

## Zaštita pamučnih tkanina protiv zapaljivosti

*U radu su opisani pojedini postupci zaštite pamučnog tekstila od zapaljenja i gorenja. Uzeta su dva tipa supstrata - 100 % pamučne tkanine sa različitim karakteristikama, varirane su vrste i količine aktivnih agenasa - sredstva za zaštitu od zapaljivosti i gorenja kao i neki uslovi obrade. Cilj istraživanja je provera efikasnosti primene kombinacije potencijalnih sredstava za zaštitu (polimeri, jedinjenja fosfora, halogena, azota) kao i kontrola ostalih svojstava bitnih za kvalitet tekstilnog proizvoda. Nađeno je da pojedine recepture pružaju odličnu zaštitu tekstilu od gorenja. Vreme gorenja kao i vreme tinjanja su minimalni. Ostali pokazatelji, poput mehaničkih karakteristika ili propustljivost vazduha, pokazuju slabije rezultate dok su svojstva kapilarnosti i dimenzione stabilnosti zadovoljavajuća.*

**Ključne reči:** pamučna tkanina, zapaljivost, sredstva za zaštitu od zapaljivosti i gorenja, vreme gorenja.

### 1. UVOD

Obrada tekstilnog materijala u cilju zaštite protiv zapaljivosti poznata je još pre nekoliko vekova. Tada je korišćena smeša aluminijum sulfata, ferosulfata i boraksa. Amonijum fosfat koji se i danas koristi kao sredstvo za impregniranje, bio je preporučen još 1786. godine. Prva probe i ispitivanja su zaključila da se soli sa niskom tačkom topljenja mogu koristiti u ove svrhe, jer imaju sposobnost da grade fini staklasti sloj na površini vlakna. Takođe se mogu koristiti soli koje pri zagrevanju razvijaju nezapaljive gasove.

Uopšte bi se moglo reći da postoje tri grupe postupaka koji baziraju na [1]:

- deponovanju rastvornih soli,
- taloženju ili vezivanju nerastvornih jedinjenja i
- modifikovanju celuloze.

Postojanost tekstilnog materijala prema zapaljivosti se može definisati kao sposobnost materijala da se suprotstavi širenju plamena, mada može da gori i da se ugljeniše kada je stalno u dodiru sa plamenom. Tekstilni materijal može da bude otporan prema širenju plamena, ali može da se užari kada se ukloni izvor toplote, odnosno da sagoreva bez prisustva plamena. Materijal je otporan i prema žarenju ako usijanje nestane u toku nekoliko sekundi. Sigurno je, da ne postoji ni jedan postupak kojim se može zaštititi do te mere materijal da je potpuno otporan na dejstvo vatre.

---

Adrese autora: <sup>1</sup>Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet, Leskovac, <sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, Bor, <sup>3</sup>Univerzitet u Nišu, Prirodno matematički fakultet, Niš

Rad primljen:10.01.2012.

Prisutan je veliki broj istraživačkih radova na temu zapaljivosti od koji neke treba izdvojiti. Yang i sar. [2] su ispitivali sredstva za zaštitu od zapaljivosti i gorenja za poliestarsko vlakno. Većina ovih jedinjenja za poliestar vlakna proizvode se kopolimerizacijom sa fosforom. Pomenuti autori istražuju svojstva vlakana, bojenje i usporavanje gorenja. Fizička svojstva dva tipa poliestar vlakana su slična, ali adsorpcija boje je mnogo veća u zavisnosti od tipa glavnog lanca aktivnog agensa, usled njegove veće mobilnosti. Sredstvo za zaštitu adsorbuje boju pri nižim temperaturama, postiže brže iscrpljenje a daje i dobra svojstva usporavanja gorenja.

Olvera-Gracia i sar. [3] ispituju impregniranje 100% akrilne tkanine sredstvima za zaštitu od zapaljivosti i gorenja. Efekti obrade, mehanička svojstva i strukturne karakteristike sredstva za zaštitu pre i posle upotrebe su ispitivane korišćenjem metoda: infracrvena spektroskopija, rentgen i skening elektronska mikroskopija (SEM).

Posle obrade, mehanička svojstva tkanine su poboljšana ili ostala ista, u poređenju sa netretiranim uzorcima. Upotreba sredstva za zaštitu, boraks/heksametrafosfat, je povećala vreme gorenja na 2 minuta u poređenju sa 8 sekundi za netretirani uzorak.

