

Utjecaj brzine šivanja na promjene mehaničkih svojstava različito uvijenih i parafiniranih konaca tijekom postupka šivanja

Dr.sc. **Andreja Rudolf**, dipl.ing.
 Prof.dr.sc. **Jelka Geršak**, dipl.ing.
 Sveučilište u Mariboru, Strojarski fakultet
 Tekstilni odjel
 Maribor, Slovenija
 e-mail: andreja.rudolf@uni-mb.si
 Prispjelo 03.02.2006.

UDK 677.017:677.072.6:687.023
 Izvorni znanstveni rad

U ovom se radu prikazuje istraživanje utjecaja ubodne brzine šivanja na promjene mehaničkih svojstava poliesterskih opredenih konaca, koji su bili uvijeni različitim brojem uvoja i različito parafinirani, tj. u aparatu i na galeti. Tijekom procesa šivanja dolazi do dinamičkih opterećenja konaca u ovisnosti o ubodnoj brzini šivanja, koja uzrokuju veće ili manje promjene mehaničkih svojstava šivaćih konaca. Ustanovljene promjene mnogo su izrazitije kada se šiva većom ubodnom brzinom šivanja, a ovise i od metodi parafiniranja i o intenzitetu uvijanja konaca. Utvrđeno je da se s porastom ubodne brzine šivanja povećava promjena u prekidnoj čvrstoći, prekidnom istezanju i modulu elastičnosti u konce uvijenih vlakana, koja uzrokuju također promjene mehaničkih svojstava konaca nakon procesa šivanja. Istraživanjem otpornosti ispitivanih konaca na dinamička opterećenja tijekom procesa šivanja kod iste ubodne brzine šivanja utvrđeno je da najveću otpornost imaju konci s najmanjim brojem uvoja i oni parafinirani u aparatu.

Ključne riječi: šivaći konac, metoda parafiniranja, dinamičko opterećenje, mehanička svojstva

1. Uvod

Dinamičko opterećenje konca do kojeg dolazi uslijed djelovanja vlačnih sila, kao i time uzrokovano trenje tijekom procesa šivanja, negativno utječu na preradbeni svojstva konca. Tijekom tvorbe uboda, posebno je igleni konac izložen vlačnim, tarnim i pregibnim opterećenjima.

Analiza strojno-tehničkih rješenja tvorbe uboda, uključujući i odgovarajući pokret konca preko elementa za vođenje i radnih mehanizama šivaćeg stroja, pokazuje da je konac izložen trenju na elementima za vođenje u području ušice šivaće igle, kada probija materijal i kada se isprepliće s donjim koncem [1].

Opterećenja kojima je konac izložen zbog savijanja tijekom tvorbe uboda određena su njegovim

kretanjem kroz elemente za vođenje konca, regulator napetosti, preko poluge za preuzimanje konca, kroz ušicu šivaće igle, materijal i dijelove cijevke. Deformacije su problematične prirode na mjestu presavijanja konca u području ušice šivaćeg stroja, kao i u području ispreplitanja gornjeg i donjeg konca [2].

Osim dinamičkog opterećenja, igleni se konac tijekom tvorbe uboda izlaže također trenju i savijanju u malom promjeru, pritisku, istezanju i habanju, kao i velikim brzinama i ekstremnom ubrzanju [2, 3].

Zbog svega toga konac mora imati svojstva kojima će se oduprijeti dinamičkim i toplinskim opterećenjima, a do kojih dolazi uslijed cikličkog opterećenja pri različitim brzinama šivanja. Ova opterećenja

ne bi smjela dovesti do značajnijih promjena čvrstoće konca.

Mehanička svojstva konca, osim ostalih konstrukcijskih parametara konca, ovise o mehaničkim svojstvima vlakana koja su uvijena u konac, kao i o intenzitetu uvijanja. Intenzitet uvijanja rezultira neophodnom glatkoćom konca i otpornošću na trenje. S druge strane, specifična čvrstoća i elastičnost potrebni su da bi konac mogao savladati tehnološki uvjetovane sile postupka šivanja.

2. Utjecaj dinamičkog opterećenja konca na promjene njegovih mehaničkih svojstava

Analiza sila povezanih s postupkom tvorbe uboda pokazuje da brojna

opterećenja djeluju na konac na putu od vretenca do oblikovanog uboda. To se odražava kao promjena čvrstoće konca [1]. Promjene čvrstoće konca usko su povezane s prolaskom konca preko elemenata za vođenje na šivaćem stroju. Do trenja i presavijanja dolazi između iglenog konca i dijelova koje on dotiče, a dolazi i do trenja s donjim koncem. Poznato je da se najveće sile istezanja na koncu javljaju u trenutku zatezanja uboda [1, 4]. Analiza utjecaja brzine šivanja na dinamičko opterećenje konca pokazuje da povećana brzina šivanja rezultira višom vlačnom silom i većim trenjem s elementima za vođenje i radnim mehanizmima šivaćeg stroja. Posljedica toga su značajne promjene čvrstoće konca nakon završetka procesa šivanja [3-5].

