

Analiza eksperimentalno određenih koeficijenata trenja klizanja materijala triboelemenata

Vladimir Blanuša, Dušan Gavanski
Mašinski odsek

Visoka tehnička škola strukovnih studija
Novi Sad, Srbija

blanusa@vtsns.edu.rs, gavanski@vtsns.edu.rs

Ivan Sovilj-Nikić, Bogdan Sovilj
Departman za proizvodno mašinstvo

Fakultet tehničkih nauka
Novi Sad, Srbija

bsovilj@uns.ac.rs,

Sandra Sovilj-Nikić
Pedagoški fakultet

Univezitet u Novom Sadu
Sombor, Srbija

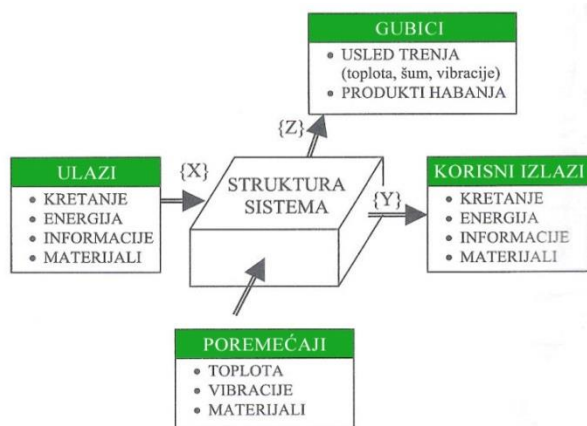
sandrasn@eunet.rs

Rezime— Najkarakterističniji pokazatelj tehničkog razvoja jedne zemlje jeste proizvod. Proizvodi se izrađuju od različitih materijala. Materijali su izuzetno značajni i zastupljeni u mnogim sferama života. Materijali su svuda oko nas, radimo na materijalu i u materijalu. Stoga, pouzdane informacije o karakteristikama materijala triboelemenata su neophodne za tribološki ispravnu konstrukciju tribomehaničkog sistema. U radu je prikazana analiza rezultata eksperimentalnih istraživanja koeficijenta trenja klizanja materijala od kojih se najčešće izrađuju triboelementi tribomehaničkih sistema. Analiza rezultata pokazuje da se najmanji koeficijent trenja klizanja ostvaruje kod tribološkog para aluminijum (Al) i sivi liv (GJL250), dok je u slučaju primene motornog ulja (SAE15W/40) najmanji koeficijent trenja klizanja kod tribološkog para čelik (16MnCr5) i plastika (POM).

Ključne reči: Tribologija; materijal, trenje klizanja; koeficijent trenja klizanja; triboelementi

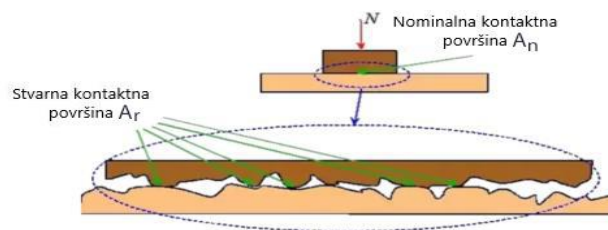
I. UVOD

Proizvodni procesi u različitim industrijskim sistemima ostvaruju se na proizvodnoj, transportnoj i drugoj opremi uz utrošak materijala, energije i ljudskog rada. U proizvodnoj, transportnoj i drugoj vrsti opreme nalazi se izuzetno veliki broj tribomehaničkih sistema. Tribomehanički sistemi kao dinamički izvršioци elementarnih funkcija deluju u uslovima frikcionog kontakta i relativnog kretanja triboelemenata. Tribomehanički sistem poseduje određenu strukturu i funkciju. Tribomehanički sistem se može predstaviti kao što je to pokazano na Sl. 1 [1].



