

SVETLANA MILOSAVLJEVIĆ  
TATJANA MIHAJLIDI  
TANJA TADIĆ  
SNEŽANA STANKOVIĆ  
KOVILJKA ASANOVIĆ

Tehnološko–metalurški fakultet,  
Beograd

NAUČNI RAD

677.53:677.616

## PROUČAVANJE UTICAJA METALNIH VLAKANA NA NEKA SVOJSTVA TEHNIČKIH PREĐA

Ispitivana su neka mehanička i elektrofizička svojstva pređa formiranih od mešavine pamučnih i metalnih vlakana. Rezultati su upoređeni sa rezultatima dobijenim za pamučne pređe iste finoće. Registrovano je smanjenje električne otpornosti hibridnih u odnosu na pamučne pređe za nekoliko redova veličine. Evidentirana je zavisnost električne otpornosti ispitivanih hibridnih pređa od udela metalne komponente, finoće pređe i predopterećenja uzorka. Konstatovano je izvesno smanjenje prekidne sile, povećanje zaostalog torzionog momenta i frikcione sile u kontaktu "pređa–pređa", kao i opadanje abrazione otpornosti hibridnih pređa sa povećanjem udela metalne komponente.

Tekstilni materijali su u većini slučajeva materijali veoma velike električne otpornosti, što u njihovom kontaktu sa drugim telima prouzrokuje pojavu statičkog naelektrisanja. Kako je proces stvaranja naelektrisanja na tekstilnom materijalu praćen njegovim rasipanjem, u slučajevima kada je brzina rasipanja manja od brzine stvaranja, materijal ostaje naelektrisan statičkim naelektrisanjem, što može da izazove niz neželjenih posledica kako u procesu proizvodnje tako i pri upotrebi.

Pošto je brzina nestajanja statičkog naelektrisanja sa tekstilnog materijala obrnuto srazmerna njegovoj električnoj otpornosti, supstitucija dela tekstilnih vlakana metalnim vlaknima – odličnim provodnicima naelektrisanja, u procesu proizvodnje tekstilnih proizvoda, predstavlja efikasan način sniženja statičkog naelektrisanja [1–11].

Primena metalnih vlakana, prvenstveno u vezi sa njihovom elektroprovodljivošću, danas je rasprostranjena u mnogim oblastima proizvodnje tekstila. Tekstilni materijali koji sadrže metalno vlakno, naročito za upotrebu u oblasti zaštitne odeće, u brojnim slučajevima se izrađuju od pređa dobijenih od mešavina koje, pored tekstilnih vlakana, sadrže i različite procenete metalnih vlakana. Sadržaj metalnih vlakana određuje se zavisno od svojstava vlakana, projektovanih svojstava takvih pređa i od uslova u kojima će se odeća upotrebljavati.

S obzirom na razlike u fizičko–mehaničkim svojstvima tekstilnih i metalnih vlakana, a u cilju što adekvatnije primene, tekstilni materijali formirani od mešavina ovih vlakana zahtevaju karakterisanje određenih svojstava zavisnih od udela metalne komponente.

Proučavanje električnih i tekstilnih karakteristika hibridnih pređa koje sadrže pamuk i metalna vlakna, bitno različita od pamuka u pogledu niza fizičkih svojstava, uključena u mešavine za pređe čak i u veoma malim količinama, predstavlja doprinos kvalifikovanju ovog perspektivnog materijala za primenu u "naprednoj"

kategoriji tehničkog tekstila (za svemirske, aero i automobilske tehnologije, građevinarstvo, medicinu, sport, itd.).

### EKSPERIMENTALNI DEO

#### Materijal i metode

Kao eksperimentalni materijal korišćene su pređe načinjene od mešavine pamučnih i metalnih vlakana. Neke karakteristike vlakana od kojih su proizvedene pređe i neke karakteristike formiranih pređa prikazane su u Tabeli 1.

