

Značajni utjecaji na funkcionalna svojstva gotovog netkanog proizvoda

Prof.dr.sc. **Dragica Kisilak**, dipl.ing.

Prof.dr.sc. **Bojana Vončina**, dipl.ing.

Dr.sc. **Darko Golob**, dipl.ing.

Mateja Vrbljač, dipl.ing.

EURONITKA Raziskovanje, projektiranje, svetovanje in izobraževanje iz tekstilne stroke d.o.o.

Ljubljana, Slovenija

e-mail: info@euronitka.si

Maribor, Slovenija

Prispjelo 08.03.2004.

UDK 677.056:677.017

Stručni rad

Zbog poboljšane strojne opreme i funkcionalnosti konačnih proizvoda tržište netkanog tekstila se povećava. U radu je opisana proizvodnja netkanih tekstila, koja obuhvaća izradu runa, učvršćivanje runa i završnu obradu. Osim strukture vlakana završna obrada ima najveći utjecaj na funkcionalna svojstva netkanih konačnih proizvoda. Predstavljeno je nekoliko novih mogućnosti završnih obrada. Poboljšane tehnologije i strojne opreme, primjena novih vlakana te novih postupaka završnih obrada rezultirale su prodorom netkanih tekstila na nova područja primjene, primjerice na odjevnu industriju.

1. Uvod

Prema **David Rigby Associates** (DRA) svjetsko tržište tehničkog tekstila u 2000. iznosilo je 16,7 mil. t, što je 50%-tno povećanje u usporedbi s godinom 1997. Prema očekivanjima, do godine 2010. proizvodnja tkanina će se smanjiti sa 60% na 53%, najviše zbog proizvodnje netkanih tekstila, koja će se povećati s 31% na 39% cjelokupne proizvodnje svih tekstila. Porast upotrebe netkanih tekstila uzrokovan je širenjem na nova područja primjene, poboljšanjem strojne opreme, koja je sve fleksibilnija i brža te poboljšanjem funkcionalnih svojstava tekstila vezanim uz nova visokoizdržljiva vlakna te nove postupke završne obrade. Trend upotrebe tehničkih i netkanih tekstila u svijetu prikazan je u tab.1.

Osnovno načelo izrade netkanog tekstila je primjena vlakana, odnosno polimera za izradu fleksibilne, porozne, plošne strukture s tekstilnim svojstvima. Izrada netkanog tekstila može se podijeliti u tri faze,

Tab.1 Porast upotrebe tehničkih i netkanih tekstila u svijetu do 2010. godine (u 1000 t)

Područje	1995.	2000.	2005.	2010.	Godišnja stopa rasta (%)	
					2000.-2005.	2005.-2010.
Amerika	4 288	5 031	5 777	6 821	2,8	3,4
Europa	3 494	4 162	4 773	5 577	2,8	3,2
Azija	5 716	6 963	8 504	10 645	4,1	4,6
Ostali svijet	473	558	628	730	2,4	3,1
Ukupno	13 971	16 714	19 683	23 774	3,3	3,8

koje se izvode na **kontinuirani** ili **diskontinuirani** način: izrada runa, učvršćivanje runa i završna obrada. Koncept izrade tekstila direktno iz vlakana poznat je s početka 20. st., kada se u Sjevernoj Americi i Europi počelo s masovnom izradom netkanog tekstila na strojevima za iglanje. 1930-ih godina u SAD-u je započela proizvodnja netkanih tekstila tzv. mokrim postupkom. U 1940-im godinama u SAD-u se pojavljuju prva komercijalna sredstva za kemijsko učvršćivanje netkanih tekstila, što Europa i Azija slijede brzo nakon 2. svjetskog rata. Prva runa dobivena kod ispređanja, odn. runa proizvedena direktno iz

polimerne taline, na tržištu su se pojavila sredinom 1960-ih godina. Danas je približno pola svjetske proizvodnje netkanih tekstila locirana u Sjevernoj Americi, trećina u Europi i osmina u Japanu. Približno se dvije trećine netkanih tekstila izrađuje direktno iz vlakna i jedna trećina kod ispređanja polimernih talina. Kombinacijom različitih materijala i tehnika izrade mogu se izraditi različite vrste proizvoda, koji su zanimljivi za različite industrije. Netkani tekstil nalazi primjenu u raznim industrijskim područjima: agrotekstil, tekstil u građevinarstvu, tekstil u odjevnoj industriji, geotekstil, tekstil u domaćinstvu, indus-

trijski tekstil, medicinski tekstil, tekstil u transportnim sredstvima, u industriji ambalaže, zaštitni tekstil i tekstil za područje športa.

Najveći ponuđači netkanih tekstila u svijetu su Freudenberg & Co. (Njemačka), DuPont Nonwovens (SAD), Kimberly-Clark Corporation (SAD), BBA Nonwovens (SAD), PGI Nonwovens, Ahlstrom Fibercomposites (Finska), Johns Manville (SAD), Buckeye Technologies (SAD), Colbond BV (Nizozemska), Japan Vilene (Japan) [1-3].

2. Načela izrade netkanog tekstila

Postoje četiri osnovna načina izrade netkanog tekstila:

- na osnovi tekstilnih procesa,
- na osnovi tehnologije izrade papira,
- procesi srodni ispredanju polimera,
- hibridne kombinacije.