Slika 1. Tribomehanički sistem

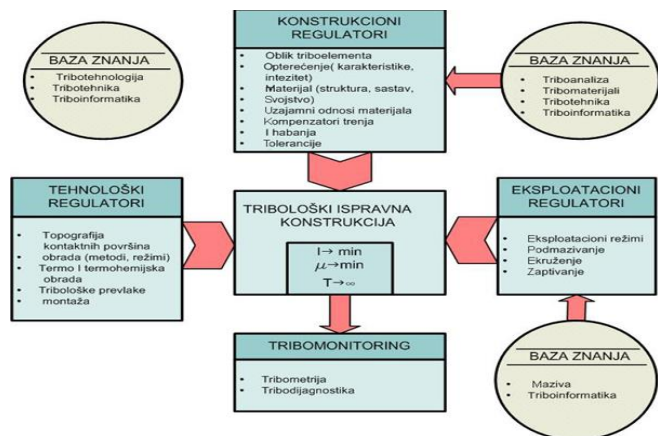
Funkcija koja predstavlja jednu od osnovnih karakteristika tribomehaničkih sistema može se izraziti kao odnos ulaznih i korisnih izlaznih veličina. Poremećaji utiču na procese trenja i habanja. Gubici u tribomehaničkim sistemima su izuzetno značajni sa aspekta kvalitetnog realizovanja elementarnih funkcija. Tribološki procesi veoma su složeni procesi i oni zavise od velikog broja faktora. Trenje kao proces suprotstavljanja kretanju triboelemenata sistema veoma utiče na mehanički stepen korisnog dejstva, a koji je najvažniji parametar ocene sposobnosti tribomehaničkog sistema da očuva transportovanu energiju. Habanje kao oblik odnošenja materijala sa kontaktnih površina utiče na izmenu tehničkih parametara i promene u funkcionisanju tribomehaničkog sistema. Na Sl. 2 prikazana je oblast nominalnog i realnog kontakta [2].



Slika 2. Oblast nominalnog i stvarnog kontakta

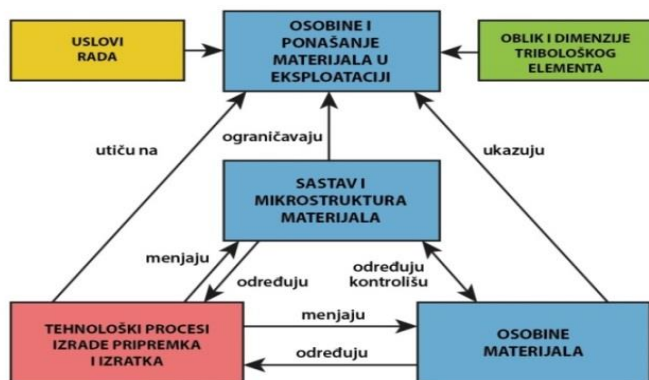
Trenje i habanje su osnovne tribološke karakteristike tribomehaničkih sistema. Oni su glavni uzrok izmene strukture tribomehaničkog sistema, gubitka energije i gubitka materijala. Veliki broj različitih faktora utiče na trenje i habanje kao na primer: struktura sistema, uslovi rada, mehaničko-hemijska svojstva materijala, karakteristike podmazivanja, agresivnost sredine, temperatura, topografija kontaktnih površina, prethodne i završne obrade površina kontakta i drugo [1], [3], [4].

Mogućnosti kojima projektant, odnosno konstruktor može razraditi tribološki ispravnu konstrukciju u procesu projektovanja i konstruisanja su mnogobrojne. Regulatori tribološki ispravne konstrukcije prikazani su na Sl. 3 [1], [3], [4], [5].



Slika 3. Regulatori tribološki ispravne konstrukcije

U savremenom mašinstvu za izradu triboelemenata koriste se različiti materijali. Veoma je značajno određivanje triboloških karakteristika postojećih materijala od kojih će se izrađivati elementi tribomehaničkih sistema [6]. Pri izboru materijala za izradu triboelemenata značajnu ulogu imaju odgovarajući kvantitativni pokazatelji. Veoma je važno odabrati one veličine kojima bi bilo moguće uporediti materijale i izvršiti konačan izbor materijala na što precizniji i pouzdaniji način. Najpotpuniji i najadekvatniji skup podataka o svojstvima materijala dobija se normiranim i standardizovanim laboratorijskim ispitivanjima uzoraka iz poluproizvoda ili proizvoda. Uticaj sastava i mikrostrukture materijala, kao i tehnološkog procesa proizvodnje na svojstva i ponašanje materijala i njihovo međusobno dejstvo dati su na Sl. 4 [7], [8].



Slika 4. Uticajni faktori na svojstva i ponašanje materijala

Jedan od pokazatelja svojstava i karakteristika materijala je i koeficijent trenja [1], [9], [10]. Koeficijent trenja dva materijala koji se nalazi u kontaktu jednak je tangensu ugla (α) koji po veličini predstavlja graničnu vrednost dva stanja mirovanja i kretanja. Koeficijent trenja klizanja je veličina koja značajno zavisi od uparivanja materijala kao i od brojnih uticajnih faktora kao što su: brzina klizanja, pritisak, trajanje klizanja, prisutnost sredstva za podmazivanje, temperatura, kvalitet površina i drugo.

