

## Tribološka svojstva pamučnih pređa: faktor površinskog trenja

Dr.sc. **Ivana Salopek Čubrić**, dipl.ing.  
Prof.dr.sc. **Zenun Skenderi**, dipl.ing.  
Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila  
Zagreb, Hrvatska  
e-mail: [ivana.salopek@ttf.hr](mailto:ivana.salopek@ttf.hr)  
Prispjelo 17.10.2011.

UDK 677.022.33:677.21:677.017  
Izvorni znanstveni rad

*Trenje koje nastaje prolazom pređe kroz različite metalne elemente tijekom proizvodnje plošnih proizvoda, ovisno je o nizu parametara koji mogu biti vezani uz karakteristike, kao što su dlakavost pređe, broj uvoja, oblik poprečnog presjeka, posebnosti u strukturi pređe i površinska obrada pređe. U radu je ispitano površinsko trenje parafiniranih pamučnih pređa ispredenih od turskog, sudanskog i egipatskog pamuka. Pređe su izrađene u četiri finoće (14, 17, 20 i 25 tex) te s četiri različita postotka iščeska (14, 16, 18 i 20 %). Faktor površinskog trenja parafiniranih uzoraka manji je i do 63 % od vrijednosti tog faktora za neparafinirane uzorke. Kod uzoraka pređa izrađenih od sudanskog pamuka postoji određena pravilnost u smanjenju faktora površinskog trenja nakon provedenog postupka parafiniranja, te se taj faktor prosječno smanjuje za 40 %. Najveći nesrazmjer u razlikama vrijednosti faktora površinskog trenja prisutan je kod pređa izrađenih od turskog pamuka.*

**Ključne riječi:** tribološka svojstva, pamučna pređa, faktor površinskog trenja, parafiniranje

### 1. Uvod

U industrijskoj i drugoj primjeni sve je veća potreba za smanjenjem trenja i trošenja iz niza razloga, poput produžetka vijeka trajanja radnih sustava, povećanja efikasnosti radnih sustava, smanjenja troškova održavanja, smanjenja troškova zastoja, smanjenja otpada, povećanja sigurnosti i očuvanja energije. Tribološka istraživanja odnose se na fenomenologiju površina u dodiru i relativnom gibanju te se primjenjuju na mehaničke konstrukcije, materijale, obrade materijala i podmazivanje. Korištenjem optimalnih triboloških mjera (poput izbora materijala, zaštita površina od trošenja i podmazivanja), postižu se prihvatljive vrijednosti trenja i tro-

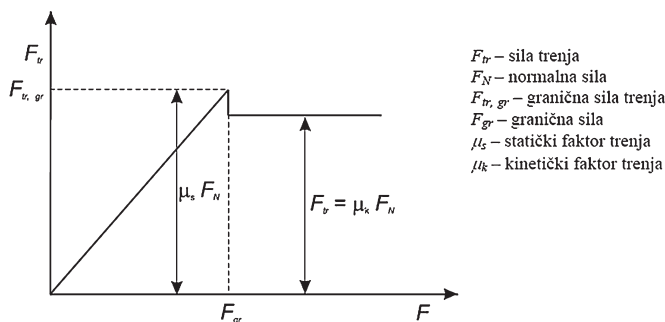
šenja u promatranim realnim tribosustavima [1].

Trenje je sila otpora što ga gibanju tijela pruža površina po kojoj se tijelo giba ili sredstvo kroz koje se giba [2], ili još jednostavnije, otpor gibanju jednog tijela prema drugom [3]. Navedeno je, u većini slučajeva, nepoželjna i štetna pojava.

Prilikom gibanja tijela dodatno se razlikuje:

- trenje mirovanja (statičko trenje, trenje gibanja), odnosno najveća sila trenja koja prisiljava tijelo da još miruje;
- trenje gibanja (kinetičko, dinamičko trenje), odnosno sila koju je potrebno prevladati da bi se održalo stanje relativnog gibanja.

Kada se pokuša pomaknuti neko tijelo, ako je sila  $F$  kojom se vuče tijelo dovoljno mala, tijelo će mirovati. U tom slučaju, osim vučne sile  $F$ , na tijelo djeluje i neka druga sila koja uravnotežuje vučnu silu  $F$ . Dok tijelo miruje, sila trenja jednaka je po iznosu vučnoj sili  $F$ . S povećanjem sile  $F$  doseći će se u jednom trenutku maksimalna sila trenja i premašiti je, te će predmet početi ubrzavati u smjeru sile  $F$ . Najveća sila trenja, koja prisiljava tijelo da još miruje, je sila statičkog trenja. Kada vučna sila  $F$  nadmaši silu statičkog trenja, tijelo počinje klizati, a sila koju je potrebno prevladati da bi se održalo stanje relativnog gibanja zove se sila kinetičkog trenja [4, 5]. Trenje gibanja je



Sl.1 Ovisnost sile trenja o vučnoj sili

redovito manje od trenja gibanja, kao što je vidljivo iz sl.1. Silu trenja i normalnu silu povezuje faktor trenja [5].

