

## Analiza pamučnih tkanina s dodanim nitima polibutilen tereftalata

Dijana Štrukelj, dipl.ing.  
Prof.dr.sc. Krste Dimitrovski, dipl.ing.  
Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,  
Oddelek za tekstilstvo  
Ljubljana, Slovenija  
e-mail: dijana.strukelj@ntf.uni-lj.si  
Prispjelo 28.12.2011.

UDK 677.017:677.074:677.21.064:677.557  
Izvorni znanstveni rad

*U radu je prikazan razvoj novih tkanina pamučnog tipa povećane istezljivosti uz upotrebu teksturirane multifilamentne pređe od polibutilen tereftalata (PBT) po potki i primjenom odgovarajućeg postupka obrade. Za potrebe istraživanja izrađena je skupina referentnih uzoraka tkanina koje sadrže PBT pređu. Tkanine su se razlikovale po redosljedu pamučnih i PBT pređa u smjeru potke. Kod nekih uzoraka upotrijebljena je udvojena nit PBT koja je simulirala upotrebu pređe dvaput veće duljinske mase. Ispitan je utjecaj udjela teksturirane PBT pređe na elastična svojstva tkanina od mješavine pamuka/PBT, nakon obrade u kipućoj vodi u vremenu od 30 min. Skupljanje tkanine u smjeru osnove i potke te utjecaj na gustoću tkanine (po osnovi i potki), debljinu, površinsku masu i prekidna svojstva određena su primjenom standardiziranih postupaka. Količina PBT uglavnom je utjecala na elastičnost tkanine u smjeru potke. Najveća elastičnost imala je dobru korelaciju s najvećim udjelom PBT. Osim toga, minimalni udio PBT je učinkovito povećao prekidna svojstva obrađenih tkanina u oba smjera, što je važno, jer tkanine većinom zadržavaju svoj pamučni karakter. Upotreba PBT i odgovarajući postupak obrade za razvoj zahtijevanih povećanih elastičnih svojstava tkanina za bilo koje namjene mogla bi biti od značajne prednosti u pogledu cijene (u usporedbi s Lycra®) i vremena proizvodnje (priprema za tkanje i brzina tkanja).*

**Ključne riječi:** tkanine, PBT po potki, iskuhavanje, prekidna svojstva

### 1. Uvod

U posljednje vrijeme sve više se proizvode tkanine veće elastičnosti zbog njihovih svojstava pristalosti i dobrog opipa te jednostavnosti održavanja. Postoji nekoliko problema kako proizvoditi ove tkanine uz niske troškove. Obično se tzv. elastične tkanine izrađuju od različitih materijala, a barem jedan od njih mora imati vrlo elastična svojstva. Najčešće se koristi Lycra®, koja može imati visoku cijenu i koja može uzrokovati probleme kod održavanja, odnosno njege, budući da se ne preporuča pranje na

temperaturama višim od 40 °C. U posljednje vrijeme pojavili su se novi materijali elastičnih svojstava i povoljnijih cijena. Jedan od njih je polibutilen tereftalat (PBT). Cijena PBT je viša nego češće korištenog polietilentereftalata (PET), ali niža od elastanskih i pamučnih pređa. Očekuje se da njihova upotreba u optimalnom udjelu može poboljšati prekidna svojstva (povećanje rastezljivosti) pamučnih tkanina, koje bi se tada jednostavnije proizvodile uz nižu cijenu. Ispitivan je mehanizam PBT pređe ugrađene u strukturu pamučne tkanine. Međudjelovanje svojstava pređe i

geometrije veza imalo je velik utjecaj na fizikalno-mehaničke karakteristike prije i poslije toplinske obrade.

### 2. Teoretski dio

Poznato je da elastična vlakna mogu značajno poboljšati karakteristike tkanine izrađene od prirodnih pamučnih vlakana. Upotrebljava se multifilamentna teksturirana PBT pređa Elite® koju proizvodi Nylstar i može se koristiti za odjeću, pletenu odjeću, džins, odjeću za slobodno vrijeme, sportsku odjeću kao i za specijalne proizvode i za primjenu u medicini.

skim područjima [1]. PBT teksturirana pređa ima latentna elastična svojstva koja postaju očita nakon toplinske obrade, odnosno nakon postupaka obrade na povišenim temperaturama, npr. bojadisanja; PBT se bojadiše na temperaturi od 100 °C [2].

Konstrukcija tkanine kao i primijenjeni postupci oplemenjivanja trebaju se prethodno programirati kada se dodaje Lycra® [3]. Elastanska Lycra® pređa se može zamijeniti s npr. bikomponentnim elastomultiesterom (EME), elastolefin (CEF) triexta vlaknima i poliesterskim PBT koje su kemijski i toplinski stabilnije, uz elastično istezanje veće od 100 % [4].

Teksturirane pređe su karakteristične po elastičnim svojstvima, odnosno elastičnim istezanjem većim od 100 % koja nastaju nakon procesa obrade na visokoj temperaturi gdje se dvodimenzionalne kovrče mijenjaju u trodimenzionalne kovrče [5]. Ova latentna elastična svojstva teksturirane PBT pređe objašnjena su promjenama kristalne strukture vlakana [6].