II. UREĐAJ ZA ODREĐIVANJE KOEFICIJENTA TRENJA KLIZANJA

Uređaj koji je korišćen za određivanje koeficijenta trenja klizanja po metodi strme ravni sastoji se od postolja, dela za merenje i magacina sa uzorcima za merenje [10]. U magacinu se nalazi komplet od 10 uzoraka podloge i 10 uzoraka tega koji klizi po podlozi. Vrednost nominalnog opterećenja iznosi $1 N$. Sama vrednost koeficijenta trenja klizanja se može odrediti kao tangens ugla za trenutak početka klizanja koje se javlja u kontaktnom tribološkom paru ili se vrednost koeficijenta trenja direktno očitava na skali uređaja. Uređaj pruža mogućnost da se izrade elementi kontaktnih parova od drugih materijala koji se ne nalaze u setu, što uređaju daje veću funkcionalnost u određivanju koeficijenta trenja za različite vrste materijala i različite hrapavosti obrađenih površina u uslovima sa i bez podmazivanja. Uređaj za određivanje koeficijenta trenja (tribometar) prikazan je na Sl. 5 [10].

Nakon izvršene pripreme uređaja vrši se izbor uzoraka, i njihova priprema. Najpre se postavlja prvi kontaktni tribološki element - podloga od željenog materijala tako da nalegne na obe čivije uređaja, a zatim se na njega postavlja drugi kontaktni tribološki element - uzorak opet od željenog materijala.



Slika 5. Uređaj za određivanje koeficijenta trenja klizanja (tribometar)

III. ANALIZA EKSPERIMENTALNIH REZULTATA

Na osnovu prethodno utvrđenog plana eksperimentalna istraživanja urađena su u dva dela. U prvom delu istraživanja određen je koeficijent trenja klizanja pri suvom trenju, pri čemu je kao podloga tribo para korišćen Al a kao uzorak četiri različita materijala, odnosno čelik 50CrV4, tehnička plastika (POM), čelik (15CrMo5) i sivi liv (GJL250). Primenom tribometra (Sl. 5) izvršeno je 20 merenja ugla klizanja za svaku kombinaciju podloga - uzorak. Rezultati merenja i odgovarajući koeficijent trenja klizanja prikazani su u tabelama I, II, III i IV. Na Sl. 6 dat je grafički prikaz koeficijenta trenja klizanja za sve četiri kombinacije tribo parova. Na Sl. 7 i 8 histogramom su prikazani srednja vrednost i standardna devijacija koeficijenta trenja klizanja za četiri različita materijala uzorka u uslovima suvog trenja pri čemu je u sva četiri slučaja kao podloga korišćen Al. Na osnovu prikazanih rezultata može se uočiti da je srednja vrednost koeficijenta trenja klizanja, kao i standardna devijacija najmanja za tribološki par Al (podloga) - GJL250 (uzorak). Najveću srednju vrednost koeficijenta trenja klizanja, kao i najveću standardnu devijaciju imao je tribološki par Al (podloga) - 50CrV4 (uzorak).

TABELA I. KOEFICIJENT TRENJA KLIZANJA TRIBO PARA ČELIK (50CRV4) I AL KAO PODLOGA

Br. merenja	Ugao klizanja		Koeficijent trenja kliz.
1.	15° 19'	15,3166°	0,2739
2.	17° 03'	17,0500°	0,3067
3.	17° 06'	17,1000°	0,3076
4.	16° 43'	16,7166°	0,3003
5.	15° 51'	15,8500°	0,2839
6.	15° 8'	15,1333°	0,2704
7.	15° 23'	15,3833°	0,2751
8.	16° 12'	16,2000°	0,2905
9.	13° 18'	13,3000°	0,2364
10.	15° 30'	15,5000°	0,2773
11.	14° 52'	14,8666°	0,2655
12.	14° 59'	14,9830°	0,2676
13.	13° 8'	13,1333°	0,2333
14.	14°13'	14,2166°	0,2533
15.	13° 40'	13,6666°	0,2432
16.	13° 50'	13,8333°	0,2462
17.	13° 38'	13,6333°	0,2425
18.	14° 28'	14,4666°	0,2579
19.	16° 02'	16,0333°	0,2873
20.	13° 51'	13,8500°	0,2466
Srednja vrednost	15° 00'	15,0116°	0,2682