Trenje klizanja nastaje između dva elementa tribosustava. Kod suhog dodira sila trenja proporcionalna je normalnom opterećenju. Porijeklo sile trenja objašnjeno je na sl.2, koja prikazuje jedinični događaj procesa klizanja, tj. slijed zbivanja od početka do završetka dodira jednog para mikroizbočina. Faza 1 uključuje elastičnu i plastičnu deformaciju te brazdanje, faza 2 adhezijsko spajanje, a faza 3 elastični povrat ili raskidanje spoja [5].

S obzirom na prethodno navedeno, sila trenja klizanja sastoji se od zbroja četiriju komponenata koje su i same zbroj pojedinačnih komponenata koje djeluju na svakom dodiru mikroizbočina, i to prema izrazu (1):

$$F_t = \Sigma F1 + \Sigma F2 + \Sigma F3 + \Sigma F4 \quad (1),$$

Gdje je:  $\Sigma F1$  - otpor na elastičnu deformaciju,  $\Sigma F2$  - otpor na plastičnu deformaciju,  $\Sigma F3$  - otpor na brazdanje,  $\Sigma F4$  - otpor na kidanje adhezijskih veza.

Na trenje općenito utječu: kemijski sastav materijala, stanje obrade površine oba tijela, okolina, opterećenje,

brzina i način gibanja tijela, vrsta kontakta, temperature tijela i prethodno klizanje po promatranj površini [3]. U interpretaciji triboloških svojstava polimera, polimernih materijala i struktura koje su u osnovi izgrađene iz polimernih materijala, ne mogu se izravno primijeniti znanja iz tribologije metala. Razlog navedenom su specifične strukturne karakteristike polimera odnosno karakteristike osnovnih jedinica strukture od kojih su izgrađene, u ovom slučaju, tekstilne tvorevine. Zato se očekuje da specifičnosti polimerne strukture, odnosno vlakana, kao temeljnog gradbenog elementa za dobivanje pređa, djeluju i na tribološka svojstva ispitivanih pređa.

Trenje koje nastaje prolazom pređe kroz različite metalne elemente (vodiče, igle i sl.) tijekom proizvodnje plošnih proizvoda, ovisno je o nizu parametara koji mogu biti vezani uz karakteristike same pređe. Kao takve izdvajaju se dlakavost pređe, broj uvoja, oblik poprečnog presjeka, posebnosti u strukturi pređe i površinska obrada pređe.

U recentnim istraživanjima vezanim uz problem trenja, razmatrano je trenje između tekstilnih materijala, te trenje tekstilnih materijala i metalnih elemenata tijekom faza proizvodnje i prerade [6-9]. Prethodno istraživanje

površinskog trenja pređe, provedeno od autora ovoga rada, bilo je fokusirano na sirove pamučne pređe različitog porijekla i postotka iščeska. U tom su smislu ispitane pređe ispredene od tri sirovine (turskog, egipatskog i sudanskog pamuka) izrađene u četiri finoće (14, 17, 20 i 25 tex) i s četiri postotka iščeska (14, 16, 18 i 20 %). Rezultati ispitivanja navedenih pređa pokazali su da površinski faktor trenja pređa ovisi o vrsti pamuka i parametrima kvalitete vlakana, da ne ovisi bitnije o finoći pređe i postotku iščeska te da je niži kod pamuka s prosječno kraćim i grubljim vlaknima [10]. Vezano uz parametre bitne za određivanje udobnosti plošnih proizvoda, pokazalo se da je korelacija površinskog trenja s prolazom topline i vodene pare kroz plošni proizvod vrlo jaka [11, 12]. U ovom je radu prikazan nastavak prethodnog istraživanja, koji je usredotočen na razlike u svojstvima navedenih pređa do kojih dolazi zbog parafiniranja pređe.

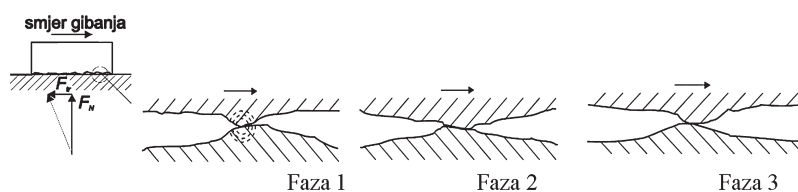
## 2. Eksperimentalni dio

### 2.1. Uzorci za ispitivanje

U radu su ispitivane jednonitne pamučne pređe ispredene od egipatskog Giza 75 FG, sudanskog XG5B“ i turskog bijelog pamuka I. klase. Parametri korištenih pamučnih vlakana su:

- srednja dužina vlakana: 25,5 mm (sudanski); 25,1 mm (egipatski); 24,5 mm (turski),
- postotak kratkih vlakana ispod 11 mm: 9,1 % (sudanski); 4,8 % (egipatski); 6,3 % (turski),
- finoća vlakana: 169 mtex (sudanski); 189 mtex (egipatski); 193 mtex (turski) i
- čvrstoća vlakana: 4,1 cN/tex (sudanski); 4,9 cN/tex (egipatski); 3,7 cN/tex (turski).

