

## EFEKAT KONČANJA PREDJA NA NEKA SVOJSTVA KOMFORA\*

Snežana Stanković<sup>1\*\*</sup>, Dušan Popović<sup>2</sup>, Goran Poparić<sup>2</sup>

(ORIGINALNI NAUČNI RAD)  
UDK 677.075:677.022.9

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Katedra za tekstilno inženjerstvo, Beograd, Srbija

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Fizički fakultet, Beograd, Srbija

Mekoća ili kompresibilnost tekstilnih materijala predstavlja važan parametar taktalnog komfora. Pored toga, sposobnost tekstilnih materijala da prenose toplotu smatra se ključnim faktorom toplotnog komfora. Budući da postoji značajna korelacija između toplotnog ponašanja tekstilnog materijala i njegove debljine i poroznosti, promena gustine materijala pod dejstvom kompresionog opterećenja sigurno vodi ka promeni toplotnog fluksa kroz materijal. Operacijom končanja se kombinovanjem jednožičnih komponenata u značajnoj meri modifikuju svojstva pređe. Zbog toga je u okviru ovog rada analizirana interakcija toplotnih i kompresionih svojstava pletenina sa aspekta uticaja operacije končanja pređa. Poređene su dve varijante glatkih DL pletenina, jedna izrađena od jednožične pređe a druga od končane pređe od konoplje, proizvedenih u kontrolisanim uslovima. Pletenine su okarakterisane sličnim toplotnim svojstvima. Razlike u kompresibilnosti pletenina su pokazale da bi smanjenje toplotne provodljivosti tokom kompresionog opterećenja bilo izraženije kod pletenine izrađene od končane pređe. S obzirom na približne vrednosti elastičnog oporavka pletenina, mogu se očekivati trajne promene u toplotnom ponašanju sličnog intenziteta za obe varijante pletenina.

**Ključne reči:** pletenina, pređa, končanje, toplotna provodljivost, kompresibilnost, elastični oporavak

### Uvod

Prilikom izbora i kupovine odevnog predmeta moderni potrošač se opredeljuje prema estetskom efektu i elementu praktičnosti ali i sa aspekta komfora. Generalno, komfor se definiše kao stanje zadovoljstva koje je rezultat fizičke, fiziološke i psihološke ravnoteže između osobe, odeće i okruženja. Toplotna svojstva tekstilnih materijala i njihova sposobnost propuštanja vazduha i vodene pare smatraju se najvažnijim parametrima komfora, međutim, estetska svojstva kao što su mekoća, opip i sl. takođe predstavljaju nezaobilazne faktore koji definišu nivo komfora. Zbog toga se kao jedan od najvažnijih zadataka pred proizvođače odevnih tekstilnih materijala nameće potreba proizvodnje tekstilnih materijala koji izazivaju zadovoljavajuće toplotne i taktilne senzacije u kontaktu sa kožom. Istraživanja su pokazala da su debljina i poroznost tekstilnog materijala osnovni faktori koji uslovljavaju njegova toplotna svojstva. Svako smanjenje debljine (zapremine) materijala praćeno je smanjenjem poroznosti tj. količine vazduha u njemu čime se obavezno menjaju i njegova toplotna svojstva [1,2]. Pored toga, debljina i količina vazduha u materijalu su odgovorni i za njegovu mekoću, odnosno kompresiono ponašanje [3]. Najveći broj odevnih tekstilnih materijala se odlikuje unutrašnjom kompaktnom strukturom i spoljnim rastresitim slojevima manje gustine, zbog čega

su ovi materijali lako podložni sabijanju već pri mali opterećenjima. Može se očekivati da će svaka promena debljine materijala uticati na prenos toplote kroz njega trenutno ali i permanentno u slučaju trajne promene debljine materijala. Ova činjenica je od velikog praktičnog značaja budući da je tokom nošenja odevnog predmeta tekstilni materijal izložen cikličnom kompresionom opterećenju izazvanom pokretima čovečijeg tela ili dejstvom vetra.

