

Određivanje sposobnosti upravljanja vlagom vodoodbojne pamučne tkanine kondenzirane pri niskoj temperaturi

Doc. dr. sc. **Tihana Dekanić**, dipl. ing.
Izv. prof. dr. sc. **Anita Tarbuk**, dipl. ing.
Izv. prof. dr. sc. **Sandra Flinčec Grgac**, dipl. ing.
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za tekstilnu kemiju i ekologiju
Zagreb, Hrvatska
e-mail: anita.tarbuk@ttf.hr
Prispjelo 15.3.2018.

UDK 677.016.6
Izvorni znanstveni rad

Vodo- i ulje- odbojnost celuloznih tekstilija može se postići umrežavanjem fluorokarbonske (FC) smole pri visokoj temperaturi u fazi kondenzacije. Međutim, FC smola, čak i nakon kondenzacije, nije u potpunosti postojana na postupke održavanja, što je ekonomski nepovoljno a može dovesti do oštećenja pamuka, kao i do promjene tona tekstilije. Prethodna istraživanja pokazala su da je moguće postići vodo-odbojnost kondenzacijom FC smole Sevophob FTU, uz dodatak polimernih voskova Sevophob W, te alifatskog poliizocijanata Sevophob-Aktivator BLT pri niskoj temperaturi, postojanu kroz 5 ciklusa pranja uz međuglačanje. Budući da je upravljanje vlagom jedan od ključnih kriterija za određivanje udobnosti funkcionalizirane tekstilije, u ovom radu istražena je sposobnost prijenosa vlage bijelih pamučnih tkanina prije i nakon završne obrade, kao i nakon 1., 3. i 5. ciklusa pranja bez glačanja i nakon glačanja. Ispitivanja su provedena na uređaju za ispitivanje sposobnosti upravljanja vlagom (Moisture management tester; MMT), SDL Atlas, prema AATCC TM 195-2017. Rezultati pokazuju da je bijela pamučna tkanina okarakterizirana kao tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom, dok su sve tkanine obrađene sa FC smolom okarakterizirane kao tkanine sa sposobnošću prodora vlage i s mogućnošću izvrsnog jednosmjernog transporta.

Ključne riječi: pamuk, vodo-odbojnost, kondenzacija pri niskoj temperaturi, sposobnost upravljanja vlagom

1. Uvod

Poznato je da fluorokarbonska (FC) smola, s vrijednostima kritične površinske napetosti do 15 mN/m, u fazi kondenzacije formira polimerni film na površini tekstilnih materijala, što rezultira vodo- i ulje-odbojnošću. Izuzev vodo- i ulje-odbojnosti, obrada FC smolom doprinosi sprječavanju zaprljanja i redepozicije tijekom pranja. FC smolu moguće je nanositi

samu ili u kombinaciji s drugim pomoćnim sredstvima za postizanje višenamjenskih učinaka. Neophodno je postići ravnomjernu obradu, te se dodaju površinsko aktivna sredstva. Nakon impregnacije materijal se suši pri temperaturi od oko 110 °C i kondenzira u rasponu temperatura od 150 do 170 °C cirkuliranjem vrućeg zraka u komorama s cirkulacijom zraka ili jednokratnim prolaskom kroz rastezni sušionik. Visoke temperature su

ekonomski neprihvatljive i mogu uzrokovati oštećenje materijala ili promjenu tona boje [1-5].

FC smole odlikuju se izvanrednom kemijskom i toplinskom stabilnošću, što doprinosi postojanosti apretiranih materijala na uvjete održavanja, primjerice pranja, kemijskog i mokrog čišćenja, sušenja u stroju s bubnjem [1]. Za poliestersku odjeću obrađenu FC smolom navedeno je da može zadržati vodo-odbojnost kroz 30 ciklu-

sa održavanja [6]. Prethodna istraživanja pokazala su da je postojanost bolja kod sintetskih materijala, te da se vodo-odbojnost smanjuje s brojem ciklusa pranja, ali se nadoknađuje glačanjem [4-6].

Učinkovitost ovisi o građi i duljini FC lanca, te o temperaturi kondenzacije. Učinkovitost se može ispitati putem dinamičke odbojnosti (ispitivanje raspršivanjem, tzv. Spray test; okišnjavanje prema Bundesmannu); statičke odbojnosti (ulje- i vodo-odbojnost); otpornosti na pranje i sušenje u kućanstvu, te na kemijsko čišćenje. Svi navedeni parametri mogu se optimirati u svrhu povećanja učinkovitosti [1, 5].

Ova skupina autora istraživala je ulje- i vodo- odbojnost bijele i obojenih pamučnih tkanina postignutu kondenzacijom FC smole pri niskoj (120 °C) i pri visokoj temperaturi (160 °C) [7, 8]. U tim istraživanjima korištene su FC smole tvrtke Texticolor (Švicarska). U kupelj za impregnaciju uz FC smolu dodana je vodena emulzija polimernih voskova kao ekstender i alifatski poliiizocijanati kao aktivator procesa pri nižoj temperaturi.

Učinci su određeni nakon obrade, kućnog pranja sa standardnim ECE deterdžentom bez optičkih bjelila, te nakon glačanja. Rezultati ulje- i vodo-odbojnosti, bjeline, požućenja i čvrstoće ukazali su na mogućnost postizanja postojane obrade. Obrada kationskom FC smolom Sevophob FTU uz dodatak polimernih voskova Sevophob W i alifatskog poliiizocijanata Sevophob-Aktivator BLT rezultirala je polupostojanom obradom koja traje do 5 ciklusa pranja ukoliko se glača između. Ako se obrađeni materijal ne glača, učinak se postupno smanjuje s brojem ciklusa pranja. Valja istaknuti da su najbolji rezultati postignuti pri kondenzaciji na nižoj temperaturi. Istraživanje mehaničkih svojstava, izraženo kroz mehaničko trošenje, *Um*, pokazalo je da se kondenzacijom na nižoj temperaturi upola smanjuje oštećenje tkanina u odnosu na one kondenzirane pri višim temperaturama. Ukoliko su tkanine glačane između ciklusa pranja ošte-

ćenje je veće uslijed topline i kemije u procesima održavanja. Primjena FC smola smanjuje bjelinu tkanina, no nije došlo do značajnijeg požućenja, osim pri kondenzaciji FC smole Sevophob FTU pri visokoj temperaturi. Nakon prvog ciklusa pranja, bjelina se povećava vjerojatno radi djelomičnog uklanjanja smole, no nakon 5 ciklusa pranja, dolazi do redepozicije i bjelina se smanjuje. Ova pojava je naglašenija kod glačanih tkanina [7]. Najbolji učinci su postignuti na bijelim pamučnim tkaninama jer na obojenim reduktivno bojadisanje uzrokuje rezervaciju aktivnih skupina pa je slabije umrežavanje FC smole. Iz tog razloga učinci obrade nisu postojani čak niti nakon kondenzacije. Dodatno, obradom se mijenja ton obojenja [8].

Postignuti rezultati prema ISO 4920:2012 (Spray test) i ISO 9865:1991 (Bundesmann rain shower test) pokazali su da tkanine imaju značajan vodoodbojni/vodootporni/vodonepropusni karakter [7, 8]. Vodonepropusne tkanine potpuno sprječavaju prodiranje i apsorpciju kapi vode, vodootporne sprječavaju prodor vode do određene razine, ali nisu nepropusne, dok vodoodbojni samo odgađaju prodor vode, dopuštaju znojenje, čineći tkaninu ugodnijom za nošenje [1]. Međutim, za visoku razinu udobnosti, tkanina mora omogućiti prolazak zraka i vlage (vodene pare) koja nastaje izlučivanjem znoja tijekom fizičke aktivnosti. Održavanje toplih i suhih uvjeta odražava se na visoku razinu termofizičke i termofiziološke udobnosti [9-14]. Upravljanje vlagom je jedan od ključnih kriterija u pogledu udobnosti tkanine. Vлага može prelaziti kroz tkaninu u kapljevitoj obliku i u obliku pare. Kao vodena para može se prenositi difuzijom, apsorpcijom, desorpcijom i prolazom kroz slojeve tkanine; adsorpcijom i migracijom duž površine vlakana; te pomoću prisilne konvekcije; dok se prijenos kapljevite vlage kroz tkaninu sastoji od dva procesa - vlaženja i prodora kapljevine [9-17]. Vlaženje (engl. wetting, kvašenje, močenje) je proces zamjene međupo-

vršine kruto-plinovito s međupovršinom kruto-kapljevito. Prodor kapljevine (engl. Wicking; kapilarnost; penetracija; prokvašavanje) je proces koji slijedi vlaženje a započinje kad kapljevina uđe kapilarnim silama u kapilaru formiranu između dva vlakna ili pređe [15-17]. Razlijevanje i apsorpcija kapljevine na površini tekstila ovisi o međudjelovanju sila kohezije (između molekula kapljevine) i sila adhezije (između vlakana i kapljevine).