Pređe su ispredene pod jednakim tehnološkim uvjetima. Postupak predenja bio je klasičan, s dva prolaza istezanja nakon češljanja. Sve su pređe u procesu prematanja na laboratorijskom stroju za prematanje tvrtke Simet dodatno parafinirane. Za parafiniranje je korišten parafin tvrtke



Sl.2 Jedinični događaj procesa klizanja

Tab.1 Ispitivani uzorci

Redni broj	Nazivna finoća, tex	Iščesak, %	Sirovina	Oznaka
1.	25	14	Turski pamuk	14 25
2.	20			14 20
3.	17			14 17
4.	14			14 14
5.	25	16		16 25
6.	20			16 20
7.	17			16 17
8.	14			16 14
9.	25	18		18 25
10.	20			18 20
11.	17			18 17
12.	14			18 14
13.	25	20		20 25
14.	20			20 20
15.	17			20 17
16.	14			20 14
17.	25	14	Sudanski pamuk	14 25
18.	20			14 20
19.	17			14 17
20.	14			14 14
21.	25	16		16 25
22.	20			16 20
23.	17			16 17
24.	14			16 14
25.	25	18		18 25
26.	20			18 20
27.	17			18 17
28.	14			18 14
29.	25	20		20 25
30.	20			20 20
31.	17			20 17
32.	14			20 14
33.	25	14	Egipatski pamuk	14 25
34.	20			14 20
35.	17			14 17
36.	14			14 14
37.	25	16		16 25
38.	20			16 20
39.	17			16 17
40.	14			16 14
41.	25	18		18 25
42.	20			18 20
43.	17			18 17
44.	14			18 14
45.	25	20		20 25
46.	20			20 20
47.	17			20 17
48.	14			20 14

šinskog trenja, nejednolikosti i dlakavosti. Navedeni su parametri određeni na sljedeći način:

- finoća pređe određivana je pomoću metode vitice ili povijesma, prema HRN ISO 2060 [13];
- uvojitost pređe određivana je korištenjem naponske metode, HRN ISO/DIS 17202 [14], na torziometru Twist tester tvrtke Mesdan lab;
- faktor površinskog trenja određivan je korištenjem metode mjerenja trenja o metal prema ASTM D 3108-95 [15, 16], na mjernom uređaju F-metar, model G 534 tvrtke Zweigle na dionici pređe duljine 200 m,
- nejednolikost pređe određivana je kapacitivnom metodom na uređaju za mjerenje nejednolikosti model KET – 80 tvrtke Keisokki. Pritom su podešavane sljedeće razine osjetljivosti: za tanka mjesta –50 %, za debela mjesta +50 % i za čvoriće +200 % [17]. Nejednolikost je određivana na dionici pređe duljine 400 m;
- dlakavost pređe određivana je pomoću uređaja za mjerenje dlakavosti tip G 565 tvrtke Zweigle, uz definirane duljine stršećih vlakana 2, 4, 6 i 8 mm [18]. Određivana je na dionici pređe duljine 25 m.

### 3. Rezultati i rasprava

U prikazanom istraživanju triboloških svojstava pređe, koje je usmjereno na ispitivanje faktora površinskog trenja, ispitano je 96 uzoraka pređa koje su pažljivo projektirane i izrađene. Rasprava je usmjerena na rezultate izmjerenog faktora trenja, drugih ispitivanih svojstava izrađenih pređa (stvarne finoće, uvojitosti, dlakavosti i nejednolikosti) te njihovu povezanost s vrijednostima faktora površinskog trenja.

#### 3.1. Rezultati mjerenja finoće i broja uvoja

Rezultati mjerenja stvarne finoće pređe i broja uvoja prikazani su u tab.2. Korištene pređe izrađene su u

Gibson sljedećih karakteristika: vanjski promjer 45 mm, unutarnji promjer 13 mm, kvadratni oblik otvora. Prikaz svih uzoraka s pripadnim oznakama dat je u tab.1.

#### 2.2. Metode ispitivanja

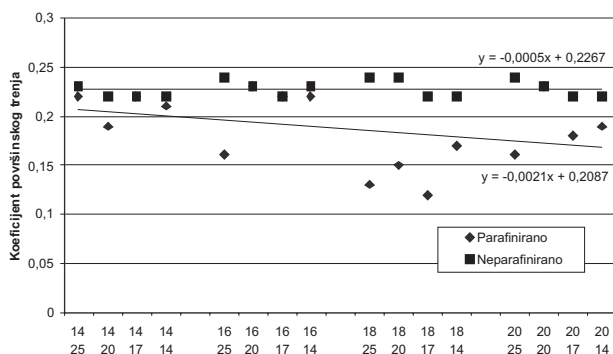
Na pripremljenim je pređama provedeno ispitivanje sljedećih parametara: finoće, uvojitosti, faktora povr-

