

Lastnosti novih regeneriranih celuloznih vlaken Lenpur®

V članku so raziskane lastnosti novega tipa regeneriranih celuloznih vlaken Lenpur in primerjane z regularnimi viskozniimi, liocelnimi vlakni in bombažem. Ugotovili smo, da so nova regenerirana celulozna vlakna po videzu in mehanskih lastnostih podobna regularnim viskozniim vlaknom, imajo podobno sposobnost absorpcije vlage, primerno specifično pretržno napetost, a boljše obstojnost pri povišanih temperaturah od regularnih viskozniih vlaken. Preiskana je bila tudi preja iz 100-odstotnih vlaken Lenpur in preja iz viskozniih vlaken primerljive dolžinske mase in števila zavojev. Preja iz vlaken Lenpur ima boljše natezne lastnosti od preje iz viskozniih vlaken v suhem in mokrem stanju, medtem ko so relativne spremembe pretržne sile in pretržnega raztezka v mokrem primerljive.

***Ključne besede:** regenerirana celulozna vlakna, bombaž, liocelna vlakna, viskozna vlakna, Lenpur*

Properties of New Lenpur® Regenerated Cellose Fibres

In the paper the properties of the new type of cultivated woodpulp fibres Lenpur are investigated and compared with regular viscose, lyocell and cotton fibres. It has been found out that new cultivated woodpulp fibres are similar to regular viscose fibres in their longitudinal view and mechanical properties, they have similar wet absorption capacity, proper specific breaking tenacity and even better stability at higher temperatures than regular viscose fibres. Yarns made of 100 % Lenpur fibres and yarns made of viscose fibres with the comparable mass per length unit and the number of twists were investigated as well. Yarn made of Lenpur fibres has better tenacity properties than yarn made of viscose fibres in dry and wet condition while relative changes of breaking force and breaking elongation in wet are comparable.

***Keywords:** cultivated wood fibre, woodpulp fibre, cotton, lyocell, viscose, cotton fibres, Lenpur*

UDK 677.467 "Lenpur"

1.0 UVOD

Kemična celulozna vlakna imajo naravno dane prednosti pred sintetičnimi vlakni (tudi poliolefinскими), ker jih proizvajajo iz naravne, obnovljive surovine. Njihova posodobljena proizvodnja energijsko in emisijsko manj obremenjuje okolje kot npr. proizvodnja polipropilenskih vlaken, poleg tega so tudi biorazgradljiva in s tem okolju prijaznejša [1].

Razvoj kemičnih celuloznih vlaken ne zaostaja za sintetičnimi vlakni, ko gre za uvajanje novih postopkov in tehnologij.

Surovina za izdelavo regeneriranih celuloznih vlaken je lesna celuloza, ki izvira iz različnih naravno rastočih rastlinskih vrst mehkega lesa: smrekovine (*Picea abies*), jelovine (*Picea glauca*, *Picea mariana*, *Abies balsamea*), macesnovine (*Larix sibirica*), borovega lesa (*Pinus silvestris*, *Pinus banksiana*, *Pinus contorta*) idr. Kot primeri uporabe trdega lesa za vlakna so topolovina (*Populus tremula*, *Populus tremuloides*), brezov les (*Betula sp.*), hrast (*Quercu sp.*), javor (*Acer sp.*), bukev (*Fagus sp.*) idr.

Z vidika ohranjanja naravnih gozdov je pomembno kultivirano gojenje hitro rastočih drevesnih vrst za pri-

dobivanje lesne celuloze. V te namene danes kultivirano največ gojijo nekatere vrste borovcev (*Pinus radiata*) in evkaliptusov. Poleg tega so bogat izvor celuloze tudi nelesne vlaknate surovine, kot so žitna slama (riževa, pšenična idr.), sladkorni trs in bambus, ki pa jih danes ne izkoriščajo v večjem obsegu za kemična vlakna.

Izbira surovine in postopek pridobivanja celulozne pulpe vplivata na vsebnost α -celuloze, lignina, stopnjo oksidiranosti oz. aktivnost celuloze, porazdelitev molekulskih mas, alkalno topnost, ostanke železa in silicija idr., kar vse nadalje vpliva na predelovalne sposobnosti celulozne pulpe v vlakna in končne lastnosti regeneriranih celuloznih vlaken.