Elastična svojstva su vrlo važna fizikalna svojstva tkanine pri čemu je potrebno oko 10 do 30 % reverzibilne deformacije za udobnost odjeće. Za postizanje odgovarajućeg svojstva elastičnosti obično se dodaje oko 2 do 5 % elastanskih vlakana u denim, a od 3,3 do 6,6 % u vunene tkanine [7] i pamučne tkanine za košulje.

PBT polimer je poznat od 1968. Molekularna masa ponavljane jedinice je 220 g/mol, a prosječan stupanj polimerizacije je 100 do 200 [8]. Materijal koji se koristio za povećanje istezljivosti bio je poliester PBT koji ima četiri metilenske skupine u svojoj strukturalnoj formuli, tj. dvije metilenske skupine više nego najčešće korišten poliester PET. Talište PBT je 221 °C, a njegova temperatura prijelaza u staklasto stanje je od 20 do 40 °C [9]. Dva različita kristalna oblika označavaju se kao  $\alpha$  i  $\beta$  oblici [10]. Kristalna struktura PBT se transformira u  $\beta$  oblik s vrućom obradom za elastičnost i u  $\alpha$  oblik s relaksacijom [9, 11, 12]. U  $\beta$  obliku os lanca c kristalne jedinice je 1,295 nm i dulja

je nego u  $\alpha$  obliku gdje je jednaka 1,159 nm [13]. Obje strukture PBT kristalnog oblika prikazane su na sl.1.

Prije toplinske obrade PBT pređa ima više istegnutog  $\beta$  oblika koji se transformira u  $\alpha$  oblik tijekom obrade, što uzrokuje skupljanje tkanine ovisno o količini PBT pređe i strukturi tkanine.

### 3. Eksperimentalni dio

#### 3.1. Materijali

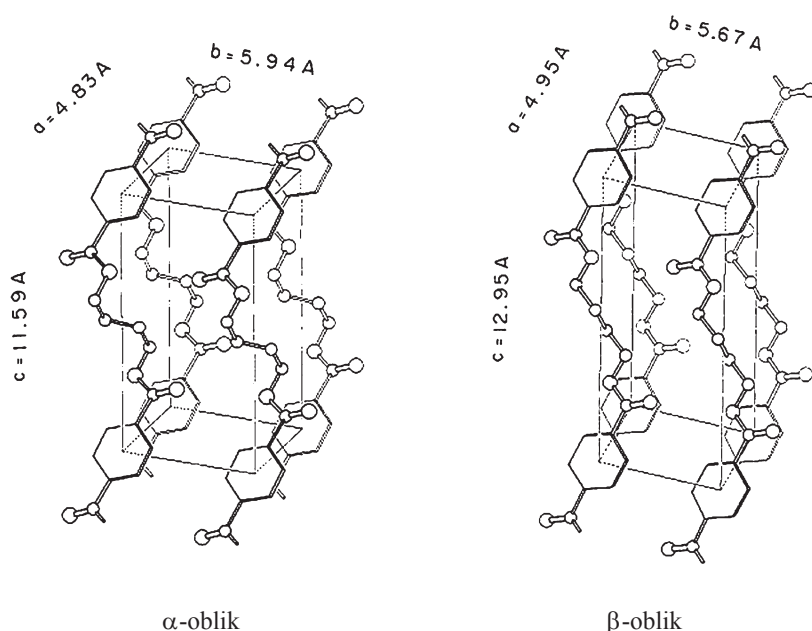
Da bi se ispitale promjene karakteristika zbog ugrađenih PBT pređa prije i nakon njihove toplinske obrade, izrađeno je nekoliko referentnih uzoraka. Tkanine su se sastojale od 100 % pamučnih pređa 17 x 2 tex u osnovi i od jednake pamučne pređe kombinirane s PBT pređama 7,8 tex f 24 u potki u različitom udjelu. Uzorci su počeli sa 100 % PBT u potki, zatim je mijenjan udio PBT/pamuka u potki na sljedeći način: 2:1, 1:1, 1:2, 1:3. Svi uzorci su proizvedeni u platnom vezu s jednostrukim PBT potkinim pređama i manjom gustoćom potke u omjeru PBT/pamuk - 1:2 i 1:3 i s 2PBT potkine pređe (dva PBT 7,8 tex teksturirane pređe unesene kao jedna u procesu tkanja). Na taj se

način htjelo spoznati kako povećana količina PBT pređe u istoj i u otvorenijoj konstrukciji (manja gustoća tkanine u smjeru potke) utječe na promjene fizikalnih i mehaničkih svojstava. Označeni uzorci sa svojim konstrukcijskim parametrima prikazani su u tab.1. Uzorci 1 do 5 razlikuju se po sadržaju PBT (22,5 g/m<sup>2</sup>, 14,7 g/m<sup>2</sup>, 9,9 g/m<sup>2</sup>, 6,7 g/m<sup>2</sup> i 5,2 g/m<sup>2</sup>), dok je gustoća tkanine u smjeru potke bila jednaka, odnosno nepromijenjena. Obradeni uzorci 1 do 5 sadrže 26 g/m<sup>2</sup>, 16,6 g/m<sup>2</sup>, 11,9 g/m<sup>2</sup>, 7,6 g/m<sup>2</sup> i 5,6 g/m<sup>2</sup> PBT u tkanini.

#### 3.1. Postupci

Toplinska obrada PBT teksturirane multifilamentne pređe provedena je u kipućoj destiliranoj vodi uz omjer kupelji 1:20. PBT pređa je stavljena u kipuću kupelj, nakon 30 min kuhanja se vadi i suši u slobodnom (relaksiranom) stanju.