Mnogo je metoda za ispitivanje vlaženja, prodora kapljevine i apsorpcije što dovodi do problema pri raspravi mjernih rezultata. Test kapi, odnosno prodora kapi (Drop test) je brza metoda ispitivanja kojom se utvrđuje hidrofilnost ili hidrofobnost materijala. Ispitivanje raspršivanjem (Spray test) je primjenjivo na sve materijale koji mogu ili ne moraju biti vodoodbojni ili vodootporni, ali ne može predvidjeti otpornost na prodor kiše, jer ne mjeri prodor vode kroz tekstiliju. U tu svrhu prikladno je ispitivanje pomoću okišnjavanja po Bundesmannu (Bundesmann rain shower test). S druge strane, uređaj za ispitivanje sposobnosti upravljanja vlagom (Moisture management tester, MMT) razvijen je za mjerenje dinamičkog prijenosa vlage u tekstilu i tekstilnim kompozitima.

Iz svih navedenih razloga, u ovom radu istražena je sposobnost upravljanja vlagom prema AATCC TM 195 – 2017 na Uređaju za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage (MMT, SDL Atlas) na vodo-odbojnoj bijeloj pamučnoj tkanini kondenziranoj pri niskoj temperaturi nakon obrade i 1., 3. i 5. ciklusa pranja bez i uz međuglačanje.

2. Materijal i metode

2.1. Materijal i obrade

Istraživanja su provedena na 100 % pamučnoj, optički bijeljenoj tkanini u damast vezu, površinske mase 175 g/m², proizvedena u Tvornici tekstila Trgovišće d.o.o. (TTT) s primjenom za stolno i posteljno rublje.

Pamučna tkanina je obrađena FC smolom postupkom impregnacija-su-

Tab.1 Oznake i obrada uz sastav kupelji

Oznaka	Obrada uz sastav kupelji
B	Bez obrade – početna, optički bijeljena pamučna tkanina
FTU-A	Sastav kupelji: 40 g/l Sevophob FTU, 40 g/l Sevophob W; 4 g/l Sevophob-Aktivator BLT; 1 g/l Kemonetzer NI. Uvjeti obrade: pH 5; $T_s=80\text{ }^\circ\text{C}$, 4 min; $T_k=120\text{ }^\circ\text{C}$, 4 min
FTU	Sastav kupelji: 40 g/l Sevophob FTU, 40 g/l Sevophob W; 1 g/l Kemonetzer NI. Uvjeti obrade: pH 5; $T_s=80\text{ }^\circ\text{C}$, 4 min; $T_k=160\text{ }^\circ\text{C}$, 3 min

šenje-kondenzacija na sustavu tvrtke Benz. Primjenjena je kationska FC smola Sevophob FTU (TextilColor) koja je namijenjena za postojane vodo-, ulje- odbojne obrade i obradu za sprječavanje zaprljanja. Za postupak kondenzacije pri niskoj temperaturi FC smoli je dodana vodena emulzija polimernih voskova Sevophob W u svojstvu ekstendera i alifatski poliizocijanat Sevophob-Aktivator BLT kao aktivator. Tkanina je impregnirana u kupelji koja sadrži FC smolu, 1 g/l Kemonetzer NI – neionski tenzid, uz E.C. 90 %. U kontinuiranom postupku provedeno je sušenje ($T_s = 80\text{ }^\circ\text{C}$, $t_s = 4\text{ min}$) te kondenzacija pri niskoj temperaturi ($T_k = 120\text{ }^\circ\text{C}$) ili visokoj temperaturi ($160\text{ }^\circ\text{C}$). Oznake i postupci navedeni su u tab.1.

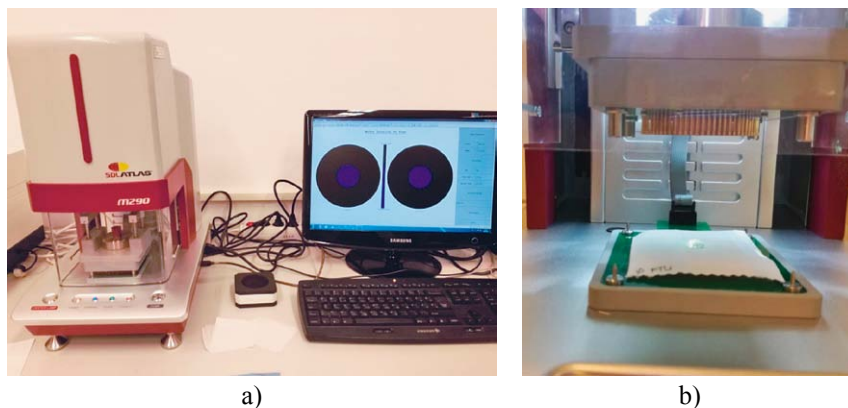
U svrhu istraživanja postojanosti primijenjenih obrada FC smolom, proveden je postupak pranja kroz 5 ciklusa prema HRN ISO 6330:2012 *Tekstil — Postupci pranja i sušenja u kućanstvu za ispitivanje tekstila na 60 °C*, u vremenu od 45 min, primjenom 2,5 g/l standardnog ECE deterdženta poznatog i definiranog sastava (HRN EN ISO 105-C06:2010 *Tekstil -- Ispitivanje postojanosti obojenja - Dio C06: Postojanost obojenja pri pranju u kućanstvu i komercijalnom pranju*) bez optičkog bjelila. Potom su tkanine isprane vodom i sušene na zraku. Dio pamučnih tkanina između ciklusa pranja je glačan poluprofesionalnim valjkom za glačanje na $200\text{ }^\circ\text{C}$.

Prije ispitivanja svih svojstava uzorci su kondicionirani 24 h u standardnoj atmosferi.

2.2. Metode

Evaluacija i klasifikacija sposobnosti prijenosa vlage, odnosno upravljanja

kapljevitom vlagom, nakon obrade pamučnih tkanina i ciklusa održavanja provedena je prema *AATCC 195-2017 Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics* na Uređaju za ispitivanje sposobnosti upravljanja vlagom (Moisture management tester, MMT) tvrtke SDL Atlas (sl.1).



Sl.1. Uređaj za ispitivanje sposobnosti upravljanja vlagom (Moisture management tester, MMT) tvrtke SDL Atlas u Zavodu za tekstilnu kemiju i ekologiju Sveučilišta u Zagrebu tekstilno-tehnološkog fakulteta: a) uređaj za vrijeme mjerenja, b) uzorak nakon ispitivanja

Tab.2 Glavni tipovi tekstilija i opis svojstava [19]

Tip tekstilije	Svojstvo
Vodonepropusna	- Vrlo spora apsorpcija - Sporo razlijevanje - Nema jednosmjernog prijenosa, nema prodora vlage
Vodoodbojna	- Nema vlaženja - Nema apsorpcije - Nema razlijevanja - Slabi jednosmjernan prijenos bez djelovanja vanjske sile
Sporo apsorbirajuća i sporo sušeća	- Spora apsorpcija - Sporo razlijevanje - Slabi jednosmjernan prijenos
Brzo apsorbirajuća i sporo sušeća	- Srednje do brzo vlaženje - Srednja do brza apsorpcija - Malo područje razlijevanja - Sporo razlijevanje - Slabi jednosmjernan prijenos
Brzo apsorbirajuća i brzo sušeća	- Srednje do brzo vlaženje - Srednja do brza apsorpcija - Veliko područje razlijevanja - Brzo razlijevanje - Slabi jednosmjernan prijenos
Sa sposobnošću prodiranja vode	- Malo područje razlijevanja - Izvrstan jednosmjernan prijenos
Sa sposobnošću upravljanja vlagom	- Srednje do brzo vlaženje - Srednja do brza apsorpcija - Veliko područje razlijevanja po donjoj površini - Brzo razlijevanje po donjoj površini - Dobar do izvrstan jednosmjernan prijenos

Prema AATCC TM 195-2017 [18] dobiveni rezultati temelje se na vodo-otpornosti, vodo-odbojnosti i apsorptivnosti tekstilija ovisno o strukturi, uključujući geometrijsku, makro i mikro strukturu, kao i kapilarnost vlakana i pređa. Rezultati su prikazani prosječnim vrijednostima uz koeficijent varijacije (CV) za svako mjereno svojstvo: vrijeme vlaženja (Wetting Time, WT), prirast apsorpcije (Absorption rate, AR); maksimalni promjer vlaženja (Maximum wetted radius, MWR), brzina razlijevanja (Spreading speed, SS), sve za gornju (top surface, T) i donju (bottom surface, B) površinu; akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (Accumulative One-way Transport Capability, R) i ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (Overall (liquid) Moisture Management Capability, OMMC). Tablica ocjena i formirani tzv. Finger Print sažeto opisuju svojstva upravljanja kapljevitom vlagom ispitivanih tkanina [18,19]. Formule za ove mjerna svojstva su detaljno opisane u

AATCC TM 195. Prema ocjenama MMT može razlikovati sedam glavnih tipova tekstilija kojima se opisuju svojstva, tab.2 [19].