Pređe izrađene samo od pamuka korišćene su kao referentne, tj. sa njima su poređene pređe načinjene od mešavine pamučnih i metalnih vlakana. Određivanje pre-

Tabela 1. Neke svojstva eksperimentalnog materijala  
Table 1. Some properties of the experimental material

V L A K N A				
Vrsta vlakana	Pamuk egipatski GIZA 77	Metalno vlakno BEKINOX <sup>R</sup>		
Srednja dužina, mm	19,76	19,47		
Srednji prečnik, mm	8,0	11,63		
P R E Đ E				
No	Udeo BEKINOX <sup>R</sup> vlakana u mešavini sa pamukom, %	Nominalna finoća, tex	Nominalna upredenost, m <sup>-1</sup>	Prečnik, µm
1	0	14,28	902	161
2		16,66	789	174
3		20	685	195
4	8,25	14,28	836	170
5		16,66	750	184
6		20	664	209
7	16,50	14,28	802	177
8		16,66	735	186
9		20	650	211

Adresa autora: T. Mihajlidi, Tehnološko–metalurški fakultet, Karijegijeva 4, PBox 494, 11001 Beograd  
Rad primljen: Februar 20, 2000.  
Rad prihvaćen: Juni 23, 2000.

čnika pređa izvršeno je primenom mikroskopske metode, uz 100 merenja po uzorku. Rezultati prikazani u Tabeli 1 pokazuju da pređe od mešavine pamučnih i metalnih vlakana imaju rastresitiju strukturu, sa većim vazдушnim međuprostorom, nego pamučna pređa iste finoće; o tome delom svedoči povećanje prečnika pređa proizvedenih od mešavina koje sadrže veći procenat metalnih vlakana. Takve pređe imaju manje vlakana u poprečnom preseku jer sadrže metalnu komponentu čija je gustina nekoliko puta veća od gustine pamučnih vlakana. Povećanje prečnika, odnosno smanjenje kompaktnosti strukture pređa od mešavine pamučnih i metalnih vlakana u odnosu na 100% pamučnu pređu iste finoće moglo bi da se protumači i većom krutošću, odnosno manjom fleksibilnošću metalne komponente.

Merenja prekidne sile pamučnih i hibridnih pređa su realizovana na dinamometru USTER Tenzomat prema JUS F.S2.052.

Za ocenu zaostalog torzionog momenta korišćena je uspešna i pouzdana indirektna metoda [12], zasnovana na proučavanju tendencije pređa ka nastajanju kovrdža (petljica). Metoda se sastoji u laganom približavanju krajeva horizontalno postavljene pređe do momenta kada se ostvari distorzija otvorene petlje, tj. brzo međusobno obmotavanje njene dve grane. Kao mera otpornosti na kovrdžanje poslužio je koeficijent K, izračunat primenom jednačine:  $K = [(d_0 - d)/d_0]100$ , gde je  $d_0$  – početno rastojanje između klema koje iznosi 500 mm a  $d$  – rastojanje u mm između klema u trenutku distorzije petlje.

Intenzitet frikcionih sila je u ovom radu ocenjivan pomoću STAFF testera G 555 A nemačke firme Zweigle, koji je adaptiran za ocenu frikcionih sila u zoni kontakta "pređa-pređa" u petlji. Metoda se zasniva na kuplovanju STAFF testera sa Schmidt-ovim digitalnim elektronskim tenziometrom tipa ETM, koji omogućava merenje zatezanja pređe pre i posle zone kontakta [13].

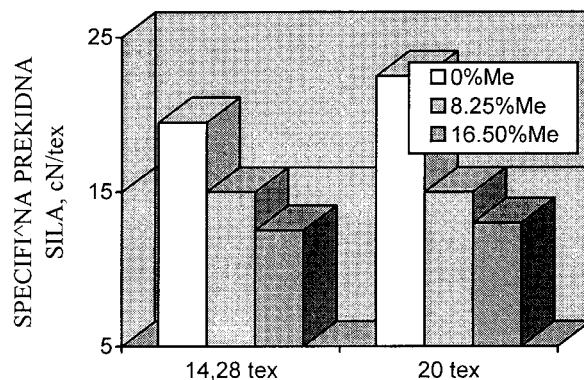
Električna otpornost hibridnih pređa je direktno merena pomoću osetljivog digitalnog multimetra firme PHILIPS, tip PM 2528. Za određivanje otpornosti pamučnih pređa razvijena je specijalna metoda, koja omogućava merenje velikih (teraomskih) električnih otpornosti kakve obično poseduju tekstilni materijali. Metoda je zasnovana na merenju jačine struje kroz ispitivani uzorak tekstilnog materijala i direktnoj primeni Omovog zakona [1, 7, 15, 16].