Uzorci tkanine su proizvedeni na laboratorijskom tkalačkom stroju uz brzinu od 100 unosa potki/min. Nakon što su tkanine proizvedene, one su termički obrađene u istim uvjetima kao PBT pređa. Ispitana su fizikalna i mehanička svojstva uzoraka primjenom standardnih postupaka analize.



Sl.1 Struktura dva kristalna oblika PBT [10]

Tab.1 Konstrukcijski parametri proizvedenih tkanina

Broj uzorka	Omjer potke	Gustoća tkanine (niti/cm)	
		Osnova	Potka
1	PBT	20	20
2	PBT/pamuk = 2 : 1	20	20
3	PBT/pamuk = 1 : 1	20	20
4	PBT/pamuk = 1 : 2	20	20
4a	2 PBT/pamuk = 1 : 2	20	20
5	PBT/pamuk = 1 : 3	20	20
5a	2 PBT/pamuk = 1 : 3	20	20
6	PBT/pamuk = 1 : 3	20	15
6a	2 PBT/pamuk = 1 : 3	20	15

Gustoće osnove i potke izmjerene su prema SIST EN 1049-2-1999, debljina prema normi ISO 5084 i površinska masa prema EN 12127.

Mehanička svojstva tkanina izmjerena su na trakama širine 50 mm i duljini od 200 mm kod stupnja naprežanja od 100 mm/min. Mjerenja su provedena na dinamometru Instron 6022® prema normi EN ISO 13934-1:1999. Po svakom uzorku tkanine provedeno je 5 mjerenja u smjeru osnove i potke.

#### 4. Rezultati i rasprava

Izmjerena svojstva PBT teksturirane pređe i pamučne končane pređe navedena su u tab.2.

Srednje vrijednosti mjerenja tkanina prikazane su u tab.3 i 4.

Izmjerene vrijednosti mehaničkih svojstava uzoraka tkanine prikazane su u tab.4 i grafički na sl.2 i 3.

##### 4.1. Promjene svojstava uzoraka 1 do 5

Utjecaj udjela (količine) PBT pređa u potki ispitivanih uzoraka tkanina na gustoću tkanina u smjeru osnove i potke te njihove korelacije prikazani su na sl.4.

Povećanjem količine PBT u tkanini zbog istežanja tkanine smanjuje se gustoća tkanine u smjeru osnove prema polinomnoj jednadžbi s koeficijentom korelacije  $R^2 = 0.9912$ . S

druge strane, promjene gustoće tkanine u smjeru potke nakon obrade i u ovisnosti o udjelu PBT pređe vrlo su male i gotovo linearne, uz koeficijent korelacije  $R^2 = 0,9312$ . Važno je istaknuti da su podešene gustoće tkanine iznosile 20 osnovnih/potkinih niti po cm, a nakon obrade gustoća u smjeru osnove se promijenila od 15 % (uzorci 4 i 5) do 65 % (uzorak 1), a gustoća tkanine u smjeru potke samo od 10 % (uzorak 1) do 20 % (uzorci 4 i 5), uglavnom zbog većeg broja deblje pamučne pređe.

Površinska masa povećava se kod svih ispitivanih uzoraka nakon toplinske obrade, i to za oko 30 g/m<sup>2</sup> (uzorak 1) i za oko 20 g/m<sup>2</sup> (uzorak 5). Smanjenjem količine PBT u uzorcima tkanina površinska masa se gotovo linearno povećava. To je očekivano jer uzorci 2 do 5 imaju veći broj težih pamučnih potki što odgovara većoj površinskoj masi uzoraka. Na sl.5 su također prikazane vrijednosti površinske mase uzorka 1 prije i nakon obrade koje nisu bile uzete u obzir kada je računat koeficijent korelacije. Kod neobrađenih uzoraka površinska masa dovoljno dobro se podudara s trendom linearnosti uzo-

Tab.2 Mehanička svojstva pređa koja se koriste u uzorcima za ispitivanje

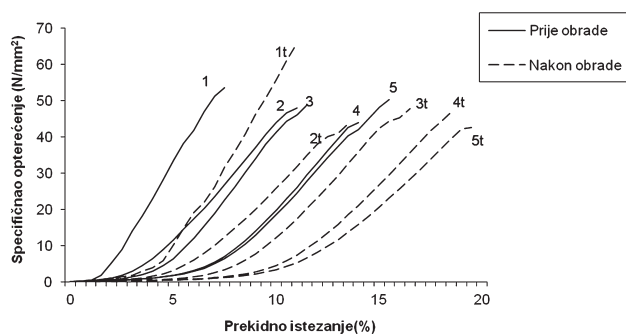
Svojstva	Postupak	PBT pređa		Pamučna pređa	
		prije	nakon	prije	nakon
Duljinska masa (dtex)	DIN 53 830	77,3	87,5	333,8	338,4
Uvojitost (br. uvoja/m)	EN ISO 2061	-	-	341,3	332,9
Prekidna sila (cN)	ISO 2062	205,44	160,74	822,89	912,33
Čvrstoća (cN/tex)	ISO 2062	26,57	18,37	24,20	26,96
Prekidno istežanje (%)	ISO 2062	28,5	80,0	5,1	5,6

Tab.3 Izmjerene vrijednosti strukturnih i fizikalnih karakteristika uzoraka tkanine prije i nakon toplinske obrade

