

NEKA SVOJSTVA TAKTILNOG KOMFORA GLATKIH PLETENINA *

Snežana Stanković¹, Matejka Bizjak²

¹Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Katedra za tekstilno inženjerstvo, Beograd, Srbija

²Univerzitet u Ljubljani, Fakultet za prirodne nauke i inženjerstvo, Katedra za tekstil, Ljubljana, Slovenija

Čulna percepcija tekstilnih materijala uslovljena je mehaničkim stimulansima izazvanim dejstvom pritiska i silama trenja, pa se mekoća i površinska svojstva tekstilnih materijala smatraju osnovnim parametrima opipa materijala. Cilj ovog rada bio je ispitivanje uticaja vrste vlakana, geometrije pređe i tehnike predenja na mekoću i površinska svojstva glatkih pletenina. Prethodnim stručnjem po dve viskozne, pamučne ili pređe od konoplje omogućena je izrada glatkih DL pletenina različitog (homogenog ili nehomogenog) sirovinskog sastava. Ispitivanje kompresionih i površinskih svojstva ovih pletenina sprovedeno je upotrebom odgovarajućih instrumenata u okviru KES-F sistema (Kawabata Evaluation System). Sprovedena je analiza varijanse (ANOVA) kako bi se utvrdio uticaj vrste vlakana i geometrije pređe (maljavost i prečnik) na trenje površine i geometrijsku hrapavost glatkih pletenina. Analiza eksperimentalnih podataka i statistička analiza ukazale su na uticaj vrste vlakana i geometrije jezgra i površine pređe na kompresiona svojstva i geometrijsku hrapavost pletenina.

Ključne reči: pletenine, taktilni komfor, kompresiona svojstva, površinska svojstva, stručene pređe, vlakno

* Rad saopšten na IX Simpozijumu "Savremene tehnologije i privredni razvoj", Leskovac, 21. i 22. oktobar 2011. godine
Adresa autora: Snežana Stanković, Tehnološko-metalurški fakultet, Katedra za tekstilno inženjerstvo, Karnegijeva 4, 11120 Beograd, Srbija
E-mail: stankovic@tmf.bg.ac.rs

UVOD

Iako komfor odeće danas predstavlja univerzalnu čovekovu potrebu, pojam komfora je izuzetno kompleksan i teško ga je definisati. Iz prakse je poznato da je ljudima lakše da opišu osećaj diskomforta terminima kao što su bockanje, peckanje, svrab, hladno, toplo i slično. U tom smislu je opšte prihvaćena definicija komfora kao "odsustvo bola i diskomforta kao neutralnog stanja". Komfor odeće se može posmatrati kao psihološki ili estetski, toplotni i taktilni komfor. Taktilni komfor je rezultat opterećenja generisanog u tekstilnom materijalu i njegove distribucije na koži. Pored fizioloških i fizičkih osobenosti čovečjeg tela taktilni komfor je uslovljen karakteristikama odeće i mehaničkim i površinskim svojstvima tekstilnog materijala.

Prilikom svakodnevnog nošenja odeće čoveče telo je stalno izloženo kompleksnom mehaničkom opterećenju. To može biti "samo" masa odevnog predmeta ukoliko je telo u mirovanju, ili opterećenje izazvano deformacijom tekstilnog materijala pri pokretima čovečjeg tela. Opterećenje se prenosi na telo u tačkama kontakta kože i tekstilnog materijala a priroda kontakta uglavnom zavisi od površinskih svojstava tekstilnog materijala. Zbog toga su sa aspekta taktilnog komfora od izuzetne važnosti taktilna svojstva tekstilnih materijala koji su u direktnom kontaktu sa kožom. Budući da je čulni doživljaj tekstilnih materijala u tesnoj vezi sa mehaničkim stimulansima izazvanim dejstvom pritiska i silama trenja, mekoća i površinska svojstva tekstilnih materijala smatraju se njihovim osnovnim parametrima opipa. Sprovedena istraživanja su pokazala da mekoća i površinska svojstva tekstilnih materijala zavise od svojstava vlakana, strukture pređe i tekstilne površine i primenjenih postupaka oplemenjivanja. Cilj ovog rada bio je ispitivanje uticaja vrste vlakana, strukture pređe i tehnike pređenja na mekoću i površinska svojstva glatkih pletenina.

