

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

University of Zagreb, Faculty of Textile Technology



ZBORNIK RADOVA

**11. Znanstveno – stručnog savjetovanja
TEKSTILNA ZNANOST I GOSPODARSTVO**

BOOK OF PROCEEDINGS

**11th Scientific – Professional Symposium
TEXTILE SCIENCE & ECONOMY**

24. siječnja 2018, Zagreb, Hrvatska
24th January 2018, Zagreb, Croatia

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
University of Zagreb Faculty of Textile Technology

TEKSTILNA ZNANOST I GOSPODARSTVO

TEXTILE SCIENCE AND ECONOMY

ZBORNİK RADOVA BOOK OF PROCEEDINGS

11. znanstveno – stručnog savjetovanja

11th Scientific – Professional Symposium

TEKSTIL, KOŽA I OBUĆA – SEKTOR „ODRŽIVOG“ RAZVOJA U RH
TEXTILE, LEATHER, AND FOOTWEAR – THE SECTOR OF
“SUSTAINABLE” DEVELOPMENT



24. siječnja 2018, Zagreb, Hrvatska
24th January 2018, Zagreb, Croatia



ISSN (CD – ROM): 2459-8186
ISSN (On- line): 2584-6450

UTJECAJ TEHNIKE PREDENJA NA FIZIKALNO-MEHANIČKE KARAKTERISTIKE PREĐE IZ MIKROMODALNIH VLAKANA

IMPACT OF SPINNING TECHNIQUE ON PHYSICAL-MECHANICAL YARN CHARACTERISTICS FROM MICROMODAL FIBERS

Zenun SKENDERI; Goran IVEKOVIĆ & Dragana KOPITAR

Sažetak: Istražena su fizikalno-mehanička svojstva rotorske i prstenaste pređe finoće 20 tex izrađene iz mikro modalnih vlakana finoće 1 dtex tt Lenzing namijenjene za izradu pletenih plošnih proizvoda. Kod jednakog broja vlakana u poprečnom presjeku, maloj razlici u broju uvoja pređa te vrlo velikoj koherentnosti finoće, uspoređene su vrijednosti svih obilježja koja se ispituju u predionicama korištenjem F-testa i t-testa uz pouzdanost od 95 %. Nejednolikost mase pređe na svim mjernim dužinama veća je kod rotorske pređe. Pojava tankih i debelih mjesta učestalija je kod rotorske pređe na gotovo svim razinama osjetljivosti mjerenja. Broj čvorića rotorske pređe je veći na manjim razinama osjetljivosti mjerenja, dok je na većim razinama osjetljivosti mjerenja manji. Dlakavost rotorske pređe je manja, dok su sva vlačna svojstva prstenaste pređe naglašeno bolja.

Abstract: The physical-mechanical properties of rotor and ring yarns of count of 20 tex made from identical microfiber of fineness of 1 dtex of Lenzing company, intended for knitted fabric were investigated. With the same number of fibres in the yarn cross section, a small difference in the number of yarn twists and very high coherence of yarn fineness, the values of all properties, using the F-test and the t-test with 95% confidence were compared. The yarn mass unevenness, at all measuring lengths was higher with rotor yarn. The appearance of thin and thick places was more frequent with rotor yarn at almost all sensitivity testing levels. The number of neps of rotor yarns was higher at lower sensitivity testing levels, while at higher sensitivity testing levels it was smaller. The yarn hairiness of rotor yarn was lower, while all tensile properties of ring yarn were better.

Ključne riječi: rotorska pređa, prstenasta pređa, kvaliteta, mikro modalna vlakna