Značajka izrade netkanog tekstila na osnovi tekstilnih procesa je prerada tekstilnih vlakana u runo suhim postupkom, kao što je npr. grebenanje ili aerodinamični način. Prednost izrade netkanih tekstila na osnovi tekstilnih procesa je raznolikost izrada proizvoda jer se većina konvencionalnih tekstilnih vlakana i vezivnih sredstava mogu upotrebljavati na postojećoj strojnoj opremi s minimalnim investicijskim troškovima. Kod procesa na osnovi tehnologije izrade papira upotrebljavaju se kratka sintetska vlakna i drvena pulpa, koja se oblikuju u runo suhim ili mokrim postupkom. Proizvode se na strojevima za preradu kratkih vlakana iz vodene suspenzije. Ovaj način proizvodnje netkanog tekstila nema mogućnosti izrade raznovrsnih proizvoda, a osim toga potrebna je modifikacija strojne opreme uz veliki trošak. Odlikuje se izradom jednako mernih runa kod visokih brzina. Izrada netkanog tekstila kod ispredanja upotrebljava se kad se radi sa sintetskim polimerima, koje se

preoblikuju u runo na ekstruderima. Iako asortiman proizvoda nije velik, njihova je prednost visoka čvrstoća, površinska masa te jednakomjernost runa uz relativno niske troškove modificiranja postojeće strojne opreme. Hibridne kombinacije obuhvaćaju izradu runa različitim kombiniranim tehnikama, odnosno kompozitnim materijalima. Različitim tehnikama međusobno se spaja više vrsta tekstilnih supstrata. Izrada netkanog tekstila može se podijeliti u sljedeće faze:

- izrada runa,
- učvršćivanje runa i
- završna obrada [4].

2.1. Vlakna za netkani tekstil

Osnovna jedinica u strukturi netkanog tekstila su vlakna. Izbor vlakana ovisi o zahtjevu kupaca, cijeni, vrsti procesa izrade i o željenim svojstvima konačnog proizvoda. Za izradu netkanog tekstila mogu se upotrijebiti sva prirodna i sintetska vlakna, kao i novija vlakna visoke čvrstoće, kao što su aramidna, ugljikova, visokomodulna PE vlakna, keramička vlakna i sl. Među prirodnim vlaknima se zbog svojstva visoke apsorptivnosti, odn. hidrofilnosti, lake dostupnosti i niske cijene najviše upotrebljava drvena pulpa. Pamuk ima za izradu netkanog tekstila odlična inherentna svojstva. Viskozna vlakna su cijenjena zbog jednostavne prerade i učvršćenja runa. Od sintetskih vlakana najviše se upotrebljava polipropilen (PP), jer ima vrlo dobra reološka svojstva i nisku cijenu. Polietilentereftalat (PET) se upotrebljava za proizvode od kojih se zahtijeva visoka čvrstoća i dobra mehanička svojstva. Poliamidna (PA) vlakna se odlikuju dobrom elastičnošću. Za izradu termički učvršćenih runa upotrebljavaju se bikomponentna vlakna s različitim polimerima u jezgri i omotaču. Unatoč velikom izboru, za tržište su zanimljiva samo neka od vlakana. Najzastupljenija vlakna za izradu netkanog tekstila su polipropilenska, poliesterska i viskozna vlakna. Do

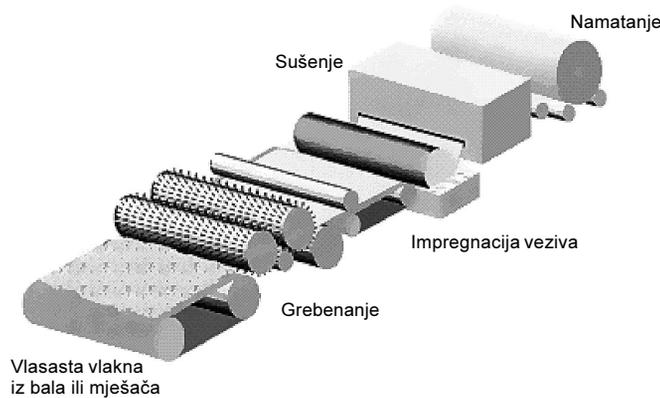
1985. god. za izradu netkanih tekstila najviše su upotrebljavana viskozna vlakna. U posljednjem je desetljeću, zbog povećanja cijene, upotreba viskoznih vlakna u SAD i zapadnoj Europi smanjena. Netkani tekstil od viskoznih vlakana obično se upotrebljava za medicinske, kirurške i sanitetske proizvode. Konkurentna vlakna su im PP i PET, jer uz istu cijenu imaju bolja mehanička svojstva. PA, koji je u usporedbi s ostalim vlaknima skuplji, upotrebljava se za netkani tekstil u manjem opsegu.

Za izradu vrhunskog netkanog tekstila i vlakna trebaju ispunjavati zahtjeve koji su određeni procesima izrade i strojnom opremom. Brži napredak na tom području bit će moguć kad proizvođači vlakana i netkanog tekstila zajedno odgovore na izazov i probleme vezane uz pomoćna sredstva i strojnu opremu kod izrade netkanog tekstila [5,6].