I pored činjenice da operacija končanja ne predstavlja obaveznu produkcionu fazu, koja neminovno podrazumeva uvođenje dodatnih troškova u proizvodnji pređe, primena ove operacije se opravdava poboljšanjem svojstava pređa. Pored poboljšanja ravnomernosti pređe (po debljini) i njene jačine (uz smanjenje varijacije u pogledu jačine), smanjuje se neuravnoteženost i modifikuju površinska svojstva pređe [4,5]. Iako su svojstva končanih pređa bila predmet interesovanja mnogih istraživača od polovine prošlog veka pa do danas [6-13], mali broj radova je posvećen ispitivanju uticaja operacije končanja na svojstva tkanina i pletenina, posebno na svojstva komfora [14-17]. U okviru ovog rada analizirana je interakcija toplotnih i kompresionih svojstava pletenina sa aspekta uticaja operacije končanja pređa. U tu svrhu je izvršeno poređenje toplotnih i kompresionih svojstava pletenina izrađenih od jednožične

\* Rad saopšten na X Simpozijumu „Savremene tehnologije i privredni razvoj“ sa međunarodnim učešćem, Leskovac, 22. i 23. oktobar 2013. godine

\*\* **Adresa autora:** Snežana Stanković, Katedra za tekstilno inženjerstvo, Tehnološko-metalurški fakultet, Karnegijeva 4, 11000 Beograd, Srbija

E-mail: stankovic@tmf.bg.ac.rs

Rukopis primljen: 25. jula 2013. godine

Rad prihvaćen: 23. septembra 2013. godine

ili končane pređe od konoplje. Odabrane su pletenine s obzirom na dobro poznatu činjenicu da se pletenine zbog svoje manje kompaktne strukture (u odnosu na tkanine) odlikuju većom mekoćom tj. većom kompresibilnošću.

### Eksperimentalni deo

U okviru ovog rada upotrebljena je jednožična pređa od konoplje (Linificio Canapificio Nazionale, Italija) nominalne finoće 50 tex i upredenosti 400 m (Z). Končanjem dve jednožične pređe od konoplje dobijena je končana pređa nominalne finoće 100 tex i upredenosti 310 m<sup>-1</sup>

(S). Realne vrednosti osnovnih strukturnih parametara jednožične (Cs) i konačne pređe od konoplje (2xCs) date su u Tabeli 1. Gustina pređa je izračunata na osnovu finoće i prečnika pređe. Faktor pakovanja pređe je određen odnosom gustine pređe i gustine vlakna. Za ispitivanje maljavosti pređa korišćen je instrument Shirley Hairiness Monitor SDL 103. Aparat registruje malje duže od 3 mm sa odsečka od 70 ° tela pređe uz podešeno vreme merenja u intervalu od 5 s. Rezultati su iskazani kao broj malja po 1 m pređe na osnovu 30 merenja.

**Tabela 1.** Svojstva jednožične i končane pređe od konoplje  
**Table 1.** Characteristics of the single and two-ply hemp yarns

Svojstvo, jedinica	Jednožična pređa od konoplje, Cs	Končana pređa od konoplje, 2xCs
Finoća, tex	47,8	95,6
Upredenost, m	370	297
Gustina, g cm	1,258	0,721
Faktor pakovanja	0,84	0,48
Maljavost, m <sup>-1</sup>	3,4	6,7

Na kružnoj pletačoj mašini finoće NoE 20 su od ovih pređa proizvedene dve varijante kuliranih glatkih DL pletenina. Jedna varijanta pletenine je izrađena od jednožične pređe a druga od končane pređe od konoplje. Kako bi se dobile pletenine sa što je moguće sličnijim konstrukcionim karakteristikama, jednožična pređa

od konoplje je prethodno stručena čime je simulirana rezultujuća finoća pređe od 100 tex. Konstrukcione karakteristike ovih pletenina, prikazane u Tabeli 2, određene su standardnim postupcima opisanim u literaturi [18].