Raspon promjena čvrstoće konca funkcija je dinamičkih opterećenja koja na njega djeluju, i njegove sposobnosti da se odupre tom opterećenju. Promjene prekidne čvrstoće konca mogu se pripisati promjenama mehaničkih svojstava vlakana, do kojih dolazi uslijed dinamičkog opterećenja i/ili promjenama strukture konca. Većina sila koje djeluju na konac po prirodi su cikličke, pa stoga dolazi do zamora konca, povezanog sa zamorom pojedinačnih vlakana u koncu [6-8].

Zamor u vlaknima koja su upređena u konac može rezultirati neprihvatljivo niskom ili neprihvatljivo visokom uvojitosti. Preniska uvojitost može, uslijed nedovoljne koherentnosti, dovesti do sploštenog konca u slučaju poprečnog opterećenja u području ušice šivaće igle, gdje je veliki broj niti u koncu izravno izložen silama savijanja i trenja. Zamršeni konac, uzlovi i čvorovi povezani su s pretjeranim intenzitetom uvijanja, a sve to dovodi do neprihvatljivih deformacija. Preveliki broj uvoja na koncu također dovodi do kritičnog poprečnog opterećenja i do prekidne čvrstoće koja je niža od prihvatljive. To se odražava kao slab otpor na dinamič-

ka opterećenja. Optimalan broj uvoja osigurava kružni oblik poprečnog presjeka konca, što znači minimalnu dodirnu površinu između konca i šivaće igle. Na taj se način smanjuje deformacija konca do koje dolazi uslijed trenja sa šivaćom iglom [5]. S druge strane, optimalan broj uvoja osigurava i odgovarajuća viskoelastična svojstva konca, što je neophodno za postizanje odgovarajuće otpornosti na dinamička opterećenja tijekom procesa šivanja, kao i na opterećenja u korištenju, odnosno nošenju odjevnog predmeta.

Sve navedeno govori da konačna vrijednost čvrstoće (naprezanja pri prekidu) i prekidnog istezanja ne mogu biti odlučujuće karakteristike za projektiranje svojstva konca. Međutim, konac treba imati odgovarajuća viskoelastična svojstva, posebno važna za ponašanja pri niskim opterećenjima, tako da se dinamički uvjeti mogu prenijeti tijekom šivanja. Stoga je od izuzetne važnosti za proces šivanja da dinamičko opterećenje konca, koje se definira kao umnožak vlačne sile i finoće konca, ne prelazi opterećenje u točki popuštanja. Vlačna sila, kada djeluje na konac tijekom postupka tvorbe uboda, dovodi do elastične deformacije konca. Ako dinamičko opterećenje konca prelazi opterećenje u točki popuštanja, dolazi do plastične deformacije konca, a to se odražava kao fluktuacija viskoelastičnih svojstava konca [9].

3. Eksperimentalni dio

Istraživan je utjecaj različitih ubodnih brzina šivanja na otpornost konca na dinamička opterećenja. Istraživanja su uključila promjene mehaničkih svojstava konca, kao i svojstava vlakana upređenih u konac, a sve nakon procesa šivanja. Utvrđen je utjecaj dinamičkog opterećenja konca, ovisan o brzini šivanja, na promjene mehaničkih svojstava konca, kao i na promjene na pojedinačnim vlaknima u koncu.

Priprema i svojstva upotrebljenih konaca za ovu analizu opisana su u radu [10]. Uzorci konaca, s oznakom ST1, ST2 i ST3, parafinirani su u aparatu, a s oznakom ST4, ST5 i ST6 parafinirani su na galeti. Istraživanje dinamičkog opterećenja konca provedeno je na istom materijalu i uz parametre opisanima u radu [10], a šivalo se korištenjem tri ubodne brzine šivanja: $n_1 = 2000$, $n_2 = 3000$ i $n_3 = 4000 \text{ min}^{-1}$, uz unaprijed određenu prednapetost, kojom se jamči savršen šav pri bilo kojoj brzini šivanja. Igljeni konac pažljivo je izvučen iz šava nakon šivanja i pojedinačna vlakna su izdvojena iz filamentne jezgre konca, te su na njima izmjerene promjene viskoelastičnih svojstava niti, odnosno utvrđena činjenica je li do takvih promjena došlo ili nije.

Mjerenje dinamičkih opterećenja, povezanih s vlačnom silom na koncu, provodilo se na šivaćem stroju Brother DB2 B737-913, uz korištenje posebno konstruiranog uređaja za mjerenje vlačne sile na koncu. Dobiveni rezultati prikazani su kao prosječna vrijednost 50 karakterističnih vrhunaca vlačne sile u trenutku zatezanja uboda. Dinamičko opterećenje niti izračunato je za svaku pojedinačnu brzinu šivanja. Mehanička svojstva konca mjerena su na mjernom sustavu za mjerenje vlačnog opterećenja konca, konstruiranom u Laboratoriju za odjevno inženjerstvo Strojarskog fakulteta Sveučilišta u Mariboru. Srednja krivulja sile (opterećenja)-istezanja određena je na osnovi mjernih rezultata, korištenjem posebnog računalnog programa VILSUK, a procijenjeni su i viskoelastični parametri konca [11, 12]. Mehanička svojstva vlakana su izmjerena na Vibrodyn 400 dinamometru s elektronskim ulazom materijala, povezanim s Vibroskop 400 linearnim uređajem za mjerenje mase. Dinamometar je koristio odgovarajući program za bilježenje duljinske mase, prekidne sile i prekidnog istezanja, te je automatski izračunavao prekidnu čvrstoću, istezanje pri prekidu i modul