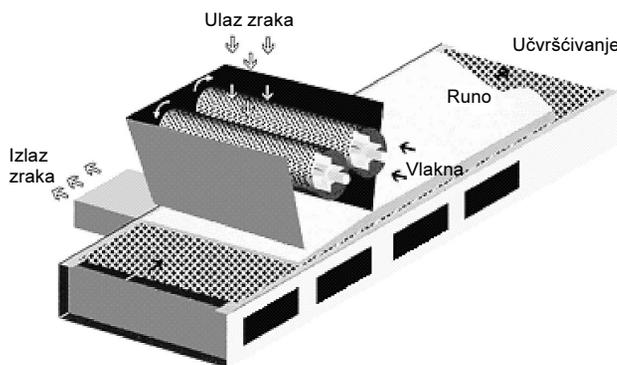
2.2. Izrada runa

Izrada netkanih tekstila počinje izradom runa od vlasastih ili filamentnih vlakana. Četiri osnovna postupka izrade runa su: suhi postupak, mokri postupak, postupak izrade kod ispredanja vlakana i ostali postupci (kombinacija). Suhi postupci izrade runa su postupak grebenanja (mehanički), aerodinamični postupak te kombinirani postupci. Načelo izrade runa mehaničkim i aerodinamičkim postupcima prikazani su na sl.1 i 2.

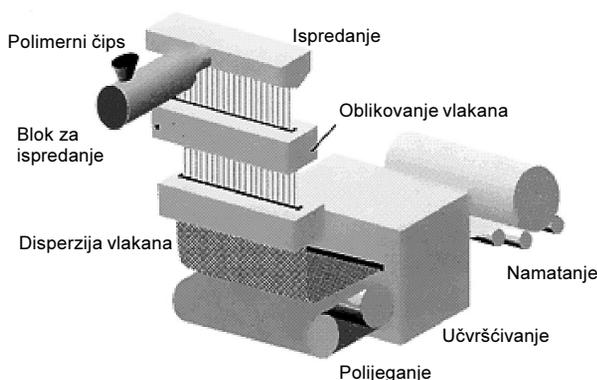
Kod mehaničkog načina runo se izrađuje grebenanjem vlakana s jednim ili više bubnjeva, odn. valjaka za grebenanje. Glavna zadaća valjaka za grebenanje je razvlaknjenje snopića do pojedinačnih vlakana, koja se zatim paraleliziraju i raspoređuju u runo. Konfiguracija bubnjeva ovisi o finoći i orijentaciji vlakana. Vlakna mogu biti orijentirana uzdužno - u smjeru transporta koprene, a mogu biti orijentirana nasumce - izotropno. Za izradu runa mehaničkim postupkom upotrebljavamo vlakna dužine 1,2 do 20 cm koja moraju ispunjavati i



Sl.1 Mehanički postupak izrade runa



Sl.2 Aerodinamički postupak izrade runa



Sl.3 Načelo izrade runa kod ispredanja vlakana (ekstrudiranjem)

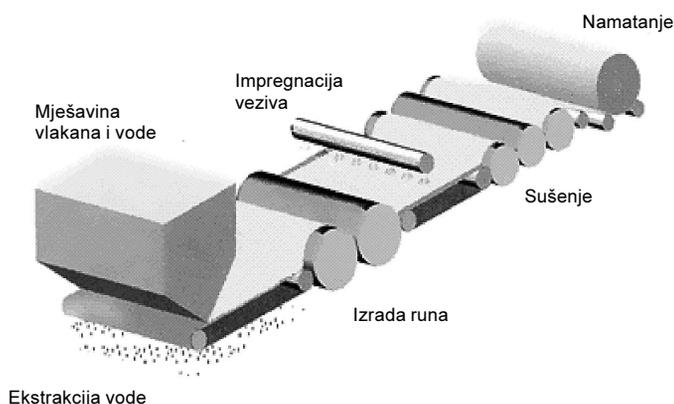
određena mehanička svojstva, kao što su otpornost na trenje i dovoljna prekidna čvrstoća. Proizvodnost starijih strojeva iznosi od 30-50 kg/h kod širine izrađenog runa od 1,5 do 2 m, dok najnoviji strojevi postižu

proizvodnost i do 1000 kg/h kod širine od 2 do 3,5 m. Mehanički postupak izrade runa još uvijek je predmet mnogih istraživanja. Najnovija istraživanja vezana su uz preradu mikrovlakana.

Aerodinamični postupak je primjeren za izradu runa od vlakana kratkog vlakna, dužina 2 do 6 cm. Pomoću valjka za predrahljenje vlakna se razvlaknuju iz snopića do pojedinačnih vlakana, koja se pomoću zračnoga toka vode na transportnu traku ili perforirani bubanj, gdje se s nasumce orijentiranim vlaknima oblikuje runo. Što su vlakna kraća, brzina procesa može biti veća. Ograničenja aerodinamičkog postupka su brzina, jednakomjernost i površinska masa runa. Zbog problema jednakomjernosti runa, nije preporučljivo izrađivati runa površinske mase manje od 30 g/m². Aerodinamički način izrađivanja runa je u usporedbi s mehaničkim sporiji i zato skuplji. Prednosti procesa ovog su izotropna struktura runa uz veću mekoću i voluminoznost.

