $F_n=200N$ ;  $v=0,46m/s$ )

#### 4. ZAKLJUCI

Ispitivanja vršena pri brzini klizanja 1,33m/s i normalnim opterećenjem kontakta  $F_n=300N$  pokazala su sledeće:

- Kod uzorka MM2 sa dodatkom metalditio-kabanata nije došlo do sniženja koeficijenta trenja u odnosu na referentni uzorak MM1 (maziva mast bez dodataka) ali je trag habanja na bloku manji.
- Do sniženja koeficijenta trenja nije došlo ni kod uzoraka MM3, MM4 i MM5 sa dodacima alkilamida u estrima masnih kiselina (zabeleženo je i povećanje kod većih količina dodataka).
- Tragovi habanja kod ovih uzoraka su znatno manji nego kod referentnog uzorka MM1
- Pod navedenim uslovima ispitivanja značajno sniženje koeficijenta trenja zabeleženo je jedino kod uzorka MM6 sa dodatkom grafita u količini od 5%. Medjutim, u toku izvodjenja eksperimenata sa uzorcima MM6 i MM7 u kojima se nalazi grafit, dolazilo je do oscilacija u veličini koeficijenta trenja što bi se moglo tumačiti
- kao posledica nestabilnosti strukture mazivog sloja. kao rezultat ispitivanja uzoraka MM6 i MM7 vrlo je indikativan podatak da prisustvo grafita pod uslovima testa nema nikakav uticaj na smanjenje trag habanja.
- U uslovima ispitivanja sa manjim opterećenjima i manjim brzinama klizanja ( $F_n=200N$ ,  $v=0,46m/s$ ) uticaj dodataka u uzorcima MM2 i MM3 nije pokazao nikakav efekat na promenu veličine koeficijenta trenja u odnosu na referentni uzorak mazive masti MM1.

- Uticaj dodataka u uzorcima mazive masti MM2 i MM3 na proces habanja evidentan je ali ne sa tako velikim razlikama koje su zabeležene pri ispitivanju sa većim opterećenjem i većom brzinom klizanja.

Može se zaključiti da se sa korišćenim izabranih organohemijskih dodataka može bitno uticati na smanjenje intenziteta i veličine habanja kritičnih elemenata tribo-mehaničkih sistema.

Grafit kao čvrsti modifikator trenja ima znatnu ulogu u smanjenju trenja u kontaktnom sloju ali nema uticaja na intenzitet i veličinu habanja elemenata tribo-mehaničkih sistema

## 5. LITERATURA

1. Grupa autora, MAZIVA I PODMAZIVANJE, JUGOMA, 1986,
2. H.Faci, I.Bjel, A.Medrano, B.Cisler, Frictionless Open Gear Lubricant, NLGI, Volum 66, Number 6
3. Dokumentacija o eksperimentanim ispitivanjima grupe mazivih masti, Rafinerija Modrica, 2003.