Keywords: rotor yarn, ring yarn, quality, micro modal fibres

1. Uvod

Pređe namijenjene za izradu pletenih proizvoda koji priliježu uz kožu često se izrađuju iz modalnih i mikromodalnih vlakana koja proizvodu daju mekan i svilenkast sjaj, higroskopnost, prozračnost i dobra bojadisarska svojstva. Modalna i mikromodalna vlakna spadaju u grupu umjetnih celuloznih vlakana izrađenih od prirodnog polimera – celuloze, a izrađuju se iz bukve (*Fagus sylvatica*) i pripadaju porodici Fagaceae [1]. Često se nazivaju i regenerirana celulozna vlakna. Naziv modalno i mikro modalno vlakno potječe od tt. Lenzing čiji su trgovački nazivi Modal® odnosno MicroModal® [2]. Proizvode se viskoznom tehnološkim postupkom ispredanja iz otopine. Unutrašnjost vlakana je bolje uređena u usporedbi sa viskoznom vlaknima, pa je udio kristalnog područja kod njih veći [3]. Proizvode se kao filamenti ili vlasasta vlakna [4]. Za izradu pređa koje su namijenjene za odjevne predmete koji priliježu uz kožu, koriste se vlasasta vlakna. Uobičajene finoće modalnih vlakana ove namjene su 1,3 dtex i 1,0 dtex (mikro vlakna), a dužina vlakna im je obično 38 mm. Detaljnija analiza svojstava regeneriranih celuloznih vlakana uključujući modalna vlakna, prikazana je u radovima Kreze i Malej [6] i Fras Zemljic i sur. [7]. Općenito, obilježja kvalitete predene pređe, pa tako i pređe iz mikro modalnih vlakana, strogo ovise o vrsti sirovine, broju vlakana u poprečnom presjeku, broju uvoja te uređenosti vlakana u strukturi pređe. Za jednaku vrstu sirovine, finoću pređe i namjenu, obilježja kvalitete pređe uglavnom ovise o: uređenosti vlakana u strukturi (u poprečnom presjeku i po dužini), izravnatosti i uzdužnoj usmjerenosti i dužini upredanja vlakana u strukturi pređe. Teoretsku analizu mehanike uvijenih pređa obrađivao je Hearle [8], migraciju vlakana u predenim i filamentnim pređama Hearle i sur. [9], a kut uvijanja vlakana u pređi Klein [10]. Lord [11] se bavio strukturom rotorske pređe, te navodi da vlakna migriraju na različite načine, a spiralna obavijenost vlakana oko osi ovisi o radijusu pređe. Povezanost uzdužne distribucije vlakana i svojstva rotorske pređe te koeficijent upredenosti vlakana, opisani su u radovima Ishtiaque i Trajkovića i sur. [12,13]. Strukturu prstenaste, rotorske i aerodinamičke pređe istraživali su Soe i sur. [14] te zaključuju da jednodnost, dlakavost, voluminoznost, čvrstoća, kompresijska svojstva i svojstva savijanja ovise o strukturi pređe. Ghosh i sur [15] također su istraživali čvrstoću predene pređe u ovisnosti o dužini ispitivanja

uzoraka i brzini istezanja. Svojstva rotorske, prstenaste i aerodinamičke pređe iz različitih vrsta vlakana istraživali su Erdumlu i sur. [16]. Njihovi rezultati pokazuju da aerodinamička pređa ima manju dlakavost i bolju otpornost na piling u usporedbi sa prstenastom i rotorskom pređom. Dlakavost pređa istraživali su Thilagavathi i sur. [17] te Haleem i Wang [18]. Cilj ovog rada bio je istražiti kako tehnološki proces i tehnika predenja utječu na fizikalno-mehanička svojstva kvalitete prstenaste i rotorske pređe izrađene iz jednakih mikro modalnih vlakana tt. Lenzing, sa naglašenim osvrtom na nejednolikost pređe i učestalost pojave različitih tipova grešaka na pređi.

2. Eksperimentalni dio i rezultati

Za eksperiment su zasebnim tehnološkim postupcima ispredene dvije pređe iz mikro modalnih vlakana dužine 38 mm i finoće 1 dtex: klasična prstenasta pređa finoće 20 tex (Nm50), te OE rotorska pređa finoće 20 tex (Nm50), obje namijenjene za pletenje. Prstenasta pređa je izrađena po standardnom grebenanom postupku, koji se sastoji iz slijedećih faza: priprema vlakana (otvaranje, miješanje, grebenanje), pripremu za predenje (istezanje, predpredenje), prstenasto predenje te prematanje i čišćenje. Postupak izrade rotorske pređe također je standardni grebenani postupak, koji se sastoji iz slijedećih faza: pripreme vlakana (otvaranje, miješanje i grebenanje), pripremu za predenje (istezanje) te rotorsko predenje. Dakle, rotorski je postupak kraći za dvije tehnološke faze, fazu predpredenja te fazu prematanja i čišćenja pređe. Na ispredenim pređama izvršena je usporedba osnovnih fizikalno-mehaničkih svojstava sa 10 križnih namotaka po vrsti pređe, i to: finoće, broja uvoja, vlačnih svojstava te parametara nejednolikosti (uključujući greške na pređi i dlakavost pređe). Korištene su odgovarajuće standardne metode kako slijedi:

- Finoća pređe - prema normi *HRN EN ISO 2060:2008 Tekstilije - Pređa s namotka - Određivanje duljinske mase (mase po jedinici duljine) metodom vitice* [19]; sa svakog križnog namotka jedne vrste pređe (ukupno 10 po vrsti pređe) izvršeno je po jedno mjerenje finoće na dužini od 100 m te je određena srednja vrijednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije.
- Uvojitost pređe – prema normi *HRN EN ISO 2061:2015 Tekstil - Određivanje uvojitosti pređa - Metoda izravnog brojenja* [20]. Po navedenoj metodi određen je broj uvoja samo prstenaste pređe dok rotorske pređe nije određen zbog neprikladnosti metode. Za određivanje uvojitosti rotorske pređe, nema standardne metode već je uvojitost određena iz omjera broja okretaja rotora i proizvodne brzine pređe.
- Nejednolikost pređe prema normi *ASTM D1425/D1425M-14 Standard Test Method for Evenness of Textile Strands Using Capacitance Testing Equipment* [21]; nejednolikost, broj grešaka na pređi i dlakavost određeni su na uređaju Uster Tester 4-S, sa brzinom prolaza pređe kroz mjerno polje od 400 m/min. Uređaj preračunava vrijednost ovog obilježja na 1 km. Izvršeno je po jedno mjerenje po križnom namotku svake vrste pređe a vrijeme trajanja ispitivanja po jednom namotku je bilo 1minuta.
- Vlačna svojstva pređe prema normi *HRN EN ISO 2062:2010 Tekstil - Pređe s namotka - Određivanje prekidne sile i istezanja pri prekidu uređajem s konstantnom brzinom produljenja* [22]. Mjerenja su izvršena na uređaju USTER TENSORAPID 4. Izvršeno je po 100 mjerenja po namotku uz brzinu stezaljke od 5 m/min.
- Uz pouzdanost od 95% provedeni su *F*-test za testiranje hipoteze o jednakosti varijanci osnovnih normalnih distribucija određenog obilježja pređe te *t*-test za usporedbu srednjih vrijednosti [23].

3. Rezultati i diskusija

Rezultati srednjih vrijednosti, standardne devijacije, koeficijenti varijacija te pripadajuće vrijednosti parametara za provođenje testova dati su u tablici 1. Uspoređena su slijedeća obilježja: finoća, uvojitost, osnovna nejednolikost (CV_m), nejednolikost na različitim mjernim dužinama, broj tankih mjesta (TM), broj debelih mjesta (DM), broj čvorića (Č), dlakavost pređe (H) te vlačna svojstva pređe.

Tablica 1: Rezultati pojedinih karakteristika kvalitete prstenaste i rotorske pređe iz mikro modalnih vlakana i provedeni testovi *F*-test i *t*-test uz pogrešku prve vrste $\alpha = 0,05$

Red. broj	Karakteristika kvalitete pređe	Prstenasta pređa	Rotorska pređa	F_r^*	F_o^*	S_d^{**}	t_r^{**}	t_o^{**}
1.	Finoća (tex); s (tex) CV (%)	20,04; 0,204 1,02	20,12; 0,169 0,84	1,46	3,18	0,084	0,952	2,101
2.	Broj vlakana (nazivni) u poprečnom presjeku (T_{ip}/T_{iv})	200,4	201,2	-	-	-	-	-
3.	Uvojitost (m^{-1}); s (m^{-1}) CV (%)	734; 16,882 2,3	750, - -	-	-	-	-	-