TABELA III. KOEFICIJENT TRENJA KLIZANJA TRIBO PARA ČELIK (15CRMO5) I AL KAO PODLOGA

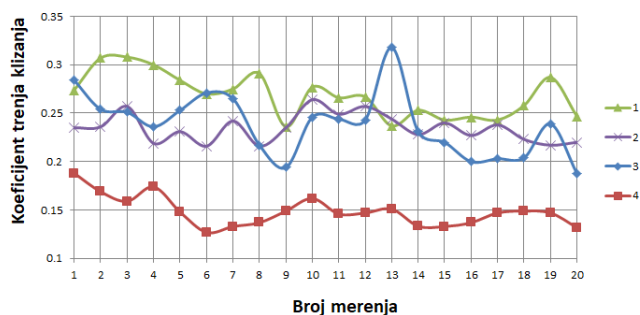
Br. merenja	Ugao klizanja		Koeficijent trenja kliz.
1.	15°50'	15,8333°	0,2835
2.	14°14'	14,2330°	0,2537
3.	14° 60'	14,1000°	0,2512
4.	13° 16'	13,2660°	0,2357
5.	14° 13'	14,2167°	0,2533
6.	15° 10'	15,1667°	0,2710
7.	14° 50'	14,8333°	0,2648
8.	12° 16'	12,2667°	0,2174
9.	11°	11,0000°	0,1943
10.	13° 50'	13,8330°	0,2463
11.	13° 42'	13,7000°	0,2437
12.	13° 40'	13,6770°	0,2433
13.	17° 40'	17,6670°	0,3185
14.	13°	13,0000°	0,2308
15.	12° 35'	12,5830°	0,2232
16.	11° 20'	11,3330°	0,2004
17.	11° 30'	11,5000°	0,2034
18.	11° 32'	11,5330°	0,2041
19.	13° 28'	13,4667°	0,2394
20.	10° 40'	10,6667°	0,1883
Srednja vrednost	13° 23'	13,3930°	0,2383

TABELA II. KOEFICIJENT TRENJA KLIZANJA TRIBO PARA TEHNIČKA PLASTIKA (POM) I AL KAO PODLOGA

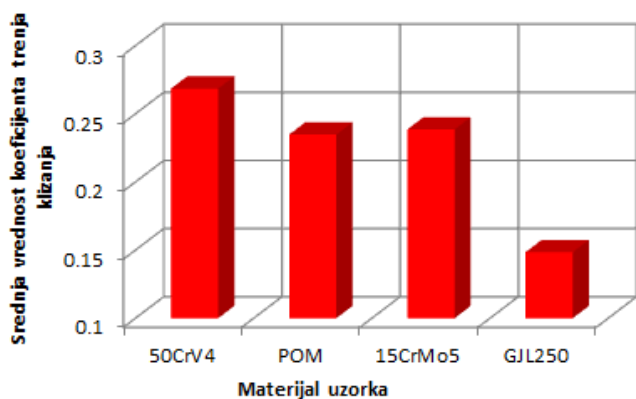
Br. merenja	Ugao klizanja		Koeficijent trenja kliz.
1.	13° 30'	13,2167°	0,2348
2.	13° 18'	13,3000°	0,2363
3.	14° 24'	14,4000°	0,2567
4.	12° 23'	12,3833°	0,2195
5.	13°	13,0000°	0,2308
6.	12° 12'	12,2000°	0,2162
7.	13° 39'	13,6500°	0,2428
8.	12° 12'	12,2000°	0,2162
9.	13° 12'	13,2000°	0,2345
10.	14° 46'	14,7667°	0,2635
11.	14°	14,0000°	0,2493
12.	14° 24'	14,4000°	0,2567
13.	13° 43'	13,7167°	0,2441
14.	12°49'	12,8167°	0,2275
15.	13° 28'	13,4667°	0,2394
16.	12° 46'	12,7667°	0,2265
17.	13° 24'	13,4000°	0,2230
18.	12° 34'	12,5667°	0,2229
19.	12° 15'	12,2500°	0,2171
20.	12° 25'	12,4167°	0,2202
Srednja vrednost	13° 14'	13,2473°	0,2347