Na sl.3 prikazano je načelo izrade runa kod ispredanja vlakana, odn. ekstrudiranjem, što je noviji način izrade runa. Upotrebljava se pretežno za mikrovlakna. Polimerna talina se pomoću zraka protiskuje kroz mlaznice ekstrudera. Ohlađeni kontinuirani filamenti polažu se na tekuću traku, gdje se međusobno slijepe. Tako nastaje djelomično utvrđeno runo, koje ima nasumičnu orijentaciju vlakana te manju čvrstoću. Dužina upotrijebljenih vlakana iznosi od nekoliko mm pa do više stotina cm. Na ekonomičnost procesa utječu troškovi energije, početna investicija te brzina procesa. U usporedbi s ostalim procesima, izrada runa kod ispredanja vlakana zahtijeva više energije, što poskupljuje proizvode.

Na sl.4 prikazano je načelo izrade runa mokrim postupkom, koji predstavlja modificirani postupak izrade papira pri čemu se mogu upotrebljavati prirodna i sintetička vlakna te njihove mješavine. Vodena disperzija vlakna polaže se na transportni metalni okvir, gdje se oblikuje runo. Pomoću valjaka za cijedeenje odstrani se preostala voda te se runo istovremeno učvršćuje i suši. Voda se može odstraniti i termički, ali to poskupljuje postupak. Vlakna



Sl.4 Izrada runa mokrim postupkom

moгу biti orijentirana nasumično ili usmjereno. Ovim se postupkom najviše prerađuju sintetska vlakna i drvena pulpa. U usporedbi sa sintetskim vlaknima za izradu runa suhim postupkom, vlakna za izradu runa mokrim postupkom skuplja su za 20-30%. Uzroci su manje tržište te posebni postupci izrade vlakana. Budući da su sintetska vlakna u vodenoj disperziji sklona međusobnom preplitanju, proizvođači ih nude s kemijskom površinskom obradom, koja im poboljšava sposobnost dispergiranja. Prednost ovog postupka je velika brzina izrade runa.

Trendovi kod izrade runa su poboljšanje kvalitete, povećanje brzine izrade te on-line kontrola procesa. Značajni čimbenici kod izrade runa su ekonomičnost, raznovrsnost, brzina i kvaliteta proizvoda. Usporedba troškova pojedinih postupaka izrade runa je nerealna, jer je svaki sustav izrađen za specifičnu vrstu vlakana. Trenutno se najviše primjenjuje aerodinamički postupak izrade runa. Njegova je prednost samo u slučaju kada se ne zahtijeva visoka kvaliteta konačnih proizvoda [4, 5, 7].

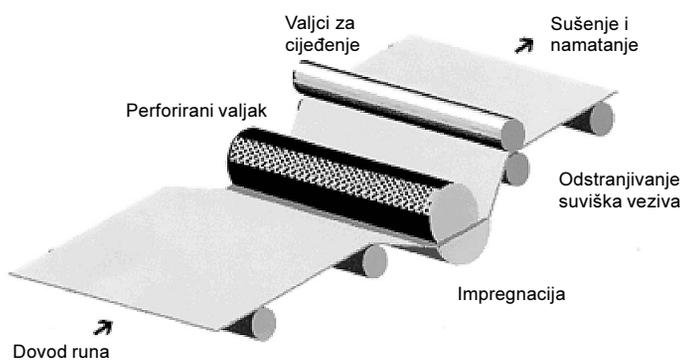
2.3. Učvršćivanje runa

Izrađena runa nemaju zadovoljavajuću čvrstoću, pa ih je potrebno učvrstiti. To se postiže na tri načina: kemijski, termički ili mehanički.

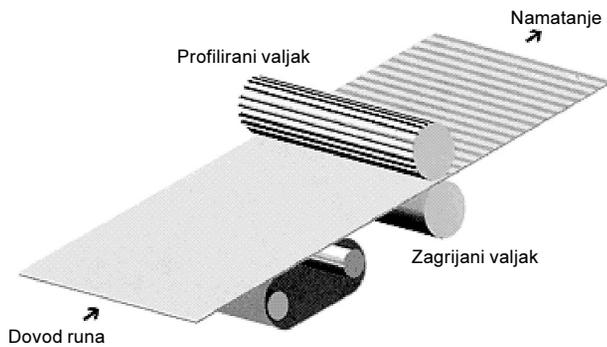
Kemijskim načinom runo se učvršćuje tako da se nanose tekuća vezivna sredstva koja vlakna međusobno sljepljuju. Više od četiri desetljeća su se za učvršćivanje runa upotrebljavala gotovo isključivo vezivna sredstva koja su bila neprikladne kvalitete. Nedostaci su se pokazivali u nedovoljnoj čvrstoći, krutosti, nedostatku apsorptivnosti te slaboj postojanosti na pranje i kemijsko čišćenje. Tada su se najčešće kao vezivna sredstva upotrebljavale prirodne smole i ljepila. Zbog navedenih nedostataka razvijena su sintetska vezivna sredstva, koja su ispunjavala zahtjeve glede strukturnih i upotrebni svojstava netkanog tekstila. Prvo sintetsko vezivno sredstvo je polivinil acetat, koji u usporedbi s prirodnim vezivnim sredstvima ima mnogo bolja adhezivna svojstva,

čvrstoću i kvalitetu. Međutim, za postizanje dovoljne čvrstoće runa bio je potreban veći nanos sintetskih vezivnih sredstava, što je negativno utjecalo na opip. Moglo se izrađivati mekše netkane tekstile, ali na račun smanjivanja čvrstoće. Veliki napredak na tom području ostvaren je početkom primjene akrilnih vezivnih sredstava 1950-ih i 1960-ih godina. Pravilnim izborom komonomera moguće je izraditi netkani tekstil sa zadovoljavajućom mekoćom i čvrstoćom. Danas najčešće upotrebljavana vezivna sredstva su akrilni polimeri i kopolimeri, stiren-butadien kopolimeri i vinilacetat-etilen kopolimeri. Vezivna sredstva se nanose postupcima impregniranja, premazivanja, raspršivanja ili tiska runa, sl.5.