4.	CV _m (%); s (%) CV (%)	9,67; 0,184 1,9	12,69; 0,089 0,7	4,27	3,18	0,065	46,461	2,101
5.	CV _{1m} (%); s (%) CV (%)	3,25; 0,127 3,9	4,41; 0,198 4,5	2,43	3,18	0,074	15,676	2,101
6.	CV _{3m} (%); s (%) CV (%)	2,28; 0,130 5,7	3,57; 0,193 5,4	2,20	3,18	0,074	20,135	2,101
7.	CV _{10m} (%); s (%) CV (%)	1,63; 0,155 9,5	2,56; 0,118 4,6	1,74	3,18	0,016	57,407	2,101
8.	TM (-30%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	130,2; 34,894 26,8	1256; 35,224 2,8	1,02	3,18	15,679	71,803	2,101
9.	TM (-40%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	1,4; 1,266 90,4	61,1; 5,685 9,3	20,2	3,18	1,842	32,410	2,101
10.	TM (-50%, /1 km); s (/km) CV (%)	0; 0 0	0,9; 1,101 122,3	-	-	-	-	-
11.	TM (-60%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	0; 0 0	0; 0 0	-	-	-	-	-
12.	DM (+35%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	30,4; 8,026 26,4	245,8; 17,698 7,2	4,86	3,18	6,145	35,053	2,101
13.	DM (+50%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	5,8; 4,420 76,2	12,9; 3,728 28,9	1,41	3,18	1,829	3,882	2,101
14.	DM (+70%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	2; 2,310 115,5	0,1; 0,316 316,2	53,44	3,18	0,737	2,578	2,101
15.	DM (+100%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	0,3; 0,483 161,0	0; 0 0	-	-	-	-	-
16.	Č (+140%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	98,9; 18,989 19,2	778,8; 46,728 6,0	6,06	3,18	15,950	42,627	2,101
17.	Č (+200%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	28,5; 9,149 32,1	31,2; 6,271 20,1	2,13	3,18	3,508	0,770	2,101
18.	Č (+280%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	7,8; 4,758 61,0	1,3; 1,059 81,5	20,19	3,18	1,541	4,218	2,101
19.	Č (+400%, /1 km); s (/1 km) CV (%)	1,9; 2,079 109,4	0,1; 0,316 316,2	43,29	3,18	0,665	2,707	2,101
20.	Dlakavost (/1 cm); s (/1 cm) CV (%)	5,28; 0,211 4,0	4,08; 0,069 1,7	9,35	3,18	0,070	17,143	2,101
21.	Čvrstoća (cN/tex), s (cN/tex) CV (%)	24,09; 1,549 6,43	15,86; 1,356 8,55	1,31	3,18	0,651	12,642	2,101
22.	Istezanje (%); s (%) CV (%)	10,30; 0,543 5,27	8,00; 0,634 7,92	1,36	3,18	0,264	8,712	2,101
23.	Rad (N cm); s (N cm) CV (%)	14,26; 1,410 9,89	7,70; 1,078 14,0	1,71	3,18	0,561	11,693	2,101

* - F_r izračunata vrijednost iz omjera varijanci i F₀ teoretska vrijednost funkcije F-razdiobe

** - s_d – izračunata varijabla t-testa, t_r izračunata vrijednost i t₀ teoretska vrijednost funkcije t-razdiobe

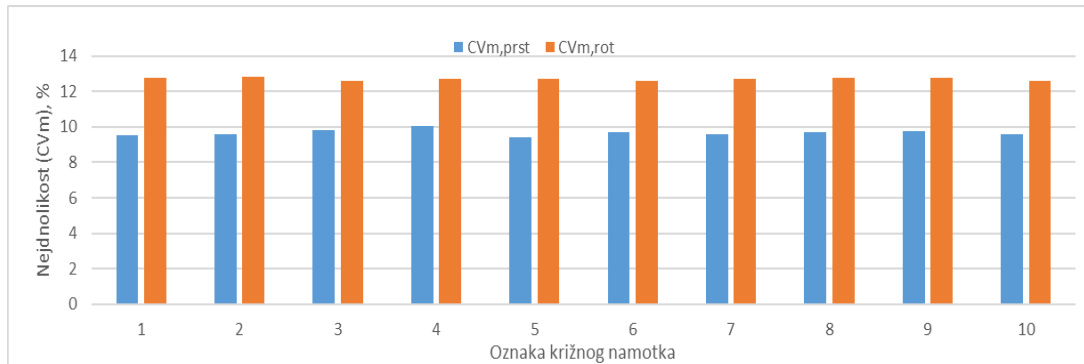
Tablica 2: Usporedba pojedinih karakteristika prstenaste i rotorske pređe iz mikro modalnih vlakana temeljem provedenih testova iz tablice 1 (F-test i t-test uz pogrešku prve vrste $\alpha = 0,05$)