Rezultati dobiveni na MMT uspoređeni su s rezultatima prikazanim u [7] određenim prema AATCC TM 79-2014 *Absorbency of Bleached Textiles (Drop test; test kapi)*; HRN EN ISO 4920:2012 *Tkanine - Određivanje otpornosti na površinsko vlaženje (ispitivanje raspršivanjem) (ISO 4920:2012; EN ISO 4920:2012)* i HRN EN 29865:2008 *Tekstilije - Određivanje vodo-odbojnosti tkanina - ispitivanje pomoću okišnjavanja po Bundesmannu (ISO 9865:1991; EN 29865:1993)* uključujući i mjerne rezultate izmjerene nakon 3. ciklusa pranja koji do sada nisu bili publicirani.

3. Rezultati s raspravom

U ovom radu, sa svrhom očuvanja mehaničkih svojstava i uštede energije, istražena je kondenzacija FC smole pri niskoj temperaturi i uspoređeni su učinci s komercijalnim postupkom

termokondenzacije pri visokoj temperaturi. Postojanost obrade istažena je kroz 5 ciklusa pranja u kućanstvu. Jedna serija uzoraka je glačana između ciklusa pranja. Svojstva tkanina su ispitana nakon obrade, pranja u kućanstvu, te glačanja. Rezultati mjerenja prema AATCC TM 79-2014 (Drop test); HRN EN ISO 4920:2012 (Spray test) i HRN EN 29865:2008 (Bundesmann rain shower test) iz [7] prikazani su u tab.2-4. U svrhu određivanja sposobnosti upravljanja (kapljevitom) vlagom tako obrađenih pamučnih tkanina izvršena su mjerenja prema AATCC TM 195-2017 na MMT, SDL Atlas. Rezultati su prikazani u tab.6-14 i na sl.2-10.

Iz rezultata testa kapi (Drop test) prikazanih u tab.3 vidljivo je da bijeljena pamučna tkanina ima izvrsnu hidrofilitnost, veliku apsorptivnost vode, i iz tog razloga nema svojstvo vodo-odbojnosti. To je bilo za očekivati obziromda su sve primjese uklonjene u postupcima predobradbe pamuka, iskuhavanju i bijeljenju. Vrijeme vlaženja (WT) mjereno na MMT je vri-

Tab.3 Drop test iskazan kao vrijeme prodora kapi, t [s] u pamučne tkanine

Tkanina	t [s]				t [s] glačanih uzoraka			
	Obrada	1. ciklus pranja [7]	3. ciklus pranja	5. ciklus pranja [7]	Obrada	1. ciklus pranja [7]	3. ciklus pranja	5. ciklus pranja [7]
B	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
FTU-A	>300	>300	232	72	>300	>300	>300	>300
FTU	>300	>300	189	39	>300	>300	>300	>300

Tab.4 Otpornost na površinsko vlaženje pamučnih tkanina određena prema ISO 4920:2012 (Spray test)

Tkanina	Nakon obrade				Nakon glačanja			
	Obrada	1. ciklus pranja [7]	3. ciklus pranja	5. ciklus pranja [7]	Obrada	1. ciklus pranja [7]	3. ciklus pranja	5. ciklus pranja [7]
B	ISO 0	ISO 0	ISO 0	ISO 0	ISO 0	ISO 0	ISO 0	ISO 0
FTU-A	ISO 5	ISO 4	ISO 2	ISO 2	ISO 5	ISO 4	ISO 5	ISO 5
FTU	ISO 5	ISO 4	ISO 2	ISO 2	ISO 5	ISO 4	ISO 4	ISO 5

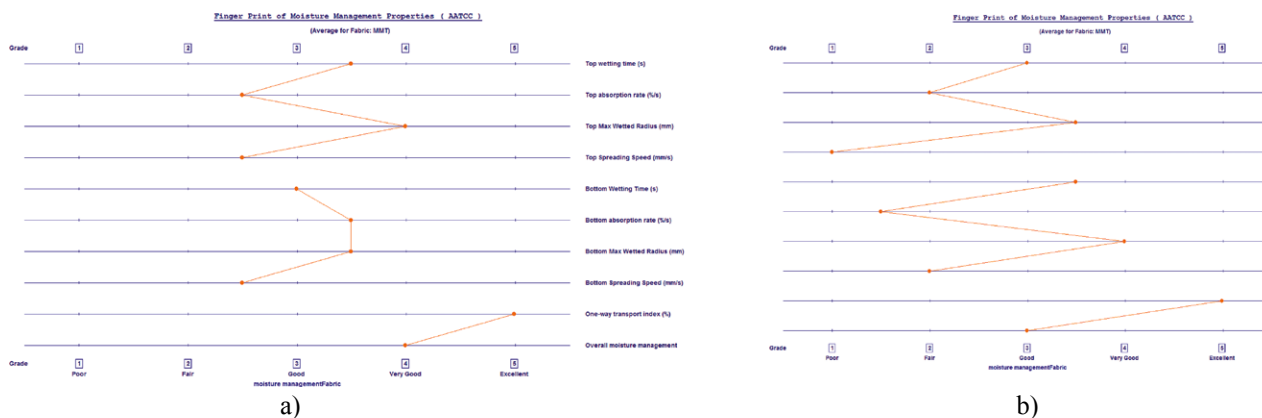
Tab.5 Rezultat određivanja vodo-odbojnosti pamučnih tkanina okišnjavanjem prema Bundesmannu, određena prema ISO 9865:1991

Tkanina	Nakon obrade				Uz glačanje			
	Obrada	1. ciklus pranja [7]	3. ciklus pranja	5. ciklus pranja [7]	Obrada	1. ciklus pranja [7]	3. ciklus pranja	5. ciklus pranja [7]
B	1	1	1	1	1	1	1	1
FTU-A	5	3	2	2	5	4	4	5
FTU	4	2	2	2	5	3	4	4

Tab.6 Sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom bijelih pamučnih tkanina prema AATCC TM 195-2017

B		Bez glačanja		S glačanjem	
		Mean	CV	Mean	CV
WT (s)	T	5,101	0,091	11,747	0,051
	B	6,037	0,077	6,178	0,621
AR (%/s)	T	22,9974	0,6379	10,7120	0,0030
	B	50,1177	0,1142	9,5686	0,6690
MWR (mm)	T	20,0	0,4	17,5	0,2
	B	17,5	0,3	20,0	0,0
SS (mm/s)	T	1,9681	0,1097	0,9792	0,0030
	B	1,7449	0,2191	1,4656	0,4250
R (%)		638,5117	0,4191	575,6262	0,3110
OMMC		0,6735	0,0709	0,5445	0,0810
Tip		<i>Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom</i>		<i>Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom</i>	

* koeficijent varijacije (CV); gornja (top surface, T) i donja (bottom surface, B) površina; vrijeme vlaženja (Wetting Time, WT), prirast apsorpcije (Absorption rate, AR); maksimalni promjer vlaženja (Maximum wetted radius, MWR), brzina razlijevanja (Spreading speed, SS), akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (Accumulative One-way Transport Capability, R), ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (Overall (liquid) Moisture Management Capability, OMMC)