Moafi i sar. [4] proučavaju otpornost na gorenje i fotokatalitička svojstva celulozne tkanine impregnirane nano-titan dioksidom. Istraživani su uticaj titan dioksida na zapaljivost i fotokatalitička samo-čisteća svojstva celulozne tkanine. Nano-čestice titan dioksida su uspešno sintetisane i nanešene na celulozno vlakno sa dobrom kompatibilnošću, značajnom samo-čistećom aktivnošću i svojstvima protiv zapaljivosti korišćenjem sol-gel procesa na niskoj temperaturi.

Uzorci su okarakterisani SEM tehnikom, transmisivnom elektronskom mikroskopijom (TEM), rentgen difrakcijom i termo-gravimetrijom (TG). Titan dioksid nanočestice veličine 10 - 20 nm, stvarajući tanak film na površini vlakna, razvijaju efikasna fotokatalitička svojstva i otpornost na plamen.

Dahiya i sar. [5] istražuju usporavanje gorenja impregniranog pamuka, kinetiku i efekat metalnih jona. Oksidaciona termalna razgradnja kao i ponašanje pamučne tkanine impregnirane jedinjenjem koje sadrži metale Cr, Cu, Zn ispitivani su metodama: TG, diferencijalna termijska analiza (DTA) i granični indeks kiseonika (LOI). Energija aktivacije toplotne degradacije pamučne tkanine i impregniranog uzorka je određena *Coats-Redfern* metodom. Energija aktivacije impregnirane tkanine sa metalima je 165,8 kJ/mol i niža je od neimpregniranog pamučnog uzorka koja iznosi 226,5 kJ/mol. Ugljenisani deo pamučne tkanine raste od nule do 11,9% na 600°C, dok LOI vrednost čiste pamučne tkanine (18%) raste za impregniranu tkaninu (21,8%).

Carosio i sar., Alagic i sar. i Lam i sar. [6-9] proučavaju adsorpciju nano-čestica na površinu aktiviranu plazmom i njihov uticaj na morfologiju, toplotnu stabilnost i gorivost politereftalnih (PET) tkanina. Aktivacija površine plazmom je kombinovana sa adsorpcijom nanočestica radi poboljšanja toplotne stabilnosti i otpornosti na plamen PET tkanina. SEM daje direktnu vezu između distribucije nanočestica i parametara procesa. Prisustvo nanočestica utiče na toplotnu stabilnost, što je testirano TG analizom. Tkanina aktivirana plazmom ima značajna poboljšanja u delu vremena zapaljenja i oslobađanja toplote u poređenju sa nemodifikovanom PET. Takođe, u poređenju sa kontrolnim uzorkom, tretirani uzorak ima manju jačinu, što je posledica efekta sredstva za zaštitu i pretretmana plazmom.

Gavanski i sar. i Carosio i sar. [10,11] istražuju distribuciju silicijum-filma otpornog na gorenje na PET tkanini. Nova metoda za poboljšanje otpornosti na gorenje koristi multislojni tanki film. PET tkanina je impregnirana sredstvom na bazi silicijum nanočestica korišćenjem tehnike sloj-po-sloj. U vertikalnom testu gorenja, nano-čestice povećavaju vreme zapaljenja, smanjuju vreme gorenja i eliminišu topljenje. Ovo istraživanje demonstrira sposobnost stvaranja efekta otpornosti na plamen i gorenje koristeći ekološki prihvatljivo impregniranje.

Istraživanja u ovom radu pokušaću da, primenom kombinacije sredstava koja su na raspolaganju i ambijentalnih uslova rada, provere efikasnost zaštite tekstila od zapaljenja a onda i gorenja. Takođe, posvećena je pažnja i ostalim svojstvima kvaliteta tekstila koji bi trebali da budu zadovoljavajući.

## 2. EKSPERIMENTALNI DEO

### 2.1. Materijali i metode

Kao supstrat, korišćene su tkanine od 100% pamučnih vlakana. Osnovne karakteristike ovih tkanina date su u tabeli 1.

Tabela 1 - Osnovne karakteristike korišćenih tkanina

Oznaka	Sastav	Prepletaj	Podužna masa (tex)		Gustina (cm <sup>-1</sup> )		Površ. masa (gm <sup>-2</sup> )
			osn.	pot.	osn.	pot.	
I	pamuk, 100%	platneni	14,5	14,5	50	50	140
II	pamuk, 100%	platneni	20	20	40	30	168

Obrade tkanina I i II obuhvatale su primenu različitih receptura sa različitim vremensko-temperaturnim režimima. U tabeli 2 date su oznake i sadržaj primenjenih receptura sa uslovima obrade. U suštini radi se o klasičnim postupcima obrade koji su prisutni kod većine mokrih tretmana tekstilnih materijala, fulardovanje - sušenje - kondenzovanje.