EKSPERIMENTALNI DEO

Za potrebe ovog istraživanja korišćene su štapel pređe od pamuka, viskoze i konoplje iste nominalne finoće sa uporedivim upređanjem u Z smeru. Budući da je pamučna pređa proizvedena tehnikom rotorskog pređenja (OE pređenje), nominalni i faktički broj uvoja ove pređe je za oko 100 m^{-1} veći u odnosu na pređu od konoplje sa ciljem da se pređama obezbede što je moguće sličnije strukture. Naime, specifičnosti tehnike rotorskog pređenja uzrokuju specifičnu strukturu OE pređe koju čine koncentrični slojevi različite upredenosti. Unutrašnji upredeniji sloj pređe obavijen je slojevima vlakana različite upredenosti. Nakon stručenja po dve pređe, pri čemu su kombinovane dve iste ili dve različite pređe, pristupilo se izradi glatkih DL pletenina u kontrolisanim uslovima tako da se dobiju varijante pletenina identične strukture a različitog sirovinskog sastava: 100% konoplja, 100% pamuk, 100% viskoza, 50% konoplja/50% pamuk i 50% konoplja/50% viskoza. U tabeli 1 su date faktičke vrednosti strukturnih parametara pređa i pletenina korišćenih u ovom istraživanju.

Tabela 1. Strukturna svojstva pređa i pletenina

Vlakno	Pređe		Stručena pređa	Pletenine		
	Finoća (tex)	Upredanje (m ⁻¹)		Površ. gustina (cm ⁻²)	Površ. masa (g·m ⁻²)	Debljina (mm)
Konoplja	47,8	370	Konoplja+konoplja	75,4	360	0,916
Viskoza	44,4	340	Viskoza+viskoza	78,0	367	1,048
			Viskoza+ konoplja	77,0	376	0,957
Pamuk	48,9	475	Pamuk+pamuk	72,0	387	1,163
			Pamuk+konoplja	71,5	366	1,047

Za ispitivanje kompresionih i površinskih svojstava glatkih DL pletenina upotrebljeni su odgovarajući instrumenti KES-FB sistema (Kawabata Evaluation System for Fabric). Na instrumentu KES-FB3 ispitivano je kompresiono ponašanje pletenina pri sledećim uslovima: površina epruvete 2 cm², brzina kompresije 50 sec mm⁻¹, interval kompresije 0,5 cN·cm⁻² do 50 cN·cm⁻². Instrument registruje debljinu pletenine pri minimalnom (0,5 cN·cm⁻²) (T₀) i maksimalnom (50 cN·cm⁻²) (T_m) opterećenju, „crta“ kompresionu krivu, izračunava energiju kompresije (WC) (Jm⁻²) pri maksimalnom kompresionom opterećenju (50 cN·cm⁻² ili 5 kPa), linearnost kompresije (LC), relaksaciju ili elastični oporavak (RC) (%) i relativna kompresibilnost pletenina (EMC).

