

UDK 677 + 687(05)

ISSN 0492-5882



^ ASOPIS ZA TEKSTILNU I ODJEVNU TEHNOLOGIJU
ZEITSCHRIFT FÜR TEXTILTECHNOLOGIE UND BEKLEIDUNGSTECHNIK
JOURNAL FOR TEXTILE AND CLOTHING TECHNOLOGY

Vol. 59 Zagreb, October 2010

No. 10

Tekstil

10

JADRAN
SINCE 1930



JADRAN Tvornica čarapa d.d., Vinka Žganeca 2, 10040 Zagreb, Hrvatska, www.jadran-carapa.hr, jadran@jadran-carapa.hr



^ A S O P I S Z A T E K S T I L N U I O D J E V N U T E H N O L O G I J U

UREDNI[TVO: HR-10001 Zagreb, Novakova ulica 8/II - p.p. 829 - telefon: +385 (01) 4818 252, 4818 253, telefaks: 4818 242, e-mail: hist^o zg.t-com.hr, www.Tekstil.hist.hr
IZDAVA^ I VLASNIK: HRVATSKI IN@ENJERSKI SAVEZ TEKSTILACA, ZAGREB, ZEITSCHRIFT FÜR TEXTILTECHNOLOGIE UND BEKLEIDUNGSTECHNIK Herausgeber: Kroatischer Verband der Textilingenieure Zagreb, Kroatien, JOURNAL FOR TEXTILE AND CLOTHING TECHNOLOGY Publisher: Croatian Association of Textile Engineers, Zagreb, Croatia

Tekstil Vol. 59 br. 10 str. 439-482

Zagreb, listopad 2010.

Glavni urednik/Editor in Chief: Zvonko Drag-evi} (Zagreb),
e-mail: zvonko.dragcevic^o ttf.hr
Direktor / Director: An elko [valjek (Zabok)
Urednica / Editor: Agata Vin-i} (Zagreb)
Urednik on-line izdanja / On-line Editor: @eljko Penava (Zagreb)

Savjet za izdava-ku djelatnost /
Publishing Council
Predsjednik / President: Darko Ujevi} (Zagreb)

Uredni{vo / Editorial Board: Maja Andrassy, Zvonko Drag-evi},
Zlatka Mencl-Bajs, Alka Miheli}-Bogdani}, Gojko Nikoli}, \ur|ica Parac-Osterman, @eljko Penava, Dinko Pezelj, Emira Pezelj, Tanja Pu{i}, Nina Re`ek-Wilson, Dubravko Rogale, Zenun Skenderi, Ivo Solja-i}, Darko Ujevi}, Agata Vin-i}, Zlatko Vrlji-ak, Edita Vujasinovi}, koji su ujedno i ~lanovi Savjeta - svi iz Zagreba.
Ostali -lanovi Savjeta -asopisa: Sonja Be{enski (Duga Resa);
Sonja Racan (Pula); Ivan Klanac (Osijek); Miroslav Raljevi}
(Omi{}; Bo`o Tomi} (^akovec); Damir Vitez (Vara`din); Ivan Laba{
(Vara`din); Marija [utina (Pregrada); Mirjana Gambiro`a-Juki},
Ivan Kova-, Zdenko Brodi}, Mirsad Avdag{i}, Karlo Pavi-i} i Verica ^engi} (svi iz Zagreba).

^lanovi Me | unarodnog savjeta za izdava-ku djelatnost / Members of the International Publishing Council: Anton Marcin-in (Sk); George K. Stylios (UK); Larry C. Wadsworth (USA).

Lektorica / Language Editor: Alice Bosnar (Zagreb)

^asopis izlazi mjesecno u 800 primjeraka.

^asopis sufinancira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i {porta Republike Hrvatske

^asopis se referira u sjede}im publikacijama / Articles are abstracted by or indexed in: Research Alert, Materials Science Citation Index, Chemical Abstracts, World Textiles Abstracts, Textile Technological Abstracts, Textile Technology Digest, Art & Archaeology Technical Abstracts, Bulletin Signalétique, Referativny sbornik, Investigación e Información y de Tensioactivos, publikacije Institute of Textile Technology, CAB Abstracts, World Textiles, Energy Science & Technology, Pascal, Paperchem, PIRA, World Translations Index, EBSCO Publishing

Godi{nja pretplata za ustanove i poduze}ja 600,00 kn, za inozemstvo 110,- EUR, pojedina~no broj za: u-enike i studente, -lanove DIT-a 10,00 kn, ne-lanove DIT-a 190,00 kn.