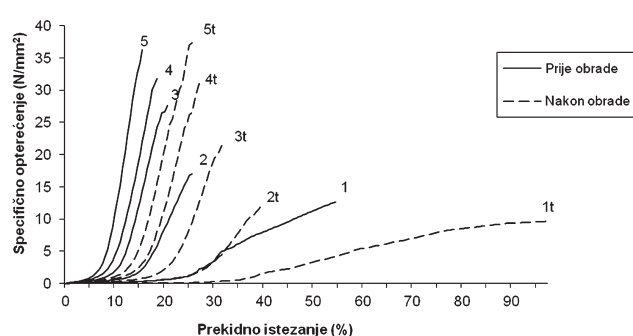
Br.	Skupljanje		Gustoća tkanine po osnovi		Gustoća tkanine po potki		Debljina		Površinska masa	
	(%)		(niti/cm)		(niti/cm)		(mm)		(g/cm <sup>2</sup> )	
	osnova	potka	prije	nakon	prije	nakon	prije	nakon	prije	nakon
1	2,5	26,4	24	33	21	23	0,34	0,41	110,0	142,9
2	2,5	13,9	22,5	26	23	23,5	0,37	0,45	125,5	146,2
3	3,8	10,4	21,5	25	22	23,5	0,34	0,43	132,1	155,0
4	4,4	6,3	22,5	23	22,5	24	0,36	0,42	147,0	161,5
4a	4,5	8,0	21,5	24	21,5	22,5	0,40	0,52	143,5	162,9
5	5,8	5,3	22	23	23	24	0,35	0,42	148,0	166,2
5a	8,0	8,2	21,5	24	21,5	23	0,42	0,51	146,1	163,3
6	6,8	7,8	20	23	15	16	0,44	0,56	119,3	131,6
6a	10,0	7,4	21	24	15	16	0,41	0,62	123,8	141,5

Tab.4 Srednje vrijednosti prekidne sile i prekidnog istežanja uzoraka tkanine u smjeru osnove i potke prije i nakon toplinske obrade

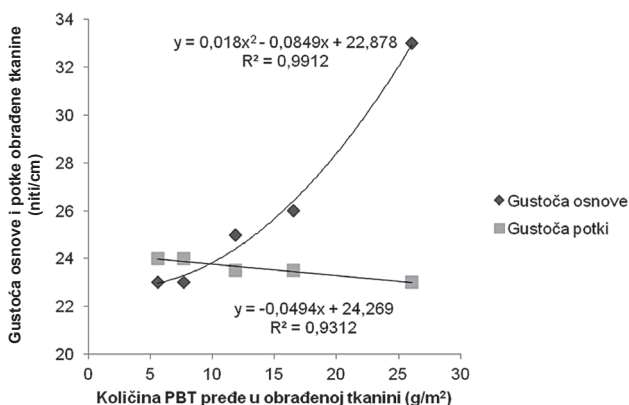
Br.	Prekidna sila				Prekidno istežanje			
	Po osnovi		Po potki		Po osnovi		Po potki	
	prije	nakon	prije	nakon	prije	nakon	prije	nakon
	(N)	(N)	(N)	(N)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	922,69	1360,50	215,66	187,60	7,40	11,23	53,9	101,2
2	862,81	956,15	316,07	315,04	10,5	13,02	25,4	41,35
3	793,61	972,76	459,85	453,25	10,9	15,02	19,5	30,74
4	805,34	926,15	591,60	603,81	13,9	18,22	18,3	25,44
4a	805,39	929,57	577,16	608,37	13,8	18,32	16,62	24,63
5	831,43	897,40	615,38	693,40	14,6	19,23	14,9	23,78
5a	839,46	913,42	597,03	668,34	14,7	19,53	15,42	20,36
6	752,17	750,93	361,05	442,07	11,2	18,69	10,72	16,90
6a	765,01	824,30	374,35	436,35	11,7	19,53	11,22	22,53



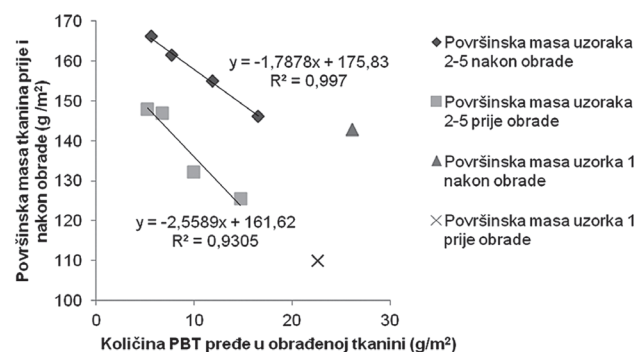
SI.2 Krivulje specifičnog opterećenja i prekidnog istežanja tkanina u smjeru osnove



SI.3 Krivulje specifičnog opterećenja i prekidnog istežanja tkanina u smjeru potke



SI.4 Promjene gustoće osnove i potke obrađenih uzoraka 1 do 5 u ovisnosti o količini PBT u smjeru potke