Tab.1 Statička prednapetost, vlačna sila i dinamička napetost analiziranih konaca

Oznaka konca	Ubodna brzina šivanja (min^{-1})	Statička prednapetost F_{st} (N)	Vlačna sila F_t			Dinamička napreznje σ_D (cNtex^{-1})
			Prosječna vrijednost F_t (N)	Standardna devijacija s (N)	Koeficijent varijacije CV (%)	
ST1	2000	1,6	1,23	0,09	7,46	4,03
	3000		1,23	0,09	7,07	4,06
	4000		1,24	0,06	4,88	4,08
ST2	2000	1,4	0,97	0,14	14,23	3,15
	3000		1,02	0,21	20,27	3,31
	4000		1,08	0,08	7,63	3,48
ST3	2000	1,4	1,06	0,15	13,75	3,36
	3000		1,07	0,20	18,72	3,39
	4000		1,07	0,08	7,66	3,40
ST4	2000	1,4	1,07	0,09	8,75	3,72
	3000		1,09	0,16	14,44	3,79
	4000		1,13	0,09	8,34	3,93
ST5	2000	1,9	1,07	0,14	12,70	3,69
	3000		0,92	0,23	25,12	3,16
	4000		1,13	0,08	7,19	3,90
ST6	2000	1,6	1,05	0,11	10,72	3,57
	3000		1,08	0,13	12,16	3,65
	4000		1,10	0,09	8,56	3,74

elastičnosti E_0 pri 1%-tnom istežanju. Sva su mjerenja provedena pod standardnim uvjetima ispitivanja: temperatura $20 \pm 2^\circ\text{C}$ i $65 \pm 2\%$ relativne vlažnosti, u skladu s ISO 2062 standardom [13] za mjerenje vlačnog opterećenja konaca i ISO 5079 [14] za mjerenje vlačnog opterećenja vlakana.

4. Rezultati i rasprava

Rezultati mjerenja vlačne sile niti u trenutku zatezanja uboda, tab.1, ukazuju da vlačna sila u koncu raste s porastom brzine šivanja. Ispitivanjem vrijednosti dinamičkog napreznja, koja je umnožak vlačne sile i duljinske mase konca, dobiveno je da se za konce različite uvojitosti napreznje smanjuje povećanjem uvojitosti kod jednake brzine šivanja. To najvjerojatnije treba pripisati glatkosti konca, koja je veća ako je konac veće uvojitosti. S druge strane, rezultati mjerenja dinamičkog napreznja analiziranih konaca govore da postoji značajan utjecaj metode parafiniranja konca koja se koristi. Usporedbom konaca parafiniranih u aparatu i onih parafiniranih na galetli bilježi se niže dinamičko napreznje kod konaca

parafiniranih u aparatu. Jedina iznimka u ovom ispitivanju bila je pređa označena ST1, koja je parafinirana u aparatu, a imala je najviši koeficijent trenja, najviše statičko prednapetost i najvišu vlačnu silu kod sve tri ispitivane brzine šivanja.

Rezultati mjerenja mehaničkih svojstava analiziranih konaca prije i nakon šivanja prikazani su u tab.2 i sl.1, dok se u tab.3 i na sl.2 prikazani rezultati mjerenja mehaničkih svojstava vlakana izdvojenih iz tih konaca. Ovi rezultati ukazuju na utjecaj brzine šivanja, uvojitosti konca i metode parafiniranja na mehanička svojstva konca i vlakana izdvojenih iz njega.

Analizom mjernih rezultata mehaničkih svojstava niti uočava se da povećanje brzine šivanja dovodi do smanjenja prekidne čvrstoće, prekidnog istežanja i , u najvećoj mjeri, modula elastičnosti, sl.1. Ovi rezultati također potvrđuju najveću promjenu nakon šivanja, kod svih analiziranih konaca, tab.4. Napetost u točki popuštanja se smanjuje nakon šivanja. Nadalje, može se vidjeti da se napetost u točki popuštanja smanjuje postupno s porastom brzine šivanja kod pređa označenih

ST2, ST4 i ST5, sl.1 i tab.2. No, napetost u točki popuštanja nakon šivanja pri brzini od 4000 min^{-1} niža je nego prije šivanja, kod sva tri analizirana konca.

Sličan utjecaj brzine šivanja se vidi i u promjenama mehaničkih svojstava vlakana izdvojenih iz konca, tab.4. Smanjenje istežanja pri prekidu i porast početnog modula elastičnosti vlakana izdvojenih iz analiziranih konaca zabilježeni su kod porasta brzine šivanja, ali nije došlo do značajnijih promjena prekidne čvrstoće, sl.2 i tab.3.