## REZULTATI I DISKUSIJA

Prisustvo metalnih vlakana menja prekidne karakteristike pređa. Zavisnost specifične prekidne sile pri aksijalnom naprezanju na istezanje od udela metalne komponente u pređi prikazana je na Slici 1.

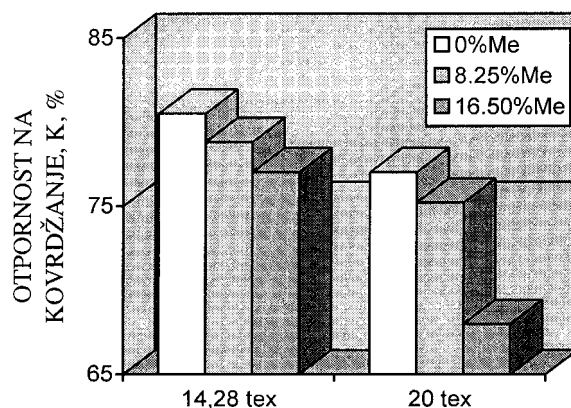
Opadanje specifične prekidne sile sa povećanjem udela metalne komponente u pređi bi se moglo povezati sa kompaktnošću strukture ispitivanih pređa. Stoga bi se kod pređa formiranih od mešavine pamučnih i metalnih vlakana mogao očekivati i veći zaostali torzioni moment nego kod pamučnih pređa iste finoće.

Zaostali torzioni moment je ocenjivan preko otpornosti pređa na kovrdžanje. Na Slici 2 je prikazan uticaj metalne komponente na otpornost na kovrdžanje.



Slika 1. Specifična prekidna sila pređa sa različitim udelima metalne komponente

Figure 1. Tenacity of yarns containing different fractions of the metallic component

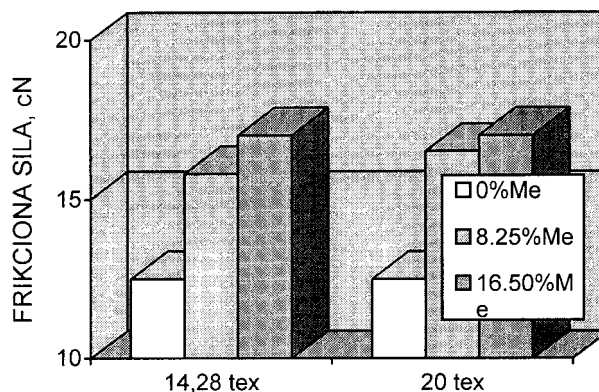


Slika 2. Otpornost na kovrdžanje pređa sa različitim udelima metalne komponente

Figure 2. Resistance to snarling of yarns containing different fractions of the metallic component

Vidi se da udeo metalne komponente u pređi u izvesnoj meri smanjuje njenu otpornost na kovrdžanje.

Usled prisustva metalnih vlakana može se očekivati promenjena površina hibridnih pređa, što utiče i na njihove frikционе karakteristike. Rezultati određivanja rezultujuće frikcionih sila ispitivanih pređa prikazani su na Slici 3.



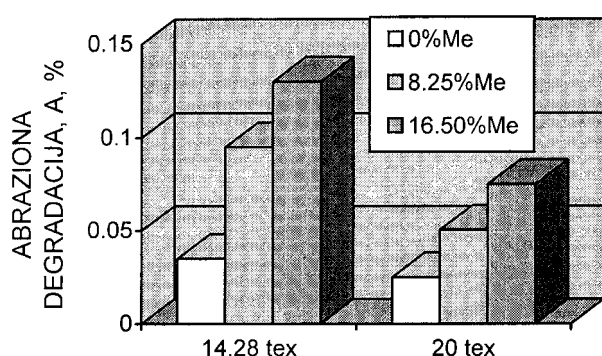
Slika 3. Rezultujuća frikciona sila pređa sa različitim udelima metalne komponente

Figure 3. Resulting frictional force of yarns containing different fractions of the metallic component

Izvršena merenja su potvrdila pretpostavku o povećanju frikcionne sile u zoni kontakta "pređa-pređa" u prisustvu metalne komponente, što bi se moglo pripisati većoj krutosti metalnih u odnosu na tekstilna vlakna, kao i manje homogenoj strukturi površine hibridnih pređa.