**Tabela 2.** Konstrukcione karakteristike DL pletenina  
**Table 2.** Construction characteristics of the jersey knitted fabrics

Svojstvo, jedinica	Konoplja+konoplja, 2Cs	Konoplja/konoplja <sup>b)</sup> , KCs
Gustina vertikalna, cm <sup>-1</sup>	13,7	12,0
petlji horizontalna, cm	5,5	5,5
površinska, cm	75,4	66,0
Dužina petlje, mm	5,0	5,3
Debljina, mm	0,916	0,948
Površinska masa, g·m <sup>-2</sup>	360,4	334,4
Pokrivni faktor, tex <sup>1/2</sup> cm <sup>-1</sup>	19,6	18,4

a) Stručena pređa od konoplje; b) Končana pređa od konoplje

Toplotna svojstva pletenina ispitivana su primenom metode koja je razvijena na Fizičkom fakultetu Univerzita u Beogradu [19]. Metoda se bazira na principu da je kod supstanci postavljenih u nizu u odnosu na pravac toplotnog fluksa, odnos gradijenta temperature kroz posmatrane supstance srazmeran odnosu njihovih toplotnih otpornosti. Prema proceduri, merena je brzina hlađenja čvrstog tela zagrejanog do određene temperature i koje je pleteninom izolovano od okolnog vazduha. Zatim je procedura ponovljena ali bez prisustva pletenine. Polazeći od Njutnovog zakona hlađenja konstruisane su tzv. krive hlađenja sa vremenom hlađenja kao apscisom i izrazom  $\ln[(T-T_{ok})/(T_0-T_{ok})]$  na ordinati (T – temperatura tela u određenom momentu, T<sub>0</sub> – početna temperatura tela i T<sub>ok</sub> – ambijentalna temperatura). Nagib krive hlađenja predstavlja konstantu hlađenja K<sub>1</sub> koja u opisa-

nom eksperimentu ima oblik dat sledećom jednačinom:

$$K_1 = \frac{1}{R_1 C} = \frac{1}{(R_0 + R)C} \dots \dots \dots (1)$$

Gde je C (J/K) – toplotni kapacitet sistema (stakleni balon i voda), R<sub>1</sub> (K/W) – ukupni toplotni otpor pletenine i sloja okolnog vazduha, R (K/W) – toplotni otpor pletenine i R<sub>0</sub> (K/W) – toplotni otpor sloja vazduha. Koristeći jednačinu 1 dolazi se do izraza za toplotni otpor pletenine:

$$R = \frac{1}{C} \left( \frac{1}{K_1} - \frac{1}{K_0} \right) \dots \dots \dots (2)$$

gde je  $K_0$  – konstanta hlađenja sistema bez prisustva pletenine. Polazeći od vrednosti toplotne otpornosti, površine uzorka  $S$  ( $m^2$ ) i debljine pletenine  $d$  (m) izračunata je toplotna provodljivost pletenina prema relaciji:

$$\lambda = \frac{1}{R} \cdot \frac{d}{S} \dots \dots \dots (3)$$

Koeficijent prolaza toplote  $K$  ( $W/m^2K$ ), koji obuhvata prenos toplote kondukcijom, konvekcijom i radijacijom izračunat je koristeći relaciju:

$$K = \frac{1}{S \Delta T} \cdot \frac{dQ}{dt} \dots \dots \dots (4)$$

Gde je  $dQ/dt$  (W) – brzina prenosa toplote kroz pleteninu i  $\Delta T$  (K) – razlika između srednje temperature sistema i temperature okolnog vazduha.

Za ispitivanje kompresionih svojstava pletenina upotrebljen je mehanički merač debljine tekstilnih materijala (TexTest-306) sa kompresionom pločicom površine  $64 \text{ mm}^2$ . Uzorci pletenina su kompresiono opterećivani i relaksirani u širokom opsegu pritiska ( $0,45 - 2560 \text{ cN/cm}^2$ ) počev od minimalnog opterećenja ( $0,29 \text{ N}$ ) preko njegovog progresivnog povećanja do maksimalnog iznosa od  $16,38 \text{ N}$ . Po dostizanju maksimalnog kompresionog opterećenja nastavljeno je sa relaksacijom uzoraka postupno kako su prethodno bili opterećivani. Pri tome je registrovana debljina pletenine za svaki nivo kompresije i relaksacije. Opisana procedura je ponovljena na pet različitih mesta na svakoj od pletenina tako da svaka vrednost debljine pletenine pri određenom kompresionom opterećenju predstavlja srednju vrednost pet merenja. Na osnovu srednjih vrednosti konstruisane su kompresione krive koje su poslužile za ocenu kompresionog ponašanja pletenina. Polazeći od kompresionih kriva izračunate su vrednosti elastičnog oporavka pletenina [20]. Kompresibilnost pletenina  $C_{pl}$  (%) određena je razlikom između početne debljine  $d_0$  (mm) pletenine i njene debljine pri maksimalnom opterećenju  $d_{max}$  (mm):