Analiza promjena mehaničkih svojstava konca nakon šivanja pokazuje da promjene ovise o uvojitosti, sl.1. Konac parafiniran u aparatu, označen ST1, niže nominalne uvojitosti (800 m^{-1}), ima i nakon šivanja najvećom brzinom od 4000 rpm najveću prekidnu čvrstoću, najveće napreznje u točki popuštanja i najviše module elastičnosti E_0 i E_2 , sl.1. Slična se ovisnost također vidi kod konca parafiniranog na galetli, s oznakom ST4, kod kojeg je napetost u točki popuštanja nešto niža.

Analiza rezultata mjerenja mehaničkih svojstava vlakana izdvojenih iz konaca nakon šivanja ukazuje na utjecaj uvojitosti na me-

Tab.2 Mehanička svojstva konaca parafiniranih na galeti, prije i nakon šivanja

Analizirana svojstva konaca		Oznaka konca											
		ST4				ST5				ST6			
		Prije šivanja	Ubodna brzina šivanja (min ⁻¹)			Prije šivanja	Ubodna brzina šivanja (min ⁻¹)			Prije šivanja	Ubodna brzina šivanja (min ⁻¹)		
2000	3000		4000	2000	3000		4000	2000	3000		4000		
Prekidna čvrstoća σ_b (cNtex ⁻¹)	σ_b	43,24	40,07	39,96	39,61	42,88	39,37	38,22	37,99	40,04	38,71	38,30	37,28
	s	2,97	2,94	3,12	2,42	2,59	3,12	2,78	2,81	2,80	2,58	2,63	2,53
	CV	6,87	7,34	7,80	6,10	20,84	7,93	7,26	7,39	13,83	6,67	6,85	6,78
Prekidno istezanje (%)	ϵ_b	18,85	17,99	17,92	16,81	19,18	18,59	17,66	16,77	20,23	19,86	19,18	18,76
	s	0,39	0,46	0,43	0,64	0,54	0,49	0,67	0,67	0,44	0,45	0,46	0,51
	CV	2,05	2,55	2,41	3,82	1,25	2,61	3,81	4,02	2,18	2,26	2,40	2,71
Naprezanje u točki popuštanja σ_y (cNtex ⁻¹)		6,13	5,75	5,72	5,87	5,97	5,73	5,91	5,97	5,62	5,75	5,58	5,61
Istezanje ϵ_y (%)		2,11	2,49	2,52	2,70	2,29	2,70	2,89	2,92	2,39	3,13	3,04	3,09
Modul elastičnosti E_0 (cNtex ⁻¹)		3,04	2,40	2,36	2,25	2,72	2,22	2,13	2,14	2,41	1,90	1,90	1,8794
Istezanje ϵ_0 (%)		0,94	1,22	1,25	1,40	1,04	1,37	1,51	1,64	1,06	1,54	1,54	1,61
Modul E_1 (cNtex ⁻¹)		0,80	1,00	1,21	1,27	0,78	1,02	1,19	1,39	0,75	0,88	0,94	1,07
Istezanje ϵ_1 (%)		4,64	4,94	4,95	4,84	5,00	5,22	5,14	4,88	5,33	5,91	5,71	5,54
Modul E_2 (cNtex ⁻¹)		3,89	3,83	3,82	3,79	3,85	3,60	3,58	3,55	3,39	3,35	3,36	3,34
Istezanje ϵ_2 (%)		15,35	14,90	14,85	13,78	16,41	15,18	14,41	13,46	17,10	16,58	16,13	15,59

hanička svojstva vlakana. Vlakna izdvojena iz konaca označenih ST1 i ST4, nakon šivanja brzinom od 4000 min⁻¹, imaju najveću prekidnu čvrstoću i najveći modul elastičnosti, tab.3 i sl.2.

To znači da ti konci, uprkos najvećem dinamičkom napreznju tijekom šivanja, zadržavaju najviše vrijednosti mehaničkih svojstava nakon opterećenja, što je značajno za buduće namjene tih konaca u oblikovanju uboda.