TABELA IV. KOEFICIJENT TRENJA KLIZANJA TRIBO PARA SIVI LIV (GIL250) I AL KAO PODLOGA

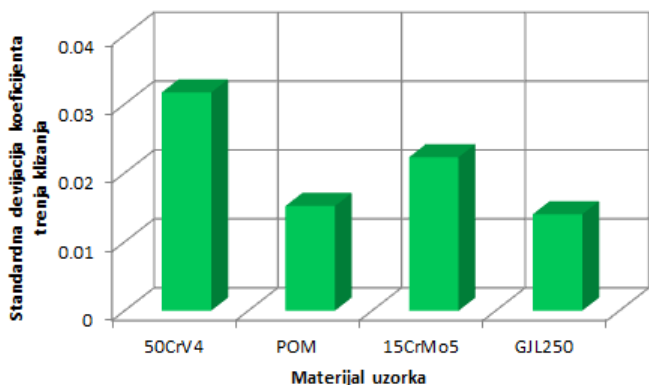
Br. merenja	Ugao klizanja		Koeficijent trenja kliz.
1.	10° 4'	10,6667°	0,1883
2.	9° 34'	9,5667°	0,1685
3.	9° 3'	9,0500°	0,1593
4.	9° 51'	9,8500°	0,1736
5.	8° 26'	8,4330°	0,1483
6.	7° 14'	7,2330°	0,1269
7.	7° 34'	7,5667°	0,1328
8.	7° 48'	7,8000°	0,1369
9.	8° 28'	8,4660°	0,1488
10.	9° 12'	9,2000 °	0,1619
11.	8° 20'	8,3330°	0,1465
12.	8° 21'	8,3500°	0,1467
13.	8° 36'	8,6000°	0,1512
14.	7° 37'	7,6167°	0,1337
15.	7° 36'	7,6000°	0,1330
16.	7° 49'	7,8167°	0,1373
17.	8° 21'	8,3500°	0,1467
18.	8° 30'	8,5000°	0,1494
19.	8° 20'	8,3330°	0,1464
20.	7° 32'	7,5333°	0,1322
Srednja vrednost	8° 26'	8,4432°	0,1484



Slika 6. Koeficijent trenja klizanja za tribo parove
1. Al - 50CrV4, 2. Al - POM, 3. Al - 15CrMo5, 4. Al - GJL250



Slika 7. Srednja vrednost koeficijenta trenja klizanja za tribo parove
1. Al - 50CrV4, 2. Al - POM, 3. Al - 15CrMo5, 4. Al - GJL250



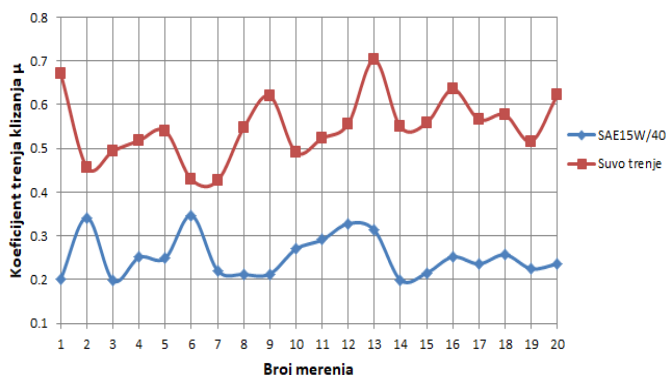
Slika 8. Standardna devijacija koeficijenta trenja klizanja za tribo parove
1. Al - 50CrV4, 2. Al - POM, 3. Al - 15CrMo5, 4. Al - GJL250

U drugom delu istraživanja merenja su izvršena u uslovima suvog trenja, ali i u uslovima podmazivanja u kojima je kao sredstvo za podmazivanje korišćeno motorno ulje SAE15W/40. Primenom tribometra izvršeno je merenje ugla klizanja za dva tribološka para u uslovima suvog trenja i pri prisustvu sredstva za podmazivanje SAE15W/40. Kod prvog tribološkog para Al je korišćen i kao podloga i kao uzorak. Kod drugog tribološkog para podloga je 16MnCr5, a uzorak tehnička plastika (POM). Rezltati merenja i odgovarajući koeficijenti trenja klizanja prikazani su u tabelama V, VI, VII i VIII.

TABELA V. KOEFICIENT TRENJA KLIZANJA TRIBO PARA AL I AL – SUVO TRENJE

Br. merenja	Ugao klizanja		Koeficijent trenja kliz.
1.	33°54'	33,900°	0,672
2.	24°33'	24,550°	0,457
3.	26°17'	26,283°	0,494
4.	27°24'	27,400°	0,518
5.	28°23'	28,380°	0,540
6.	23°15'	23,250°	0,429
7.	23°3'	23,050°	0,426
8.	28°41'	28,680°	0,547
9.	31°48'	31,800°	0,620
10.	26°9'	26,150°	0,491
11.	27°38'	27,630°	0,523
12.	29°3'	29,050°	0,556
13.	35°7'	35,120°	0,703
14.	28°48'	28,800°	0,549
15.	29°10'	29,167°	0,558
16.	32°25'	32,420°	0,635
17.	29°30'	29,500°	0,566
18.	29°59'	29,980°	0,577
19.	27°17'	27,283°	0,516
20.	31°52'	31,860°	0,621
Srednja vrednost	24°33'	24,550°	0,549