Tabela 2 - Sadržaj receptura i uslovi obrade protiv zapaljivosti pamučnih tkanina

Ozn.	Sadržaj recepture*	Uslovi obrade
R0	-	-
R1	polivinil alkohol, urea, fosforna kiselina, bromni derivat glikola.	fulardovanje na 30°C, sušenje na 80°C, kondenzovanje na 140°C, 5 min.
R2	amonijak, formaldehid, fosforna kiselina.	fulardovanje na 40°C, sušenje na 80°C, kondenzovanje na 140°C, 5 min.
R3	poliakrilonitril modifikovani, bromni derivat glikola, amonijum dihidrogen fosfat.	fulardovanje na 50°C, sušenje na 80°C, kondenzovanje na 140°C, 5 min.
R4	poliakrilamid modifikovani, bromni derivat glikola, amonijum dihidrogen fosfat.	fulardovanje na 50°C, sušenje na 80°C, kondenzovanje na 140°C, 5 min.
R5	poliakrilonitril modifikovani, poliakrilamid modifikovani, bromni derivat glikola, amonijum dihidrogen fosfat.	fulardovanje na 50°C, sušenje na 80°C, kondenzovanje na 140°C, 5 min.
R6	poliakrilamid modifikovani, urea, fosforna kiselina, amonijum dihidrogen fosfat.	fulardovanje na 60°C, sušenje na 80°C, kondenzovanje na 140°C, 5 min.

\*Količine hemikalija variraju u zavisnosti od receptura i kreću se u granicama do 10 gdm<sup>-3</sup>.

U istraživanju su korišćene sledeće metode ispitivanja efekata obrada:

- *Ispitivanje zapaljivosti tekstila* - Korišćen je test sa vertikalno postavljenim uzorkom i gorionikom prema standardu SRPS F.S9.060. Vreme trajanja gorenja počinje od uklanjanja plamena sa uzorka, a završava se gašenjem otvorenog plamena u s. Vreme tinjanja je vreme od trenutka gašenja otvorenog plamena do prestanka sagorevanja (tinjanja) uzorka u s. Dužina oštećene površine je dužina osnove ili potke tkanine oštećene gorenjem u mm.
- *Ispitivanje mehaničkih pokazatelja* - prema standardu SRPS ISO 5081, utvrđuje metodu za određivanje prekidne čvrstoće i prekidnog izduženja tkanina.
- *Ispitivanje moći upijanja vode (kapilarnost)* - po standardu SRPS F.S2.042.
- *Ispitivanje dimenzione stabilnosti* - prema standardu SRPS F.S2.020, promena dimenzija tkanina određuje se u oba pravca, po osnovi i potki na osnovu dimenzija pre pranja (obrade) i posle pranje (obrade).
- *Ispitivanje propustljivosti vazduha* - na osnovu standarda DIN 53887, meri se količina propuštenog vazduha u jedinici vremena kroz tačno definisanu površinu.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati svih ispitivanja, prikazani su tabelarno i grafički u cilju sticanja povoljnijeg uvida o efektima obrade tkanina protiv zapaljivosti. Poređenjem dobijenih vrednosti različitih metoda ispitivanja, može se vrlo precizno suditi o uticaju pojedinih vrsta obrada na pojedine pokazatelje a onda i na kvalitet tekstilnog materijala.

Tkanine, korišćene u radu, predstavljaju vrlo traženu vrstu tekstilnog materijala za različite namene. Nešto lakša tkanina I, ima finiju strukturu i veću gustinu za razliku od tkanine II (tabela 1), što može da utiče na njeno ponašanje kako u toku obrade tako i kasnije u toku ispitivanja različitih parametara. Recepture za obradu (tabela 2), same po sebi, predstavljaju kombinaciju odabranih supstanci makromolekularne i niskomolekularne prirode koje, primenjene na pravi način i poštujući odgovarajući temperaturno-vremenski režim, mogu dati maksimalni efekat. Svaka receptura, ponaosob, priprema se na odgovarajući način, uslovi obrade su gotovo jednaki kao i kasnije naknadne obrade. Završni proces u obradi, kondenzacija, radi se u cilju umrežavanja aktivnih agenasa međusobno i sa vlaknima tekstila čime se pojačava trajnost obrada i mogućnost zadržavanja efekata i novih svojstava posle višekratnog pranja.