Red. broj	Karakteristika kvalitete pređe	F-test	t-test
1.	Finoća	Procjene varijance finoće statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti finoće statistički se ne razlikuju
2.	Broj vl. u popr. presjeku	-	-
3.	Uvojitost	-	-
4.	Nejednolikost CV _m	Procjene varijance nejednoličnosti mase statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti nejednolikosti statistički se razlikuju
5.	Nejednolikost CV _{1m}	Procjene varijance nejednoličnosti mase statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti nejednolikosti statistički se razlikuju
6.	Nejednolikost CV _{3m}	Procjene varijance nejednoličnosti mase statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti nejednolikosti statistički se razlikuju
7.	Nejednolikost CV _{10m}	Procjene varijance nejednoličnosti mase statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti nejednolikosti statistički se razlikuju
8.	TM (-30%)	Procjene varijance broja tankih mjesta statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja tankih mjesta statistički se razlikuju

9.	TM (-40%)	Procjene varijance broja tankih mjesta statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja tankih mjesta statistički se razlikuju
10.	TM (-50%)	-	-
11.	TM (-60%)	-	-
12.	DM (+35%)	Procjene varijance broja debelih mjesta statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja debelih mjesta statistički se razlikuju
13.	DM (+50%)	Procjene varijance broja debelih mjesta statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja debelih mjesta statistički se razlikuju
14.	DM (+70%)	Procjene varijance broja debelih mjesta statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja debelih mjesta statistički se razlikuju
15.	DM (+100%)	-	-
16.	Č (+140%)	Procjene varijance broja čvorića statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja čvorića statistički se razlikuju
17.	Č (+200%)	Procjene varijance broja čvorića statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja čvorića statistički se ne razlikuju
18.	Č (+280%)	Procjene varijance broja čvorića statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja čvorića statistički se razlikuju
19.	Č (+400%)	Procjene varijance broja čvorića statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti broja čvorića statistički se razlikuju
20.	Dlakavost (H)	Procjene varijance dlakavosti statistički se razlikuju	Procjene srednje vrijednosti dlakavosti statistički se razlikuju
21.	Čvrstoća	Procjene varijance čvrstoće statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti čvrstoće statistički se razlikuju
22.	Istezanje	Procjene varijance istezanja statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti istezanja statistički se razlikuju
23.	Rad do prekida	Procjene varijance rada statistički se ne razlikuju	Procjene srednje vrijednosti rada statistički se razlikuju