$$C_{pl} = \frac{d_0 - d_{max}}{d_0} \cdot 100 \dots \dots \dots (5)$$

S obzirom da su gustina i poroznost pletenina u tesnoj vezi sa njihovim toplotnim i kompresionim svojstvima, pristupilo se izračunavanju ovih parametara. Gustina pletenina  $\delta$  ( $kg/m^3$ ) je izračunata iz odnosa njene površinske mase i debljine. Poroznost pletenine  $P$  (%) definisana kao ukupna količina vazduha u pletenini (između i unutar pređe) izračunata je prema relaciji:

$$P = 100 - \frac{\delta}{\rho} \cdot 100 \dots \dots \dots (6)$$

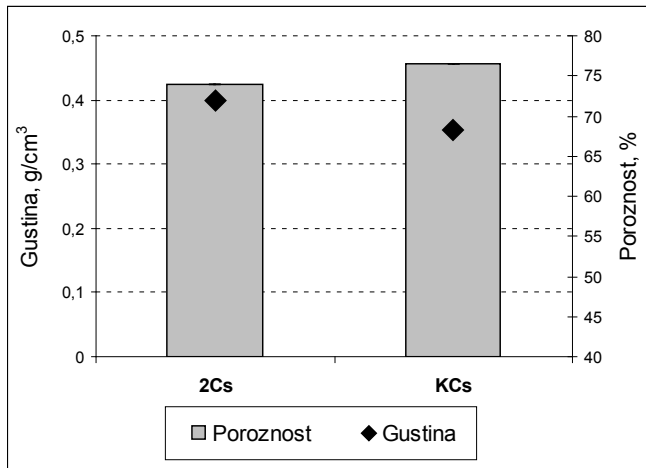
gde je  $\rho$  ( $kg/m^3$ ) – specifična gustina vlakna konoplje.

## Rezultati i diskusija

Gustina pakovanja vlakana u pređu predstavlja jedan od ključnih parametara koji uslovljavaju ponašanje pređe prilikom njene prerade u tkanine i pletenine i utiču na upotrebna svojstva tekstilnih materijala i proizvoda. Iako idealna gustina pakovanja pređe iznosi  $0,907$ , za većinu tradicionalnih štapel pređa gustina pakovanja vlakana se kreće u intervalu od  $0,3$  do  $0,7$ . Jednožična pređa od konoplje koja je upotrebljena u ovom istraživanju okarakterisana je gustom od  $0,84$  (Tabela 1). Velika kompaktnost strukture (velika gustina pakovanja vlakana) ove pređe je posledica smanjene gipkosti vlakana konoplje koja je dovela do usporene migracije vlakana prilikom formiranja pređe. Osim kompaktnog jezgra pređe, smanjena pokretljivost vlakana sprečila je intenzivnije oslobađanje krajeva vlakana u površinskom sloju pređe što je dovelo do smanjene maljavosti njene površine (Tabela 1). Končanjem, odnosno uvođenjem sekundarnog upredanja u složenu pređu (sastavljenu od dve jednožične komponente) u smeru suprotnom od smera primarnog upredanja formirana je „nova“ pređa sa „novim“ svojstvima. Kao posledica drugačijeg položaja vlakana konoplje u končanoj pređi, ova pređa se odlikuje smanjenom gustom i faktorom pakovanja za oko  $43 \%$  (Tabela 1). Iako je maljavost končane pređe udvostručena u odnosu na jednožičnu pređu (Tabela 1), registrovani broj malja po metru končane pređe još uvek je svrstava u pređe smanjene maljavosti.