Površinska svojstva glatkih DL pletenina ispitivana su na instrumentu KES-FB4. Ovim instrumentom se određuju parametri trenja i hrapavosti površine materijala prilikom njegovog kontakta sa čeličnom (klavirskom) žicom prečnika 0,5 mm. Ispitivanja površine materijala rađena su na epruvetama veličine 20 cm x 20 cm, pri brzini kretanja epruvete od 1 mms⁻¹ i uz maksimalni domet od 3 cm. Vertikalno opterećenje detektora hrapavosti površine iznosilo je 10 g dok je detektor trenja bio opterećen sa 20 g. Na osnovu registrovane krive trenja automatski se određuje srednja vrednost statičkog i dinamičkog koeficijenta trenja površine materijala o čeličnu žicu (MIU) i srednje odstupanje (MMD) kao mera varijacije koeficijenta trenja. Na osnovu krive hrapavosti dobija se parametar – geometrijska hrapavost površine (SMD) (μm). Površinska svojstva pletenina su ispitivana u vertikalnom i u horizontalnom pravcu tako da prezentovane vrednosti navedenih parametara predstavljaju srednje vrednosti rezultata merenja u oba pravca.

Radi utvrđivanja statističke značajnosti dobijenih rezultata primenjena je analiza varijanse (ANOVA). Rezultat ovog testa sastoji se od srednjih vrednosti i varijansi ispitivanih uzoraka, vrednosti statistike (F), kritične vrednosti statistike (F_{crit}), kao i nivoa značajnosti (P) statistike F. ANOVA statistikom se porede srednje vrednosti eksperimentalnih rezultata, pri čemu se u slučaju kada je F>F_{crit}, uz uslov da je nivo značajnosti statistike (P) manji od praga značajnosti (α = 0,05), zaključuje da uzorci ne potiču iz iste populacije, odnosno potvrđuje se uticaj testiranog faktora.

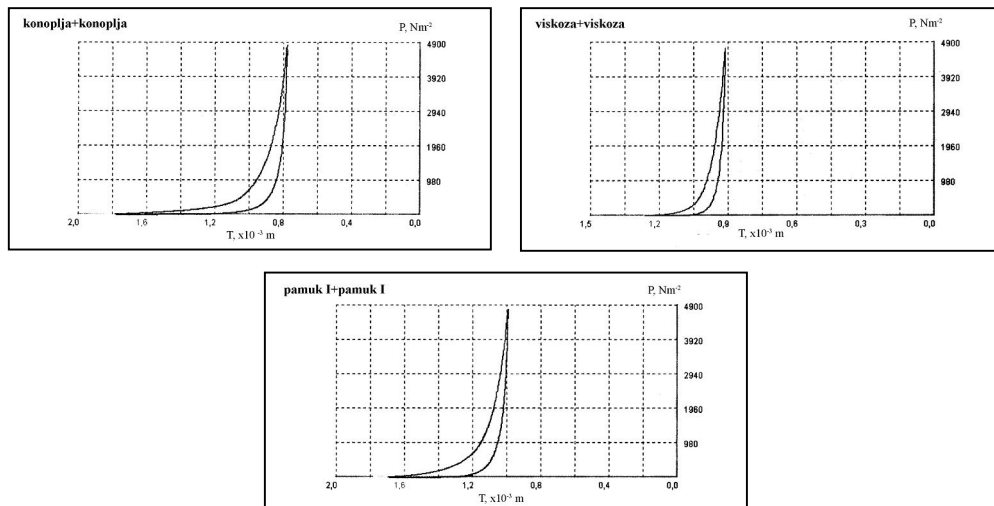
REZULTATI I DISKUSIJA

Mekoća ili sposobnost tekstilnih materijala da menjaju svoju debljinu već pri malim kompresionim opterećenjima predstavlja jedno od najvažnijih parametara taktilnog komfora. Iako univerzalni principi vezani za deformaiona svojstva tekstilnih materijala u pogledu taktilnog komfora ne postoje, generalno se nameće potreba favorizovanja kompresibilnosti i sposobnosti elastičnog oporavka tekstilnog materijala. Kompresiono ponašanje tekstilnog materijala, odnosno njegova sposobnost da se deformiše po debljini pod dejstvom lateralne kompresione sile, ali i da se oporavi (relaksira) po prestanku dejstva sile, uslovljena je kompleksnom interakcijom mnogih faktora vezanih za svojstva vlakana, geometriju pređe i strukturu materijala [1]. To su potvrdili i parametri kompresionog ponašanja glatkih DL pletenina koje se međusobno razlikuju po sirovinskom sastavu i geometriji pređa (tabela 2). Najveću vrednost rada kompresije (WC) i relativne kompresibilnosti (EMC) ispoljila je pletenina od konoplje praćena pamučnom i viskoznom pleteninom. Vrednosti ovih parametara kompresionog ponašanja pletenina izrađenih od stručene pamuk/konoplja ili viskoza/konoplja pređe kreću se između vrednosti parametara odgovarajućih pletenina homogenog sirovinskog sastava.