Za raspravu su ukupno obuhvaćene 23 karakteristike pređe. Za 22 karakteristike su dobiveni rezultati mjerenja, dok je 1 karakteristika - broj vlakana u poprečnom presjeku računski određen (tab. 1). Testiranja po F-test i t-test su izvršena na ukupno 18 karakteristika (tab. 2). Uvojitost pređa nije testirana, jer je ista mjerena samo na prstenastoj pređi. Zbog pojave da neka pređa jednostavno nema određeni tip grešaka (TM -40% i TM -60% i DM +100%), testiranja za te karakteristike nisu provedena. Generalno promatrajući rezultate provedenog F-test-a, vidljivo je da su varijance 10 karakteristika prstenaste i rotorske pređe ispredene iz jednakih mikro modalnih vlakana uz 95 % pouzdanosti međusobno jednake, i to kod: finoće, nejednolikosti CV_{1m} , CV_{3m} , CV_{10m} , TM -30%, DM +50%, Č +200%, čvrstoće, istezanja i rada do prekida. Na ostalim karakteristikama varijance su različite, i prema pravilima za provođenje t-testa, srednje vrijednosti se ne bi trebale uspoređivati. Ako se uvjetno provede t-test, što je u ovom radu učinjeno, rezultati pokazuju da su samo srednje vrijednosti finoća i broja čvorića Č+200% jednake. Ostale srednje vrijednosti ispitanih karakteristika se uz pouzdanost od 95 % razlikuju. Govoreći preciznije, prosječne vrijednosti svih obilježja (izuzimajući finoću), prstenasta pređa ima bolja svojstva od rotorske u slijedećim obilježjima: nejednolikosti (CV_m , CV_{1m} , CV_{3m} , CV_{10m}), TM (- 40%), DM (+ 35%), DM (+ 50%), Č(+ 140%), Č(+ 200%), čvrstoće, istezanja i rada. Razlog ovome je razlika u strukturi pređa. Prstenasta pređa ima prosječno izravnatija vlakna, jer kod njene proizvodnje ne dolazi do „prekida“ u strukturi, već se određeni broj vlakana uvijek zadržava u skupini zajedno do konačnog broja (vlakana) koji je određen finoćom pređe na prstenastoj predilici. Kod izrade rotorske pređe, na fazi rotorskog predenja se iz pramena izvlače pojedinačna vlakna, čime se skupnost vlakana narušava (nema je), pa se svako vlakno praktički ponaosob vodi u kanal rotora, gdje se ista združuju te u rotoru se iz njih uvijanjem oblikuje pređa. Posljedica toga je neuređenost vlakana u strukturi rotorske pređe u smislu neizravnosti i nedovoljnoj uzdužnoj orijentaciji. Na taj način nije iskorištena cijela dužina vlakana. Kod praktički jednakog broja vlakana u poprečnom presjeku pređa (200 odn. 2001) i koeficijenta varijacije finoće od 1,02 % odnosno 0,84 % (tab. 1 i 2), može se kazati da su finoće prstenaste i rotorske pređe izrađene po različitim tehnološkim postupcima, uz pouzdanost od 95 %, ne razlikuju. Nadalje, ujednačenost finoće govori o vrlo visokoj koherentnosti kvalitete kao posljedica kvalitete tehnoloških postupaka proizvodnje i kvalitete sirovine, te nadasve pravilnoj podešenosti svih tehničko-tehnoloških parametara proizvodnje. Prstenasta pređa ima broj 734 u/m dok rotorska 750 u/m (tab.1). Uvojitost prstenaste pređe T_m ($u\ m^{-1}$) je mjerena metodom odvijanja, dok uvojitost rotorske pređe nije mjerena, već je određena iz tehničkih parametara stroja iz omjera broja okretaja rotora n_r ($u\ min^{-1}$) i izlazne brzine pređe V_i ($u\ m/min$) izrazom $T_m = n_r/V_i$. Razlog zašto je pristupljeno na ovakav način je taj što je određivanje uvojitosti rotorske pređe metodom odvijanja, kako je određeno kod prstenaste pređe, nepouzdanost i u praksi se ne provodi. U svakom slučaju, razlika u broju uvoja prstenaste (T_{mp}) i rotorske pređe (T_{mr}) je praktično mala i iznose 2,04 % ($= ((T_{mr}-T_{mp})/T_{mp}) \times 100$). Navedena razlika ne može bitno utjecati na nejednoličnost, broj grešaka i vlačna svojstva pređa. Osnovna nejednolikost mase pređe (CV_m , mjerna dužina je 1 cm), veća je kod rotorske pređe i iznosi 12,69 %, u odnosu na prstenastu pređu čija je prosječna vrijednost

9,67 % (tab.1, sl. 1). Analogno navedenom, i za mjerne dužine od 1m, 3m i 10 m, nejednolikost pređe je veća kod rotorske pređe.



Slika 1: Nejednolikost CVm prstenaste i rotorske pređe ispređene iz mikro modalnih vlakana (MicroModal®)