Tab.2 Finoća i uvojitost izrađenih pređa

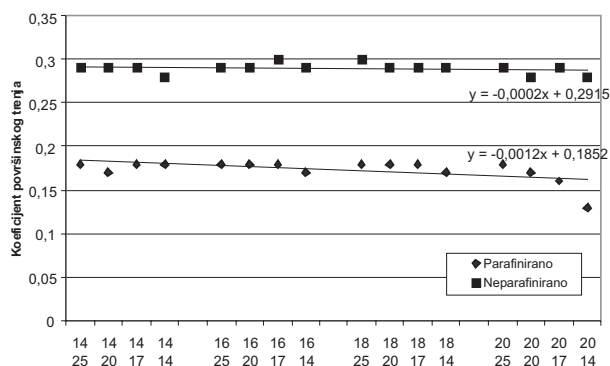
Oznaka uzorka	Turski pamuk		Sudanski pamuk		Egipatski pamuk	
	Tts*, tex	Tm,** m <sup>-1</sup>	Tts, tex	Tm, m <sup>-1</sup>	Tts, tex	Tm, m <sup>-1</sup>
14 25	22,0	754	23,0	776	24,4	766
14 20	18,9	826	18,9	861	20,9	897
14 17	16,2	919	16,0	894	16,8	899
14 14	14,0	917	13,4	924	14,1	959
16 25	23,0	756	24,6	757	24,9	762
16 20	19,2	820	20,5	846	21,5	870
16 17	16,2	898	16,7	891	17,1	903
16 14	14,3	904	14,6	922	14,4	954
18 25	22,8	760	23,7	775	24,1	785
18 20	19,0	836	19,4	848	20,3	874
18 17	16,6	890	17,6	904	16,2	909
18 14	14,2	899	14,5	951	14,0	926
20 25	22,1	747	24,0	764	23,1	782
20 20	18,7	822	19,9	835	20,4	834
20 17	16,9	908	16,2	894	16,4	876
20 14	14,3	920	14,2	938	13,8	928

\*Tts – stvarna finoća pređe, \*\*Tm – uvojitost (broj uvoja) pređe

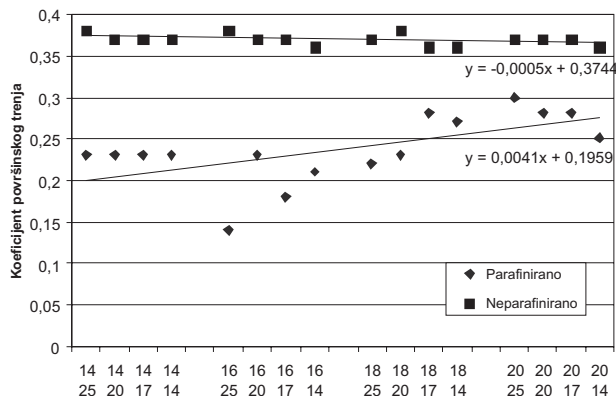
četiri različite nazivne finoće (14, 17, 20 i 25 tex). Kao što je vidljivo iz tab.2, u većini su slučajeva odstupanja stvarne finoće od nazivne minimalna (unutar jedne jedinice, odnosno do 1 tex). Iznimke od navedenog prisutne su kod uzoraka izrađenih od turskog pamuka, i to uglavnom za uzorke grublje pređe (tj. finoće 25 tex). Što se uvojitosti pređa tiče, iz iste je tablice uočljivo da su razlike između broja uvoja uzoraka jednake nazivne finoće i postotka iščeska, a različitog porijekla, relativno male. S obzirom na navedeno, izrađeni uzorci su reprezentativni za daljnju raspravu drugih svojstava pređe i donošenje konciznih zaključaka.



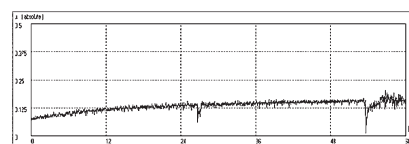
Sl.3 Faktor površinskog trenja parafiniranih i neparafiniranih pređa izrađenih od turskog pamuka



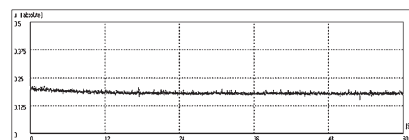
Sl.4 Faktor površinskog trenja parafiniranih i neparafiniranih pređa izrađenih od sudanskog pamuka



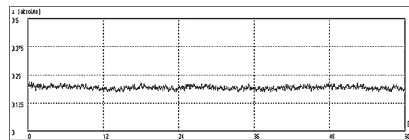
Sl.5 Faktor površinskog trenja parafiniranih i neparafiniranih pređa izrađenih od egipatskog pamuka



a)



b)



c)

Sl.6 Karakteristični prikazi originalnog ispisa mjerenja faktora površinskog trenja za parafinirane pređe finoće 25 tex, s 18 % iščeska, koje su izrađene od: a) turskog pamuka, b) sudanskog pamuka, c) egipatskog pamuka

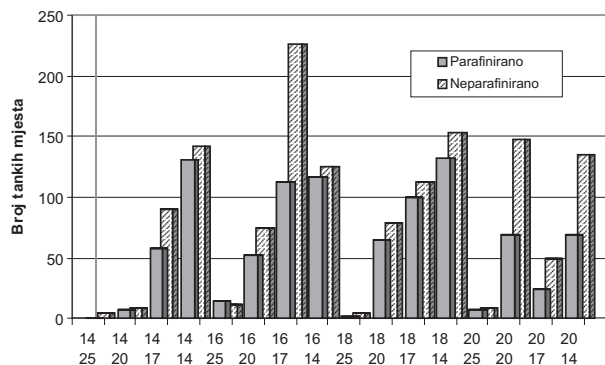
Tab.3 Rezultati mjerenja dlakavosti pređe