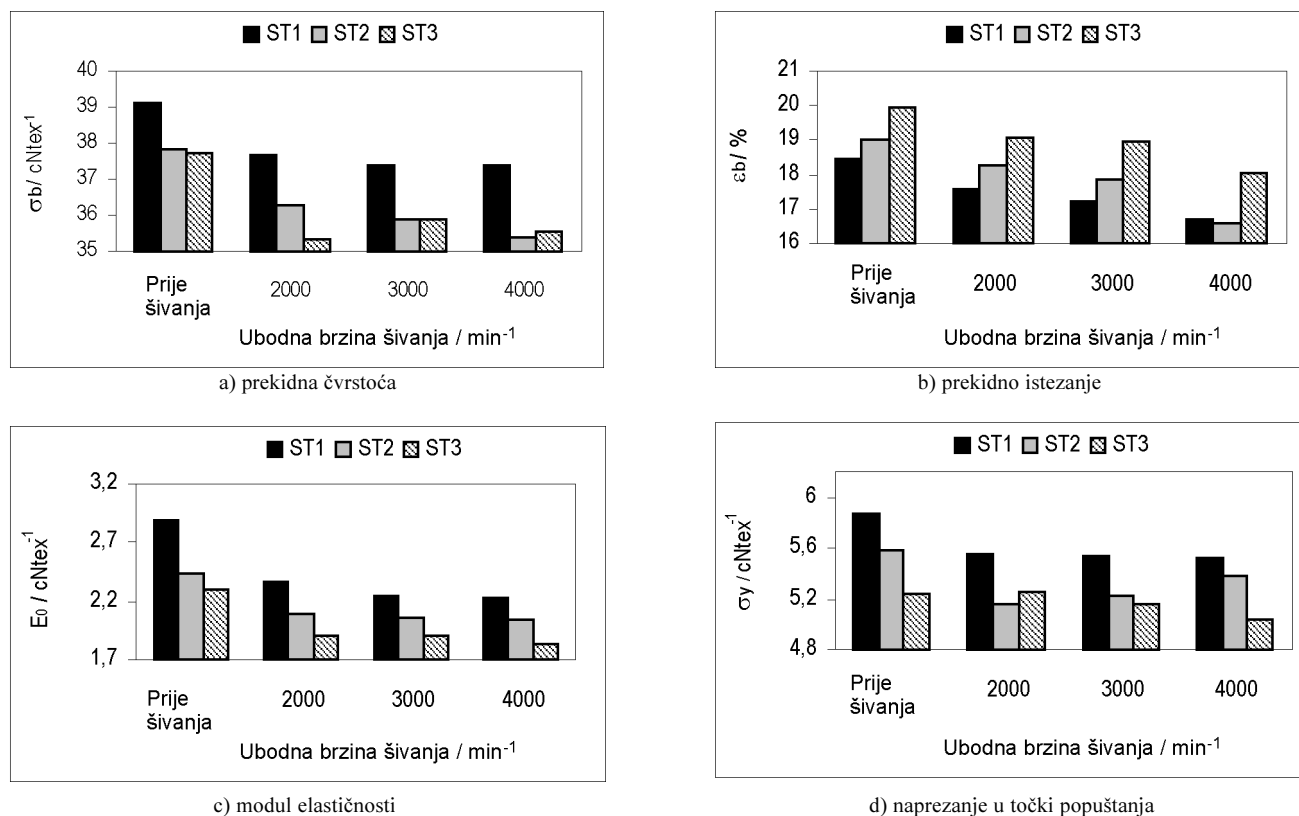
Istraživanjem utjecaja uvijitosti uočava se da veći broj uvoja daje bolju glatkoću pređe, što znači da su i vlačne sile niže tijekom šivanja. Pretpostavlja se da istovremeno dolazi do manjih sila trenja i habanja konca zbog većeg broja manjih kontaktnih površina s elementima za vođenje i radnim mehanizmima šivaćeg stroja. Uprkos tome dolazi do manjih promjena specifične prekidne čvrstoće i prekidnog istezanja konaca nakon procesa šivanja

s manjom uvijitošću, kod svih ubodnih brzina šivanja. To znači da uvijitost ima značajniju ulogu na mehanička svojstava, odnosno na otpornost konca na dinamička opterećenja u usporedbi s površinskim karakteristikama dobivenima tijekom parafiniranja.

Iz rezultata napreznja u točki popuštanja σ_y , kao i dinamičkog napreznja konca σ_D u trenutku zatezanja uboda, tab.1 i 2 te sl.1, uočava se da dinamičko napreznje ne

Tab.3 Mehanička svojstva vlakana izdvojenih iz konaca parafiniranih na galeti, prije i nakon šivanja

Analizirana svojstva vlakana		Oznaka konca											
		ST4				ST5				ST6			
		Prije šivanja	Ubodna brzina šivanja (min ⁻¹)			Prije šivanja	Ubodna brzina šivanja (min ⁻¹)			Prije šivanja	Ubodna brzina šivanja (min ⁻¹)		
2000	3000		4000	2000	3000		4000	2000	3000		4000		
Prekidna čvrstoća σ_b (cNtex ⁻¹)	σ_b	64,0	64,7	63,8	64,2	63,6	62,7	62,0	58,1	61,8	57,0	60,0	59,7
	s	3,1	2,4	2,3	3,4	2,7	3,7	3,2	8,2	2,3	6,6	4,5	3,1
	CV	4,9	3,7	3,6	5,3	4,2	5,9	5,1	14,1	3,7	11,6	7,5	5,3
Prekidno istezanje ϵ_b (%)	ϵ_b	20,4	19,0	19,6	16,8	20,6	20,4	18,5	17,2	21,9	18,9	19,0	18,5
	s	1,8	1,7	1,9	1,6	1,4	2,0	1,8	2,8	1,7	2,5	2,1	1,6
	CV	8,8	8,7	9,4	9,7	6,9	9,9	9,9	16,3	7,5	13,1	11,1	8,6
Modul elastičnosti (uz 1%) E_0 (cNtex ⁻¹)	E_0	130	211	179	302	88	112	163	141	74	93	95	95
	s	21	57	37	86	17	14	39	24	6	17	15	9
	CV	15,9	27,1	20,7	22,6	19,7	12,7	23,8	16,7	8,2	18,7	15,7	9,1