Tabela 2. Parametri kompresionog ponašanja glatkih DL pletenina

Sirovinski sastav	WC (N·mm ⁻²)	EMC	RC (%)	LC
Konoplja+konoplja	0,608	0,488	32,29	0,280
Viskoza+viskoza	0,230	0,232	44,05	0,382
Viskoza+ konoplja	0,349	0,308	37,94	0,382
Pamuk+pamuk	0,476	0,374	37,71	0,330
Pamuk+konoplja	0,485	0,424	40,29	0,313

Tumačenje dobijenih rezultata bazirano je na razmatranjima de Jonga i saradnika [2], koji su tekstilne površine izrađene od štapel pređa okarakterisali troslojnom strukturom - unutrašnji relativno nestišljivi sloj i dva spoljašnja sloja. Unutrašnji sloj čine agregati vlakana organizovani u pređe i izvesna mala količina vazduha. Vlakna koja štrče sa površine tkanine ili pletenine zajedno sa većom količinom vazduha formiraju dva spoljašnja sloja. Pri manjim vrednostima kompresionog opterećenja debljina tkanine (ili pletenine) se linearno menja sa opterećenjem što odgovara elastičnoj deformaciji do granice proporcionalnosti. U ovoj fazi se sabijaju štrčeća vlakna da bi u drugoj fazi, kada kompresione sile nadjačaju frikcione sile između vlakana i pređa, došlo do "prave" kompresije odnosno, do međusobnog klizanja i premeštanja vlakana. Debljina tkanine ili pletenine se u ovoj fazi nelinearno redukuje sa porastom kompresionog opterećenja, što je potvrđeno i kompresionim krivama ispitivanih glatkih pletenina (slika 1).



Slika 1. Kompresione krive glatkih DL pletenina

Budući da su pletenine proizvedene u kontrolisanim uslovima, rezultati relativne kompresibilnosti pletenina dovedeni su u vezu sa geometrijom jezgra i površine upotrebljenih pređa. Pređa od konoplje se odlikovala velikom gustinom jezgra sa slabo izraženom maljavošću površine (tabela 3), što se pripisuje maloj gipkosti vlakana konoplje koja sporo migriraju ka površini pređe prilikom pređenja [3]. Viskoza pređa se odlikovala izraženom maljavošću, dok je pamučna pređa, usled primenjene tehnike pređenja, imala rastresitu strukturu i nešto veći prečnik u odnosu na ostale dve pređe (tabela 3). Smatra se da pri niskim kompresionim opterećenjima štrčeca vlakna pružaju otpor savijanju sve do dostizanja kritičnog opterećenja, pri čemu veći broj štrčecih vlakana pomera granicu kritičnog opterećenja [4]. To smatramo uzrokom najmanje kompresibilnosti pletenine izrađene od najmaljavije viskozne pređe. Usled odsustva štrčecih vlakana kod pletenine od konoplje, pod dejstvom kompresionih sila dolazi do klizanja vlakana u unutrašnjem sloju pletenine uprkos većoj gustini pređe od konoplje, čime se povećava relativna kompresibilnost ove pletenine. Rastresita struktura OE pamučne pređe doprinosi povećanju relativne kompresibilnosti pletenine na dva načina. Veći prečnik pamučne pređe povećao je u izvesnoj meri debljinu pletenine a manja gustina pakovanja pamučnih vlakana u pređi je omogućila lakše međusobno klizanje i premeštanje vlakana.