SI.5 Promjene površinske mase uzoraka 1 do 5 prije i nakon toplinske obrade

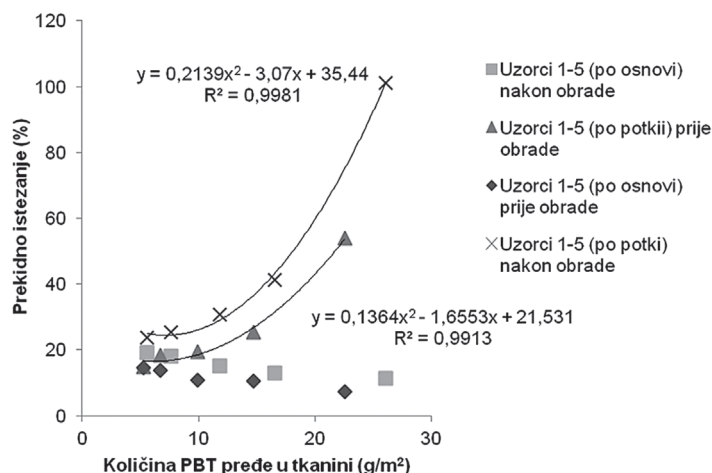
raka 2 do 5 što nije slučaj kod mase obrađenog uzorka 1. Finije PBT pređe bi trebale rezultirati manjom površinskom masom tih uzoraka od izmjerene, koja je veća i ne podudara se s linearnošću uzoraka 2 do 5. Debljina uzorka se povećala s 0,34 do 0,37 mm (neobrađeni uzorci) na 0,41 do 0,45 mm. Najtanji je bio uzo-

rak 1 (prije i nakon obrade) zbog 100 % PBT u potki, dok je najdeblji bio uzorak 2 zbog kombinacije PBT/pamuk 2:1, a drugog po veličini istežanja (najveća masa PBT u potki kod uzoraka od PBT/pamuk potke). Na sl.6 i 7 prikazane su promjene prekidne sile i prekidnog istežanja prije i nakon obrade.

Očito je da uzorak 1 sa 100 % PBT u potki ima najveću prekidnu silu u smjeru osnove (922,69 N). Potpuno suprotno tome su vrijednosti u smjeru potke gdje jedna PBT pređa ima prekidnu silu 2,22 N, što čini malo više od 200 N prekidne sile tkanine. Prekidna sila tkanine u smjeru osnove je tako velika zbog velike prekidne

sile pamučne osnovne niti (7,79 N) i velike elastičnosti PBT pređa koje ne opterećuju znatno osnovne niti u njihovom međusobnom djelovanju. Toplinskom obradom povećava se vrijednost prekidnih sila svih uzoraka tkanina u smjeru osnovne uglavnom zbog skupljanja u smjeru potke kojeg uzrokuje skupljanje PBT pređa, odnosno veća gustoća u smjeru osnovne uzoraka. Osim toga, povećana elastičnost obrađenih PBT pređa doprinosi većoj prekidnoj sili tkanina u smjeru osnovne; naročito kod uzorka s dvostrukom količinom PBT pređe u potki.

Prekidne sile neobrađenih uzoraka u smjeru potke se povećavaju od uzoraka 1 do 5, što je očekivano, jer uzorci imaju više pamučnih pređa u potki prema strukturi tkanine, što značajno doprinosi prekidnim silama uzoraka. PBT pređe vrlo malo doprinose prekidnim silama u smjeru potke što je očito iz činjenice da će, ako se prekidna sila izračuna u smjeru potke, uzimajući u obzir prekidne sile pamučnih pređa samo na širini uzorka od 5 cm i stvarnu gustoću pamučnih potkinih pređa, rezultati biti vrlo bliski izmjerenim vrijednostima koje su navedene u četvrtom stupcu tab.4. Objašnjenje tog fenomena su istezljivost i manja čvrstoća PBT pređa u usporedbi s pamučnim pređama. Na početku ispitivanja prekidne sile PBT pređe vrlo malo doprinose vrijednosti što je posljedica njihovog svojstva



Sl.7 Prekidno istezanje uzoraka po osnovi i potki prije i nakon obrade

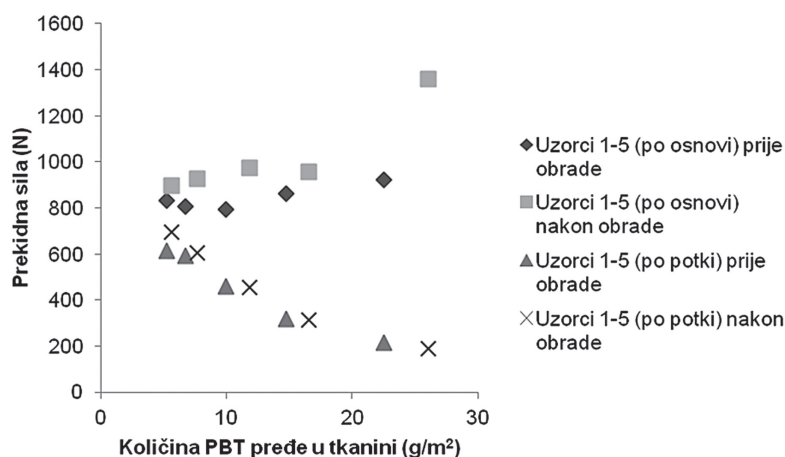
istezljivosti, odnosno elastičnosti. Nakon prekida pamučnih pređa, koje imaju manju istezljivost, cijela sila opterećuje slabije PBT pređe koje se kidaju gotovo odmah.