Broj tankih mjesta za sve osjetljivosti veći je kod rotorske pređe (tab. 1) i kreće se od 0 za TM (-60%) do 1256 (TM -30%). Kod prstenaste pređe broj tankih mjesta je znatno manji i kreće se od 0 za TM (-60%) do 130 (TM -30%). Najveće razlike u broju tankih mjesta su na osjetljivosti od -30 % ($1256/130,2 = 9,6$ puta) te na osjetljivosti -40% ($61,1/1,4 = 46,6$ puta). Broj debelih mjesta (tab. 1) kod rotorske pređe je uglavnom veći i kreće se od 0 za DM (+100%) do 245,8 za (DM+35%). Kod prstenaste pređe broj se debelih mjesta kreće u rasponu od 0,3 za DM (+100%) do 30,4 za DM (+35%). Velike razlike u pojavi debelih mjesta rotorske i prstenaste pređe su na osjetljivosti +35% ($245,8/30,4 = 8,1$ put), na osjetljivosti +70% ($2/0,1 = 20$ puta) te na osjetljivosti +50% ($12,9/5,8 = 2,2$ puta). Broj čvorića (tab. 1) je različit za različite razine osjetljivosti ispitivanja. Naime, na manjim osjetljivostima +140% i +200%, broj čvorića je veći kod rotorske pređe u odnosu na prstenastu pređu, dok je na većim osjetljivostima (+280% i +400%) broj čvorića manji. Najveće razlike u pojavi broja čvorića su na osjetljivostima +140% i 400%. Detaljnije, pojava čvorića kod rotorske pređe na osjetljivosti od +140% češća je za 7,9 ($778,8/98 = 7,9$ puta), dok je na osjetljivosti +400% pojava čvorića kod rotorske pređe rjeđa za 19 puta ($1,9/0,1 = 19$ puta). Iako su vrijednosti pojave čvorića na visokim osjetljivostima brojčano male, matematički su ipak uspoređene. Vrijednosti dlakavosti pređa (H) prikazane su u tab. 1. Dlakavost rotorske pređe H je manja (4,8) u odnosu na dlakavost prstenaste pređe (5,28). Sva vlačna svojstva (čvrstoća, istezanje i rad do prekida) su znatno lošiji kod rotorske u odnosu na prstenastu pređu. Tako je čvrstoća rotorske pređe iznosi samo 65,83 % od čvrstoće prstenaste pređe, istezanje samo 77,7 %, dok je rad, kao posljedica utjecaja čvrstoće i istezanja također znatno manji kod rotorske pređe i iznosi samo 54,0 %. Navedena vlačna svojstva direktno utječu na kvalitetu pletenih proizvoda koji priliježu uz kožu.

4. Zaključak

Temeljem dobivenih rezultata mjerenja i izvršenih testiranja pojedinih obilježja kvalitete prstenaste i rotorske pređe iz mikro vlakana mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- Kod praktički jednakog broja vlakana u poprečnom presjeku pređa (razlika je 0,5 %) finoće prstenaste i rotorske pređe izrađene po različitim tehnološkim postupcima, uz pouzdanost od 95 %, ne razlikuju; ujednačenost finoće govori o vrlo visokoj koherentnosti kvalitete kao posljedica kvalitete tehnoloških postupaka proizvodnje, kvalitete sirovine te pravilnoj podešenosti tehničko-tehnoloških parametara proizvodnje.
- Nejednolikost mase pređe na svim mjernim dužinama od 1 cm, 1 m, 3 m i 10 m veća je kod rotorske pređe u odnosu na prstenastu pređu.
- Broj tankih mjesta za sve razine osjetljivosti ispitivanja veći je kod rotorske pređe i kreće se od 0 za osjetljivosti ispitivanja -60% do 1256 za osjetljivosti ispitivanja od -30%. Najveće razlike u pojavi tankih mjesta su za osjetljivosti od -30% i -40%.
- Broj debelih mjesta uglavnom je veći kod rotorske pređe i kreće se od 0 za osjetljivost ispitivanja od +100% do 245,8 za osjetljivost ispitivanja od +35%. Izraženo velike razlike u pojavi debelih mjesta su za osjetljivosti ispitivanja od +35% i +50%.
- Broj čvorića na pređama kod različitih osjetljivosti ispitivanja je različit. Na manjim osjetljivostima ispitivanja (+140% i +200%) broj čvorića je veći kod rotorske pređe, dok je na većim osjetljivostima (+280% i +400%) manji.
- Rotorska pređa ima manju dlakavost od prstenaste pređe za 22,7 %, te izraženo slabija vlačna svojstva.