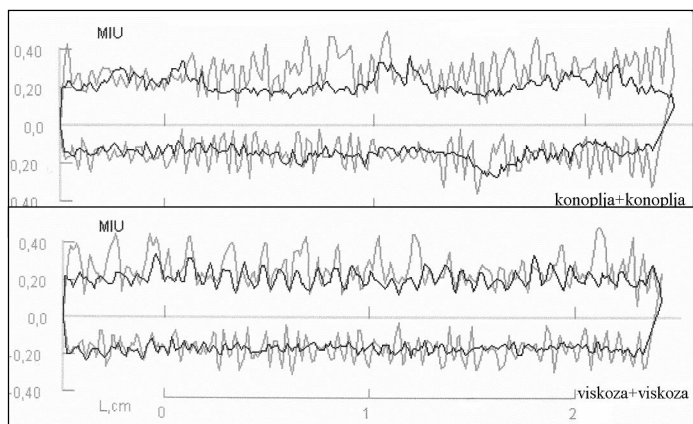
Tabela 3. Svojstva pređa

Vlakno	Maljavost, m^{-1}	Prečnik, mm	Gustina, $g\ cm^{-3}$
Konoplja	3,4	0,22	1,26
Viskoza	37,2	0,25	0,91
Pamuk	17,6	0,34	0,54

Opisani karakter kompresije pletenina potvrđen je i vrednostima parametra (LC) koji karakteriše linearnost kompresione krive. S obzirom da bi za idealno elastični materijal vrednost parametra LC imala vrednost 1, veće odstupanje od ove vrednosti parametra ukazuje na jače izražen nelinearni karakter kompresije. Najnelinearniji karakter kompresije u okviru ispitivanih pletenina ispoljila je pletenina od konoplje (tabela 2). Usled velikog broja štrčećih vlakana na površini viskozne pređe odnosno pletenine, koja pružaju otpor kompresionom opterećenju, kompresiona kriva viskozne pletenine je najlinearnija. Iako klizanje i premeštanje vlakana u unutrašnjem sloju tkanine ili pletenine doprinosi njenoj kompresibilnosti, treba imati u vidu da su ovi procesi u određenoj meri nepovratnog karaktera i da na taj način preko trajne promene debljine menjaju mekoću materijala. Trajne pomene debljine ispitivanih pletenina potvrđene su pojavom histerezisa u kompresionom ciklusu (slika 1). Manja površina histerezisne petlje ukazuje na veću sposobnost elastičnog oporavka pletenine. Kvantitativna ocena sposobnosti relaksacije pletenina data je parametrom (RC), pri čemu veća vrednost parametra ukazuje na veću sposobnost elastičnog oporavka pletenine (tabela 2). Zahvaljujući velikom broju štrčećih viskoznih vlakana, koja su pružajući otpor savijanju doprinela efektu "opruge", viskozna pletenina je ispoljila najbolji elastični oporavak pretrpevši najmanje trajne deformacije. Time je u određenoj meri kompenzovana smanjena kompresibilnost ove pletenine. Sa druge strane, smanjena sposobnost elastičnog oporavka pletenine od konoplje dovodi u pitanje njenu prednost iskazanu kroz parametre WC i EMC.

Geometrija površine tekstilnog materijala odgovorna je za raspodelu opterećenja na koži pa se površinska svojstva tekstilnih materijala smatraju izuzetno važnim za percepciju taktilnog komfora. Poznato je da su tekstilni materijali okarakterisani nehomogenom, neravnom površinom jer su periodično po površini materijala raspoređene dvodimenzionalne neravnine na mestima ukrštanja ili preplitanja pređa. Zbog toga je kontakt tekstilni materijal-koža okarakterisan relativno velikim trenjem. Dijagrami na slici 2 ilustruju amplitudu koeficijenta trenja nekih od ispitivanih glatkih DL pletenina na dužini uzorka od 2 cm. Pored toga, može se uočiti veći koeficijent trenja u horizontalnom u odnosu na vertikalni pravac, što je primećeno i kod ostalih ispitivanih pletenina.