Iako su pletenine bile proizvedene u kontrolisanim uslovima, uočene su izvesne razlike u njihovim konstrukcionim karakteristikama kao posledica prethodno diskutovanih razlika u internoj strukturi jednožične i končane pređe od konoplje. Pre svega, uočeno je odstupanje u pogledu površinske gustine petlji na način da je pletenina izrađena od končane pređe (KCs) okarakterisana smanjenom gustom petlji usled smanjene vertikalne gustine (Tabela 2). Različita vertikalna gustina ovih pletenina ukazuje na različitu konfiguraciju petlji, što je direktna posledica različite savitljivosti jednožične i končane pređe. Naime, veruje se da je končanjem dve jednožične pređe došlo do smanjenja otpornosti na savijanje složene pređe usled delimičnog raspredanja jednožičnih komponenta. Time je povećana pokretljivost vlakana što vodi ka povećanju savitljivosti končane pređe. Usled povećane savitljivosti končane pređe došlo je do povećanja dužine petlje i debljine KCs pletenine, dok se manja gustina petlji KCs pletenine odrazila na smanjenje površinske mase i pokrivnog faktora (Tabela 2).

Iako se radi o diskretnom smanjenju površinske mase i povećanju debljine, pletenina izrađena od končane pređe je okarakterisana manjom gustom, odnosno većom poroznošću u poređenju sa pleteninom izrađenom od jednožične pređe (Slika 1).



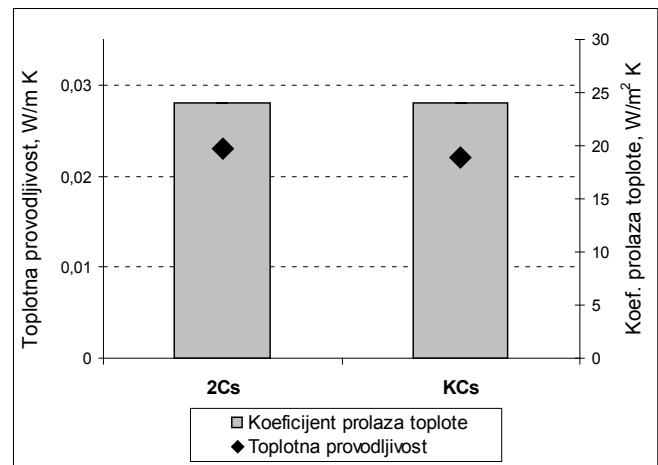
**Slika 1.** Fizička svojstva glatkih DL pletenina  
**Figure 1.** Physical properties of the jersey knitted fabrics

Iako se zna da prenos toplote kroz tekstilni materijal uključuje sva tri mehanizma prenosa toplote (kondukcija, konvekcija i radijacija), vrednosti površinske mase i gustine ispitivanih pletenina upućuju na zaključak da je kondukcija (provođenje toplote) dominirajući mehanizam prenosa toplote. S obzirom da je toplotna provodljivost vlakana 5 do 20 puta veća od toplotne provodljivosti vazduha, manja gustina odnosno, veća poroznost pletenine vodi ka usporavanju kondukcije toplote, posebno kada je vazduh „zarobljen“ između vlakana u pređi. Prema rezultatima prikazanim na Slici 2, toplotna provodljivost KCs pletenine je neznatno manja u poređenju sa toplotnom provodljivošću 2Cs pletenine. To se može objasniti manjom gustinom končane pređe, odnosno manjom gustinom pakovanja vlakana u njoj (Tabela 1). Takođe, veći broj tačaka preplitanja pređe (usled veće gustine petlji) u 2Cs pletenini dodatno je „pojačao“ intimni kontakt između vlakana i ubrzao kondukciju kroz 2Cs pleteninu. Ipak, koeficijent prolaza toplote, koji u ovom slučaju obuhvata prenos toplote kondukcijom i konvekcijom (radijacija je isključena usled primenjenog temperaturnog režima u eksperimentu), ima identične vrednosti za obe pletenine (Slika 2). Kao posledica manjeg broja petlji na jedinici površine KCs pletenine, broj makropora (pora između pređa) na jedinici površine ove pletenine je manji, ali su one većih dimenzija, što pogoduje ubrzavanju konvekcije toplote. Može se reći da je kod pletenine izrađene od končane pređe od konoplje u pogledu njenog toplotnog ponašanja došlo do suprotstavljanja dva faktora:

- smanjenje gustine pakovanja vlakana u končanoj pređi od konoplje, i
- povećanje dimenzija makropora u pletenini izrađenoj od končane pređe od konoplje, pri čemu treba imati u vidu da je to posledica promena u strukturi pređe usled končanja.