Za izdelavo viskoznih vlaken so patentno zaščiteni postopki pridobivanja lesne pulpe iz različnih vrst lesa, tudi iz rdečega lesa (US Patent No. 123,810), cedre (US Patent No. 130,171) in iz južnega rumenega borovca (US Patent No. 4,784,465). Leta 1997 so v podjetju International Taly Commercial Group Inc. iz Los Angelesa razvili nov tip regeneriranih celuloznih vlaken iz lesne pulpe, ki jo pridobivajo iz kultivirano gojenega mehkega lesa kanadskega bora *Pinus strobus* (ang. *eastern white pine*) ali njenega vejevja, kar sodi v proces naravnega obrezovanja dreves. Gre za postopek pridobivanja surovine, ki je okolju prijazen. Nova vlakna iz omenjene lesne pulpe so bila leta 1999 patentno zaščiteni pod varstveno znamko Lenpur™. Označili so jih kot »Cultivated wood fibres«, kar še posebej poudarja ekološko prijazen postopek pridobivanja surovine. Vlakna so na tržišču približno leto dni. Proizvajala jih italijansko podjetje Texinpro, Srl. Po navedbah proizvajalca se vlakna Lenpur razlikujejo od regularnih viskoznih vlaken pod mikroskopom v polarizirani svetlobi po obdelavi z jod-žvepljenim testom [2]. Pri tem se regularna viskozna vlakna obarvajo rumeno rjavo, nova regenerirana celulozna vlakna Lenpur pa močno karmin rdeče, kar dokazuje, da je med njimi določena razlika v kemični sestavi. V raztopinah šibkih alkalij se ne spremenijo, v raztopinah močnih alkalij (npr., raztopinah NaOH) pa nabrekajo, kar izkoriščajo za mercerizacijo (podobno kot bombaž), ki lahko poteče tudi pri barvanju v alkalnem mediju. Od drugih kemičnih celuloznih vlaken se mercerizacija uporablja le za regenerirana celulozna vlakna z večjo obstojnostjo v alkalnem, to je za modalna vlakna (polinozna, HWM), pri regularnih viskoznih vlaknih pa ne. Vlakna pri tem dobijo večji lesk. V primerjavi z viskoznimi vlakni imajo vlakna Lenpur mehak otip, veliko sposobnost vezanja vlage in barvil, predvsem direktnih in reaktivnih. Zato so primerna za frotirje in pletiva za brisače, krpe, posteljnino, prte, zavese, dekorativno blago ipd. ter tudi za oblačila, od bluz, oblek, slavnostnih oblačil, pižam, nogavic, T-shirts, spodnjega perila idr.

Frotir in pletiva, ki vsebujejo od 20 do 100 % novih regeneriranih celuloznih vlaken, kot druga komponenta pa je lahko katerakoli druga vrsta kemičnih celuloz-

nih vlaken ali bombaž, so patentno zaščiteni [3] kot »Natural wood fabrics«. International Taly Commercial Group Inc. jih trži pod varstveno znamko Woodton™ in jih označuje kot »Natural wood silk«. Ti izdelki so trpežni, niso nagnjeni k nastajanju pilinga, odlikujejo se po odlični absorpciji vlage in vode ter po prepustnosti vodne pare. Poleg tega ne vsebujejo fosforja in drugih kemičnih snovi, ki dražijo kožo. Po italijanskem standardu UNI 8047-80 znaša ostanek pepela 0,149 %. Higroskopičnost (vpijanje vlage iz zraka) je nekoliko slabša od lanu, vendar mnogo boljše od regularnih viskoznih vlaken. Po hidrofilitnosti (omoljivosti z vodo) vlakna Lenpur presegajo bombaž in viskozna vlakna [2].

Namen raziskave je bil primerjati tekstilno-mehanske lastnosti novih regeneriranih celuloznih vlaken Lenpur z bombažem, z regularnimi viskoznimi in liocelnimi vlakni.