Intenzifikacija frikcionih dejstava prouzrokuje i pojačanje abrazione degradacije, što je pokazano preko porasta mase otpalih majja usled samoabrazije u petlji, A (%), sa povećanjem procenta metalnih vlakana u pređi [14]. Ovaj podatak svedoči o smanjenju abrazione otpornosti ispitivanih hibridnih pređa, što bi moglo da se tumači, sa jedne strane, povećanjem udela specifično teže komponente i, sa druge strane, povećanjem frikcionih sila.

Rezultati određivanja otpornosti ispitivanih pređa prema samoabraziji u petlji prikazani su na Slici 4.



Slika 4. Abrasion degradacija pređa sa različitim udelima metalne komponente

Figure 4. Abrasion degradation of yarns containing different fractions of the metallic component

Kako su izmenjena elektrofizička svojstva osnovno obeležje pređa koja se sastoji od mešavine pamučnih i metalnih vlakana, posebna pažnja je bila posvećena određivanju njihove električne otpornosti. Na osnovu merenja prikazanih u Tabeli 2 zaključeno je da električna otpornost pređe zavisi od zatezanja uzorka, pa je potrebno da zatezanje pređe bude precizno definisano.

Rezultati prikazani u Tabeli 2 pokazuju porast električne otpornosti pamučne pređe sa opterećenjem, što

Tabela 2. Električna otpornost pređa (20 tex) u zavisnosti od sastava i zatezanja uzorka

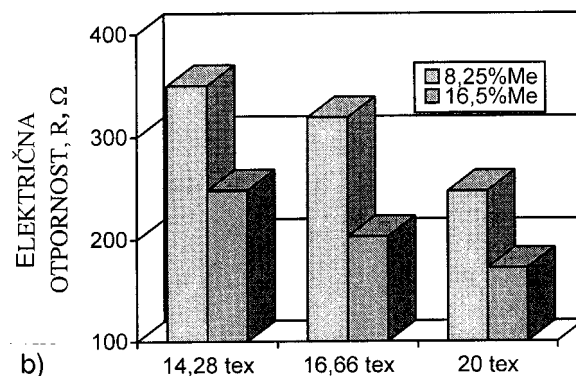
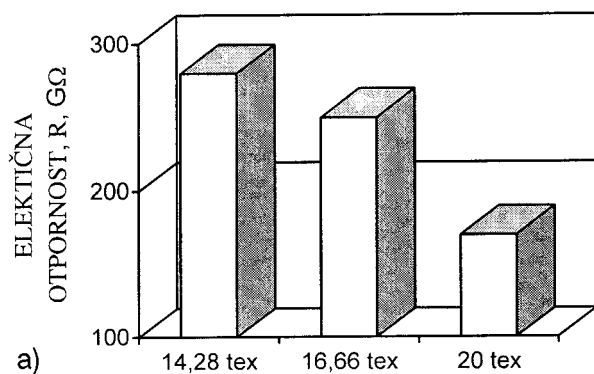
Table 2. Electrical resistance of 20 tex yarns in dependence on the composition and sample tension