Na Sl. 9 dat je grafički prikaz koeficijenta trenja klizanja za prvi tribološki par u uslovima suvog trenja i u uslovima podmazivanja. Na Sl. 10 i 11 histogramom su prikazani srednja vrednost i standardna devijacija koeficijenta trenja klizanja za prvi tribološki par u uslovima suvog trenja i u uslovima podmazivanja. Na Sl. 12 dat je grafički prikaz koeficijenta trenja klizanja za drugi tribološki par u uslovima suvog trenja i u uslovima podmazivanja. Na Sl. 13 i 14 histogramom su prikazani srednja vrednost i standardna devijacija koeficijenta trenja klizanja za drugi tribološki par u uslovima suvog trenja i u uslovima podmazivanja.



Slika 9. Koeficijent trenja klizanja za tribo par Al - Al pri suvom trenju i pri primeni motornog ulja SAE15W/40 kao sredstva za podmazivanje

TABELA VI. KOEFICIJENT TRENJA KLIZANJA TRIBO PARA AL I AL –
PODMAZANE POVRŠINE

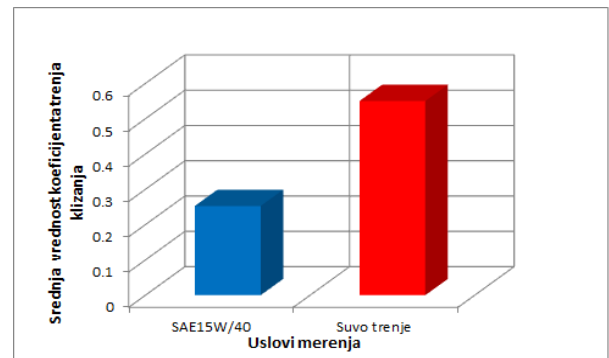
Br. merenja	Ugao klizanja		Koeficijent trenja kliz.
1.	11° 21'	11,350°	0,200
2.	18° 54'	18,900°	0,342
3.	11° 12'	11,200°	0,198
4.	14° 6'	14,100°	0,251
5.	13° 58'	13,967°	0,249
6.	19° 9'	19,150°	0,347
7.	12° 28'	12,467°	0,221
8.	11° 59'	11,983°	0,212
9.	12° 2'	12,030°	0,213
10.	15° 8'	15,133°	0,270
11.	16° 14'	16,233°	0,291
12.	18° 11'	18,183°	0,328
13.	17° 24'	17,400°	0,313
14.	11° 15'	11,250°	0,199
15.	12° 9'	12,150°	0,215
16.	14° 9'	14,150°	0,252
17.	13° 17'	13,280°	0,236
18.	14° 25'	14,420°	0,257
19.	12° 41'	12,683°	0,225
20.	13° 18'	13,300°	0,236
Srednja vrednost	14° 22'	14,378°	0,252

TABELA VII. KOEFICIJENT TRENJA KLIZANJA TRIBO PARA KOD KOG
JE PODLOGA JE 16MNCR5, A UZORAK TEHNIČKA PLASTIKA (POM) - SUVO
TRENJE

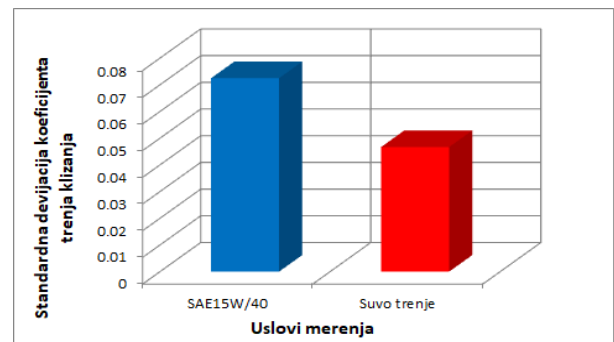
Br. merenja	Ugao klizanja		Koeficijent trenja kliz.
1.	7°57'	7,950°	0,139
2.	8°39'	8,650°	0,152
3.	9°34'	9,567°	0,169
4.	9°41'	9,680°	0,171
5.	9°2'	9,030°	0,159
6.	10°23'	10,380°	0,183
7.	9°20'	9,330°	0,164
8.	9°18'	9,300°	0,164
9.	9°14'	9,230°	0,163
10.	8°52'	8,870°	0,156
11.	9°24'	9,400°	0,166
12.	8°20'	8,333°	0,146
13.	8°42'	8,700°	0,153
14.	8°54'	8,900°	0,157
15.	9°27'	9,450°	0,167
16.	10°3'	10,050°	0,177
17.	10°2'	10,030°	0,177
18.	8°24'	8,400°	0,148
19.	7°52'	7,870°	0,138
20.	8°44'	8,730°	0,154
Srednja vrednost	9° 3'	9,051°	0,160