2.0 EKSPERIMENTALNI DEL

Raziskali smo bombaž, viskozna, liocelna vlakna in vlakna Lenpur bombažnega tipa in primerljive dolžinske mase ter vzorce prej iz bombaža, viskoznih vlaken in vlaken Lenpur (preglednica 1). Pred preiskavami smo posamezne vzorce ustrezno pripravili: bombaž smo z razčesavanjem očistili nečistoč; vse vzorce smo oprali z neionogenim pralnim sredstvom TEOPON 100 1g/l pri naslednjih pogojih: kopelno razmerje 1 : 20, čas 30 min, temperatura 70 °C, pH 6,12.

Preglednica 1: Opis in oznaka vzorcev

Oznaka vzorca	Opis vzorca
LE	vlakna Lenpur, Texinpro srl. (Italija), (1,6 dtex, 38 mm, trdnost v suhem 1,68 cN dtex ⁻¹ in pretržni raztezek 11,62 %)[2].
CO	egiptovski bombaž GIZA 86, tip 8600, lot 25
CV	viskozna vlakna Fibrafinn®, 12 dtex; 38–40 mm, Säteri (Finska)
CLY	liocelna vlakna, 1,2 dtex; 38 mm, polsvetleča
LE-P	enonitna preja 19,67 tex (Ne 30/1) iz 100 % vlaken Lenpur; polsvetleča
CO-P	dvonitna sukana preja 60 tex iz 100 % beljenega bombaža
CV-P	enonitna preja 20 tex iz 100 % viskoznih vlaken

Na vlaknih smo preiskali vzdolžni videz s scanning elektronskim mikroskopom JSM-2 JEOL, dolžinsko maso vlaken [4], pretržno silo snopa vlaken [5], kodravost [6], stopnjo kristaliničnosti [7], vsebnost vlage klimatiziranih vzorcev [8] in vpojnost [9, 10]. Obnašanje pri povišanih temperaturah smo določili s termomikroskopsko metodo. Na prejah smo analizirali dolžinsko maso [11], število zavojev [12], specifično pretržno napetost in pretržni raztezek v suhem in mokrem stanju [13].

Vsebnost vlage klimatiziranih vzorcev

Oprana in zračno posušena vlakna smo sušili pri temperaturi 105 °C do absolutno suhe mase (m_{as}). Nato smo jih 24 ur klimatizirali v eksikatorju z normalno klimo (vlaga 65% ± 2 %, temperatura 22 °C ± 2 °C), ki smo jo vzpostavili z nasičeno raztopino NH_4NO_3 . Sledilo je ponovno tehtanje (m_k). Iz razlike mas klimatiziranih in absolutno suhih preiskušancev smo ugotovili sposobnost navzemanja vlage (R) posameznih vzorcev vlaken. Meritve za vsak vzorec smo napravili v paralelkah.

$$R = \frac{m_k - m_{as}}{m_{as}} \cdot 100 \quad (1)$$

Vpojnost vzorcev po metodi s košarico

V posebej pripravljeno košarico cilindrične oblike iz bakrene žice (m_1) smo zatehtali 5 g vlaken. Nato smo stehali maso košarice z vlakni (m_2). V stekleno posodo s premerom okrog 12 cm smo pripravili destilirano vodo temperature okoli 20 °C do višine 10 cm. Košarico z vlakni smo v horizontalnem položaju spustili v vodo z višine 10 mm in merili čas potopitve košarice pod gladino. Košarico z vlakni smo nato vzeli iz vode in jo prav tako pustili v horizontalnem položaju, da se je odcejala 30 sekund. Nato smo jo ponovno stehali (m_3). Iz razlik mas smo izračunali vpojnost (V) posameznega vzorca vlaken.