U tabelama 3 i 4 dati su rezultati ispitivanja podložnosti na gorenje pamučnih tkanina I i II, prema različitim recepturama. Vreme gorenja uzoraka obe tkanine, kod većine receptura, pokazuje najbolju moguću vrednost, tj. nula sekundi, slično je i sa vremenom tinjanja. Najbolje rezultate za obe vrste tkanina dale su obrade sa oznakama R1 i R2, mada mnogo ne zaostaju i obrade R4 i R5. Primenjena makromolekularna jedinjenja u ovim recepturama (izuzev rec. R2) omogućavaju zarobljavanje i fiksiranje sredstva za zaštitu u strukturu tkanine, ali učestvuju i u reakcijama sa ostalim sredstvima iz receptura kada sami predstavljaju vrlo efikasna sredstva za zaštitu od zapaljivosti i gorenja. Ovi rezultati praktično potvrđuju dobre efekte obrada kada ne dolazi do paljenja ili gorenja tkanina, pa čak ni do tinjanja (pojedine obrade).

Tabela 3 - Rezultati gorenja tkanine I u režimu obrade

Oznaka	Vreme gorenje, s	Vreme tinjanja, s	Dužina oštećenja, mm	Površina oštećenog dela, cm <sup>2</sup>
R0	potpuno izgoreo	-	maksimalna	125
R1	0	0	50	5,50
R2	0	2	95	10,55
R3	10	6	250	19,42
R4	0	3	125	13,25
R5	0	4	120	13,65
R6	5	4	195	17,95

Tabela 4 - Rezultati gorenja tkanine II u režimu obrade

Oznaka	Vreme gorenja, s	Vreme tinjanja, s	Dužina oštećenja, mm	Površina izgorelog dela, cm <sup>2</sup>
R0	potpuno izgoreo	-	maksimalna	125
R1	0	0	85	8,81
R2	0	0	85	7,17
R3	15	10	218	36,27
R4	0	4	140	19,10
R5	1	4	165	15,25
R6	3	5	196	21,36

S obzirom na efekte obrade, recepture od R1 do R6 deluju na načini prema kojem se reakcije degradacije pri paljenju - sagorevanju mogu uglavnom svrstati u dve grupe. Jedna grupa uključuje razlaganje i formiranje zapaljivih isparljivih materija, dok druga obuhvata dehidraciju i formiranje ugljenisanog materijala ili čađi. U prvom slučaju karakteristično je

prisustvo plamena, a u drugom može se očekivati žarenje ili lagano sagorevanje.

Početa degradacija pamučnih tkanina, obrađenih recepturama sa polimerima, uključuje veliki broj reakcija kao što su: depolimerizacija, hidroliza, oksidacija, dehidracija i dekarboksilacija. Smatra se da kod obrađenog tekstila (recepture R1, R3, R4, R5 i R6) pri paljenju i sagorevanju prethodi termička degradacija naslojenih polimernih aktivnih supstanci, što se ispoljava kroz inhibitorско dejstvo u čvrstoj ili gasnoj fazi ili u obe istovremeno. Usporava se piroliza i usmerava se proces ka stvaranju ugljenisanog ostatka, koji zatim deluje kao fizička barijera za difuziju gasovitih sagorljivih produkata ka plamenu i za prenos toplote od plamena na tekstil. Osim toga, polimerna jedinjenja modifikovanog poliakrilamida i poliakrilonitrila kao i polivinil alkohola, sama ili u kombinaciji sa ostalim dodacima, mogu obrazovati izolacioni staklasti sloj koji štiti nesagoreli deo tekstila od kiseonika i plamena [12].

Kod obrada u kojima učestvuje fosfor (sve obrade, posebno R1, R2 i R6), najvažnije dejstvo se sastoji u usmeravanju procesa termičke degradacije tekstila ka pojačanom stvaranju ugljeničnog ostatka i samim tim ka smanjenju stvaranja zapaljivih isparljivih sastojaka koji sadrže ugljenik. Prema tome, smanjenje zapaljivosti pod uticajem fosfora posledica je manje zapaljivosti stvorenog ugljeničnog ostatka i smanjenja količine zapaljivih gasova. Pored toga, sloj ugljeničnog ostatka deluje kao barijera za prenos toplote od plamena na vlakno i difuziju isparljivih gasova ka plamenu [13].