TABELA VIII. KOEFICIJENT TRENJA KLIZANJA TRIBO PARA KOD KOG
JE PODLOGA JE 16MNCR5, A UZORAK TEHNIČKA PLASTIKA (POM) -
PODMAZANE POVRŠINE

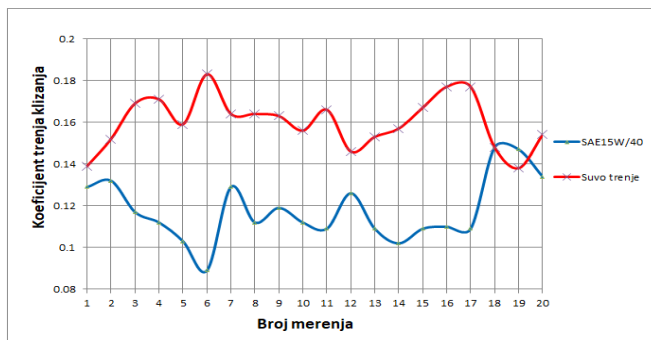
Br. merenja	Ugao klizanja		Koeficijent trenja kliz.
1.	7°23'	7,38°	0,129
2.	7°30'	7,50°	0,132
3.	6°41'	6,68°	0,117
4.	6°22'	6,37°	0,112
5.	5°52'	5,87°	0,103
6.	5°4'	5,07°	0,089
7.	7°22'	7,37°	0,129
8.	6°24'	6,40°	0,112
9.	6°48'	6,80°	0,119
10.	6°23'	6,38°	0,112
11.	6°12'	6,20°	0,109
12.	7°12'	7,20°	0,126
13.	6°15'	6,25°	0,109
14.	5°49'	5,82°	0,102
15.	6°14'	6,23°	0,109
16.	6°17'	6,28°	0,110
17.	6°13'	6,22°	0,109
18.	8°24'	8,40°	0,148
19.	8°23'	8,38°	0,147
20.	7°37'	7,62°	0,134
Srednja vrednost	6° 40'	6,673°	0,117



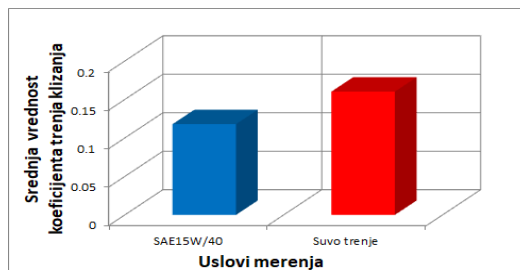
Slika 10. Srednja vrednost koeficijenta trenja klizanja za tribo par Al - Al pri suvom trenju i pri primeni motornog ulja SAE15W/40 kao sredstva za podmazivanje



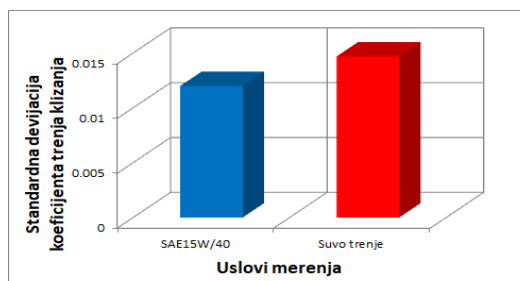
Slika 11. Standardna devijacija koeficijenta trenja klizanja za tribo par Al - Al pri suvom trenju i pri primeni motornog ulja SAE15W/40 kao sredstva za podmazivanje



Slika 12. Koefficient trenja klizanja za tribo par 16MnCr5 - POM pri suvom trenju i pri primeni motornog ulja SAE15W/40 kao sredstva za podmazivanje



Slika 13. Srednja vrednost koefficienta trenja klizanja za tribo par 16MnCr5 - POM pri suvom trenju i pri primeni motornog ulja SAE15W/40 kao sredstva za podmazivanje



Slika 14. Standardna devijacija koefficienta trenja klizanja za tribo par 16MnCr5 - POM pri suvom trenju i pri primeni motornog ulja SAE15W/40 kao sredstva za podmazivanje

Na osnovu prikazanih rezultata može se zapaziti da je koefficient trenja klizanja veći pri suvom trenju kod oba tribološka para. Treba istaći da je koefficient trenja klizanja manji kod drugog tribološkog para čelik 16MnCr5 (podloga) – tehnička plastika POM (uzorak) u uslovima suvog trenja i uslovima podmazivanja, uz značajno manju standardnu devijaciju.