Kvantitativne vrednosti koeficijenta trenja pletenina date su u tabeli 4. U okviru pletenina homogenog sirovinskog sastava mogu se uočiti bliske vrednosti parametra MIU, iako su za izradu pletenina upotrebljene pređe različitog sirovinskog sastava i koje su se odlikovale različitom geometrijom jezgra i površine pređe. Zbog toga se nameće zaključak da su za bliske vrednosti koeficijenta trenja odgovorne gotovo identične strukture pletenina. Analiza varijanse je potvrdila da su uočene male razlike u vrednostima MIU slučajnog karaktera ($P(0,28) > \alpha(0,05)$). Vrednosti srednjeg odstupanja (MMD) ukazuju na veću ujednačenost parametra kod pletenina homogenog sirovinskog sastava. Kombinovanje pređa različitog sirovinskog sastava dovelo je do povećanja parametra MMD što ukazuje na porast varijacije koeficijenta trenja površine pletenina nehomogenog sirovinskog sastava.

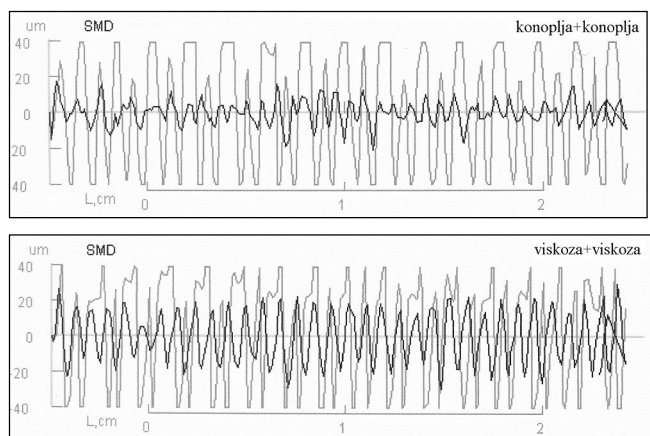


Slika 2. Koeficijent trenja površine (MIU) glatkih DL pletenina (siva linija: horizontalno; crna linija: vertikalno)

Tabela 4. Površinska svojstva glatkih DL pletenina

Sirovinski sastav	MIU	MMD	SMD (μm)
Konoplja+konoplja	0,224	0,0303	16,728
Viskoza+viskoza	0,205	0,0296	20,181
Viskoza+ konoplja	0,192	0,0379	19,757
Pamuk+pamuk	0,223	0,0305	15,124
Pamuk+konoplja	0,197	0,0357	18,688

Karakteristična struktura DL pletenina prouzrokovala je da pletenine ispolje znatno veću geometrijsku hrapavost u horizontalnom pravcu, što je ilustrirano na slici 3 za pleteninu od konoplje i viskoznu pleteninu.



Slika 3. Geometrijska hrapavost (SMD) DL pletenina (siva linija: horizontalno; crna linija: vertikalno)

Srednje vrednosti parametra SMD ukazale su na različitu geometrijsku hrapavost glatkih DL pletenina homogenog sirovinskog sastava (tabela 4), što je potvrdila i analiza varijanse ($F(39,16) > F_{crit}(5,14)$ za $P(3,6 \cdot 10^{-4}) > \alpha(0,05)$). S obzirom da se radi o predama identičnih nominalnih karakteristika (finoća, upredanje), izražena maljavost viskozne pređe i pletenine nameće se kao ključni faktor povećane geometrijske hrapavosti viskozne pletenine. Pretpostavlja se da je veliki broj malja na površini viskozne pletenine pružajući otpor savijanju pod pritiskom čelične žice izazvao povećanje geometrijske hrapavosti. Kombinovanjem pređe od konoplje sa viskoznom ili pamučnom pređom došlo je do povećanja parametra SMD viskoza/konoplja i pamuk/konoplja pletenina u odnosu na pleteninu od konoplje. To se može objasniti nesavršenim pakovanjem pojedinačnih komponenti u stručenoj pređi prilikom njene transformacije u pleteninu.