Amino grupe ugrađene u primenjenim sredstvima za zaštitu od zapaljivosti i gorenja (recepture R2, R4, R5 i R6) snižavaju temperaturu početka termičkog razlaganja pamučnih tkanina pri čemu se stvara voda i ugljenični ostatak. Povećanje količine čvrstog ostatka objašnjeno je uticajem amino grupe na proces termičkog razlaganja. Reakcije kondenzacije u tečnoj fazi izazivaju umrežavanje što dovodi do povećanog stvaranja ugljeničnog ostatka i do smanjenja količine isparljivih sastojaka.

Inhibitorsko dejstvo sredstava za zaštitu, koja sadrže halogene elemente (praktično sve recepture), ispoljava se prvenstveno u gasnoj fazi, pri čemu se pod dejstvom toplote stvaraju atomski halogeni i molekuli halogenvodonika, koji zatim stupaju u reakciju sa atomima vodonika, kiseonika i OH radikalima, čime suzbijaju reakcije razgranjavanja lanca. Takođe, sredstva za zaštitu koja sadrže halogene deluju i u kondenzovanoj fazi u pravcu povećanog stvaranja ugljeničnog ostatka [13].

Dužine oštećenih delova na uzorcima tkanina I i II, tj. visine do koje je tekstil sagoreo i/ili ugljenisao (vertikalni test) iznose u najboljim obradama 50 odnosno 85 mm, respektivno. Za preciznije objašnjenje veličine sagorelog dela na uzorcima tkanina neophodno je naći njenu površinu, što je učinjeno integraljenjem analitičkog izraza koji opisuje obim sagorelog i/ili ugljenisalog dela. Tek spoznajom površine izgorelog dela može se doći do konstatacije o dobroj ili lošoj zaštiti ili otpornosti tekstila na gorenje. Naime, dužina oštećenog dela može biti ista za obrade po dve recepture, ali zato površina sagorelog i/ili ugljenisalog dela može biti bitno različita (primer rezultati za tkaninu II, dužine oštećenja po rec. R1 i R2 iznose po 85 mm, ali se zato njihova površina izgorelog dela razlikuje, 8,81 i 7,17cm<sup>2</sup>, respektivno). Drugim rečima, plamen zahvata tkaninu i po širini, a parametar "dužina oštećenja" govori samo o fizičkoj dužini oštećenog dela uzorka.

Solidni rezultati zaštite od zapaljenja i gorenja pamučnog tekstila imaju svoje sporedne efekte, odnosno javljaju se problemi sa nekim drugim ispitivanim svojstvima koji govore o kvalitetu tekstila. Mehanička svojstva su plastičan primer, naime, obično se za ovaj parametar vezuje uspešnost pojedinih obrada radi postizanja posebnih efekata oplemenjivanja. U tabeli 5 date su vrednosti za prekidnu čvrstoću i prekidno izduženje tkanina I i II u zavisnosti od primenjenih receptura. Kod obrada po recepturama R1 i R2, za obe tkanine, primećuje se veliki pad oba ispitivana parametra (npr. prekidna čvrstoća: tkanina I, rec. R1 - 33,19%; tkanina II, rec. R1 - 31,53%), dok je pri drugim obradama nešto bolja situacija, tj. pad je dosta slabiji (npr. prekidna čvrstoća: najbolji slučaj, tkanina I, rec. R3 - 5,91%; tkanina II, rec. R6 - 3,17%).

Rezultati ovih parametara direktno govore o stanju vlakana tkanina posle obrade, tj. o oštećenjima koji su pratilac svih obrada, posebno ako se koriste agresivne hemikalije ili se radi u agresivnim sredinama. Pojava oštećenja ili destrukcije vlakana direktno se odražava na mehanička i fizička svojstva tekstila. Tkanina se ponaša kao monolitno telo pa njeno raspadanje (kidanje) uglavnom je rezultat kidanja pojedinačnih vlakana, koji u pojedinim slučajevima obrada mogu biti pojačani pojavom kristalizacije na vlaknima, kada kristali aktivnih agenasa seku vlakna pri naprezanju. U tkaninama pojedinačna vlakna ili niti su isprepletani međusobno, pa primenom spoljašnjeg opterećenja dolazi do prestrojavanja u strukturi tkanine što za posledicu ima, u manjoj ili većoj meri, istezanje vlakana i niti duž njihove ose, pri čemu dolazi do manifestovanja anizotropije mehaničkih svojstava. Usled toga, naprezanju na istezanje suprotstavljaju se žice osnove (ili potke) kada se poklapaju

smerovi njihovih osa sa smerom delujućeg opterećenja kao i prestrojavanja u strukturi pod uticajem sila čiji se smerovi ne poklapaju sa smerovima osnove (potke).