$$V = \frac{m_3 - m_2}{m_1 - m_1} \cdot 100 \quad (2)$$

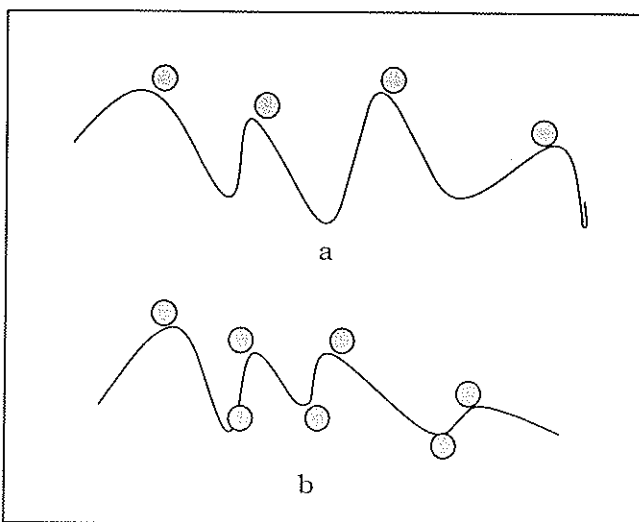
Obnašanje vlaken pri povišanib temperaturab

Opazovali smo vpliv segrevanja na posamezno vrsto vlaken, krčenje med segrevanjem in obarvanje. Pripravili smo suh preparat vlaken, ga vstavili v tališno mizico Mettlerjevega aparata Hot stage FP 82 HT in potek sprememb vlaken s segrevanjem opazovali skozi optični mikroskop. Na osrednjem procesorju smo določili začetno (200 °C; pri bombažu 280 °C) in končno (300 °C; pri bombažu 320 °C) temperaturo segrevanja ter hitrost segrevanja (2 °C min⁻¹). Beležili smo temperature, pri katerih so nastopile spremembe vlaken zaradi segrevanja.

Kodravost

Število kodrov na dolžinsko enoto (N_k) smo ugotavljali s pomočjo lupe. Pred štetjem smo odrezali ustrezno dolge vzorce vlaken. Nato smo prešteli število kodrov. Pri bombažu smo imeli za koder vsako spremembo smeri vlakna, medtem ko smo pri kemičnih vlaknih upoštevali vsako drugo spremembo smeri vlakna (slika 1). Za primerjavo kemičnih vlaken z bombažnimi smo preračunali število kodrov kemičnih vlaken na vrednost, ki ustreza

število kodrov bombažnih vlaken. Kodre smo šteli na dolžini 12 mm in naredili za vsako vrsto vlaken po 50 meritev.



Slika 1: Shematski prikaz kodrov: a - pri kemičnih vlaknih, b - pri naravnih vlaknih (krogec predstavlja začetek posameznega kodra). [14]

$$\text{ŠK} = \frac{\text{št. kodrov}}{1,2 \text{ cm}} \quad (3)$$

Kislinska hidroliza

Obdelava celuloznih vlaken s kislinami povzroči hidrolizo celulozne molekule. V lahko dostopnih amorfnih področjih celuloznih vlaken poteka reakcija zelo hitro, medtem ko poteka difuzija kisline v kristalina področja počasi. Na tej osnovi je zasnovana hitra metoda določanja razmerja med kristalino in amorfnu fazo na naravnih in kemičnih celuloznih vlaknih, ki omogoča medsebojno primerjavo vlaken. Ugotovljeni rezultati stopnje kristaliničnosti korelirajo z izmerjenimi vrednostmi stopnje kristaliničnosti po drugih metodah.

Najprej smo segreli raztopino 6 N HCl do vrenja, vanjo potopili približno 2 g zatehtanih vlaken (m_1) in takoj odstranili z grelne plošče. Vsebino smo mešali tako, da se je v petih minutah ohladila na 70 °C. Čašo smo potem postavili v posodo s hladno vodo, da se je temperatura kisline z vlakni naglo ohladila – v desetih minutah na 20 °C. Vsebino smo filtrirali, nato nevtralizirali skozi posušen Gooch lonček (m_2 – masa Gooch lončka brez vlaken), dokler ni postal filtrat popolnoma nevtralen. Nato smo Gooch lonček s filtratom sušili do konstantne mase in ga po ohladitvi v eksikatorju stehali (m_3). Iz razlik mas smo dobili maso kristaliničnega dela vlaken in po en. 4 stopnjo kristaliničnosti (x_k).

Za posamezni vzorec smo napravili po dve meritvi.