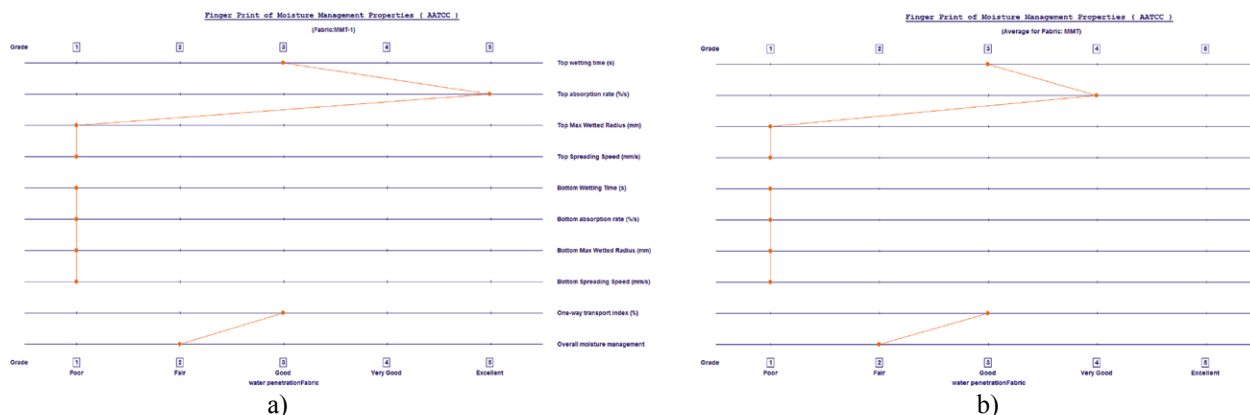


Sl.2 Grafički prikaz rezultata dobivenih na MMT (tzv. Fingerprint) bijele pamučne tkanine prema AATCC TM 195-2017: a) neobrađene, b) glačane

Tab.7 Sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom pamučne tkanine kondenzirane pri niskoj temperaturi (FTU-A) prema AATCC TM 195-2017 na MMT

FTU-A		Nakon obrade		Nakon glačanja	
		Mean	CV	Mean	CV
WT (s)	T	10,858	0,045	12,917	0,202
	B	120,000	0,000	120,000	0,000
AR (%/s)	T	277,9407	0,1230	91,6903	0,2288
	B	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000
MWR (mm)	T	5,0	0,0	5,0	0,0
	B	0,0	0,0	0,0	0,0
SS (mm/s)	T	0,4527	0,0621	0,3816	0,1996
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R (%)		130,0939	0,0467	130,8122	0,7556
OMMC		0,2000	0,0220	0,2009	0,6289
Tip		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>	

* koeficijent varijacije (CV); gornja (top surface, T) i donja (bottom surface, B) površina; vrijeme vlaženja (Wetting Time, WT), prirast apsorpcije (Absorption rate, AR); maksimalni promjer vlaženja (Maximum wetted radius, MWR), brzina razlijevanja (Spreading speed, SS), akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (Accumulative One-way Transport Capability, R), ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (Overall (liquid) Moisture Management Capability, OMMC)

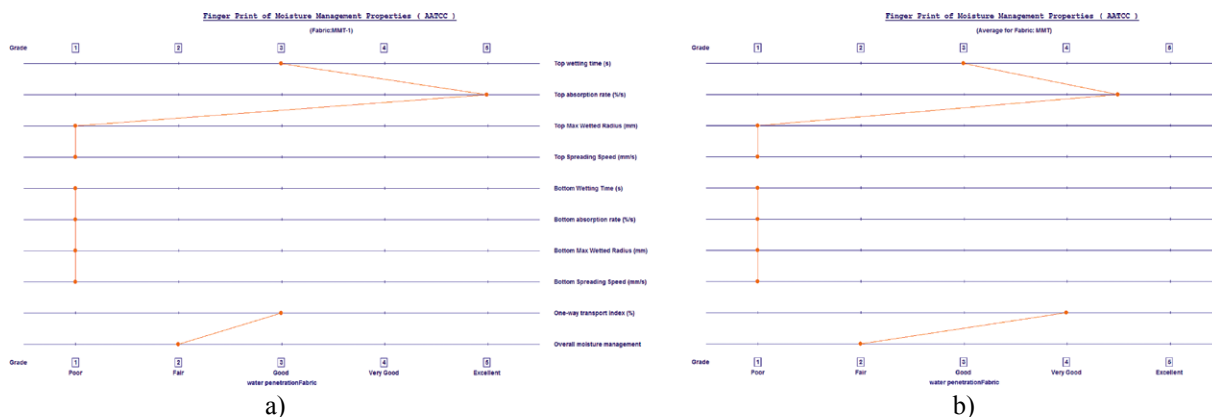


Sl.3 Grafički prikaz rezultata dobivenih na MMT (tzv. Fingerprint) pamučne tkanine kondenzirane pri niskoj temperaturi (FTU-A) prema AATCC TM 195-2017: a) nakon obrade, b) izgllačane

Tab.8 Sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom pamučne tkanine kondenzirane pri niskoj temperaturi (FTU-A) nakon 1. ciklusa pranja prema AATCC TM 195-2017 na MMT

FTU-A – 1. ciklus pranja		Bez glačanja		Uz glačanje	
		Mean	CV	Mean	CV
WT (s)	T	11,419	0,023	12,402	0,112
	B	120,000	0,000	120,000	0,000
AR (%/s)	T	252,6480	0,4520	77,1283	0,0510
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MWR (mm)	T	5,0	0,0	5,0	0,0
	B	0,0	0,0	0,0	0,0
SS (mm/s)	T	0,4308	0,0333	0,3996	0,1104
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R (%)		166,4751	0,2870	201,0065	0,3949
OMMC		0,2405	0,1454	0,2756	0,3153
Tip		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>	

* koeficijent varijacije (CV); gornja (top surface, T) i donja (bottom surface, B) površina; vrijeme vlaženja (Wetting Time, WT), prirast apsorpcije (Absorption rate, AR); maksimalni promjer vlaženja (Maximum wetted radius, MWR), brzina razlijevanja (Spreading speed, SS), akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (Accumulative One-way Transport Capability, R), ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (Overall (liquid) Moisture Management Capability, OMMC).

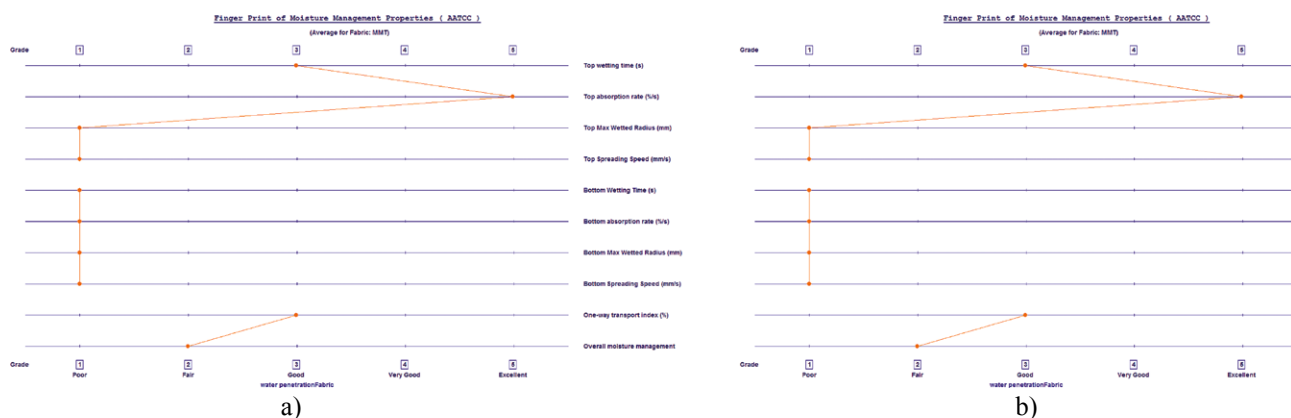


Sl.4 Grafički prikaz rezultata dobivenih na MMT (tzv. Fingerprint) pamučne tkanine kondenzirane pri niskoj temperaturi (FTU-A) prema AATCC TM 195-2017 nakon 1. ciklusa pranja: a) neizgllačane, b) izgllačane

Tab.9 Sposobnost upravljanja (kapljevito) vlagom pamučne tkanine kondenzirane pri niskoj temperaturi (FTU-A) nakon 3. ciklusa pranja prema AATCC TM 195-2017 na MMT