U 1980-im godinama počinje se primjenjivati termički način učvršćivanja runa, koji je omogućio izradu krutih i mekih netkanih tekstila bez upotrebe kemijskih vezivnih sredstava. Termički način utvrđivanja koristi termoplastična svojstva određenih sintetskih vlakana, koja se pod utjecajem topline smekšaju (tale) i slijepe. U tu se svrhu najčešće primjenjuju vezivna vlakna i vezivni prah. Termoplastična vezivna sredstva moraju imati nisko talište, dobru sposobnost adhezije te odgovarajuću elastičnost. Načelo termičkog učvršćivanja runa prikazano je na sl.6.



Sl.5 Nanos vezivnih sredstava impregniranjem



Sl.6 Termički način učvršćivanja runa

Prednosti termičkog učvršćivanja runa su sljedeće:

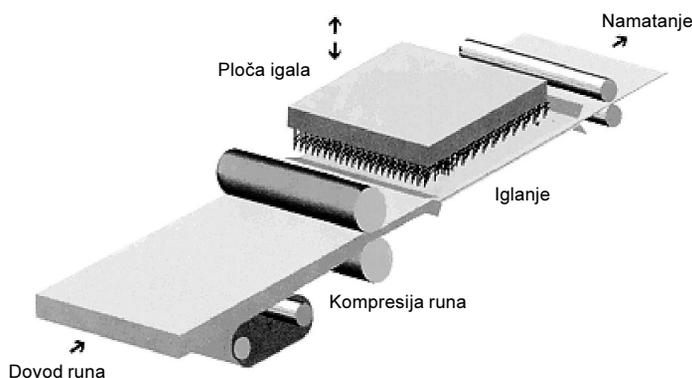
- visoka kvaliteta proizvoda,
- štednja energije,
- jeftinija strojna oprema,
- jednakomjerno učvršćenje debljih runa,
- ekološki prihvatljiv postupak, jer ne zahtijeva upotrebu kemijskih vezivnih sredstava i
- moguće potpuno recikliranje termički učvršćenog proizvoda.

Mehaničkim načinom runo se učvršćuje zbog međusobnog trenja vlakana do kojeg dolazi preplitanjem vlakana pod utjecajem mehaničkih sila. Razlikuju se dva načina mehaničkog učvršćivanja: iglanje, sl.7 i učvršćivanje vodenim mlazom.

Iglanjem se mogu prerađivati runa od svih vrsta vlakana. Specijalno

oblikovane igle probadaju runo i pritom prepliću vlakana. Put vlakana kroz runo ovisan je o dužini igala. Što je veća dubina iglanja, jače je preplitanje. Svojstva učvršćenog runa ovise o dubini ubadanja, gustoći igala i frekvenciji iglanja. Povećanjem gustoće i frekvencije iglanja, povećava se i gustoća runa, a smanjuje propusnost. Takva se runa upotrebljavaju za teniska igrališta, unutarnje dijelove raketa, opremu brodova, obloge za cipele, unutarnju opremu automobila, filtre i sl.

Učvršćivanje vodenim mlazom najčešće se upotrebljava za runa izrađena mokrim ili suhim postupkom. Runo se najprije stisne (da se odstrani zrak) i smoči, zatim se mlazom vode pod visokim pritiskom uzrokuje preplitanje vlakana. Obično se runo učvršćuje s obje strane. Voda iz materijala se odstrani sušenjem u sušioniku ili u vaku-



Sl.7 Učvršćivanje runa iglanjem

umskom sustavu. Pritisci do 1,5 bara dovoljni su za učvršćivanje većine vlakana, iako se za netkani tekstil za specijalne namjene upotrebljavaju i veći pritisci. Prednosti ovog postupka su, osim što omogućava sve daljnje postupke završne obrade, mekoća, udobnost te relativno visoka čvrstoća konačnih proizvoda. Područja upotrebe: kirurški i zaštitni odjevni predmeti, ručnici i drugi proizvodi dobrih apsorptivnih svojstava.

Kod izbora postupaka učvršćivanja potrebno je voditi računa o ekonomičnosti te o upotrebnim svojstvima proizvoda, posebno apsorptivnosti, čvrstoći, mekoći i čistoći, jer se danas zbog ekoloških zahtjeva mora uvažavati i utjecaj procesa i proizvoda na okoliš. Mnoge tehnike se primjenjuju samo za specifične vrste netkanog tekstila; zato nije jednostavna usporedba cijena pojedinih postupaka.