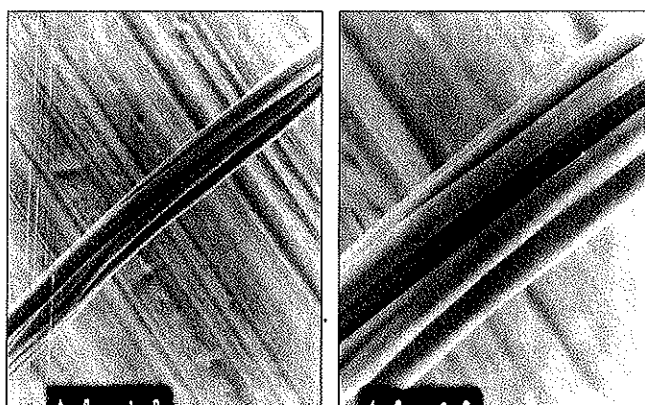
$$x_k = \frac{m_3 - m_2}{m_1} \cdot 100 \quad (4)$$

3.0 REZULTATI IN RAZPRAVA

Finost in kodravost vlaken pomembno vplivata na tekstilno-tehnološke lastnosti vlaken: iz finejših vlaken se da izdelati finejše preje, večja finost pomeni večjo mehkost, nižji upogibni modul in večjo specifično površino vlaken; bolj kodrava vlakna imajo boljšo predljivost in dajo bolj voluminozne izdelke. Večja specifična površina omogoča večjo hitrost absorpcije vode in barvil v vlakna. Vlakna Lenpur z ugotovljeno dolžinsko maso 1,63 dtex (preglednica 2) v primerjavi z ostalimi vzorci niso najfinejša, so najmanj kodrava, po otipu pa so najmehkejša med raziskovanimi vlakni. Zato izredno mehkega otipa vlaken Lenpur ne moremo povezati z njihovo finostjo, ampak gre verjetno za druge vzroke, ki jih moramo še raziskati.

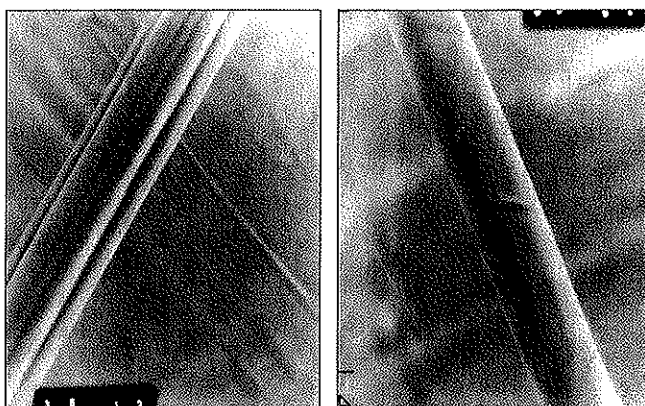
Preglednica 2: Dolžinska masa (\bar{T}_t), pretržna sila F_{pr} , specifična pretržna napetost (σ_{pr}), kodravost vlaken ($\check{S}K$) in variacijski koeficient (c.v.).

Vzorec	\bar{T}_t (dtex)	F_{pr} (cN)	c.v. (%)	σ_{pr} (cN/ dtex ⁻¹)	$\check{S}K$ (cm ⁻¹)
CO	1,78 ± 0,031	6,08	6,58	3,42	7,63 ± 0,26
CV	1,43 ± 0,019	4,43	3,61	3,10	9,43 ± 0,31
LE	1,63 ± 0,025	4,94	1,62	3,03	6,88 ± 0,37
CLY	1,48 ± 0,019	7,49	3,74	5,06	7,60 ± 0,27



LE 1260- krat

LE 1900- krat



CV 1900- krat

CLY 1900- krat

Slika 2: Vzdržni videz vlaken pod scanning elektronskim mikroskopom

Specifična pretržna napetost vlaken Lenpur v suhem je 3,03 cN dtex⁻¹ in je višja od podane proizvajalčeve vrednosti 1,68 cN dtex⁻¹. Vlakna Lenpur so v navedenih lastnostih še najbolj primerljiva z viskozni vlakni (CV), so le nekoliko manj trdna in manj kodrava.