FTU-A – 3. ciklus pranja		Bez glačanja		Uz glačanje	
		Mean	CV	Mean	CV
WT (s)	T	12,683	0,110	13,666	0,114
	B	120,000	0,000	120,000	0,000
AR (%/s)	T	186,4516	0,6109	105,9153	0,6570
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MWR (mm)	T	5,0	0,0	5,0	0,0
	B	0,0	0,0	0,0	0,0
SS (mm/s)	T	0,3908	0,1080	0,3609	0,0981
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R (%)		165,9765	0,1239	180,5186	0,1410
OMMC		0,2400	0,0952	0,2561	0,0942
Tip		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>	

* koeficijent varijacije (CV); gornja (top surface, T) i donja (bottom surface, B) površina; vrijeme vlaženja (Wetting Time, WT), prirast apsorpcije (Absorption rate, AR); maksimalni promjer vlaženja (Maximum wetted radius, MWR), brzina razlijevanja (Spreading speed, SS), akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (Accumulative One-way Transport Capability, R), ukupna sposobnost upravljanja (kapljevito) vlagom (Overall (liquid) Moisture Management Capability, OMMC)

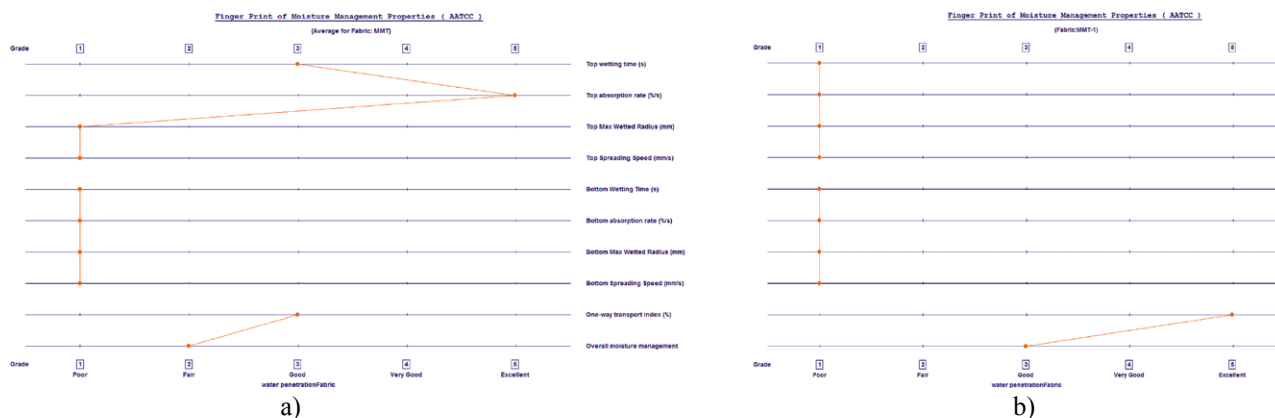


Sl.5 Grafički prikaz rezultata dobivenih na MMT (tzv. Fingerprint) pamučne tkanine kondenzirane pri niskoj temperaturi (FTU-A) prema AATCC TM 195-2017 nakon 3. ciklusa pranja: a) neizglačane, b) izglačane

Tab.10 Sposobnost upravljanja (kapljevito) vlagom pamučne tkanine kondenzirane pri niskoj temperaturi (FTU-A) nakon 5. ciklusa pranja prema AATCC TM 195-2017 na MMT

FTU-A – 5. ciklus pranja		Bez glačanja		Uz glačanje	
		Mean	CV	Mean	CV
WT (s)	T	11,934	0,006	120,000	0,000
	B	120,000	0,000	120,000	0,000
AR (%/s)	T	183,2365	0,7834	0,0000	0,0000
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MWR (mm)	T	5,0	0,0	0,0	0,0
	B	0,0	0,0	0,0	0,0
SS (mm/s)	T	0,4125	0,0055	0,0000	0,0000
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R (%)		173,3069	0,4605	951,2359	0,0000
OMMC		0,2481	0,3574	0,5000	0,0000
Tip		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>	

* koeficijent varijacije (CV); gornja (top surface, T) i donja (bottom surface, B) površina; vrijeme vlaženja (Wetting Time, WT), prirast apsorpcije (Absorption rate, AR); maksimalni promjer vlaženja (Maximum wetted radius, MWR), brzina razlijevanja (Spreading speed, SS), akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (Accumulative One-way Transport Capability, R), ukupna sposobnost upravljanja (kapljevito) vlagom (Overall (liquid) Moisture Management Capability, OMMC)

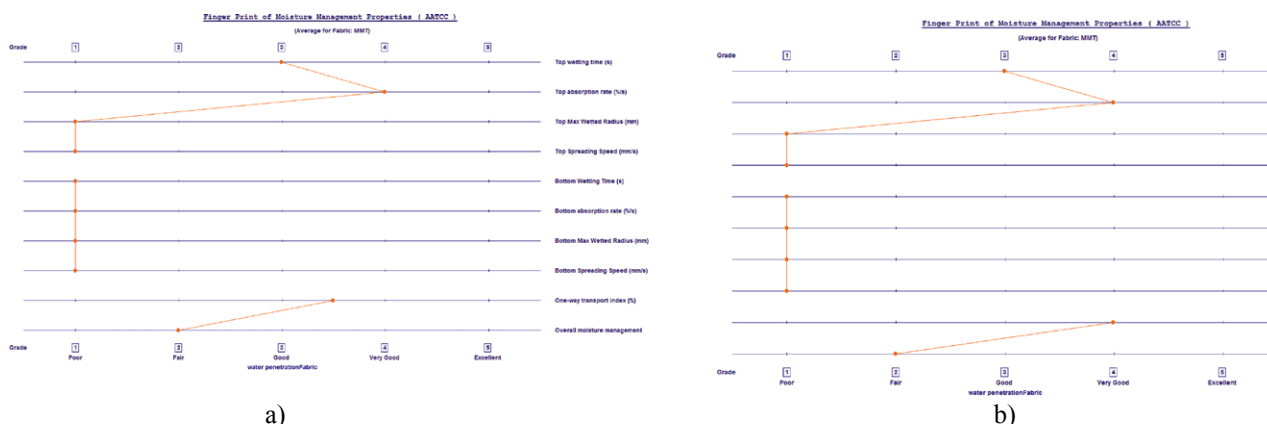


Sl.6 Grafički prikaz rezultata dobivenih na MMT (tzv. Fingerprint) pamučne tkanine kondenzirane pri niskoj temperaturi (FTU-A) prema AATCC TM 195-2017 nakon 5. ciklusa pranja: a) neizglačane, b) izglačane

Tab.11 Sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom pamučne tkanine kondenzirane pri visokoj temperaturi (FTU) prema AATCC TM 195-2017 na MMT

FTU		Bez glačanja		Uz glačanje	
		Mean	CV	Mean	CV
WT (s)	T	8,986	0,251	11,232	0,083
	B	120,000	0,000	120,000	0,000
AR (%/s)	T	69,4906	0,2060	65,9511	0,1412
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MWR (mm)	T	5,0	0,0	5,0	0,0
	B	0,0	0,0	0,0	0,0
SS (mm/s)	T	0,5620	0,2454	0,4393	0,0811
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R (%)		226,5444	0,1868	245,8310	0,0612
OMMC		0,3073	0,1530	0,3287	0,0509
Tip		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>	

* koeficijent varijacije (CV); gornja (top surface, T) i donja (bottom surface, B) površina; vrijeme vlaženja (Wetting Time, WT), prirast apsorpcije (Absorption rate, AR); maksimalni promjer vlaženja (Maximum wetted radius, MWR), brzina razlijevanja (Spreading speed, SS), akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (Accumulative One-way Transport Capability, R), ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (Overall (liquid) Moisture Management Capability, OMMC)