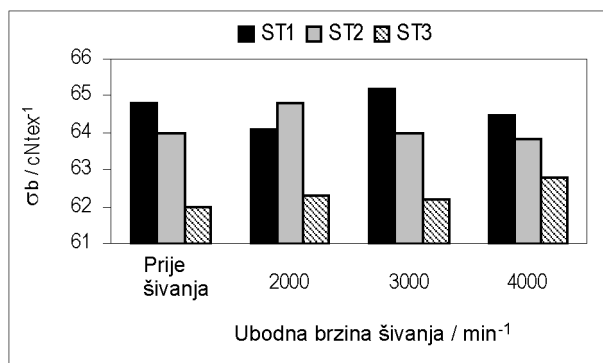


Sl.1 Utjecaj brzine šivanja i intenziteta uvijanja na mehanička svojstva konaca parafiniranih u aparatu

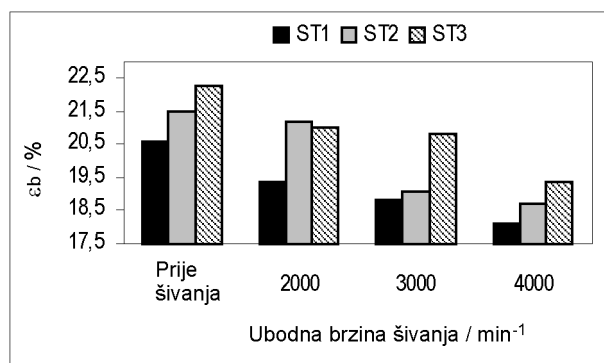
Tab.4 Promjene mehaničkih svojstava konaca i izdvojenih vlakana nakon opterećenja u šivanju (minus označava porast vrijednosti određenog mehaničkog svojstva)

Oznaka konca	Uvodna brzina šivanja (min ⁻¹)	Promjena prekidne čvrstoće $\Delta\sigma_b$ (%)		Promjena prekidnog istežanja $\Delta\varepsilon_b$ (%)		Promjena modula elastičnosti ΔE_0 (%)		Promjena napetosti u točki popuštanja $\Delta\sigma_y$ (%)
		Konac	Vlakno	Konac	Vlakno	Konac	Vlakno	Konac
ST1	2000	3,62	1,08	4,68	5,83	18,15	-73,77	5,33
	3000	4,36	-0,62	6,49	8,74	22,13	-62,30	5,76
	4000	4,31	0,46	9,21	12,14	22,75	-151,64	6,03
ST2	2000	4,14	-1,25	3,80	1,40	13,64	-66,67	7,54
	3000	5,11	0,00	6,04	11,16	15,08	-40,48	6,43
	4000	6,46	0,31	12,70	13,02	15,90	-61,90	3,51
ST3	2000	6,39	-0,48	4,48	5,83	16,59	-11,84	-0,27
	3000	4,95	-0,32	5,07	6,73	16,68	-19,74	1,49
	4000	5,79	-1,29	9,81	13,00	19,78	-48,68	3,82
ST4	2000	7,33	-1,09	4,60	6,86	20,92	-62,31	6,11
	3000	7,59	0,31	4,94	3,92	22,41	-37,69	6,71
	4000	8,41	-0,31	10,83	17,65	25,77	-132,31	4,11
ST5	2000	8,19	1,42	3,06	0,97	18,55	-27,27	4,05
	3000	10,88	2,52	7,92	10,19	21,70	-85,23	1,05
	4000	11,42	8,65	12,57	16,50	21,48	-60,23	0,10
ST6	2000	3,29	7,77	1,87	13,70	21,11	-25,68	-2,24
	3000	4,32	2,91	5,21	13,24	20,98	-28,38	0,69
	4000	6,86	2,40	7,28	15,53	22,14	-28,38	0,18

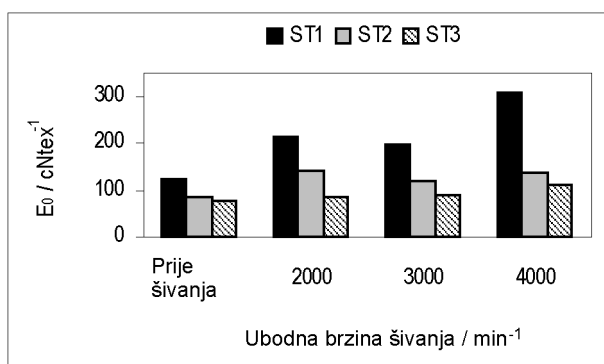
prelazi vrijednost naprezanja u točki popuštanja. Što se odražava u neznatnim promjenama naprezanja u točki popuštanja kod svih analiziranih konaca nakon šivanja. Činjenica je da dinamičko naprezanje



a) prekidna čvrstoća



b) prekidno istežanje



c) modul elastičnosti

Sl.2 Utjecaj brzine šivanja i intenziteta uvijanja na mehanička svojstva konaca parafiniranih u aparatu

na koncu tijekom šivanja nadilazi vrijednosti modula elastičnosti, što se vidi u promjenama, tj. smanjenju prekidne čvrstoće i istežanja kod svih analiziranih konaca, kao i kod vlakana koja sačinjavaju te konce. Uz to, analiza rezultata ističe važnost metode parafiniranja i njen utjecaj na mehanička svojstva konaca i izdvojenih vlakana nakon šivanja. Značajne promjene prekidne čvrstoće zabilježene su kod