Vzdolžni videz površja vlaken Lenpur pod elektronskim mikroskopom je primerljiv z vzdolžnim videzom regularnih viskoznih vlaken (slika 2).

Preglednica 3: Vežanje zračne vlage (R), vpojnost (V), čas potopitve vzorca pri spustu z višine 10 mm ($t_{10\text{ mm}}$) in stopnja kristaliničnosti (x_k).

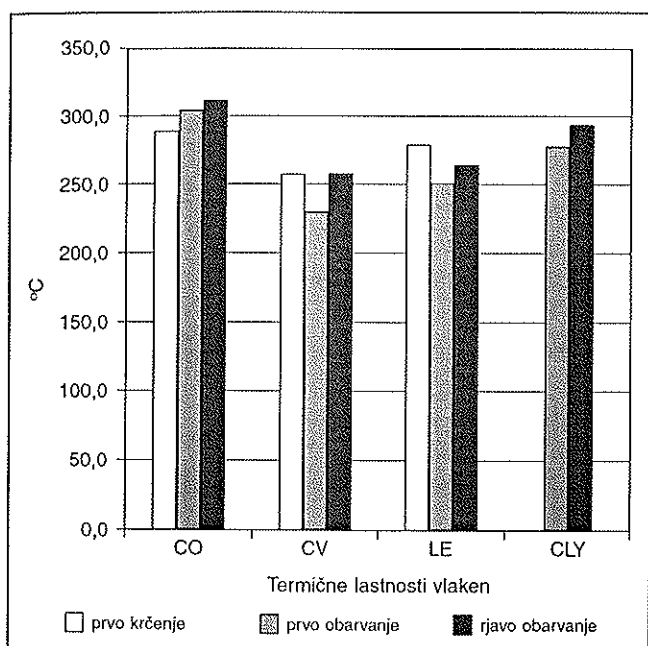
Vzorec	R (%)	V (%)	$t_{10\text{ mm}}$ (s)	x_k (%)
CO	7,69	93,52	38,60	93,35
CV	13,55	92,92	3,45	78,41
LE	13,57	92,58	3,40	80,00
CLY	11,76	92,08	3,40	86,57

Navzemanje vlage iz zraka je odvisno od deleža ne-kristaline faze v vlaknih, to je deleža amorfnih področij ter praznin, kjer so dostopne proste hidroksilne skupine na celuloznih molekulah. Vlakna Lenpur so praktično navzela enako količino zračne vlage kot viskozna vlakna, to je 13,6 %, liocelna vlakna nekoliko manj 11,8 %, bombaž pa 7,7 % (pregl 3). Prav tako je vpojnost vlaken Lenpur praktično enaka kot viskoznih vlaken. Bombaž je med analiziranimi vzorci najmanj vpojno vlakno. Čas, v katerem se je vzorec vlaken, ki smo ga spustili z višine 10 mm, v celoti potopil v destilirani vodi, je za vlakna Lenpur, viskozna in liocelna vlakna praktično enak, in sicer 3,40 sekunde. Potopitveni čas bombaža je za okrog 11-krat daljši in znaša 38,6 sekunde, kar je posledica plastne strukture bombaža in sicer težje nabreklijive primarne celične stene ter prisotnih vodoodbojnih voskov, ki se pri pranju v rahlo kislem mediju verjetno niso v celoti odstranili. Delež vode v vzorcih po omočenju v destilirani vodi je pri vseh vzorcih visok, od 92 % pa do 93,5 %, brez bistvenega odstopanja med kemičnimi celuloznimi vlakni, bombaž pa je vpil za približno pol odstotka več vode.

Vežanje vode je v soodvisnosti z izmerjeno stopnjo kristaliničnosti regeneriranih celuloznih vlaken, in sicer je količina vezane vode tem manjša, čim večja je stopnja kristaliničnosti. Moramo poudariti, da je metoda določanja stopnje kristaliničnosti z metodo kislinke hidrolize hitra in enostavna, vendar so izmerjene vrednosti zelo visoke in imajo le primerjalno vrednost med vzorci.