Oznaka uzorka	Sirovina	Broj stršećih vlakana pojedine duljine								
		2 mm		4 mm		6 mm		8 mm		
		N*	P**	N	P	N	P	N	P	
14 25	Turski pamuk	23,8	22,4	11,1	4,0	2,3	0,5	0,0	0,0	
14 20		29,3	24,6	11,3	6,5	2,0	2,2	0,0	0,0	
14 17		30,7	15,2	13,9	3,0	2,4	0,8	0,0	0,0	
14 14		26,6	17,9	15,0	3,3	2,9	0,7	0,0	0,0	
16 25		28,6	25,6	18,1	4,9	3,5	0,8	0,1	0,1	
16 20		24,0	13,7	8,1	1,4	1,0	0,3	0,0	0,0	
16 17		25,0	15,4	12,3	2,4	2,8	0,5	0,0	0,0	
16 14		30,9	24,1	17,1	3,9	3,0	0,6	0,0	0,0	
18 25		30,9	16,9	16,7	4,0	2,7	1,2	0,0	0,0	
18 20		41,7	21,6	11,7	2,8	0,7	0,3	0,0	0,0	
18 17		22,9	22,0	9,6	4,5	1,7	1,3	0,0	0,0	
18 14		33,9	15,2	22,7	2,9	3,8	0,7	0,0	0,0	
20 25		32,6	21,8	15,0	4,0	2,6	0,8	0,0	0,0	
20 20		33,6	15,8	12,0	3,5	2,1	1,0	0,0	0,0	
20 17		28,7	22,8	12,4	5,0	2,1	1,3	0,0	0,0	
20 14		27,7	14,6	12,3	2,1	1,8	0,5	0,0	0,0	
14 25		Sudanski pamuk	15,0	12,7	3,3	1,8	0,5	0,3	0,0	0,0
14 20			15,3	13,8	5,7	1,8	0,7	0,3	0,0	0,0
14 17			18,4	12,6	10,2	2,3	1,5	0,8	0,0	0,0
14 14			17,0	7,5	5,7	0,6	0,6	0,1	0,0	0,0
16 25	22,1		12,7	6,7	1,8	0,8	0,3	0,0	0,0	
16 20	26,2		10,3	13,1	1	0,6	0,2	0,0	0,0	
16 17	20,7		20,6	10,6	3,6	1,2	0,7	0,0	0,0	
16 14	29,8		19,0	7,4	4,0	0,8	1,0	0,0	0,0	
18 25	21,0		12,4	8,9	1,5	1,2	0,5	0,0	0,0	
18 20	20,7		9,6	3,9	1,2	0,4	0,1	0,0	0,0	
18 17	20,1		12,8	8,0	2,1	1,0	0,5	0,0	0,0	
18 14	19,0		14,5	4,7	3,1	0,5	0,9	0,0	0,0	
20 25	22,2		12,6	10,3	2,8	1,4	0,3	0,0	0,0	
20 20	17,2		12,0	6,9	1,8	0,8	0,4	0,0	0,0	
20 17	27,9		11,8	16,2	1,6	2,0	0,3	0,0	0,0	
20 14	18,0		12,7	5,9	2,1	0,5	0,6	0,0	0,0	
14 25	Egipatski pamuk		23,0	10,4	0,5	0,7	1,2	0,1	0,0	0,0
14 20			17,1	11,3	0,7	1,2	0,3	0,3	0,0	0,0
14 17			17,8	11,2	1,5	1,4	0,5	0,2	0,0	0,0
14 14			22,2	9,7	0,6	1,1	0,3	0,1	0,0	0,0
16 25		31,3	16,9	0,8	2,0	1,7	0,5	0,0	0,0	
16 20		21,0	10,9	0,6	1,7	1,0	0,1	0,0	0,0	
16 17		27,0	14,1	1,2	2,8	1,5	1,0	0,0	0,0	
16 14		20,7	10,1	0,8	1,4	0,6	0,2	0,0	0,0	
18 25		18,8	13,6	1,2	1,6	0,5	0,5	0,0	0,0	
18 20		22,4	11,8	0,4	1,3	0,6	0,2	0,0	0,0	
18 17		16,7	11,0	1,0	1,4	0,7	0,1	0,0	0,0	
18 14		18,5	13,6	0,5	2,7	0,2	0,5	0,0	0,0	
20 25		21,1	15,4	1,4	2,6	0,8	0,7	0,0	0,0	
20 20		21,2	11,7	0,8	1,5	1,0	0,0	0,0	0,0	
20 17		18,2	10,9	2,0	1,4	0,7	0,3	0,0	0,0	
20 14		21,5	11,2	0,5	1,4	0,4	0,2	0,0	0,0	

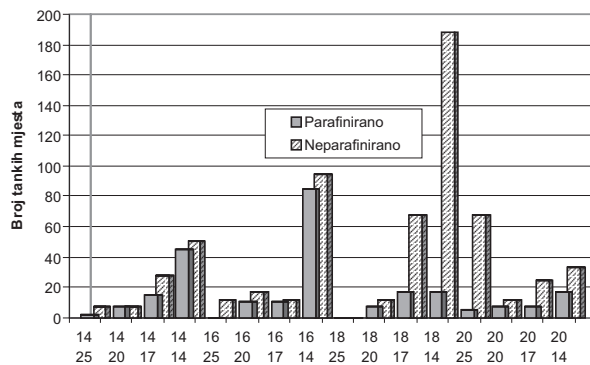
N\* - neparafinirane pređe, P\* - parafinirane pređe