ZAKLJUČAK

Rezultati sprovedenih istraživanja potvrdili su uticaj vrste vlakana i geometrije pređe na kompresiona svojstva glatkih DL pletenina. U okviru eksperimentalnog materijala uticaj valakana se reflektovao kroz gustinu pakovanja vlakana u pređe. Pokazalo se da primenjena tehnika pređenja uslovljavajući geometriju jezgra i površine pređe, takođe, utiče na kompresibilnost i sposobnost elastičnog oporavka glatkih DL pletenina. Time se ukazuje na mogućnost da se kombinovanjem vrste vlakana i tehnike pređenja mogu dobiti pređe koje pleteninama mogu da obezbede definisana taktilna svojstva.

Bliske vrednosti koeficijenta trenja glatkih DL pletenina upućuju na zaključak da je koeficijent trenja u većoj meri bio uslovljen konstrukcionim karakteristikama pletenina nego svojstvima vlakana i geometrijom pređa. Međutim, uočene razlike u geometrijskoj hrapavosti pletenina posledica su razlika u geometriji površine pređa proisteklih iz različitih svojstava upotrebljenih vlakana i primenjene tehnike pređenja.

Zahvalnica

Rad je deo istraživanja u okviru projekta OI -171029 koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije

Literatura

- [1]. S. Stanković, Komfor odeće, Zadužbina Andrejević, Beograd, u štampi
- [2]. S. De Jong, J. W. Snaith, N. A. Michie, *Textile Res. J.* 56 (1986) p. 759
- [3]. S. Stanković, Uticaj strukture pređa na bazi agroceluloznih vlakana na njihovu dalju tekstilnu transformaciju i upotrebnost svojstva, Doktorska disertacija, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2009.
- [4]. J. Hu, Y. Li, *Fibres and Polymers* 11(5) (2010) p. 790

SUMMARY

SOME TACTILE COMFORT PROPERTIES OF PLAIN KNITTED FABRICS

(Original scientific paper)

Snežana Stanković¹, Matejka Bizjak²

¹University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, Textile Engineering Department, Belgrade, Serbia

²University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, Ljubljana, Slovenia

The sensory perception of textile materials is related to mechanical stimuli due to pressure and friction forces, so the softness and surface properties are considered to be the key parameters of fabric hand. The aim of this study was to investigate the influence of the fibre type, yarn structure and spinning technique on softness and surface properties of plain knitted fabrics. Plain knitted fabrics (jersey) were produced from the two- assembled hemp, viscose and cotton yarns so as to obtain five different fibre content knits: 100% hemp, 100% cotton, 100% viscose, 50%/50% hemp/cotton and 50%/50% hemp/viscose knit. The Kawabata Evaluation System (KES-F) compression and surface testing instruments were used to characterise these properties of the knitted fabrics used. The analysis of variance (ANOVA) was performed to determine the influence of the fibre type, yarn structure and spinning technique on the compression behaviour, surface friction and geometrical roughness of the plain knitted fabrics. The analysis of KES data and a statistical method of ANOVA pointed out the influence of the fibre type, as well as yarn core and surface geometry, on compression properties and geometrical roughness of the knitted fabrics.

Key words: knitted fabrics, tactile comfort, compression properties, surface properties, assembled yarns, fibre

Primljen / Received: 31. maj 2011. godine

Prihvaćen / Accepted: 12. jun 2011. godine