Očigledan je kompleksan uticaj strukture pređe od konoplje na toplotno ponašanje glatkih DL pletenina. Pri tome, čini se da je od najveće važnosti činjenica da upotrebom končane pređe nije došlo do pogoršanja toplotnih svo-

jstva pletenine.



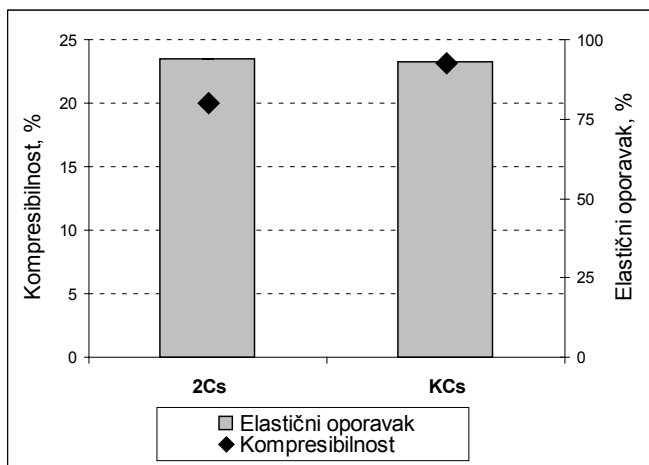
**Slika 2.** Toplotna svojstva glatkih DL pletenina  
**Figure 2.** Thermal properties of the jersey knitted fabrics

Kompresiona svojstva ispitivanih glatkih DL pletenina prikazana su na Slici 3. Pletenina izrađena od končane pređe od konoplje okarakterisana je većom kompresibilnošću u poređenju sa varijantom pletenine proizvedene od jednožične pređe. Činjenica da se i jednožična i končana pređa odlikuju malom maljavošću (Tabela 1) ukazuje da je kompresibilnost ovih pletenina posledica sabijanja vlakana u unutrašnjim slojevima pređe u pletenini. Naime, iako se smatra da je mekoća tekstilnog materijala prvenstveno posledica savijanja štrčećih krajeva vlakana sa površine pređe, odnosno materijala, čini se da je u ovom slučaju sposobnost kompresije u najvećoj meri uzrokovana međusobnim klizanjem i premeštanjem vlakana (ili njihovih segmenata) u pređi. Zahvaljujući manjoj gustini pakovanja vlakana u končanoj pređi (faktor pakovanja, Tabela 1), olakšano je njihovo međusobno klizanje pa je tako KCs pletenina ispoljila veću kompresibilnost. Pored toga, smanjenje broja kontaktnih tačaka pređe u ovoj pletenini, usled manje površinske gustine petlji, omogućilo je veću pokretljivost pređe u pletenini i veću pokretljivost vlakana u pređi. Nasuprot tome, usled većeg broja petlji na jedinici površine 2Cs pletenine, što podrazumeva dodatno povećanje gustine pakovanja vlakana i pređe u pletenini, došlo je do smanjenja pokretljivosti vlakana i smanjenja kompresibilnosti 2Cs pletenine.

Imajući u vidu činjenicu da tekstilni materijali nisu idealno elastični, i da osim elastične trpe i viskoelastičnu i plastičnu deformaciju, prilikom evaluacije deformacionog ponašanja veoma je važna ocena materijala u pogledu sposobnosti da u određenoj meri zadrže prvobitnu dimenziju po prestanku dejstva opterećenja. Zbog toga je, kada se radi o kompresiji tekstilnog materijala, uveden parametar - elastični oporavak materijala kao mera njegove sposobnosti da po prestanku dejstva opterećenja zadrži početnu debljinu. Budući da su svojstva tekstilnog materijala koja se tiču toplotnog komfora u velikoj meri us-

lovljena njegovom debljinom i poroznošću, izvesno je da svaka trajna promena debljine, praćena smanjenjem količine vazduha u materijalu, nužno menja njegova toplotna svojstva. Ovakav efekat je nepoželjan sa aspekta očuvanja čovekove termofiziološke ravnoteže. Iako je KCs pletenina okarakterisana većom kompresibilnošću, uočeno je minimalno smanjenje sposobnosti elastičnog oporavka ove pletenine (Slika 3). To ukazuje na važnu činjenicu da veća pokretljivost vlakana u končanoj pređi (usled manje gustine pakovanja vlakana), uz povećanje kompresibilnosti KCs pletenine, ne vodi ka značajnom intenziviranju stepena redukcije debljine pletenine po prestanku dejstva kompresionog opterećenja.