Vlakna in tekstilni izdelki iz njih so izpostavljeni različnim zunanjim temperaturam, še posebej pri pranju, barvanju in likanju. Ugotavljali smo termične lastnosti vlaken (slika 3) pri hitrosti segrevanja 2 °C min⁻¹. Prva krčenja vlaken so posledica relaksacije notranjih napetosti v vlaknih in se praviloma ne ujemajo s prvimi

spremembami barve. Viskozna vlakna in vlakna Lenpur so začela spreminjati barvo pri nižjih temperaturah, kot pa je bilo opaziti prva krčenja. Viskozna vlakna so se obarvala že pri 230 °C, medtem ko so se začela krčiti pri 258 °C; vlakna Lenpur so začela spreminjati barvo pri 250,5 °C, krčiti pa pri 279,5 °C. Do termične razgradnje, ko so vlakna popolnoma pooglenela in dobila črno barvo, je pri viskoznih vlaknih prišlo med 258 in 265,5 °C, vlaknih Lenpur pa med 263,5 in 281,5 °C. Lahko trdimo, da imajo vlakna Lenpur boljšo obstojnost pri povišanih temperaturah kakor viskozna vlakna. Liocelna vlakna imajo boljše termične lastnosti od viskoznih vlaken in vlaken Lenpur. Krčenja pri njih ni bilo opaziti. Prve spremembe barve so se pokazale šele pri 278 °C, razgradnja vlaken pa nad 293,5 °C. Bombaž je termično bolj obstojen od liocelnih vlaken in kemičnih celuloznih vlaken nasploh. Prva krčenja bombaža smo zabeležili pri 289 °C, prvo spremembo barve pri 303 °C, termična razgradnja se je pričela pri 311,5 °C.



Slika 3: Lastnosti vlaken pri povišanih temperaturah

V preglednicah 4 in 5 so podane lastnosti prej. Preji iz vlaken Lenpur in viskoznih vlaken sta enojni, primerljive dolžinske mase in primerljivega števila zavojev, preja iz bombaža pa je dvojna sukana preja. V suhem stanju je specifična pretržna napetost preje iz vlaken Lenpur 1,60 cN dtex⁻¹ in je za okrog 19 % višja

Preglednica 4: Dolžinska masa (\bar{T}_t) in zavoji preje (\bar{z}).

Vzorec	\bar{T}_t (tex)	\bar{z} (m ⁻¹)
CO-P	62,67 ± 0,38	657,9 ± 6,5
CV-P	23,52 ± 0,19	845,3 ± 11,4
LE-P	18,87 ± 0,16	848,1 ± 9,3

od specifične pretržne napetosti ostalih dveh prej, CO-P 1,36 cN dtex⁻¹ in CV-P 1,35 cN dtex⁻¹.

Preglednica 5: Pretržna sila (F_{pr}) in specifična pretržna napetost (σ_{pr}) ter pretržni raztezek ϵ_{pr} prej v suhem in mokrem stanju.

Stanje	Vzorec	F_{pr} (N)	σ_{pr} (cN/dtex)	ϵ_{pr} (%)
suho	CO-P	8,51 ± 0,085	1,36	4,60 ± 0,08
	CV-P	3,17 ± 0,035	1,35	10,15 ± 0,27
	LE-P	3,01 ± 0,035	1,60	13,76 ± 0,15
mokro	CO-P	11,26 ± 0,09	1,80	8,83 ± 0,055
	CV-P	1,33 ± 0,02	0,57	13,28 ± 0,17
	LE-P	1,375 ± 0,015	0,73	18,19 ± 0,28

Preje smo preskušali v mokrem stanju, tako da smo jih pred merjenjem prepojili z vodo. Po en. 5 in 6 smo izračunali relativno pretržno silo ($F_{pr,rel.}$) in relativni pretržni raztezek ($\epsilon_{pr,rel.}$) v mokrem stanju.

$$F_{pr,rel.} = F_{pr,mokro} \times 100 / F_{pr,suho} \quad (5)$$

$$\epsilon_{pr,rel.} = \epsilon_{pr,mokro} \times 100 / \epsilon_{pr,suho} \quad (6)$$