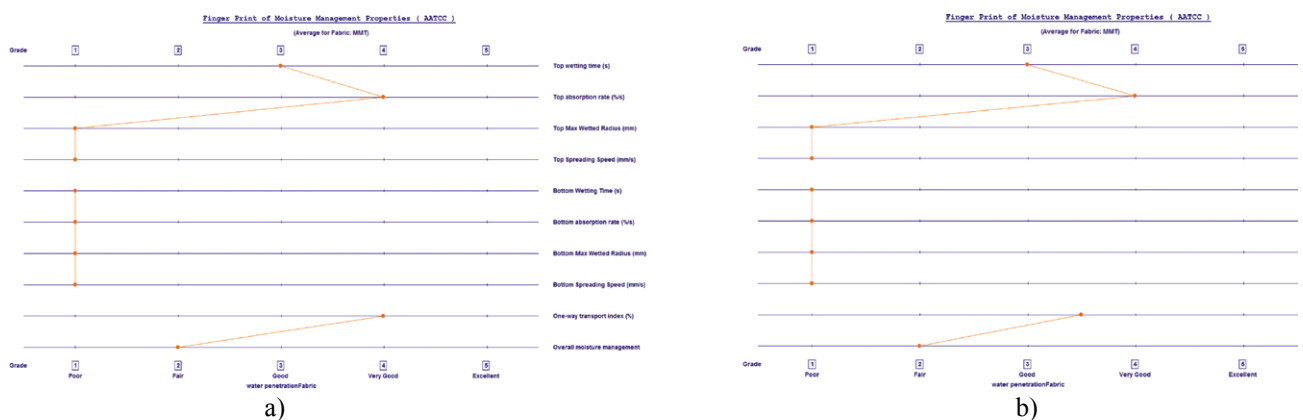


Sl.7 Grafički prikaz rezultata dobivenih na MMT (tzv. Fingerprint) pamučne tkanine kondenzirane pri visokoj temperaturi (FTU) prema AATCC TM 195-2017: a) neizglačane, b) izglačane

Tab.12 Sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom pamučne tkanine kondenzirane pri visokoj temperaturi (FTU) nakon 1. ciklusa pranja prema AATCC TM 195-2017 na MMT

FTU – 1. ciklus pranja		Bez glačanja		Uz glačanje	
		Mean	CV	Mean	CV
WT (s)	T	11,232	0,083	10,015	0,040
	B	120,000	0,000	120,000	0,000
AR (%/s)	T	65,9511	0,1412	64,9676	0,0217
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MWR (mm)	T	5,0	0,0	5,0	0,0
	B	0,0	0,0	0,0	0,0
SS (mm/s)	T	0,4393	0,0811	0,4904	0,0389
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R (%)		245,8310	0,0612	178,8243	0,0541
OMMC		0,3287	0,0509	0,2542	0,0423
Tip		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>	

* koeficijent varijacije (CV); gornja (top surface, T) i donja (bottom surface, B) površina; vrijeme vlaženja (Wetting Time, WT), prirast apsorpcije (Absorption rate, AR); maksimalni promjer vlaženja (Maximum wetted radius, MWR), brzina razlijevanja (Spreading speed, SS), akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (Accumulative One-way Transport Capability, R), ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (Overall (liquid) Moisture Management Capability, OMMC)

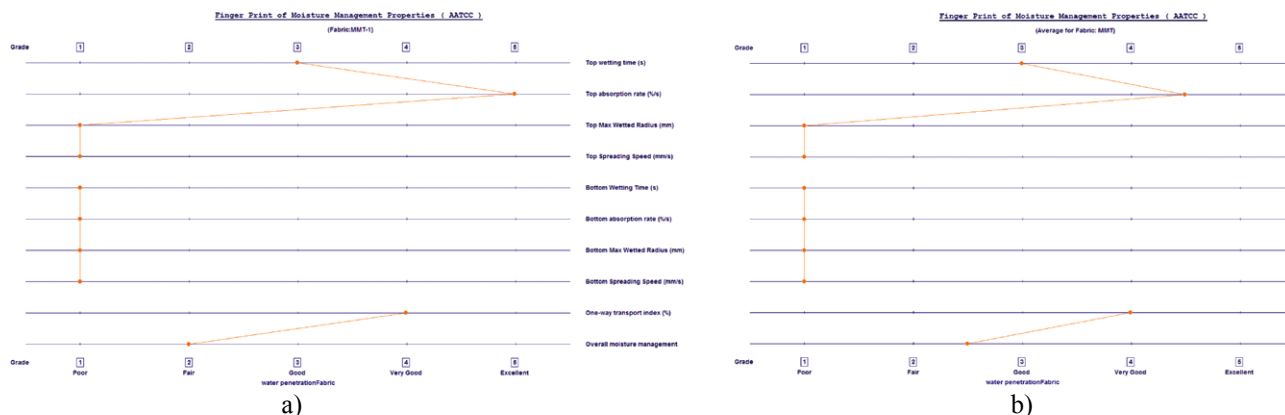


Sl.8 Grafički prikaz rezultata dobivenih na MMT (tzv. Fingerprint) pamučne tkanine kondenzirane pri visokoj temperaturi (FTU) prema AATCC TM 195-2017 nakon 1. ciklusa pranja: a) neizglačane, b) izglačane

Tab.13 Sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom pamučne tkanine kondenzirane pri visokoj temperaturi (FTU) nakon 3. ciklusa pranja prema AATCC TM 195-2017 na MMT

FTU – 3. ciklus pranja		Bez glačanja		Uz glačanje	
		Mean	CV	Mean	CV
WT (s)	T	12,075	0,045	13,759	0,092
	B	120,000	0,000	120,000	0,000
AR (%/s)	T	258,7899	0,5342	70,1532	0,8295
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MWR (mm)	T	5,0	0,0	5,0	0,0
	B	0,0	0,0	0,0	0,0
SS (mm/s)	T	0,4078	0,0435	0,3585	0,0909
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R (%)		248,8247	0,0000	319,1809	0,1641
OMMC		0,3320	0,0000	0,4102	0,1397
Tip		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>	

* koeficijent varijacije (CV); gornja (top surface, T) i donja (bottom surface, B) površina; vrijeme vlaženja (Wetting Time, WT), prirast apsorpcije (Absorption rate, AR); maksimalni promjer vlaženja (Maximum wetted radius, MWR), brzina razlijevanja (Spreading speed, SS), akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (Accumulative One-way Transport Capability, R), ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (Overall (liquid) Moisture Management Capability, OMMC).

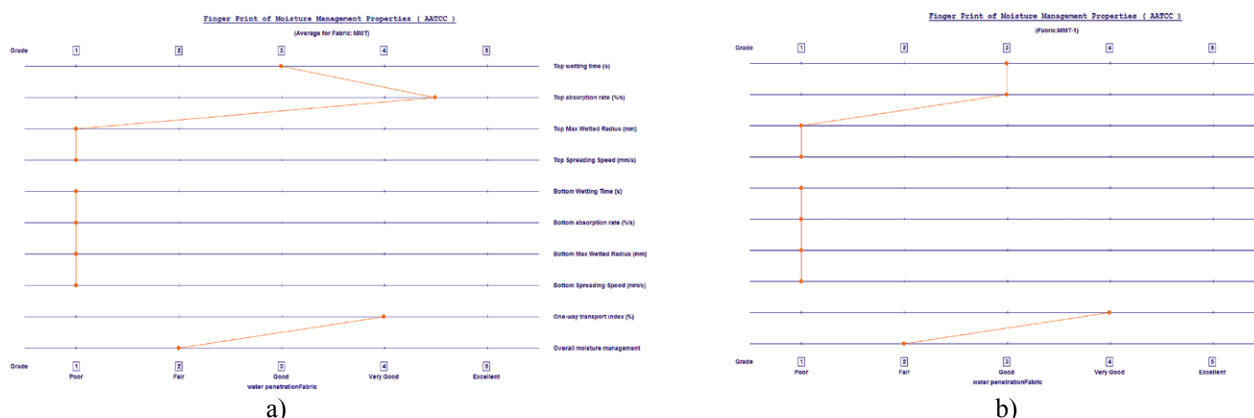


Sl.9 Grafički prikaz rezultata dobivenih na MMT (tzv. Fingerprint) pamučne tkanine kondenzirane pri visokoj temperaturi (FTU) prema AATCC TM 195-2017 nakon 3. ciklusa pranja: a) neizglačane, b) izglačane

Tab.14 Sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom pamučne tkanine kondenzirane pri visokoj temperaturi (FTU) nakon 5. ciklusa pranja prema AATCC TM 195-2017 na MMT