Pretplata se pla}a unaprijed, najkasnije 8 dana nakon primitka ra~una. @iro-ra~un: 2360000-1101547886

Grafi-ka priprema i tisk: Denona d.o.o., Zagreb

SADRŽAJ / CONTENTS

Izvorni znanstveni radovi / Original scientific papers:	
<i>I. Jordanov, B. Mangovska, P. Forte Tavčer:</i>	
Mechanical and structural properties of mercerized cotton yarns, bio-scoured with pectinases	439
<i>I. Jordanov, B. Mangovska, P. Forte Tavčer:</i>	
Mehanička i strukturna svojstva merceriziranih pamučnih pređa biološki iskuhanih pektinazama	447
<i>I. Majnarić, S. Bolanča, K. Golubović:</i>	
Neke karakteristike transfernih folija načinjenih tehnikom mlaza tinte te njihov utjecaj na kvalitetu otiska na pamučnoj tkanini / Some characteristics of ink jet transfer foils and their influence on the print quality of cotton fabric	456
<i>S. Mladenović, A. Granić, I. Maršić:</i>	
Odabir kombinacija odjevnih predmeta potpomognut računalom / Computer-aided selection of garment combinations	463
Prikazi:	
<i>I. Soljačić, T. Pušić:</i>	
Povezanost proizvodnje i njege tekstila.....	470
Gospodarstvo i tržište	472
...: Pregled poslovanja tekstilom u svijetu u 2009. godini	472
...: Procjena opće potražnje za ugljikovim vlaknima za automobile	472
Prikazi strojeva:	
Trützscher Nonwovens na sajmu INDEX	473
Andritz Küsters i Andritz Perfojet na sajmu INDEX 2011	475
Kalendar kongresa, simpozija, izložbi i sajmova	476
Domaće vijesti	479
Vijesti iz inozemstva	481

Neke karakteristike transfernih folija načinjenih tehnikom mlaza tinte te njihov utjecaj na kvalitetu otiska na pamučnoj tkanini

Dr.sc. **Igor Majnarić**, dipl.graf.ing.

Prof.dr.sc. **Stanislav Bolanča**, dipl.graf.ing.

Kristijan Golubović, dipl.graf.ing.

Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Zagreb, Hrvatska

e-mail: majnaric@grf.hr

Prispjelo: 20.07.2009.

UDK 677.016.41:677.047.5

Izvorni znanstveni rad

*Tehnika mlazom tinte (ink-jet) ima vrlo široku primjenu te mogućnost tiska na različitim podlogama (tekstil, papir, metal, staklo, plastika ...). Osim direktnog otiskivanja, sve češće je indirektno otiskivanje sa termalnih transfernih folija načinjenih tehnikom mlaza tinte na tkanine. U ovom radu istražene su dvije karakteristične transferne folije tiskane mlazom tinte (Iron On, TEC print Cling), koje su prilagođene za prihvatanje bojila na vodenoj bazi i na bazi organskih otapala. Objektivna ocjena kvalitete reprodukcije otiska na folijama data je s CIE $L^*a^*b^*$; i CIE ΔE_{2000} . Rezultati potvrđuju da obje otisnute transferne folije najbolje kvalitete postižu nakon stabilizacije od 144 h. Kod tinta na bazi vode, najviše se mijenja crna boja ($\Delta E_c = 9,22$), a najmanje žuta boja ($\Delta E_y = 0,80$). Tinte na bazi organskih otapala imaju manja odstupanja u bojama u odnosu na vodenu bazu. Iako su tinte na vodenoj bazi ekološki prihvatljivije, rezultati pokazuju da je prihvatljivija priprema ink-jet transfernih folija otisnutih s tintom bojila na bazi organskih otapala. Međutim, nakon stabilizacije tiska od 144 h razlike u kvaliteti otiska ispitivanih transfernih folija nisu velike.*

Ključne riječi: transferna folija, tisk mlazom tinte, termalni tisk transfernim folijama, tisk pamučne tkanine, CIE ΔE_{2000}

1. Uvod

Jedan od čestih načina digitalnog otiskivanja je tisk mlazom tinte (ink-jet). Tehnika mlazom tinte temelji se na beskontaktnom nanošenju kapljičnog bojila direktno na podlogu za tisk. Pritom se koriste tekuća bojila, odnosno tinte koje prolaze kroz sklopove sitnih mlaznica (mogu sadržavati i do nekoliko milijuna otvora), koje u konačnici rezultiraju s kapljicama veličine 5 pl. [1].