2.4. Završna obrada netkanog tekstila

Mnoga funkcionalna svojstva, kao što su npr. apsorptivnost, hidrofobnost itd., netkani tekstil dobije već pri samom procesu izrade i učvršćivanja runa povoljnim izborom vlakana i tehnološkog postupka. Specifična funkcionalna svojstva postižu se završnom obradom. Općenito, za završnu obradu netkanog tekstila upotrebljavaju se svi postupci koji su značajni za konvencionalnu tekstilnu industriju. Završna obrada dijeli se na suhu i mokru obradu. U suhu obradu ubrajaju se sljedeći postupci: skupljanje, stabiliziranje dimenzija, perforiranje, kalandriranje i drugi površinski efekti. U mokru obradu ubrajaju se: pranje, bojadisanje, tisak, apretiranje (hidrofilnost, hidrofobnost, otpornost na vatru, antistatička obrada, antimikrobna obrada), naslojavanje, čupavljenje. Završnom obradom postiže se i željeni estetski izgled, što je posebno značajno kod dekorativnih i odjevnih proizvoda.

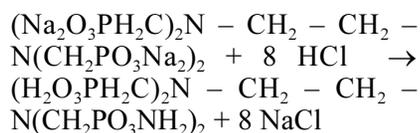
Zbog povećane upotrebe netkanog tekstila u svijetu se pojavljuju i

uvode i noviji fizikalni te fizikalno-kemijski postupci završnih obrada, kao što su fotokemijska modifikacija, laserske obrade, obrade plazmom itd. Ovi su procesi ekološki prihvatljivi, ali za njihovu komercijalnu upotrebu potrebno je otkloniti određene nedostatke, odn. postići zadovoljavajuću jednakomjernost obrađene površine te sniziti troškove procesa [8-10].

Osim novih postupaka obrade netkanog tekstila pojavljuju se i nova sredstva za završnu obradu. U ovom radu provedeno je ispitivanje novog sredstva protiv gorenja za netkani tekstil od viskoznih vlakana [11]. Viskozna vlakna se ubrajaju u najzastupljenija vlakna za proizvodnju netkanog tekstila. Zbog ekoloških zahtjeva u svim procesima kemijske završne obrade, pojavljuju se nove kemikalije i nova tekstilna pomoćna sredstva.

2.4.1. Ispitivanje primjene sredstva Briquest 422-25S za obradu protiv gorenja

Budući da su fosforni spojevi poznata sredstva za obradu protiv gorenja [11], provelo se ispitivanje komercijalnog proizvoda Briquest 422-25S (Rhône-Poulenc) kao sredstva za obradu protiv gorenja netkanog tekstila od celuloznih, odn. viskoznih vlakana. Zbog svoje polifunkcionalnosti, Briquest može međusobno umrežiti molekule celuloze. Cilj je bio Briquest 422-25S trajno umrežiti s celulozom kako bi proizvodi i nakon pranja zadržali svojstva negorivosti. Briquest 422-25S nanesen je na viskozna vlakna u protoniranom obliku. Priprava protoniranog oblika Briquesta:



Protoniranje je izvedeno na sobnoj temperaturi, otopini Briquesta dodana je (kap po kap), uz stalno miješanje, koncentrirana HCl u molaranom omjeru 1:8, nakon čega je otopina miješana još 10 min.

Ispitivanje je provedeno na netkanom tekstilu od viskoznih vlakana površinske mase 45 g/m², proizvođača "Zvezda", Tekstilna tvornica Kranj d.d. Impregnacijske kupelji s protoniranim Briquestom 422-25S pripremljene su prema recepturama prikazanim u tab.2. Briquest esterificira hidroksilne skupine celuloznih vlakana iz anhidridnog oblika, a kao katalizator za nastanak anhidridnog oblika Briquesta upotrijebljen je dehidracijski reagens cijanamid CA (H₂N-CN).

Uzorci su impregnirani otopinama Briquesta 422-25S, osušeni, fiksirani i zatim prani. Oprani uzorci sušeni su na zraku. Faze i uvjeti obrade uzoraka prikazani su u tab.3.

Učinkovitost sredstva određena je mjerenjem graničnog indeksa kisika (LOI) prema standardu ASTM D2863-87 te mjerenjem kuta skoka (WRA) prema standardu AATCC 66-1900. Provedena je i analiza mikroskopskih snimaka uzoraka (SEM) izrađenih elektronskim mikroskopom JOEL JSM-820. Prisutnost fosfora na materijalu određivana je EDX analizatorom (energijska disperzijska spektroskopija X-zraka).

Na temelju dobivenih rezultata ocijenjena je obrada protiv gorivosti. Rezultati mjerenja LOI i WRA su prikazani u tab.4 i 5.

LOI za neobrađeni uzorak (V₀) iznosi 15,4, a za uzorak fiksiran 35 s

Tab.2 Sastav impregnacijskih kupelji za ispitivanje protoniranog Briquesta 422-25S

Oznaka uzorka	Konc. Briquesta [%]	Konc. fosfora [%]	Konc. katalizatora CA [%]	Temp. fiksiranja [°C]	Vrijeme fiksiranja [s]
V ₀	0	0	0	0	0
VP ₃₅	25	5	9	185	35
VP ₁₂₀	25	5	9	190	120