Iako mekoća predstavlja najvažniju komponentu taktilnog komfora, ne treba gubiti iz vida činjenicu da sposobnost tekstilnog materijala da se sabija pod dejstvom opterećenja dovodi do promena u toplotnom ponašanju materijala. Neizbežne trajne promene debljine pletenine izazvane kompresionim opterećenjem podrazumevaju smanjenje količine vazduha i to u najvećoj meri između vlakana u pređi. Time se intenzivira kontakt između susednih vlakana i ubrzava kondukcija toplote. U tom smislu se može predvideti da bi u toku trajanja kompresionog opterećenja kod pletenine izrađene od končane pređe došlo do intenzivnijeg ubrzavanja kondukcije toplote. Međutim, približne vrednosti elastičnog oporavka KCs i 2Cs pletenine ukazuju na gotovo iste trajne promene u brzini provođenja toplote kroz pleteninu.



**Slika 3.** Kompresiona svojstva glatkih DL pletenina  
**Figure 3.** Compressional properties of the jersey knitted fabrics

### Zaključak

U okviru ovog rada su analizirana toplotna i kompresiona svojstva glatkih DL pletenina sa aspekta uticaja operacije končanja pređa. Takođe, učinjen je pokušaj sagledavanja interakcije ovih svojstava pletenina u pogledu njihovog komfora. Na osnovu dobijenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

- primena operacije končanja dovela je do očekivanih

promena u strukturi i svojstvima pređe a što se odrazilo na konstrukcione i fizičke karakteristike pletenina;

- uprkos izvesnim razlikama u konstrukcionim i fizičkim karakteristikama pletenina, one su ispoljile približne vrednosti toplotne provodljivosti i koeficijenta prolaza toplote;
  - operacija končanja pređe je imala pozitivno dejstvo na kompresiono ponašanje pletenine - povećanje kompresibilnosti pletenine uz neznatno smanjenje njenog elastičnog oporavka;
  - povećanje gustine pletenina usled trajne promene njihove debljine ukazuju na trajne promene toplotnih svojstava prilikom upotrebe pletenina;
  - veća kompresibilnost pletenine izrađene od končane pređe pretpostavlja intenzivnije promene u toplotnom ponašanju ove pletenine za vreme kompresionog opterećenja, međutim, uporedive vrednosti elastičnog oporavka ispitivanih pletenina dokazuju da operacija končanja nema negativno dejstvo na trajne promene toplotnih svojstava pletenina.
- Generalno, može se reći da su sprovedena istraživanja ukazala na potencijal koji operacija končanja pređa ima u pogledu komfora tekstilnih materijala. Iskazani pozitivan efekat operacije končanja nameće potrebu daljeg istraživanja uz proširenje eksperimentalnog materijala u pravcu upotrebe različitih vrsta vlakana, primene različitih intenziteta upređanja i končanja pređa i izrade tekstilnih materijala različite strukture.

### Zahvalnica

Zahvaljujemo se Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije za finansiranje projekta OI -171029.

### Literatura

- [1] B.V. Holcombe, B.N. Hoschke, Dry heat transfer characteristics of underwear fabrics, *Textile Res. J.*, 53 (1983) 368-374.
- [2] S.K. Obendorf, J.P. Smith, Heat transfer characteristics of nonwoven insulating materials, *Text. Res. J.*, 56 (1986) 691-696.
- [3] R.M. Taylor, D.M. Pollet, Static low-load lateral compression of fabrics, *Text. Res. J.*, 72 (2002) 983-990.
- [4] S. Stanković, Prilog proučavanju uticaja sekundaranog upređanja i tehnike končanja na svojstva složenih pređa češljanog tipa, Magistarska teza, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, 1997.
- [5] S. Milosavljević, T. Tadić, S. Stanković, Uticaj končanja na modifikovanje površinskih karakteristika pređe, *Hemijska vlakna*, 35(1-4) (1995) 13-17.
- [6] L.A. Fiori, J.J. Brown, J.E. Sands, Effect of single and play twists on the properties of a 31/2 carded cotton yarn, *Text. Res. J.*, 24 (1954) 267-272.
- [7] L.A. Fiori, J.J. Brown, J.E. Sands, Effect of single and play twists on the properties of a 15.5/2 carded cotton yarn, *Text. Res. J.*, 24 (1954) 428-433.
- [8] J.M. Bennet, R. Postle, The torque generated in single and multi-ply yarns as a function of changes in yarn