IV. ZAKLJUČAK

Tribo parove najčešće, iz triboloških razloga, sačinjavaju triboelementi od materijala različitih tvrdoća. Najčešći uzrok gubitka energije i progresivnog razvoja procesa habanja kontaktnih površina triboelemenata jeste trenje klizanja u najvećem broju tribomehaničkih sistema. Najpotpuniji i najadekvatniji skup podataka o svojstvima materijala triboelemenata dobija se normiranim i standardnim laboratorijskim ispitivanjima tribo parova (podloga - uzorak).

Na osnovu ispitivanja trenja klizanja za četiri tribo para primenom tribometra najmanji koefficient trenja klizanja u uslovima suvog trenja dobijen je za tribo par (podloga - uzorak) izrađen od materijala Al i GJL250. U uslovima podmazivanja koefficient trenja je značajno manji. Najmanji koefficient trenja klizanja bio je kod tribo para gde je kao podloga korišćen 16MnCr5 a tehnička plastika POM kao uzorak.

LITERATURA

- [1] S. Tanasijević, *Tribološki ispravno konstruisanje*, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2004.
- [2] M. Kandeveva-Ivanova, D. Karastoyanov, B. Ivanova, E. Assenova, *Tribological Interactions of Spheroidal Graphite Cast Iron Microalloyed by Tin*, Prof. Marin Drinov Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria, 2016.
- [3] I.Sovilj-Nikić, *Primena genetskog algoritma u optimizaciji geometrijskih parametara odvalnog glodala*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Serbia, Master Thesis, 2007.
- [4] I. Sovilj-Nikić, *Modelovanje i optimizacija procesa odvalnog glodanja*, Fakultet tehničkih nauka, Serbia, Doctoral Thesis (unpublished)
- [5] B. Sovilj, S. Sovilj-Nikić, Tribological researches of gear cutting processes of cylindrical gears, invited paper in *Proc. of MMA 2018*, Novi Sad, Serbia, 2018.
- [6] B. Sovilj, D. Ješić, I. Sovilj-Nikić, Identifikacija i metode merenja triboloških karakteristika materijala, *Savremena poljoprivredana tehnika*, Vol. 36. No3, pp.295-305, 2010, ISSN 0350-2953
- [7] T. Filetin, M. Franz, Đ. Španiček, V. Ivušić, Svojstva i karakteristike materijala, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Croatia, 2012.
- [8] B. Sovilj, S. Sovilj-Nikić, G. Varga, V. Blanuša, Analysis of the possibility of improving the characteristics of hob milling tools for gear cutting of cylindrical gears, in *Proc. of KOD 2018*, Novi Sad, Serbia, 2018.
- [9] B. Ivković, A. Rac, *Tribology (Tribologija)*, Jugoslovensko društvo za tribologiju, Kragujevac, Serbia, 1995.
- [10] Tadić, B., Jeremić, B., Mitrović, S., Erić, M., Development of Tribometer and Measurement Results of Static Coefficient of Friction Sliding and Coefficient of Rolling Friction by Principle Steep Plane, in *Proc. of SERBIATRIB'11*, Kragujevac, Serbia, pp. 397-402, 2011.

ABSTRACT

Product presents the most characteristic indicator of the technical development of a country. Products made of different materials are extremely important and represent in many fields of life. Materials are all around us, we work on material and in material. Therefore, reliable information on the characteristics of triboelement materials is necessary for the tribologically correct construction of the tribomechanical system. The paper presents an analysis of the results of experimental research on the coefficient of sliding friction of materials from which triboelements of tribomechanical systems are most often made. The analysis of the results shows that the lowest coefficient of sliding friction is achieved in the tribological pair aluminum (Al) and gray cast iron (GJL250), while in the case of motor oil (SAE15W / 40) the lowest coefficient of sliding friction is in the tribological pair steel (16MnCr5) and plastic. (POM).

ANALYSIS OF EXPERIMENTALLY DETERMINED SLIDING FRICTION COEFFICIENTS OF TRIBOELEMENT MATERIALS

Vladimir Blanuša, Ivan Sovilj-Nikić, Bogdan Sovilj, Sandra Sovilj-Nikić and Dušan Gavans