I na taj se način potvrđuje važnost metode parafiniranja koja se koristi. Modul elastičnosti mijenja se od 15,90 do 22,75% kod konaca parafiniranih u aparatu, pri najvećim brzinama šivanja, dok je promjena zamjetnija kod konaca parafiniranih na galeti i iznosi od 21,14 do 25,77%. Kod pojedinačnih vlakana dolazi do značajnijih promjena modula elastičnosti, a promjene su, općenito govoreći,

konaca parafiniranih na galetama. Nakon šivanja pri 4000 min⁻¹ ovi konci mijenjaju dotičnu vrijednost između 8,86 i 11,42%, tab.4. Kod pređe parafinirane u aparatu zabilježene su promjene prekidne čvrstoće od najviše 6,46%. I kod vlakana izdvojenih iz konaca parafiniranih na galeti također se vide veće promjene prekidne čvrstoće, sve do 8,65%, dok kod vlakana izdvojenih iz konaca parafiniranih na aparatu te promjene ne prelaze vrijednost od 1,29%. Promjene prekidnog istežanja izdvojenih vlakana kreću se od 12,14 do 13,02% pri brzini šivanja od 4000 min⁻¹ za konce parafinirane u aparatu, odnosno od 15,53 do 17,65% za konce parafinirane na galeti.

nešto veće kod konaca parafiniranih u aparatu, tab.4. Imajući to na umu može se zaključiti da su konci parafinirani na galeti manje otporni na djelovanje sila pri dinamičkom opterećenju od onih parafiniranih u aparatu.

Također se može zaključiti da promjene mehaničkih svojstava konca proizlaze iz dinamičkog opterećenja vlakana uvijenih u taj konac, a razlog su strukturna oštećenja niti i vlakana, koja su to veća što je brzina šivanja viša. Vidi se da do značajnijih promjena dolazi uslijed dinamičkih opterećenja, a posebno značajno je smanjenje modula elastičnosti jer se odražava kao smanjenje prekidne čvrstoće i istežanja pri prekidu konca, odnosno vlakana od kojih se konac sastoji. Usporedba analiziranih konaca ukazuje da konci s oznakama ST1 i ST4, najniže uvojitosti (779,68 m⁻¹ odnosno 752,96 m⁻¹), unatoč najvećom dinamičkom naprezanju tijekom šivanja pri svim brzinama šivanja, zadržavaju najvišu prekidnu čvrstoću, najviši modul elastičnosti i najvišu napetost u točki popuštanja. Isto vrijedi i za vlakna izdvojena iz tih konaca. Može se opravdano pretpostaviti da će konci koji imaju najvišu (i za šivanje neophodnu) otpornost pri nižim opterećenjima, imati i dobru otpornost u slučaju daljnjeg opterećenja u gotovom odjevnom predmetu.

5. Zaključak

Na temelju analize rezultata istraživanja zaključuje se sljedeće: Dinamičko opterećenje konaca ovisi o ubodnoj brzini šivanja, uvojitost konca i načinu parafiniranja; s povećanjem ubodne brzine šivanja povećava se vlačna sila konca. Kod konaca s većom uvojitosti i parafiniranih u aparatu izmjerena je manja vlačna sila, što se povezuje s većom ravnomjernosti i glatkoći tih konaca.

Otpornost konaca na dinamička opterećenja ovisi o uvojitosti konca i

o ubodnoj brzini šivanja, koja uzrokuju promjene mehaničkih svojstava konaca kao i promjene mehaničkih svojstava vlakana u koncima nakon procesa šivanja. Povećanjem brzine šivanja povećava se istežanje i tarno opterećenje konaca, koje uzrokuje povećavanje promjena mehaničkih svojstava konaca i vlakana u koncu. Ispitivani konci s manjom uvijitosti pokazala su najbolja mehanička svojstva tijekom procesa šivanja. To znači da na otpornost konaca na opterećenja između procesa šivanja veći utjecaj imaju njegova mehanička svojstva, u odnosu na površinske karakteristike konaca različite uvijitosti. To je utvrđeno analizom promjena mehaničkih svojstava konaca nakon procesa šivanja kod različitih ubodnih brzina šivanja.