Prekidno istezanje uzoraka po potki povećalo se s masom PBT u potki. Nakon obrade prekidno istezanje se dodatno povećalo oko jedne trećine (s 25 % na 41 % - uzorak 5), oko polovice (s 53 % na 101 % - uzorak 1). Nasuprot tome, prekidno istezanje po osnovi se smanjilo kod povećanja PBT mase u potki (sa 14,6 % za uzorak 5 na 7,39 % za uzorak 1). Nakon obrade, vrijednosti prekidnog istezanja su se povećale skoro linearno na 19,23 % (uzorak 5) i 11,23 % (uzorak 1). Međutim, uzorci 4 i 5 su nakon obrade imali vrlo slične i zadovoljavajuće rezultate što se tiče

prekidnog istezanja u oba smjera, što je bio cilj istraživanja: uzorak 4 sa 18,22 % u smjeru osnovne i 25,44 % u smjeru potke nakon obrade, te uzorak 5 sa 19,23 % u smjeru osnovne i 23,78 % u smjeru potke.

#### 4.2. Promjene svojstava modificiranih uzoraka

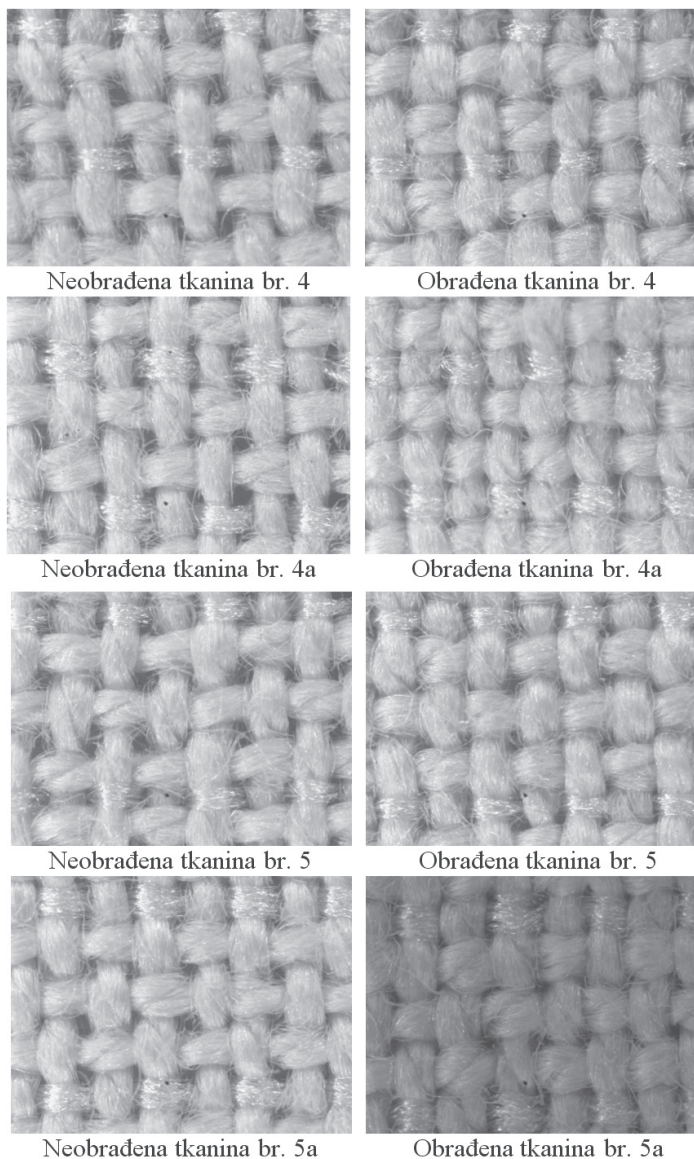
Dodatno su izrađeni uzorci 4a i 5a koji sadrže 2PBT pređe kao jednu, dok su konstrukcijski parametri bili isti za uzorke 4 i 5. Rezultati su bili pomalo iznenađujući i nije bilo lako detaljno ih objasniti. Uvođenje deblje, čvršće i kruće pređe u konstrukciju tkanine rezultiralo je u različitom međusobnom djelovanju između potke od PBT/pamuka i pamučnih osnovnih niti koje imaju manje gustoće osnovne i potke, manju površinsku masu i veću debljinu neobrađenih uzoraka u usporedbi s uzorcima 4 i 5. Prema očekivanjima nakon obrade, modificirani uzorci 4a i 5a su se više rastezali nego uzorci 4 i 5, naročito po potki. Nakon obrade gustoće osnovne uzoraka 4a i 5a su se povećale više nego kod uzoraka 4 i 5, dok su gustoće potke ostale i dalje manje. Prema tome, površinska masa bila je vrlo bliska uzorcima 4 i 5. Debljina uzorka 4a se povećala skoro dva puta u usporedbi s povećanjem kod uzorka 4; međutim, povećanje debljine uzorka 5a se nije mnogo razlikovalo od debljine uzorka 5. To



Sl.6 Prekidna sila uzoraka po osnovi i potki prije i nakon obrade

može biti posljedica činjenice da uzorci 5 i 5a imaju manju količinu PBT nego uzorci 4 i 4a, i osim toga, oni su različito pozicionirani u potki. Kod uzoraka 4 i 4a pozicioniranje PBT pređe mijenja raport svake tkanine, što znači da PBT pređe međusobno djeluju sa svakom osnovom s obje strane.