Literatura

- [1] <https://www.arborday.org/trees/treeguide/TreeDetail.cfm?ItemID=790/>, pristupljeno 2017-12-11
- [2] <http://www.lenzing-fibers.com/en/lenzing-modal/softness/>, pristupljeno 2017-12-10
- [3] Čunko R., Andrassy M.: *Vlakna*, Zrinski d.d., Zagreb, 2005, str. 195-216.
- [4] Röder T., Moosbauer J, Wöss K., Schlader S., Kraft G.: Man-Made Cellulose Fibres – a Comparison Based on Morphology and Mechanical Properties, *Lenzinger Berichte* 91 (2013), 07-12.
- [5] <http://www.fibersource.com/fiber-products/microfiber/>, pristupljeno 2017-11-15
- [6] Kreze T., Malej S.: Structural Characteristics of New and Conventional Regenerated Cellulosic Fibers, *Textile Research Journal*, 73 (2003), 675-684, ISSN: 00405175
- [7] Fras Zemljic L., Sauperl O., Kreze K., Strnad S.: Characterization of regenerated cellulose fibers antimicrobial functionalized by chitosan, *Textile Research Journal* 83 (2013) 2, 185–196, ISSN: 00405175
- [8] Hearle J.W.S.: Theoretical Analysis of the Mechanics of Twisted Staple Fiber Yarns, *Textile Research Journal* 35 (1965) 12, 1060-1071, ISSN: 00405175
- [9] Hearle J.W.S., Gupta B.S., Goswami B.C.: The Migration of Fibers in Yarns: Part V: The Combination of Mechanisms of Migration, *Textile Research Journal*, 35 (1965) 11, 972 – 978, ISSN: 00405175
- [10] Klein W. Volume 1, The technology of short staple spinning, *Manual of textile technology, short-staple spinning series*, The textile Institute, Manchester, ISBN: 1870812980 (1998).
- [11] Lord P.R.: The Structure of Open-End Spun Yarn, *Textile Research Journal* 41 (1971) 9, 778 – 784, ISSN: 00405175
- [12] Ishtiaque S.M.: Longitudinal Fiber Distribution in Relation to Rotor Spun Yarn Properties, *Textile Research Journal* 59 (1989) 11, 696 – 699, ISSN: 00405175
- [13] Trajković D. Stamenković M, Stepanović J, Radivojević D.: Spinning-in Fibres – a Quality Factor of Rotor Yarns, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 15 (2007) 3, 49-54; ISSN 1230-3666
- [14] Soe A.K., Takahashi M., Nakajima M.: Structure and Properties of MVS Yarns in Comparison with Ring Yarns and Open-End Rotor Spun Yarns, *Textile Research Journal*, 74 (2004) 9, 819 – 826, ISSN: 00405175
- [15] Ghosh A., Ishtiaque S. M., Rengasamy R.S.: Analysis of Spun Yarn Failure. Part I: Tensile Failure of Yarns as a Function of Structure and Testing Parameters *Textile Research Journal* 75 (2005) 10, 731–740, ISSN: 00405175
- [16] Erdumlu N., Bulent Ozipek B., Oztuna A.S., Cetinkaya S.: Investigation of Vortex Spun Yarn Properties in Comparison with Conventional Ring and Open-end Rotor Spun Yarns, *Textile Research Journal*, 79 (2009), 7, 585-595, ISSN: 00405175
- [17] Thilagavathi G, Gukanathan G and Munusamy B. Yarn hairiness controlled by modified yarn path in cotton ring spinning. *Indian J Fibre Text Res* 30 (2005), 295–301, ISSN: 0975-1025
- [18] Haleem N., Wang X.: Recent research and developments on yarn hairiness, *Textile Research Journal*, 52 (2015) 2, 211–224, ISSN: 00405175
- [19] HRN EN ISO 2060:2008 Tekstilije - Pređa s namotka - Određivanje duljinske mase (mase po jedinici duljine) metodom vitice
- [20] HRN EN ISO 2061:2015 Tekstil - Određivanje uvojitosti pređa - Metoda izravnog brojenja
- [21] ASTM D1425/D1425M-14 Standard Test Method for Evenness of Textile Strands Using Capacitance Testing Equipment
- [22] HRN EN ISO 2062:2010 Tekstil - Pređe s namotka - Određivanje prekidne sile i istezanja pri prekidu uređajem s konstantnom brzinom produljenja
- [23] Pavlič, I.: *Statistička teorija i primjena*, Tehnička knjiga Zagreb, ISBN, Zagreb, (1971)

Zahvala

Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom (IP-2016-06-5278).

Autori:

Prof. dr. sc. Zenun SKENDERI ; Doc. dr. sc. Dragana Kopitar

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 26A, 10000-Zagreb, Hrvatska

Phone: +(385) (1) 3712 577, 574

Fax: +(385) (1) 3712 599

E-mail:zenun.skenderi@tff.hr ; dragana.kopitar@tff.hr

Ing. Goran IVEKOVIĆ

Predionica Klanjec d.o.o.

Novodvorska 7, 49290-Klanjec, Hrvatska

Phone: +(385) (49) 588 300

Fax: +(385) (49) 588 301

E-mail:predionica-klanjec@kr.t-com.hr.goran