(Prevela D. Vuljanić)

Literatura:

- [1] Geršak J.: Obremenitve sukanca med procesom šivanja na hitrih šivalnih strojih, *Tekstilec* **29** (1986) 7/8, 253-256
- [2] Geršak J.: Deformacije sukanca v procesu oblikovanja vboda, *Tekstil* **35** (1986.) 7, 477-489
- [3] Geršak J., B. Knez: Reduction in Thread Strength as a Cause of Loading in the Sewing Process, *International Journal of Clothing Science and Technology* **3** (1991) 4, 6-12
- [4] Geršak J.: Analiza obremenitev sukanca med procesom oblikovanja vboda, *Tekstil* **36** (1987.) 9, 481-489
- [5] Geršak J.: Dinamičko naprezanje konca kao posljedica tehnološki uvjetovanih sila u procesu oblikovanja vboda, *Tekstil* **40** (1991.) 5, 213-222
- [6] Sundaresan G., P.K.Hari, K.R. Salhotra: Strength Reduction of Sewing Threads during High Speed Sewing in an Industrial Lockstitch Machine, Part I, Mechanism of thread strength reduction, *International Journal of Clothing Science and Technology* **9** (1997) 5, 334-345
- [7] Sundaresan G., P.K.Hari, K.R. Salhotra: Strength Reduction of Sewing Threads during High Speed Sewing in an Industrial Lockstitch Machine, Part II, Effect of thread and fabric properties, *International Journal of Clothing Science and Technology* **10** (1998) 1, 64-79
- [8] Sundaresan G., P.K.Hari, K.R. Salhotra: Strength Reduction in and Damage to Fibres during High-speed Sewing in an Industrial Lockstitch Machine, Mechanism of thread strength reduction, *Journal of the Textile Institute* **89** (1998) 2, 422-435
- [9] Geršak, J.: Vpliv tehnično-tehnoloških parametrov šivanja na kakovost šivov, zbornik referatov *Oblačilno inženirstvo '92*, Fakulteta za strojništvo, ITKP, Maribor 1992, 49-63
- [10] Rudolf A., J. Geršak: The influence of thread twist on alterations in fibers, mechanical properties, *Textile Research Journal*, **76** (2006) 2, 134-144
- [11] Bukošek, V.: Računalniško vrednotenje viskoelastičnih lastnosti vlaken, *Tekstilec* **26** (1983) 12, 24-29
- [12] Geršak J.: Study of the yield point of the thread, *International Journal of Clothing Science and Technology* **10** (1998) 3/4, 244-251
- [13] ISO 2062:1972, "Textiles – Yarn from packages – Method for determination of breaking load and elongation at the breaking load of single strands – (CRL, CRE and CRT tester)", International Organization for Standardization, (1972)
- [14] ISO 5079:1977: Man-made fibres – Determination of breaking strength and elongation of individual fibres", International Organization for Standardization

SUMMARY

Influence of Sewing Speed on the Changes of Mechanical Properties of Differently Twisted and Lubricated Threads During the Process of Sewing

A. Rudolf, J. Geršak

This paper presents a research into the influence of the stitching speed on changes of the mechanical properties of the polyester core-spun sewing threads, which were twisted by different number of thread turns, and different lubrication method (in apparatus and on the galette). The dynamic loading of the threads arises during the sewing process depend on the stitching speed, that causes greater or smaller changes of the threads' mechanical properties. It was found that the expressive changes appear when the sewing process was performed at higher stitching speed, and depend also on the twist intensity and on the lubrication method employed. It was established that with increasing stitching speed increases changes in the breaking tenacity, breaking extension and elasticity modulus of the thread-twisted fibres that provokes also changes of the threads' mechanical properties after the sewing process. On the basis of the research of the threads' resistance on the dynamic loading during the sewing process at the same stitching speed it was found, that the greatest resistance offer the threads twisted with smaller number of the thread turns and threads treated with apparatus lubrication method.

Key words: sewing thread, lubrication method, dynamic load, mechanical properties

University of Maribor, Faculty of Mechanical Engineering

Department of Textiles

Maribor, Slovenia

e-mail: andreja.rudolf@uni-mb.si

Received February 3, 2006

Einfluss der Nähgeschwindigkeit auf die Änderungen der mechanischen Eigenschaften der unterschiedlich gekräuselten und paraffinierten Nähfäden im Nähprozesses

In dieser Arbeit wird der Einfluss der Nähgeschwindigkeit auf Veränderungen der mechanischen Eigenschaften der umwundenen Polyesternähfäden erforscht, die durch eine unterschiedliche Drehung verdreht und verschiedenartig paraffiniert wurden, d.h. im Apparat und auf der Galette. Im Laufe des Nähprozesses kommt es zu dynamischen Fadenbeanspruchungen in Abhängigkeit von der Nähgeschwindigkeit, welche größere oder kleinere Veränderungen der mechanischen Eigenschaften der Nähfäden verursacht. Die festgestellten Veränderungen sind viel ausgeprägter, wenn man mit einer höheren Nähgeschwindigkeit näht, und sie hängen auch von der Methode der Oberflächenbehandlung und von der Drehungsstärke der Fäden ab. Es ist festgestellt worden, dass durch die zunehmende Nähgeschwindigkeit die Veränderung der Reißbeanspruchung, Reißdehnung und des Elastizitätsmoduls der im Faden verdrehten Fasern entsteht, was zu Veränderungen der mechanischen Eigenschaften des Fadens nach dem Nähprozess führt. Aufgrund der Erforschung des Fadenwiderstands gegenüber der dynamischen Beanspruchung während des Nähprozesses bei derselben Nähgeschwindigkeit ist es festgestellt worden, dass den höchsten Widerstand die Fäden mit einer kleineren Anzahl von Fadendrehungen sowie Fäden nach der Paraffinierung im Apparat aufweisen.