Tabela 5 - Neke mehaničke karakteristike tkanina I i II u režimu obrade protiv zapaljivosti

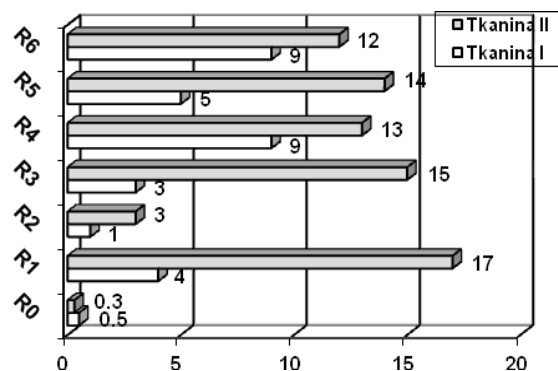
Oznaka	Tkanina I		Tkanina II	
	Prekidna čvrstoća, daN	Prekidno izduženje, %	Prekidna čvrstoća, daN	Prekidno izduženje, %
R0	68,36	27,5	72,51	28,5
R1	45,67	18,0	49,65	18,0
R2	47,60	19,54	52,48	20,0
R3	64,32	25,0	66,59	29,0
R4	58,91	25,5	68,46	28,0
R5	60,12	24,0	69,45	28,5
R6	63,51	25,0	70,21	29,0

U procesima obrade pamučnih - celuloznih materijala, vodenim rastvorima (kakva je i obrada protiv zapaljivosti), dolazi do različitih sadejstava između vode (vodenog rastvora) i celuloze koje se manifestuju kao: apsorpcija, hidratacija pojedinih grupa i segmenata makromolekula, plastifikacija, kristalizacija, mezomorfne transformacije, amorfizacija, konformacioni prelazi, destrukcija i hemijska transformacija.

Kao posledica odvijanja spomenutih pojava i procesa dolazi do promena u svojstvima materijala, a time i do promena u sadejstvima obrađenog celuloznog materijala i vode. U samom procesu obrade dolazi do delimičnog odstranjivanja različitih primesa sa pamučnih vlakana, ali i nanošenja agenasa iz različitih obrada čime se povećava/smanjuje njihova poroznost, a nastaju i određene promene u fizičkoj strukturi, što rezultuje u promeni karaktera sadejstva vode sa tekstilnim materijalom. Kada vlakna obrazuju nekakav konglomerat (pređa, tkanina, netkani tekstil i sl.), usled diskretne strukture materijala dolazi do formiranja novih kapilarnih sistema. Naime, pri relativno gustom pakovanju vlakana, nastaje veliki broj kapilara u tkaninama, kome se priključuju pore i kapilare koje predstavljaju praznine između žica. Kapilare i kapilarni sistemi su odgovorni za upijanje i zadržavanje vode na račun sile površinskog napona.

Vizuelno prikaz zavisnosti penetracije vode za obe tkanine, dat slikom 1, direktno govori o sposobnosti ili moći upijanja vode tkanina I i II prema različitim obradama protiv zapaljivosti. Sve obrade daju veće vrednosti za kapilarnost i to mnogo više kod tkanine II. Ovo se dovodi u vezu sa strukturnim

karakteristikama ove tkanine, tj. sa finoćom žica i njihovom gustinom. Sirove tkanine I i II praktično ne pokazuju sposobnost upijanja vode, tj. kapilarnost. Obradeni uzorci, nezavisno od recepture, imaju nekoliko desetina puta bolju sposobnost penetracije vode kroz svoju strukturu što je veoma pozitivna činjenica vezana za komforost i estetiku.



Slika 1 - Uporedni rezultati kapilarnosti tkanina I i II u režimu obrade protiv zapaljivosti

Stabilnost dimenzije vlakana, pređa i tekstilnih proizvoda, kada se dovedu u kontakt sa toplom vodom ili toplim rastvorima, važan je pokazatelj njihovog kvaliteta. Zahtevi u odnosu na dimenzionu stabilnost tekstilnih materijala jesu da bude što manje skupljanja. Svojstva vlakana ili proizvoda od njih da se skupljaju pri toplotnim i toplotno-plastifikacionim obradama direktno se povezuje sa prisustvom unutrašnjih naprezanja. U praksi obično je teško obezbediti da tekstilni materijal u izvesnoj meri ne promeni svoje dimenzije, pa u tom pogledu postavlja se jedan dodatni uslov, da skupljanje vlakana bude minimalno i konstantno.