### 3.2. Rezultati mjerenja faktora površinskog trenja

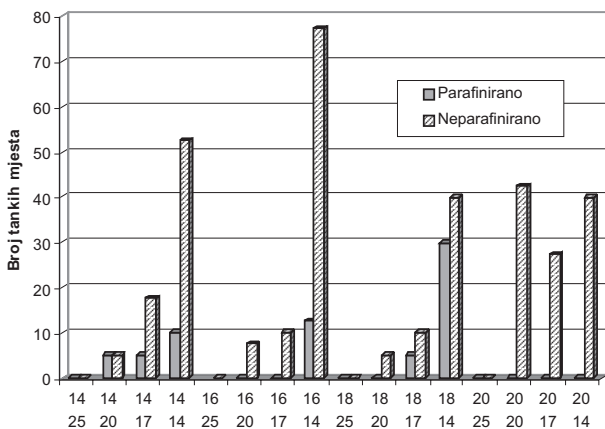
Za određivanje faktora površinskog trenja pređa korišten je mjerni uređaj koji simulira trenje tijekom prolaza pređe kroz metalne dijelove, tj. trenje pređe o metal. Usporede li se izmjerene vrijednosti za parafinirane i neparafinirane uzorke, prema očekivanjima se potvrdilo da su za sva ispitivana svojstva vrijednosti manje za parafinirane uzorke. U tom pogledu, vrijednosti su primjerice za faktor površinskog trenja parafiniranih uzoraka manje do 63 % (sl.3-5). Rezultati mjerenja faktora površinskog trenja (sl.3-5) ukazuju na činjenicu da za uzorke pređa izrađene od sudanskog pamuka (sl.4) postoji pravilnost u smanjenju površinskog trenja nakon provedenog postupka parafiniranja. Naime, nakon završenog postupka parafiniranja, faktor površinskog trenja se prosječno smanjuje za 40 %, te u odnosu na prvotne vrijednosti (koje su bile u rasponu 0,28-0,30) iznosi 0,16-0,18. Navedena pravilnost u razlikama parafiniranih i neparafiniranih uzoraka ne može se uočiti kod uzoraka pređa izrađenih od turskog pamuka, među kojima su te razlike značajne. Naime, kod dijela uzoraka, razlika u vrijednostima faktora površinskog trenja gotovo da i nema (uzorci 14 17, 16 20, 16 17, 16 14 i 20 20). Nasuprot tomu, razlike kod čitave skupine pređa svih finoća ispredenih s 18 % iščeska su značajne, te smanjenje vrijednosti promatranog faktora iznose i do 45 %. Uzorci izrađeni od turskog pamuka izdvajaju se od uzoraka od preostalih dviju skupina i u grafičkom prikazu pojedinačnog mjerenja faktora površinskog trenja (sl.6). Iz prikazanog je vidljivo kako su varijacije vrijednosti faktora površinskog trenja ispitivane skupine uzoraka tijekom definiranog vremena mjerenja znatno veće no što je to slučaj kod uzoraka izrađenih od sudanskog i egipatskog pamuka.



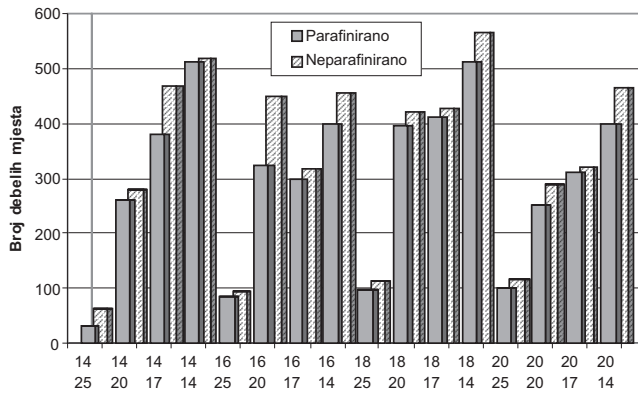
Sl.7 Broj tankih mjesta na pređama od turskog pamuka



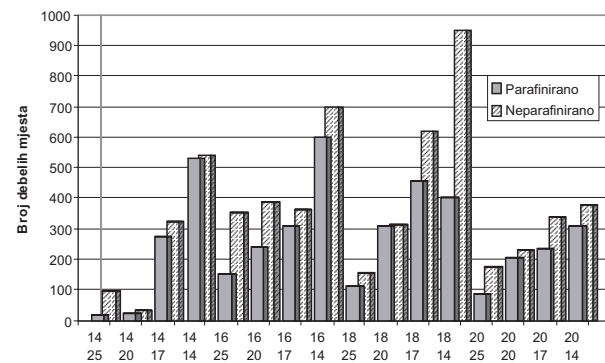
Sl.8 Broj tankih mjesta na pređama od sudanskog pamuka



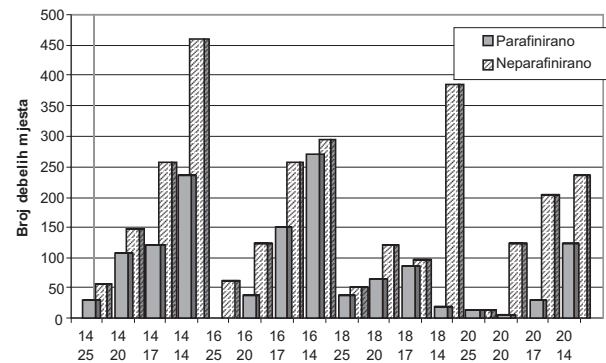
Sl.9 Broj tankih mjesta na pređama od egipatskog pamuka