Mehanička svojstva uzoraka 4, 4a, 5 i 5a (prekidna sila i prekidno istežanje) u smjeru osnove i potke) prije i nakon obrade ne razlikuju se značajno. To dovodi do zaključka da upotreba 2PBT kao jedne potke umjesto jednostruke niti ne doprinosi poboljšanju karakteristika ovih uzoraka. Prema sl.8 može se vidjeti da je struktura uzoraka 4, 5 i modificiranih uzoraka 4a i 5a zatvorena previše da bi omogućila veće promjene nakon obrade. Praktički, cijelo rastežanje uzrokovano 2PBT pređom rezultiralo je u većoj debljini uzoraka, dok su druge karakteristike ostale gotovo jednake. Iz tog razloga su ispitani uzorci 6 i 6a, koji se razlikuju od uzoraka 5 i 5a samo po gustoći potke, tj. 15 potkinih niti/cm. Različita, otvorenija struktura uzrokovala je veću gustoću tkanine u smjeru osnove nego manje otvorena struktura kada se koristila dvostruka PBT pređa i jednaka gustoća u smjeru potke prije obrade. Obrada je uzrokovala povećanje gustoće u smjeru osnove za 15 % kod uzorka 6 i za 20 % kod uzorka 6a, i povećanje za jednu potkinu nit u oba slučaja u smjeru potke (sa 15 na 16 potkinih niti/cm). To je značilo veću površinsku masu i manju gustoću neobrađenog uzorka 6a nego obrađenog uzorka 6a. Obrada je uzrokovala mnogo veće promjene svojstava uzorka 6a u usporedbi s uzorkom 6. Površinska masa povećala se kod uzorka 6a za gotovo 20 g/m<sup>2</sup> i debljina za gotovo jednu trećinu (0,2 mm). Usporedba svojstava uzorka 6a sa svojstvima uzoraka 4, 4a, 5 i 5a pokazuje značajno manju površinsku masu, tj. oko 20 g/m<sup>2</sup>, što rezultira razlikama prekidnih sila. Prekidna sila po osnovi je 50 do 80 N i po potki 150 do 200 N manja nego kod uzoraka 4, 4a, 5 i



Sl.8 Izgled tkanina s različitom količinom PBT prije i nakon obrade

5a. Istodobno je prekidno istežanje uzorka 6a nakon obrade postalo gotovo identično s prekidnim istežanjem uzoraka 4 i 5 unatoč za 25 % manjoj gustoći potke. To dovodi do zaključka da je kod upotrebe voluminozne PBT pređe potrebno ostaviti više prostora kod konstrukcije tkanine ako se žele postići veće promjene svojstava i rezultati koji će više zadovoljavati.

## 5. Zaključak

Pamućnu tkaninu povećane istezljivosti u oba smjera s minimalnim sadržajem PBT pređe dodane u smjeru potke prema sl.4 predstavljali su uzorci 4 i 5. U oba slučaja može se

postići prekidno istežanje veće od 19 % po osnovi i prekidno istežanje veće od 23 % po potki. Istodobno, istežanje uzorka 5 kod sile od 5 N bilo bi 3,8 % odn. 5,3 % po osnovi i potki; i uzastopno 5,0 odn. 7,3 % kod sile 10 N. Čak i mali udio PBT ugrađen u tkaninu može doprinijeti elastičnim svojstvima, prije svega u ugrađenom smjeru. On omogućuje gotovo četvrtinu prekidnog istežanja kod manje od 2 % prekidne sile po osnovi i potki. Ne utječe mnogo na elastična svojstva u suprotnom smjeru. Ona se mogu postići pažljivom konstrukcijom tkanine i manje-više su ograničena. Da se postigne veća istezljivost u

smjeru osnove, PBT pređe bi se trebale ugraditi u tkaninu i u tom smjeru. To je vrlo važno jer proizvođači ne žele stavljati istežljive pređe u osnovu zbog poteškoća kod tkanja i smanjene proizvodnosti. PBT je idealan materijal za ugradnju po osnovi jer se njegova svojstva prije obrade ne razlikuju mnogo od drugih poliesterskih pređa.

Štoviše, druga mehanička (prekidna sila) i fizikalna svojstva (debljina i površinska masa) uzoraka koji imaju udio PBT pređe u potki, otprilike su najbolja ili se ne razlikuju mnogo od najboljih postignutih svojstava. Time se opravdava upotreba PBT pređe u strukturi tkanina koje zadržavaju svoj pamučni karakter i istodobno se povećava rastežljivost i poboljšavaju druga korisna svojstva ili dolazi do približavanja najboljim mogućim svojstvima.