Tabela 6 - Dimenziona stabilnost tkanina I i II u režimu obrade protiv zapaljivosti

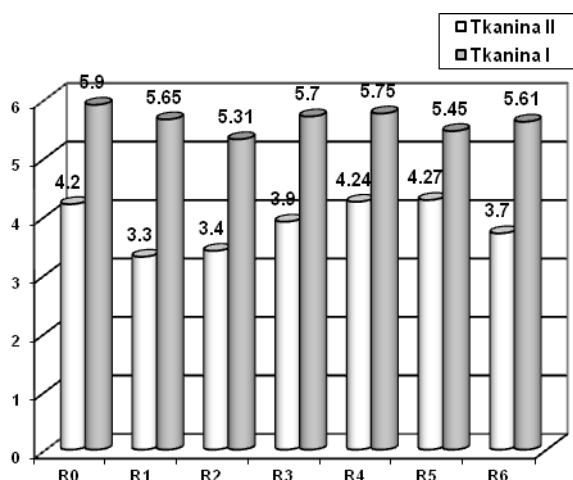
Oznaka	Skupljanje, %			
	Tkanina I		Tkanina II	
	Osnova	Potka	Osnova	Potka
R0	3,57	2,85	2	0
R1	1,43	0	2,85	1,43
R2	1,43	1,78	1,43	2
R3	1,78	0	2,85	0
R4	1,43	2,85	1,43	1,11
R5	1,43	1,43	1,43	0
R6	1,78	1,43	2,85	1,43

Rezultati promene dimenzione stabilnosti, (tabela 6), usled pranja obrađenih uzoraka u svim slučajevima

vima pokazuju skupljanje, ili u najboljem slučaju nema nikakvih promena. Veće vrednosti za skupljanje javljaju se kod tkanine II u odnosu na tkaninu I što se dovodi u vezu sa manjom gustinom tkanine II. Naime, vlakna i pređe u toku mokrih obrada bubre, kada dolazi do izvesnog zatezanja među njima, pa na taj način kod gušće tkanine (tkanina I) zatezanja deluju u smeru smanjivanja unutrašnjih napreznja u strukturi (glavni uzrok procesa skupljanja). U principu čini se da obrade stabilizuju dimenzije tkanina u oba smera u zavisnosti od primenjenog sredstva za zaštitu.

Propustljivost vazduha nekog tekstilnog proizvoda namenjenog za odeću važan je pokazatelj kvaliteta i nosilac komfornosti odeće. Diskretna struktura vlaknastih konstrukcija, kao što je poznato, uslovljava njihovu poroznost koja zavisi od stepena ispunjenosti, tj. gustine. Kod monolitnih polimernih materijala gustina je bliska idealnoj gustini samog polimera, dok je kod konstrukcije od vlakana, zbog diskretnosti strukture, mnogo manja. U stvarnosti gustina je znatno niža usled odstupanja poprečnog preseka od okruglog oblika i zbog neravnomernosti vlakana po debljini i upredenosti.

Na slici 2 su prikazane vrednosti ispitivanja sposobnosti propuštanja vazduha tkanina I i II obađenih različitim recepturama. Sve obrade daju slabije rezultate propustljivosti u poređenju sa sirovim uzorcima. Obrade koje daju najbolje rezultate zaštite od gorenja imaju lošije vrednosti propustljivosti vazduha. Uporedni prikaz propustljivosti vazduha obe tkanine, prema datim recepturama, omogućuje vrlo jednostavno poređenje efekata obrada kada se dolazi do saznanja koja je obrada najbolja ali i najlošija, ili stiče utisak o uticaju jedne recepture na obe tkanine.



Slika 2 - Uporedni rezultati propustljivosti vazduha tkanina I i II u režimu obrade protiv zapaljivosti

#### 4. ZAKLJUČAK

Obrada tkanina, protiv zapaljivosti predstavlja značajan proces s obzirom na posledice koje nastaju bez takve vrste dorade, posebno kod tekstila na „rizičnim mestima“. U isto vreme podiže se i nivo kvaliteta života ljudi uzimajući u obzir bezbedonosni faktor.