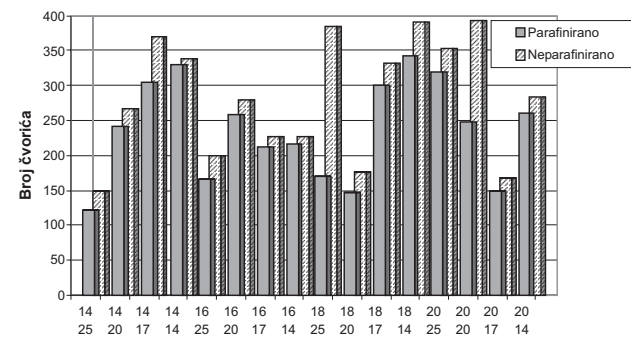
Sl.10 Broj debelih mjesta na pređama od turskog pamuka



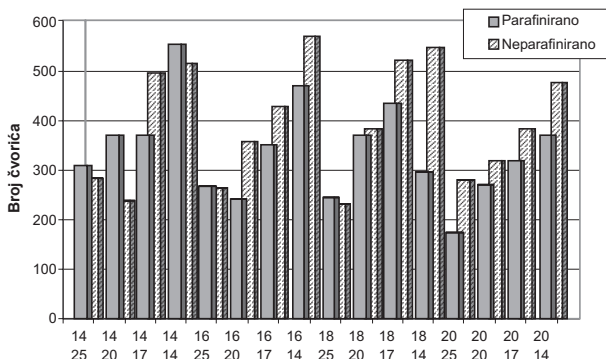
Sl.11 Broj debelih mjesta na pređama od sudanskog pamuka



Sl.12 Broj debelih mjesta na pređama od egipatskog pamuka



Sl.13 Broj čvorovića na pređama od turskog pamuka



Sl.14 Broj čvorovića na pređama od sudanskog pamuka



6 uzoraka od sudanskog pamuka i 2 uzorka od egipatskog pamuka, sl.7-9). Slično vrijedi i za broj debelih mjesta, sl.10-12.

Što se broja stršećih vlakana tiče, njime je također moguće objasniti nesrazmjere u vrijednostima mjerenog faktora površinskog trenja pređe. Naime, za ispitane je duljine (2, 4 i 6 mm) broj stršećih vlakana znatno veći kod promatrane skupine uzoraka (uzorci pređa izrađeni od turskog pamuka).

Povezanost pojedinog ispitnog svojstva pređe i izmjenjenog faktora trenja, kao i utjecaj postupka parafiniranja na navedeno, promatrana je kroz koeficijente korelacije. Iz tab.4, je vidljivo kako je umjereno jaka do jaka korelacija faktora trenja te broja stršećih vlakana (osobito onih čija je duljina do 4 mm) kod neparafiniranih uzoraka pređa. Nakon provedenog postupka parafiniranja pređe prilikom prematanja, smanjuje se vrijednost faktora površinskog trenja. Istovremeno se smanjuje i jačina povezanosti promatranog svojstva s ostalim svojstvima pređe. Slaba povezanost prisutna je kod svih promatranih svojstava.

#### 4. Zaključak

Prikazano istraživanje koncipirano je na način da rezultati, koji su dobiveni temeljem nekoliko metoda primijenjenih na relativno velikom broju pređa jasno definiranih karakteristika (u prvom redu vezanih uz porijeklo vlakana, iščesak i finoću pređe), omogućuje donošenje konciznih zaključnih postavki.

Provedeno istraživanje parametara neparafiniranih i parafiniranih pređa ispredenih od turskog pamuka I. klase, sudanskog „XG5B“ i egipatskog pamuka Giza 75 FG omogućilo je donošenje sljedećih zaključnih postavki:

- Faktor površinskog trenja parafiniranih uzoraka manji je i do 63 % od vrijednosti tog faktora za neparafinirane uzorke. Smanjenje u vrijednostima drugih parametara nakon

parafiniranja (poput nejednolikosti, dlakavosti) prisutno je kod svih ispitanih uzoraka, bez obzira na porijeklo sirovine.

- Kod uzoraka pređa izrađenih od sudanskog pamuka postoji određena pravilnost u smanjenju faktora površinskog trenja nakon provedenog postupka parafiniranja. Nakon završenog postupka parafiniranja, faktor se prosječno smanjuje za 40 %.

- Najveći nesrazmjer u razlikama vrijednosti faktora površinskog trenja prisutan je kod pređa izrađenih od turskog pamuka. Naime, kod dijela uzoraka razlika u vrijednostima faktora površinskog trenja gotovo da i nema, dok su kod preostalih uzoraka razlike značajne, te smanjene vrijednosti promatranog faktora iznose i do 45 %. Kod iste su skupine uzoraka varijacije vrijednosti faktora površinskog trenja tijekom definiranog vremena mjerenja znatno veće nego kod uzoraka izrađenih od sudanskog i egipatskog pamuka.

- Umjereno jaka do jaka korelacija prisutna je između faktora površinskog trenja neparafiniranih pređa te broja stršećih vlakana i tankih mjesta na pređi.

Dobivene spoznaje glede karakteristike površinskog trenja valjalo bi uzeti u obzir tijekom projektiranja pređa i plošnih proizvoda.