FTU – 5. ciklus pranja		Bez glačanja		Uz glačanje	
		Mean	CV	Mean	CV
WT (s)	T	12,355	0,032	10,671	0,023
	B	120,000	0,000	120,000	0,000
AR (%/s)	T	66,9585	0,8166	44,3321	0,0932
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MWR (mm)	T	5,0	0,0	5,0	0,0
	B	0,0	0,0	0,0	0,0
SS (mm/s)	T	0,4078	0,0316	0,4605	0,0210
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R (%)		216,1456	0,0242	222,6697	0,0124
OMMC		0,2957	0,0197	0,3030	0,0054
Tip		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>		<i>Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode</i>	

* koeficijent varijacije (CV); gornja (top surface, T) i donja (bottom surface, B) površina; vrijeme vlaženja (Wetting Time, WT), prirast apsorpcije (Absorption rate, AR); maksimalni promjer vlaženja (Maximum wetted radius, MWR), brzina razlijevanja (Spreading speed, SS), akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (Accumulative One-way Transport Capability, R), ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (Overall (liquid) Moisture Management Capability, OMMC)



Sl.10 Grafički prikaz rezultata dobivenih na MMT (tzv. Fingerprint) pamučne tkanine kondenzirane pri visokoj temperaturi (FTU) prema AATCC TM 195-2017 nakon 5. ciklusa pranja: a. neizglačane, b. izglačane

jeme potrebno da se gornja i donja površina počnu vlažiti, što odgovara vremenu apsorpcije kapi u Drop testu [19]. Iz tog razloga vidljivo je da vremena vlaženja donje površine koreliraju s rezultatima drop testa. Kod bijeljene pamučne tkanine vrijeme vlaženja donje površine iznosi 6 s bez obzira je li tkanina bila glačana ili nije. Vidljivo je da je postignut i maksimalan promjer vlaženja, MWR, od 20 mm za gornju i za donju površinu. Prosječne vrijednosti prikazane su u tab.6. Brzina razlijevanja, koja predstavlja akumulativnu brzinu razlijevanja iz središta do maksimalnog promjera vlaženja, iznosi gotovo 2 mm/s za gornju i za donju površinu. Pamučno vlakno posjeduje polarne skupine za vezivanje molekula vode, što je razlog velikoj sposobnosti apsorpiranja iste i može apsorpirati veliku količinu kapljevine. Iz tog razloga, ima visok prirast apsorpcije. Budući da ima veliku brzinu razlijevanja, tvori veliku površinu razlijevanja, ima izvrstan jednosmjerni prijenos, ova tkanina ocjenjuje se kao „tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom (Moisture Management Fabric)“. Svi navedeni rezultati potvrđuju izvrsnu hidrofilnost ove tkanine. Obradom kationskom FC smolom Sevophob FTU prema drop testu i spray testu tkanine pokazuju hidrofobnost, odnosno vodo-odbojnost, bez obzira na temperaturu kondenzacije. Međutim, rezultati ispitivanja metodom okišnjavanja po Bundesmannu pokazuju razlike među učincima ovih obrada. Pokazalo se da pamučne tkanine obrađene na niskoj temperaturi kondenzacije uz dodatak aktivatora (FTU-A) imaju izvrsnu vodo-odbojnost, dok tkanine kondenzirane pri višoj temperaturi (FTU) pokazuju nešto lošije učinke. Vremena vlaženja donje površine to potvrđuju. Nijedna donja površina nije se navlažila za vrijeme ispitivanja od 120 s. Promjer vlaženja od 5 mm i mali prirast apsorpcije detektirani su samo na gornjoj površini, razlijevanje je sporo a navlaženo područje malo. S druge strane, jednosmjerni

prijenos je dobar za tkanine kondenzirane pri niskoj temperaturi uz dodatak aktivatora (FTU-A) i vrlo dobar za kondenzirane pri visokoj temperaturi (FTU), te su tkanine ocjenjene kao „tkanine sa sposobnošću prodiranja vode (Water Penetration Fabric)“, ukazujući na dobru vodo-odbojnost, ali uz perspiraciju.

Iz rezultata pranja i glačanja vidljivo je da su navedene obrade postojeane. Valja istaknuti da su svi rezultati bolji ukoliko su tkanine glačane nakon pranja. To odgovara rezultatima drugih istraživača [4-6] koji su uočili da se vodo-odbojnost smanjuje s pranjem, a obnavlja s glačanjem. Najvjerojatiji razlog ovoj pojavi je rotacija fluoroalkilnih skupina unutar polimera kako bi izbjegle hidrofilne uvjete u pranju [5]. Utjecaj postupaka održavanja na postojanost obrade FC smolom treba sagledati kroz dva sustava: 1. Sustav celuloza/smola/voda tijekom pranja; 2. Sustav celuloza/smola/kontaktna toplina tijekom glačanja [4]. Radi razlika u površinskim energijama unutar sustava, u dodiru s vodom dolazi do pucanja polimernog filma tijekom pranja. Učinak se dodatno pojačava djelovanjem deterdženta i mehanike. Sušenjem, zbog isparavanja vode, dolazi do smanjenja adhezije između celuloze i FC smole. S druge strane, za vrijeme glačanja dolazi do reaktivacije i orijentacije molekula polimernog filma FC smole koja može rezultirati stvaranjem novih veza s vlaknom te na taj način poboljšati postojanost apreture. Zato se uočavaju vrlo velike razlike kod tkanina koje su samo sušene i onih koje su glačane između ciklusa pranja.

Rezultati okišnjavanja po Bundesmannu nakon 5. ciklusa pranja s glačanjem ukazuju na takvo ponašanje. Rezultati MMT to potvrđuju jer su vrijeme vlaženja i prirast apsorpcije manji. Ova pojava je uočljivija kod tkanina kondenziranih pri niskoj temperaturi. Za tkaninu kondenziranu pri visokoj temperaturi (FTU) nakon 5 ciklusa održavanja prirast apsorpcije je nizak, dok za tkaninu

FTU-A nema ni vlaženja gornje površine što ukazuje na hidrofobnu površinu. Rezultati MMT odgovaraju izvrsnim rezultatima Drop testa, Spray testa i okišnjavanja po Bundesmannu.

Ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (Overall Moisture Management Capacity, OMMC) izražena je kroz indeks koji ukazuje na ukupnu sposobnost tkanine za upravljanje (kapljevitom) vlagom, što uključuje: 1) Prirast apsorpcije vlage na donjoj površini, 2) Sposobnost jednosmjernog prijenosa, i 3) Brzina sušenja na donjoj površini koja je iskazana akumulativnom brzinom razlijevanja [19]. Iz rezultata vidljivo je da je bijeljena tkanina sa sposobnošću upravljanja (kapljevitom) vlagom brzo apsorpirala kapljevinu, brzo se razlijeva po velikoj površini i ima dobar jednosmjerni prijenos. Sve tkanine obrađene FC smolom, bez obzira na temperaturu kondenzacije, na glačanje ili bez glačanja između ciklusa pranja, ocjenjene su kao tkanine sa sposobnošću prodiranja vode jer imaju malu ili nikakvu površinu razlijevanja, ali vrlo dobar do izvrstan jednosmjerni prijenos.

4. Zaključak

U radu je istražena kondenzacija FC smole pri niskoj temperaturi i uspoređeni su učinci s komercijalnim postupkom termokondenzacije pri visokoj temperaturi, a sa svrhom očuvanja energije. Postojanost obrade istažena je kroz 5 ciklusa pranja u kućanstvu pri čemu je jedna polovina uzroka glačana na industrijskom valjku između ciklusa. Obrada kationskom FC smolom Sevophob FTU, bez obzira na temperaturu kondenzacije, rezultirala je postojanom vodo-odbojnošću do 5 ciklusa održavanja ukoliko se glača između ciklusa. Ukoliko je glačanje izostalo, vodo-odbojnost se smanjuje sa svakim ciklusom pranja. Treba istaknuti da su najbolji rezultati postignuti kondenzacijom pri niskoj temperaturi kada je kationska FC smola Sevophob FTU primijenjena uz dodatak

polimernih voskova Sevophob W i alifatskog poliizocijanata Sevophob-Aktivator BLT.