Prikazani rezultati zaštite pamučnih tkanina od zapaljivosti i gorenja mogu da budu interesantni u slučajevima kada svi ostali parametri nisu tako bitni ili bar ne u meri koja će ugroziti ostale pokazatelje kvaliteta. Naime, rezultati gorenja su zadovoljavajući, međutim ostali pokazatelji, poput mehaničkih karakteristika ili propustljivost vazduha, pokazuju slabije rezultate čime sužavaju opseg primene ovakvih vrsta pamučnih tkanina. Zadovoljavajuća su sorpciona svojstva - kapilarnost kao i dimenziona stabilnost.

Najbolje rezultate, u pogledu otpornosti na zapaljivost i gorenje, pokazale su recepture R1 i R2 za obe vrste tkanine. Kod ovih obrada praktično ne postoji gorenje niti tinjanje tkanina. Sa druge strane recepture R3 i R6 daju bolje rezultate kada se radi o prekidnoj čvrstoći tkanina I i II, recepture R4 (tkanina I) i R1 (tkanina II) su najpovoljnije kod sorpcionih svojstava - kapilarnost, dok recepture R4 i R5 pokazuju najbolje rezultate za propustljivost vazduha obe tkanine.

Buduća istraživanja moraju biti usmerena u pravcu zadržavanja postignutih efekata obrade protiv zapaljivosti, izboru ekološki prihvatljivih hemikalija, ali i ka smanjenju propratnih pojava koji utiču na svojstva od značaja za kvalitet. Kako je ova tema veoma interesantna verovatno neće biti problema da se animiraju istraživači na ovom polju kako bi podarili nešto vredno tekstilnoj industriji, odnosno procesima oplemenjivanja tekstila, s jedne strane, i ljudima, njihovim životima i materijalnim dobrima, s druge strane.

#### Zahvalnost

Zahvaljujemo se Ministarstvu prosvete i nauke Republike Srbije za finansiranje projekta TR 34020 iz kojeg je proistekao ovaj rad.

#### LITERATURA

- [1] Lewin M., Atlas, S.M., Pearce E.M., Flame retardant polymeric materials, Plenum New York, NY, 1982, 125 s. (p).
- [2] Yang S.C., Kim J.P., Fibers, Journal of Applied Polymer Science, 108, p. 2297–2300, 2008.

- [3] Olvera-Gracia M., Kryshab T., Paniagua-Mercado A.M., Aguilar-Hernandez J., Materials Research Society Symposium Proceedings, Materials Research Society, 2010, 1242 s. (p).
- [4] Moafi H.F., Shojaie A.F., Zanjanchi M.A., J. Therm. Anal. Calorim, 104, p. 717–724, 2011.
- [5] Dahiya J.B., Kumar K., Journal of Scientific & Industrial Research, 68, p. 548-554, 2009.
- [6] Alagic S.C., Urosevic S., Vukovic V., Zastita materijala 52 (2011) 2, pp.49-55.
- [7] Carosio F., Alongi J., Frache A., European Polymer Journal, 47, p. 893–902, 2011.
- [8] Alagic S., Urosevic S., Zastita materijala 51 (2010) 1, pp.43-50.
- [9] Lam Y.L., Kan C.W., Yuen C.W.M., Journal of Applied Polymer Science, 121, p. 267–278, 2011.
- [10] Gavanski D., Milanko V., Krnjetin S., Zastita materijala 52 (2011) 2, pp.115-123.
- [11] Carosio F., Alongi J., Frache A., European Polymer Journal, 47 p. 893–902, 2011.
- [12] Edward D.W., Sergei V.L., Journal of Fire Sciences May, 26, 3, p. 243-281, 2008.
- [13] Horrocks A.R., Review of Progress in Coloration and Related Topics, 16, 1, p. 62–101, 1986.

## ABSTRACT

### PROTECTION AGAINST THE COTTON FABRICS FLAMMABILITY

*Certain procedures for protecting cotton fabrics against ignition and flame spread are described in the paper. There are two types of substrates presented – 100% cotton fabrics with different characteristics, varying type and quantity of active agents – antipyrene and certain processing factors. The objective of the research is to determine the efficiency of using the combination of potential antipyrenes (polymers, phosphorus, halogen, and nitrogen compounds) and to control other characteristics important for the quality of a textile product. Certain combinations resulted in an excellent fabrics protection against ignition. The burning time, as well as the smouldering, is minimal. Other indicators, such as mechanical characteristics or air permeability show less significant results, while the capillary properties and dimensional stability is satisfactory.*

**Key words:** cotton fabric, flammability, antipyrenes, time of burning.

Paper received: 10.01.2012.

Professional paper