#### Literatura:

[1] Ivušić V.: Tribologija, Hrvatsko društvo za materijale i tribologiju, Zagreb, 2002.

[2] ...: Opća i nacionalna enciklopedija, Pro leksis, 2007.

[3] ...: ASM Handbook, Vol. 18: Friction, lubrication and wear technology, ASM International, 1992

[4] Kulišić P.: Mehanika i toplina, Školska knjiga, Zagreb, 1985.

[5] Grilec K., V. Ivušić: Tribologija, FSB, Zagreb, 2011.

[6] Parlar Z., H. Canbaz Karakas: Friction characteristics of polypropylene fibers, *Tekstil* 59 (2010.) 4, 109-114

[7] Tu C.F., T. Fort: A study of Fiber-Capstan Friction. 1. Stribeck Curves, *Tribology International* 37 (2004) 701-710

[8] Lang J.: Frictional behaviour of synthetic yarns during processing, *Textile Research Journal* 73 (2003) 12, 1071-1078

[9] Ye L., H.R. Daghyani: Characteristics of Woven Fibre Fabric Reinforced Composites in Forming Process, *Composites Part A*, 28A (1997) 869-874

[10] Skenderi Z., I. Salopek Čubrić: Utjecaj parametara vlakana i pređe na površinsko trenje pamučnih pređa, *Tekstil* 58 (2009.) 9, 425-432

[11] Salopek I., Z. Skenderi, M. Srdjak: The role of fabric parameters in the achievement of thermophysiological comfort, 44 Congress IFKT "Knitting round the world", St. Petersburg, Rusija, 23.-27.09.2008

[12] Salopek Čubrić I., Z. Skenderi: Approach to the Prediction of Thermophysiological comfort, DAAAM International Scientific Book 2010, Katalinić, Branko (ur.), Beč: DAAAM International Vienna, 2010, 81-88

[13] HRN ISO 2060: 1994 Tekstil - Pređa s namotka - Određivanje duljinske mase (masa po jedinici duljine) metodom vitice

[14] HRN ISO 17202: 2003 Tekstil - Određivanje uvijenosti predenih pređa - Metoda odvijanja/uvijanja

[15] ASTM D 3108-95 Standard Test Method for Coefficient of Friction, Yarn to Solid Material

[16] Zweigle Textilprüfmaschinen: Operating instructions Friction meter G 534, Reutlingen, 2004

[17] Keisokki kogyo Co., Ltd, Basic and Practice of The Evenness Testing, Osaka, 1986

[18] Zellweger: Measurement of yarn Hairiness, *Textile Month*, (1988) 3, 38-46



## SUMMARY

### **Tribological properties of cotton yarns: surface friction factor**

*I. Salopek Čubrić, Z. Skenderi*

The friction caused by the passage of yarn through various metal parts during manufacture of fabrics depends on a number of parameters that can be related to characteristics such as hairiness of yarn, twist level, shape of the cross section, specific structure of the yarn and yarn surface treatment. The paper examines the surface friction of lubricated cotton yarns spun from Turkish, Sudanese and Egyptian cotton. Yarns were made in four counts (14, 17, 20 and 25 tex) and with four different percentages of noil (14, 16, 18 and 20 %). Surface friction factor of the lubricated samples decreased up to 63 % of the value of the same for the non-lubricated samples. In the yarn samples made from Sudanese cotton there is a certain regularity in reducing surface friction factor after the lubricating procedure, and it is then reduced by an average of 40 %. The greatest discrepancy in the differences of surface friction factor is present in yarns made from Turkish cotton.

**Key words:** tribological properties, cotton yarn, surface friction factor, lubrication

*University of Zagreb, Faculty of Textile Technology*

*Department of Textile Design and Management*

*Zagreb, Croatia*

*e-mail: ivana.salopek@ttf.hr*

*Received October 17, 2011*

### **Tribologische Eigenschaften von Baumwollgarnen: Oberflächenreibungsfaktor**

Die Reibung, die durch den Durchlauf des Fadens durch verschiedenen Metallteile bei der Herstellung von Textilien entsteht, ist abhängig von einer Reihe von Parametern, die mit Eigenschaften wie Garnhaarigkeit, Drehungszahl, Form des Querschnitts, spezifische Struktur des Garns und Garnoberflächenbehandlung zusammenhängen. In dieser Arbeit wird die Oberflächenreibung von paraffinierten, aus türkischer, sudanesischer und ägyptischer Baumwolle gesponnenen Baumwollgarnen untersucht. Die Garne wurden in vier Feinheiten (14, 17, 20 und 25 tex) und mit vier unterschiedlichen Prozenten von Kämmlingen (14, 16, 18 und 20 %) hergestellt. Oberflächenreibungsfaktor der paraffinierten Proben ist niedriger auch bis zu 63% des Wertes des gleichen Faktors für die nichtparaffinierten Garne. In aus sudanischer Baumwolle hergestellten Garnproben gibt es eine gewisse Regelmäßigkeit bei der Verringerung des Reibungsfaktors nach dem durchgeführten Paraffinierungsverfahren, und er wird dann durchschnittlich um 40 % verringert. Die größte Diskrepanz in den Differenzen des Oberflächenreibungsfaktors ist in den Garnen aus türkischer Baumwolle vorhanden.