Preglednica 6: Relativna pretržna sila ($F_{pr,rel.}$) in relativni pretržni raztezek ($\epsilon_{pr,rel.}$) v mokrem stanju

Vzorec	$F_{pr,rel.}$ (%)	$\epsilon_{pr,rel.}$ (%)
CO-P	132,31	191,956
CV-P	41,955	130,84
LE-P	45,68	132,19

Znižanje pretržne sile in povečanje pretržnega raztezka prej iz regeneriranih celuloznih vlaken v mokrem stanju je primerljivo, kar vidimo iz primerjave relativnih vrednosti v preglednici 6. Pretržne lastnosti preje iz vlaken Lenpur v mokrem so podobne kot pri preji iz viskoznih vlaken CV-P.

5.0 ZAKLJUČKI

Nova regenerirana celulozna vlakna Lenpur se odlikujejo po izjemno mehkem otipu, tako vlakna kot preja iz 100-odstotnih vlaken Lenpur. Po večini lastnosti, vzdolžnem videzu, specifični pretržni napetosti, vezanju zračne vlage in vpojnosti vode, so vlakna Lenpur podobna viskoznim vlaknom. Ugotovili pa smo razlike v obnašanju pri povišani temperaturi, kjer so vlakna Lenpur bolj obstojna od viskoznih vlaken. Preja iz 100-odstotnih vlaken Lenpur ima boljše natezne lastnosti kot preja iz viskoznih vlaken v suhem in mokrem stanju. Relativno

znižanje pretržne sile in relativno zvišanje pretržnega raztezka v mokrem stanju je pri preji iz vlaken Lenpur podobno kot pri preji iz viskoznih vlaken.

Viri:

- [1] HONGU, T., PHILLIPS, GO. *New fibres*. Second edition. Cambridge : Woodhead Publishing, p. 203–207.
- [2] Lenpur official site. The wood pulp yarn. [citirano 25.10.02] Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.fil-infibre.com/tec_a.htm>
- [3] TRI, et al. Natural wood fabric. US Patent No. 5,899,784. 4 maj, 1999.
- [4] *Tekstilna vlakna – Ugotavljanje dolžinske mase – Graviometrična in vibroskopska metoda*. SIST EN ISO 1973 : 1999, 11 str.
- [5] *Tekstilije – Bombažna vlakna – Določanje specifične pretržne napetosti ploskega snopa vlaken*. SIST ISO 3060 : 1995, 6 str.
- [6] ŠLJUKA, U. *Kemična celulozna vlakna Lenpur : diplomsko delo*. Ljubljana, september 2003, 63 str.
- [7] ŠEGULA, R. *Študij razlik kristalinične strukture viskoznih, modalnih in polinoznih vlaken : Magistrsko delo*.

Ljubljana: Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Oddelek za tekstilno tehnologijo, Univerze v Ljubljani. Ljubljana, 1970, str. 29–35.

- [8] *Tekstilije – standardna atmosfera za kondicioniranje in preskušanje*. SIST EN 20139 :1999.
- [9] *Standard methods of testing nonwoven fabrics: absorbency time and absorptive capacity*. ASTM D 1117-8, 2 str.
- [10] *European pharmacopoeia*. 2nd Edition. Published by Massonneure S.A., France, 1993.
- [11] *Tekstilije – Preje z navitkov – Določanje dolžinske mase*. SIST EN ISO 2060 : 1996, 14 str.
- [12] *Tekstilije – Določanje zavojev preje – Metoda neposrednega štetja*. SIST EN ISO 2061 : 1996, 10 str.
- [13] *Tekstilije – Preje z navitkov – Določanje pretržne sile in pretržnega raztezka na posameznih odrezkih preje*. SIST ISO 2062 : 1997, 9 str.
- [14] TOMLJENOVIC, A. Utjecaj Ultrazvuka na svojstva celuloznih vlakana. Odredivanje broja kovrča na jediničnoj duljini : magistrsko delo. Zagreb, 2002, str. 52.

Prispelo/Received: 09-2003; sprejeto/accepted: 10-2003