- tension, *Text. Res. J.*, 49 (1979) 499-506.
- [9] S. Milosavljević, T. Tadić, S. Stanković, The role of yarn surface geometry in the engineering of textile materials, *Fibers Text. Eastern Eur.*, 3(4) (1995) 42-44.
- [10] S. Milosavljević, T. Tadić, S. Stanković, Properties of plied yarns, *The Indian Textile Journal*, 108 (1998) 18-20.
- [11] S. Milosavljević, T. Tadić, S. Stanković, A new twist on plied yarn properties, *Textile Month*, September (1998) 26-29.
- [12] J-W. Park, A-G. Oh, Bending mechanics of ply yarns, *Textile Research Journal*, 73 (2003) 473-479.
- [13] Z. Xia, W. Xu, X. Wang, Improving fiber trapping with a contact surface during the ring twisting of two cotton yarns, *Textile Research Journal*, 82 (2012) 272-279.
- [14] M.J. Pac, M.A. Bueno, M. Renner, Warm-cool feeling relative to tribological properties of fabrics, *Textile Research Journal*, 71 (2001) 806-812.
- [15] B.K. Behera, R. Mishra, Comfort properties of non-conventional light weight worsted suiting fabrics, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 32 (2007) 72-79.
- [16] P.G. Unal, Investigation of some handle properties of fabrics woven with two folded yarns of different spinning systems, *Textile Research Journal*, 80 (2010) 2007-2015.
- [17] S. Stankovic, Static lateral compression of hemp/filament hybrid yarn knitted fabrics, *Fibers and Polymers*, 9(2) (2008) 187-193.
- [18] A. Koblyakov, in *Laboratory practice in the study of textile materials*, A. Koblyakov Ed., Mir Publishers, Moscow 1989, 248-270.
- [19] S. Stankovic, D. Popovic, G. Poparic, Thermal properties of textile fabrics made of natural and regenerated cellulose fibers, *Polymer Testing*, 27 (2008) 41-48.
- [20] S. Stanković, Uticaj strukture pređa na bazi agroceluloznih vlakana na njihovu dalju tekstilnu transformaciju i upotrebna svojstva, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2009.

## Summary

### THE EFFECT OF YARN FOLDING ON SOME COMFORT PROPERTIES

Snežana Stanković<sup>1</sup>, Dušan Popović<sup>2</sup>, Goran Poparić<sup>2</sup>

(ORIGINAL SCIENTIFIC PAPER)  
UDK 677.075:677.022.9

<sup>1</sup> University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, Department of Textile Engineering, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup> University of Belgrade, Faculty of Physics, Belgrade, Serbia

The compressive nature of textile fabrics is known to be a significant factor influencing tactile comfort. In addition, the transport of the heat through the fabric is considered to be the major factor in thermal comfort. Since the thermal behavior of textile fabrics is highly correlated with thickness and porosity, the changes in bulk density of the fabric caused by the compression force would change the heat flux through the fabric. The operation of yarn folding modifies the existing single yarns to an appreciable degree by combining them together. Therefore, in this study the interaction of thermal and compression properties of textile materials was analyzed from the aspect of the operation of yarn folding. Two jersey knitted fabrics were compared, both knitted under the same conditions, the first produced from the single hemp yarn, and the second one produced from the two-folded hemp yarn. The knitted fabrics exhibited comparable thermal properties. The differences in their compressibility indicated that the reduction of thermal conductivity under the compression force is more likely to be higher for the knitted fabric consisted of the folded yarn. Since the resilience of the knit made from two-folded yarn was comparable to that of the single yarn counterpart, similar permanent changes in thermal behavior of these knits could be expected.

**Keywords:** knitted fabric, yarn, folding, thermal conductivity, compressibility, resilience