Tab.3 Faze i uvjeti obrade netkanog tekstila od viskoznih vlakana

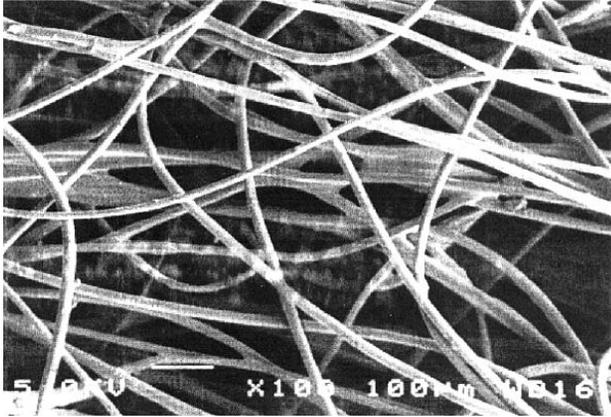
Faze rada	Uvjeti rada
Impregniranje	fulard za impregnaciju uz efekt cijedenja 100% (Werner Mathis)
Sušenje	T = 100 °C, t = 2 min (Werner Mathis)
Fiksiranje	T = 185 °C, t = 35 s (Werner Mathis)
Pranje	T = 100 °C, t = 10 min, OK = 1:40 -5 g/l neionskog sredstva za pranje Sandozin NIE (Clariant) -2 g/l Na ₂ CO ₃

Tab.4 LOI vrijednosti uzoraka obrađenih protoniranim Briquestom

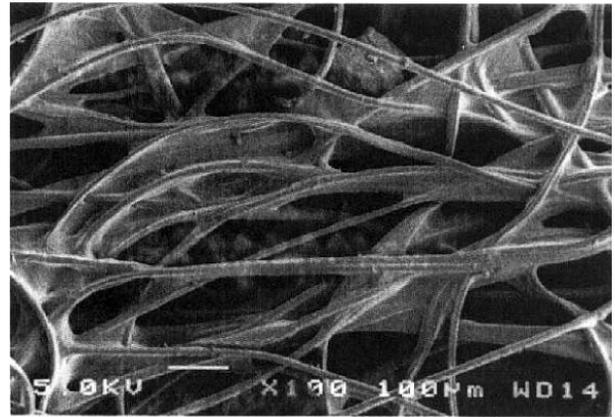
Oznaka uzorka	Temp. fiksiranja [°C]	Vrijeme fiksiranja [s]	LOI
V ₀	0	0	15,4
VP ₃₅	185	35	15,4
VP ₁₂₀	190	120	16,0

Tab.5 WRA vrijednosti uzoraka obrađenih protoniranim Briquestom

Oznaka uzorka	Temp. fiksiranja [°C]	Vrijeme fiksiranja [s]	WRA [°]
V ₀	0	0	151
VP ₃₅	185	35	133
VP ₁₂₀	190	120	142



Sl.8 Elektronsko-mikroskopska snimka neobrađenog uzorka netkanog tekstila od viskoznih vlakana



Sl.9 Elektronsko-mikroskopska snimka VP₁₂₀ uzorka netkanog tekstila od viskoznih vlakana (5% fosfora u kupelji, katalizator DCDA)

na temperaturi 185 °C (VP₃₅) ta je vrijednost jednaka, odn. nije porasla. Uzorak fiksiran na temperaturi 190 °C dvije minute (VP₁₂₀) ima neznatno više LOI vrijednosti, tako da se ne može reći da je obrada protiv gorenja bila efikasna. Osim toga, uzorci su zbog dugog vremena fiksiranja požutjeli. Materijal apretiran protiv gorenja mora imati LOI vrijednosti 28 ili više. Može se zaključiti, da se protonirani Briquest 422-25S nije kovalentno vezao s OH skupinama viskoznih vlakana te je ispran tijekom pranja uzoraka.

Rezultati kuta skoka (WRA) potvrđuju da se protonirani Briquest 422-25S nije permanentno umrežio s viskoznim vlaknima, jer se vrijednosti kuta skoka obrađenih uzoraka ne razlikuju od neobrađenih ili su čak i niže.

Na sl.8 i 9 prikazane su elektronsko-mikroskopske snimke (SEM) neobrađenog uzorka i uzorka VP₁₂₀.

Na SEM snimkama vidljive su određene promjene. Budući da je EDX analiza pokazala prisutnost kalcija i magnezija, te promjene su najvjerojatnije nastale zbog Ca i Mg soli koje su na materijal nanešene tijekom pranja i ispiranja. Na sl.8 i 9 također je vidljiv nanos. EDX analiza potvrđuje da se radi o organskoj građi koja ne sadrži fosfor te se pretpostavlja da se radi o vezivnom sredstvu. Na sl.9 tog nanosa ima više, što se može povezati sa širenjem veziva pod utjecajem topline.

Pretpostavlja se da do umrežavanja nije došlo zbog razgranate kemijske strukture Briquesta 422-25S koja otežava nastajanje anhidridnog oblika iz kojeg se spoj veže na OH skupine vlakana. Drugi mogući razlog zbog čega nije došlo do umrežavanja jesu sterične prepreke koje onemogućavaju difundiranje velike razgranate molekule Briquesta do hidroksilnih skupina celuloznih vlakana. Ostaje mogućnost da se Briquest 422-25S upotrijebi kao sredstvo za obradu protiv gorenja za tekstilne materijale koji se ne peru.

3. Prerada netkanog tekstila

Slijedi prerada tekstila u konačne proizvode: rezanjem, fiksiranjem, šivanjem. Općenito netkani tekstil se može prerađivati brže i s većom fleksibilnošću nego tkanine i pletiva. Prerada netkanog tekstila može se podijeliti u dvije skupine: jednostavna (simplex) i složena prerada (multiplex). **Simplex** prerada ima samo jednu fazu, odnosno manji broj koraka koji su potrebni za izradu konačnoga proizvoda. Tu se ubraja npr. rezanje netkanog tekstila do željenih dimenzija. **Multiplex** prerada ima više kompleksnih operacija, i osim netkanog tekstila može uključivati preradu i drugih komponenata potrebnih za izradu konačnoga, kompleksnoga proizvo-

da. Primjer multiplex prerade je izrada pelena za jednokratnu upotrebu.