Sa stajališta udobnosti jednako je važan prijenos vlage kroz tekstil u obliku kapljevine i pare. Zbog toga je dinamički prijenos vlage ovim tkaninama kao sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom određen prema AATCC TM 195-2017 na Uređaju za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage (MMT) nakon obradaa i nakon 1., 3. i 5. ciklusa pranja sa i bez glačanja između. S obzirom na rezultate, može se vidjeti da je bijela pamučna tkanina ocjenjena kao „tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom (Moisture Management Fabric)“ s izvrsnom hidrofilnošću, dok su sve tkanine obrađene FC smolom ocjenjene kao „tkanine sa sposobnošću prodiranja vode (Water Penetration Fabric)“ s izvrsnim jednosmjernim prijenosom. Tkanine kondenzirane pri niskoj temperaturi (FTU-A) nakon 5 ciklusa pranja i glačanja ukazuju na hidrofobnu površinu jer nema vlaženja ni apsorpcije niti na gornjoj površini tkanine. Međutim, budući da je jednosmjerni prijenos i dalje vrlo dobar, za predložiti je ovaj postupak za postizanje najboljih rezultata trajne vodo-odbojnosti i prijenosa u jednom smjeru.

Zahvala

Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom IP-2013-11-9967 *Advanced textile materials by targeted surface modification*.

Autorice zahvaljuju tvrtki *TextilColor* na doniranim FC smolama i pomoćnim sredstvima.

Literatura:

[1] Holme, I.: Fluorochemical Repellent Finishes in Textile Finishing,

- Chapter 5: Water-repellency and waterproofing, Society of Dyers and Colourists, Bradford, England, 2003, ISBN 0 901956 81 3
- [2] Černe, L., B. Simončič, M. Željko: The influence of repellent coatings on surface free energy of glass plate and cotton fabric, *Applied Surface Science* 254 (2008.) 20, 6467–6477
- [3] Černe, L., B. Simončič: Influence of repellent finishing on the surface free energy of cellulosic textile substrates, *Textile Research Journal* 74 (2004.) 5, 426–432
- [4] Juhué, D. et al.: Washing Durability of Cotton Coated with a Fluorinated Resin: An AFM, XPS, and Low Frequency Mechanical Spectroscopy Study, *Textile Research Journal* 72 (2002.) 9, 832–843
- [5] Sato, Y. et al.: Effect of Crosslinking Agents on Water Repellency of Cotton Fabrics Treated with Fluorocarbon Resin, *Textile Research Journal* 64 (1994.) 6, 316–320
- [6] Wakida, T. et al.: The Effect of Washing and Heat Treatment on the Surface Characteristics of Fluorocarbon Resin-treated Polyester, *Journal of the Society of Dyers and Colourists* 109 (1993.) 9, 292–296
- [7] Dekanić, T. et al.: The low-temperature curing for durable cotton oil- and water- repellency, *Book of Proceedings of the 8th International Textile, Clothing & Design Conference, Zagreb, Croatia, 2-5. October 2016.*, 159-164, ISSN 1847-7275
- [8] Dekanić, T. et al.: Postojanost vodo- i ulje-odbojnih apretura na pamučnim tkaninama na uvjete održavanja, *Zbornik radova 10. znanstveno-stručnog savjetovanja Tekstilna znanost i gospodarstvo, Zagreb, Hrvatska, 24. siječnja 2017.*, 74-78, ISSN 1847-2877
- [9] Tang, K.-P. M., C.-W. Kan, J. Fan: Evaluation of water absorption and transport property of fabrics, *Textile Progress* 46 (2014.) 1, 1-132, DOI:10.1080/00405167.2014.942582
- [10] Das B. et al.: Moisture Transmission through Textiles, Part I: Processes involved in moisture transmission, *AUTEX Research Journal* 7 (2007.) 2, 100-110, DOI. <http://www.autexrj.org/No2-2007/0236.pdf>
- [11] Das B. et al.: Moisture Transmission through Textiles, Part II: Evaluation Methods and Mathematical Modelling, *AUTEX Research Journal* 7 (2007.) 3, 194-216, DOI. <http://www.autexrj.org/No3-2007/0236.pdf>
- [12] Das B. et al.: Moisture Flow through Blended Fabrics – Effect of Hydrophilicity, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* 4 (2009.) 4, 20-28
- [13] Jhanji Y., D. Gupta, V.K. Kothari: Moisture management properties of plated knit structures with varying fiber types, *The Journal of The Textile Institute* 106 (2014.) 6, 663-673, DOI:10.1080/00405000.2014.934044
- [14] McQueen R.H. et al.: Development of a protocol to assess fabric suitability for testing liquid moisture prijenos properties, *The Journal of The Textile Institute* 104 (2013.) 8, 900-905, DOI:10.1080/00405000.2013.764755
- [15] Kissa E.: Wetting and Wicking, *Textile Research Journal* 66 (1996) 10, 660-668
- [16] Ramachandran T., N. Kesavaraja: A Study of Influencing Factors for Wetting and Wicking Behaviour, *IE (I) Journal-TX* 84 (2004.) 37-41
- [17] Grancarić A. M., E. Chibowski, A. Tarbuk: Slobodna površinska energija tekstila, *Tekstil* 57 (2008.) 1-2, 29-39
- [18] AATCC 195-2017: Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics, American Association of Textile Chemists and Colorists, 2018.
- [19] M290 Moisture Management Tester, Instruction Manual, Rev. 1.4 (06/18) www.sdlatlas.com

SUMMARY

The liquid moisture management properties of low-temperature cured water-repellent cotton fabrics

T. Dekanić, A. Tarbuk, S. Flinčec Grgac

Water- and oil-repellency of cellulose fabrics can be achieved by fluorocarbon (FC) resin crosslinking at high temperatures in the condensation phase. However, FC resin, even after curing, is not resistant to care conditions, it is economically unfavorable, and leads to cotton fabric damage and very often to hue change. Previous studies revealed that it is possible to achieve durable water-repellency by low-temperature curing that lasts for 5 washing cycles if ironed in between cycles, applying FC resin Sevophob FTU with an addition of polymer waxes Sevophob W and aliphatic polyisocyanate Sevophob-Aktivator BLT. Since the moisture management is one of the key performance criteria regarding the comfort of functional fabric, in this paper the liquid moisture management properties were determined according AATCC TM 195-2017. The Moisture management tester (MMT) by SDL Atlas was used for the determination of liquid moisture management properties of white cotton fabrics before and after finishing as well as after 1, 3, and 5 washing cycles with and without ironing in between. The results indicate that the white cotton fabric is characterized as moisture management fabric, while all FC resin treated fabrics are characterized as Water penetration fabrics capable of excellent one-way transport.

Key words: cotton, water repellency, low-temperature curing, moisture management

University of Zagreb Faculty of Textile Technology

Department of Textile Chemistry and Ecology

Zagreb, Croatia

e-mail: anita.tarbuk@ttf.hr

Received March 15, 2018

Eigenschaften des Feuchtigkeitsmanagements von bei niedrigen Temperaturen kondensierten wasserabweisenden Baumwollstoffen

Wasser- und Ölabweisung der Cellulosegewebe kann durch Vernetzen von Fluorkohlenwasserstoff (FC)-Harz bei hoher Temperatur in der Kondensationsphase erreicht werden. FC-Harz ist jedoch selbst nach dem Kondensieren nicht beständig gegen Pflegebedingungen, es ist wirtschaftlich ungünstig und führt zu einer Beschädigung des Baumwollgewebes und sehr oft zu einer Änderung des Farbtons. Frühere Studien haben gezeigt, dass es möglich ist, dauerhafte Wasserabweisung durch Kondensieren bei niedriger Temperatur zu erreichen, das 5 Waschzyklen dauert, wenn zwischen den Zyklen gebügelt wird, wobei das FC-Harz Sevophob FTU mit einem Zusatz von Polymerwachsen Sevophob W und dem aliphatischen Polyisocyanat Sevophob-Aktivator BLT angewendet wird. Da das Feuchtigkeitsmanagement eines der wichtigsten Leistungskriterien für den Tragekomfort von Funktionsstoffen ist, wurden in dieser Arbeit die Eigenschaften des Flüssigkeitsfeuchtigkeitsmanagements gemäß AATCC TM 195-2017 bestimmt. Der Moisture Management Tester (MMT) von SDL Atlas wurde zur Bestimmung des Feuchtigkeitsmanagements von weißen Baumwollstoffen vor und nach der Ausrüstung sowie nach 1, 3 und 5 Waschzyklen mit und ohne Zwischenbügeln verwendet. Die Ergebnisse zeigen, dass das weiße Baumwollgewebe als feuchtigkeitsregulierendes Gewebe charakterisiert ist, während alle mit FC-Harz behandelten Gewebe als wasserdurchlässige Gewebe charakterisiert sind, die einen hervorragenden Einwegtransport ermöglichen.