Zatezanje pređe cN/tex	Udeo metalnih vlakana, %		
	0	8,25	16,50
	Električna otpornost pređe, $\Omega$		
0,5	$0,1702 \cdot 10^{12}$	224	133,4
2,0	$0,1802 \cdot 10^{12}$	214	115,7
3,5	$0,1869 \cdot 10^{12}$	196	105,4
5,0	$0,1905 \cdot 10^{12}$	167	101,8

je u saglasnosti sa ranijim istraživanjima [16]. Takav tip zavisnosti, u literaturi dobro poznat kod metalnih žičanih provodnika, objašnjava se smanjenjem površine poprečnog preseka provodnika pri povećanju opterećenja, odnosno aksijalnog naprezanja na istezanje. Slično objašnjenje bi moglo da se primeni i kod pamučne pređe, kod koje aksijalno naprezanje dovodi do smanjenja poprečnog preseka pređe. Međutim, kod pređa formiranih od mešavine pamučnih i metalnih vlakana električna otpornost sa povećanjem aksijalnog naprezanja blago opada. Kako i kod takvih pređa pri porastu zatezanja mora da dođe do smanjenja njihovog poprečnog preseka, koje dovodi do povećanja električne otpornosti, očigledno je da postoji određeni faktor koji prouzrokuje smanjenje otpornosti pri većim silama zatezanja. Ovaj faktor bi mogao da bude intenziviranje kontakta između metalnih vlakana, koji nije stabilan, o čemu svedoči vremensko oscilovanje merenih vrednosti za električnu otpornost takvih pređa, koje je prisutno pri svakom merenju.

Električna otpornost pređa na bazi mešavine pamučnih i metalnih vlakana opada sa povećanjem udela metalne komponente i sa povećanjem debljine pređe (Slika 5a,b). U oba slučaja to se može pripisati povećanju broja metalnih vlakana, glavnih prenosilaca električne struje, u poprečnom preseku pređe [1].

Smanjenje električne otpornosti pređa, koje se sastoji od mešavine pamučnih i metalnih vlakana, za nekoliko redova veličine u odnosu na pamučne pređe iste finoće, svedoči o dominantnom udelu metalne komponente u provođenju električne struje kod hibridnih



Slika 5. Električna otpornost: a) pamučnih pređa, b) pređa od mešavine pamučnih i metalnih vlakana

Figure 5. Electrical resistance of: a) cotton yarns, b) cotton-metallic fiber blended yarns

pređa ovog tipa. U prilog ovom tvrđenju govori i činjenica da vlažnost atmosfere nema uticaja na električnu otpornost takvih pređa. Naime, polazeći, sa jedne strane, od dobro poznate činjenice [11, 15] da električna otpornost klasičnih tekstilnih materijala, usled sorpcije vlage, veoma intenzivno zavisi od vlažnosti vazduha i, sa druge strane, od pretpostavke da električnu struju u pređama formiranim od mešavine pamučnih i metalnih vlakana pretežno provodi metalna komponenta, eksperimentalno je ispitan uticaj vlažnosti vazduha na električnu otpornost pređa od mešavine pamučnih i metalnih vlakana; pokazalo se da električna otpornost takvih pređa praktično ne zavisi od vlažnosti vazduha u širokom dijapazonu sadržaja vlage u vazduhu, što predstavlja dodatni dokaz o preovlađujućoj ulozi metalnih vlakana u provođenju struje takvih hibridnih pređa.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata prikazanih u okviru ovog rada mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Metalna komponenta pređa načinjenih od mešavine pamučnih i metalnih vlakana ima dominantnu ulogu u provođenju električne struje, o čemu svedoči sniženje električne otpornosti takvih pređa u odnosu na pamučnu pređu iste finoće. Električna otpornost pređa koje se sastoje od mešavine pamučnih i metalnih vlakana zavisi od procentnog udela metalne komponente u mešavini.

2. Pređe formirane od mešavine pamučnih i metalnih vlakana imaju veći prečnik, odnosno manje kompaktnu strukturu od pamučne pređe iste finoće, što bi moglo da se protumači većom krutošću metalne komponente. Takva struktura bi mogla da bude uzročnik vremenske nestabilnosti električne otpornosti koja se pri merenju registruje.

3. Za razliku od žičanih metalnih provodnika i pređa formiranih isključivo od tekstilnih vlakana, kod kojih povećanje aksijalnog zatezanja dovodi do povećanja električne otpornosti usled smanjenja poprečnog preseka, kod pređa formiranih od mešavine pamučnih i metalnih vlakana električna otpornost sa povećanjem zatezanja blago opada, što bi se moglo pripisati stabilnijem kontaktu između vlakana metalne komponente.