Netkani tekstil može se upotrijebiti za mnogo različitih proizvoda, kao što su higijenski proizvodi i pelene, medicinski proizvodi (zavoji, gaze, liječnička odjeća, kape, rukavice, maske za lice i sl.), zaštitna radna odijela, ambalaža, dekorativni kućanski tekstil, tekstil u prijevoznim sredstvima, industrijski proizvodi, umjetna koža, filtri, separatori i sl.

Budući da današnja tehnologija omogućava izradu visokokvalitetnih proizvoda, netkani tekstil se sve više upotrebljava i u odjevnoj industriji. Američki proizvođač DuPont nudi visokokvalitetne, elastične i mekane netkane materijale, koji su upotrebljivi u modnoj odjevnoj industriji. Jedna talijanska tvrtka od njih izrađuje ženske i muške pulovere, majice te kapute. Freudenberg & Co., trenutno najveći proizvođač netkanih proizvoda, najavljuje prodor netkanog tekstila u modnu odjevnu industriju.

4. Zaključak

Iako je proizvodnja netkanog tekstila novija grana tekstilne industrije, brzo si utire put na tržište tekstilnih proizvoda. Jedan od značajnih čimbenika svakako je jeftinija izrada, jer u usporedbi s konvencionalno izrađenim tekstilima određene faze

izrade nisu potrebne. Strojna oprema omogućuje izradu tekstila željenih širina, povećavaju se brzine izrade i jednakomjernost runa, a proizvođači i nadalje poboljšavaju postojeće linije. Drugi čimbenik povećane upotrebe netkanog tekstila je primjena novih sintetičkih vlakana visokih svojstava te novi načini modifikacije površina, čime se omogućava izrada proizvoda s potpuno novim funkcionalnim svojstvima.

Općenito, trendovi u proizvodnji netkanog tekstila su: povećanje kvalitete i brzine izrade, fleksibilnosti strojne opreme te elektronska kontrola kvalitete proizvoda tijekom procesa proizvodnje.

Literatura:

- [1] ...: World Market for Technical Textiles 2010, Industry News, Technical Textiles 45 (2002) 3, E84
- [2] <http://www.edana.org/uk/nonwovens/howmade.html>
- [3] Bitz K.: 2002 International Top 40, Nonwovens Industry 33 (2002) 9
- [4] <http://www.nonwovens.com>
- [5] <http://www.engr.utk.edu.html>
- [6] Blumberg H.: Industrial Synthetic Fibers – a New Polymer Era or Revolutionary development?, Technical Textiles 45 (2002) 4, 124-127
- [7] Jirsak O., L.C. Wadsworth: Nonwoven Textiles, Carolina Academic Express, 1999
- [8] Opwis K. et al: Effect Penetration of Physical Processes for Modifying Textile Substrates, Technical Textiles 45 (2002) 4
- [9] Textor T. et al: Organic Hybrid Polymers to Protect Technical Textiles, Technical textiles 45 (2002) 3
- [10] Denter U., E. Schollmeyer: Surface Modification of Synthetic and Natural Fibres by Fixation of Cyclodextrin Derivate, Journal of Inclusion Phenomena and Molecular Recognition in Chemistry 25 (1996) 197-202
- [11] Kisilak D. i sur.: Viskozni netkani tekstil – umreživač Briquest kao sredstvo za obradu protiv gorenja, *Tekstil* 53 (2004.) 2, 52-57

SUMMARY

Significant Effects on Functional Properties of Finished Nonwovens

D. Kisilak, B. Vončina, D. Golob, M. Vrblac

The market for nonwovens increases every year due to improvement of machinery and equipment and functional properties of final products. The article describes production of nonwovens, which include web forming, web bonding and web finishing. Web finishing has besides chemical structure of constituent fibres, the biggest impact on functional properties of nonwovens. In this work some new prospects for nonwovens web finishing are presented. Improved technology and equipment, new fibres and finishing of nonwovens results in expanding nonwovens market on new areas of application, such as fashion garment.

EURONITKA Textile Research, Project Design, Consulting and Education, Ltd. Ljubljana, Slovenija

e-mail: info@euronitka.si

Received March 8, 2004

Bedeutende Einflüsse auf funktionelle Eigenschaften des fertigen Vliesstoffes

Der Markt für Vliesstoffe wird wegen einer verbesserten Maschinenausrüstung und der Funktionalität von Fertigware erweitert. Der Artikel beschreibt die Herstellung der Vliesstoffe, die die Herstellung des Vlieses, die Vliesverfestigung und die Endausrüstung der Ware umfasst. Die Endausrüstung übt neben der Struktur der Eingangsfasern den grössten Einfluss auf die funktionellen Merkmale der fertigen Vliesstoffe aus. Einige neue Möglichkeiten zur Endausrüstung werden vorgestellt. Verbesserte Technologie und Maschinenausrüstung, neue Faserstoffe und Veredlung von Vliesstoffen erschließen neue Märkte für Vliesstoffe, z.B. Bekleidungsindustrie.