#### Literatura:

- [1] Fisher G.: European Fiber Producers Show New Trends at Paris Expofil, *International Fiber Journal* 1 (2001) 18-22  
<http://www.ifj.com/issue/feb01/18.htm>, date 20.jan.2012
- [2] Klančnik M.: Dyeability of new polyesters, *Coloration Technology* 122 (2006) 334-337
- [3] Bizjak M., K. Dimitrovski: Izrada i svojstva elastičnih tkanih međupodstava/Manufacture and Properties of Elastic Woven Interlinens, *Tekstil* 51 (2002.) 4, 161-169
- [4] Verdu P. et al.: Comfort analysis of woven cotton polyester/fabrics modified with a new elastic fiber, Part 1 Preliminary analysis of comfort and mechanical properties, *Textile Research Journal* 79 (2009) 1, 14-23
- [5] Nylstar, Rotex, Technical documentation, 2004
- [6] Kawaguchi A. et al.: Dynamical Observation of Structural Transition of Polymers Using an X-ray Diffraction System with Imaging Plates. II. Crystalline Transition of Poly(butylene terephthalate), *Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics*, 38 (2000) 838-845
- [7] Šajn Gorjanc D., V. Bukošek: The behaviour of fabric with elastane yarn during stretching, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 16 (2008) 63-68
- [8] Fourné F.: Synthetic fibers: machines and equipment, manufacture, properties: handbook for plant engineering, machine design, and operation; Hanser Gardner Pubns Munich, 1999, ISBN 3-446-16072-8
- [9] Sato T.: Polybutylenterephthalatfasern: Garne, Gewebe und Einsatzgebiete, *Chemiefasern/Textilindustrie* 40/92 (1990) 35
- [10] Yokouchi M. et al.: Structures of Two Crystalline Forms of Poly(buthylene terephthalate) and Reversible Transition between Them by Mechanical Deformation, *Macromolecules* 9 (1976) March-april, 266-273
- [11] Warner S.B.: Fiber science, A division of Simon & Schuster, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1995, ISBN 0-02-424541-0
- [12] Shi X.Q., H. Ito, T. Kikutani: Structure development and properties of high-speed melt spun poly(butylene terephthalate)/poly(butylene adipate-co-terephthalate) bicomponent fibres, *Polymer* 47 (2006) 2, 611-616
- [13] Lee S.H. et al.: Fine structure formation and physical properties of poly(butylene terephthalate) fibres in high-speed melt spinning, *e-Polymers* 027 (2008) 109, 1-14

## SUMMARY

### Study of cotton woven fabrics with added polybutylene terephthalate yarns

*D. Štrukelj, K. Dimitrovski*

The aim of this work is the development of new products, i.e. cotton like woven fabrics with increased extensibility, using textured multifilament polybutylene terephthalate (PBT) yarn in the weft direction and a proper finishing procedure. For the research purpose, a set of referential samples of woven fabrics containing PBT was made. The fabrics differed in the sequences of cotton and PBT yarns in the weft direction. In some samples a doubled PBT yarn is inserted in as one weft, simulating double linear density. The influence of the textured PBT yarn quantity on the elastic properties of cotton/PBT woven fabrics, developed after the treatment in boiling water for 30 minutes, was studied. The contraction in warp and weft directions that affect warp and weft density, thickness, mass per unit area and tensile properties were measured using standardised methods. The quantity of PBT mainly influenced the elasticity in weft direction. The highest elasticity correlated well with the highest quantity of PBT. Furthermore, a minimum portion of PBT effectively improved the tensile properties of treated fabrics in both directions, this being important in such cases, as the fabrics mostly keep their cotton character. The use of PBT and proper finishing procedure for developing the required increased elastic properties of woven fabrics for any purposes could be of significant advantage concerning the price (compared to Lycra®) and production time (preparation for weaving and speed of weaving).

**Key words:** woven fabrics, PBT in the weft, finishing-boiling, tensile properties

*University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering*

*Department of Textiles*

*Ljubljana, Slovenia*

*e-mail: dijana.strukelj@ntf.uni-lj.si*

*Received December 28, 2011*

### Untersuchung von Baumwollgeweben mit zugesetzten Polybutylenterephthalat-Garnen

Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung neuer Produkte, d.h. baumwollähnlicher Gewebe mit erhöhter Dehnbarkeit, unter Verwendung des texturierten Multifilamentgarnes aus Polybutylen-Terephthalat (PBT) in der Schussrichtung und unter Verwendung des entsprechenden Ausrüstungsverfahrens. Zum Forschungszweck wurde eine Gruppe von PBT-enthaltenden Referenzgewebeproben hergestellt. Die Gewebe unterschieden sich in den Folgen der Baumwoll- und PBT-Garnen in der Schussrichtung. In einigen Proben wurde ein doppeltes PBT-Garn eingetragen wie ein Schussfaden, indem doppelte lineare Dichte simuliert wurde. Der Einfluss der texturierten PBT-Garmenge auf die elastischen Eigenschaften von Baumwoll/PBT-Mischgeweben, der nach der Behandlung in kochendem Wasser innerhalb von 30 Minuten auftrat, wurde untersucht. Der Schrumpf der Gewebe in Kett- und Schussrichtung und dessen Einfluss auf die Gewebedichte, Gewebedicke, Flächengewicht und Reißigenschaften, wurde unter Verwendung standardisierter Verfahren gemessen. Die PBT-Menge beeinflusste die Elastizität hauptsächlich in Schussrichtung. Die höchste Elastizität korrelierte gut mit der höchsten PBT-Menge. Weiterhin verbesserte ein PBT-Minimalanteil die Zugeigenschaften von behandelten Stoffen in beiden Richtungen, was in solchen Fällen wichtig ist, weil die Gewebe ihren Baumwollcharakter hauptsächlich erhalten. Der Gebrauch von PBT und das entsprechende Ausrüstungsverfahren zur Entwicklung erforderlicher vergrößerter elastischer Eigenschaften von Geweben für irgendwelche Zwecke könnte vom bedeutenden Vorteil bezüglich des Preises (im Vergleich zu Lycra®) und der Produktionszeit (Webereivorbereitung und Webgeschwindigkeit) sein.