## SUMMARY

### INVESTIGATION OF INFLUENCE OF METALLIC FIBERS ON SOME PROPERTIES OF TECHNICAL YARNS

(Original scientific paper)

Svetlana Milosavljević, Tatjana Mihajlidi, Tanja Tadić,  
Snežana Stanković, Koviljka Asanović  
Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade, Yugoslavia

Some mechanical and electrophysical properties of cotton-metallic fiber blended yarns were observed. The results obtained in different tests were compared with those of pure cotton yarns of the same fineness. A decrease of blended yarns electrical resistance for a few orders of magnitude was stated. This property of blended yarns shows a dependence on the metallic component fraction, yarn fineness and the pretension applied during the measurement of electrical properties. A reduction of tenacity, an increase of both residual torque in yarns and frictional forces in contacts "yarn-yarn", as well as a reduction of abrasion resistance of blended yarns with increasing contents of the metallic component have been observed.

4. Smanjenje prekidne sile pređa formiranih od mešavine pamučnih i metalnih vlakana u odnosu na pamučne pređe iste finoće može da se pripíše njihovoj manje kompaktnoj strukturi i manjoj prekidnoj sili metalnih u odnosu na pamučna vlakna.

5. Porast mase otpalih majja usled samoabrazije u petlji je posledica, s jedne strane, izmene frikcionih svojstava površine i, s druge strane, veće gustine metalnih vlakana.

6. Metalna provodna vlakna, uključena u pređu i preko nje u druge tekstilne i polimerne materijale, imaju čitav niz potencijalnih primena, koje tek treba da budu realizovane.

## LITERATURA

- [1] S. Milosavljević, T. Tadić, S. Stanković, Proc. World Textile Congress Industrial, Technical & High Performance Textiles, Huddersfield, UK, (1998), 339-346
- [2] S. Milosavljević, T. Tadić, S. Stanković, L. Kostić, Hemijska vlakna, **1-4** (1996), 28-36
- [3] G.L. Hearn, K.L. Gandhi, Textile Month, (1997), 48-52
- [4] S. Milosavljević, T. Tadić, L. Kostić, D. Veselinović, The Indian Textile Journal, **106**, **10** (1996), 94-97
- [5] S. Milosavljević, T. Tadić, L. Kostić, S. Stanković, Textile Month, September, (1996), 49-53
- [6] S. Milosavljević, T. Mihajlidi, T. Tadić, K. Asanović, Asian Textile Journal, April, (1999), 95-98
- [7] S. Milosavljević, T. Tadić, S. Stanković, B. Golubović, Hemijska vlakna, **1-4** (1997), 55-66
- [8] S. Milosavljević, Tekstilna industrija, **10-12** (1996), 5-15
- [9] G. Nemoz, L'Industrie Textile, **1214** (1990), 56-63
- [10] P.L. Geffer, Elektrostaticheskie yavleniya v protsesah pererabotki himicheskikh volokon, Legprombytizdat, Moskva, (1989)
- [11] T. Mihajlidi, S. Milosavljević, D. Simić, K. Asanović, Hemijska industrija, **4-5**, (1999), 94-100
- [12] S. Milosavljević, T. Tadić, The Journal of the Textile Institute, UK, **6** (1994) 432-435
- [13] T. Mihajlidi, S. Milosavljević, T. Tadić, K. Radičević, Nova Textil, Portugal, Julho, (1994), 40-45
- [14] S. Milosavljević, T. Mihajlidi, K. Asanović, Textile Dyer & Printer, **1** (1995), 19-21
- [15] T. Mihajlidi, D. Simić, M. Simić, K. Asanović, T. Topalović, Tekstilna industrija, **3-4** (1997), 5-9
- [16] K. Asanović, D. Simić, T. Mihajlidi, M. Simić, Tekstilna industrija, **1-2** (1999), 16-18

Key words: textile materials • Cotton-metal fiber blended yarns • Mechanical properties • Electrophysical properties •  
Ključne reči: tekstilni materijali • pređe • mešavina pamučnih i metalnih vlakana • mehanička svojstva • elektrofizička svojstva •