Tiskovni elementi (kapljice) formiraju se na dva načina: kontinuiranim

mlazom CIJ (Continius Ink Jet) ili diskontinuiranim mlazom (kapljicom) na zahtjev DoD (Drop on Demand). Osnovno načelo kontinuiranog mlaza bazirano je na konstantnom strujanju tinte bojila, pri čemu se kapljice, na svojoj putanji, kontrolirano skreću. Razlikuju se četiri tipa sretanja kontinuiranog mlaza tinte: binarno skretajući, višestruko skretajući, hercni, Mikrodot. Kod tehnike diskontinuiranog mlaza tinte, DoD tiska, kapljice se oblikuju u točno određenom trenutku. Pritom se mlaz

tinte iz spremnika direktno nanosi na tiskovnu podlogu te ne postoji povrat tinte kao kod kontinuiranog načina, odnosno CIJ. Prema načinu oblikovanja jedne kapljice razlikuje se DoD tehnika tiska: piezo, termalna, elektrostatska i akustička [2].

Piezo tehnika tiska mlazom tinte je najviše u uporabi zbog toga što se bojila ne mijenjaju (zagrijavaju) tijekom postupka tiska, a moguće je i otiskivanje s različitim formulacijama bojila (tinta) te na različitim tiskovnim podlogama. Ova tehnika se

temelji na piezo efektu, odnosno piezo kristal je osnova ispisne glave. Izlaganjem piezo kristala električnom polju, dolazi do fizičke deformacije kristala (rastezanja), a time se direktno utječe na smanjenje volumena, odnosno povećanja pritiska unutar kapilarne komore. Rezultat toga je stvaranje meniskusa mlaza tinte na kapilarnom otvoru, te do oslobođanja kapljice prestankom djelovanja napona, odnosno prilikom vraćanja piezo kristala u početni oblik [3].

Prilikom višebojnog otiskivanja Piezo tehnikom tiska najčešće se upotrebljavaju tri vrste tinta bojila: na vodenoj bazi, na bazi organskih otapala te UV sušeće (curing) tinte bojila [4]. Tinte na vodenoj bazi namijenjene su za niskoproduktivne DTP (Desk Top Publishing) i brze kontinuirane pisače. Zbog potrebne niske viskoznosti tinte sadržavaju demineraliziranu vodu (51 %), odgovarajući pigment (1-5 %), polietilen glikol (14 %), dietilen glikol (12 %), n-metil pirolidon (15 %), polivinil alkohol (3 %), trietanol amin (1 %), biocide (0,1 %) i pufer (0,3 %) [5].

Tinte za tisk na mlazom tinte sadržavaju pigmente kao nosioce obojenja, a najčešće se primjenjuje Piezo tehnika. Za postizanje tiska u boji primjenjuju se tradicionalni organski pigmeneti. Najčešće su to: acetoacetanilin (žuto), dimetilquinakridon (magenta), bakrov ftalocijanin (cijan) i ugljik (crno), sl.1. Navedeni pigmeneti dispergirani su u vezivima koja su najčešće na bazi smole, čime se omogućuje vezivanje pigmenta za tiskovnu podlogu [6].

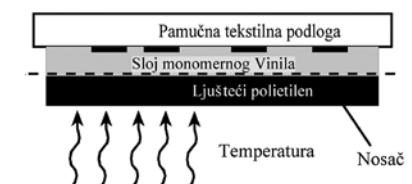
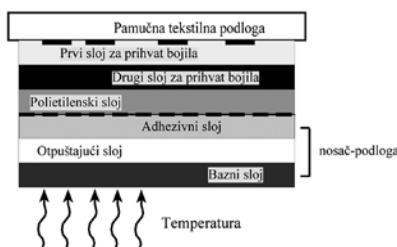
Pigmenti nove generacije (kapsulirani) napravljeni su tako da se konvencionalni pigmenti "zarobljavaju" polimerom tvoreći tako jednu mikrokapsulu. U odnosu na jednomolekulna bojila, jedna mikrokapsula pigmenta može sadržavati i do 10 000 molekula bojila. Takva kristalna struktura otpornija je na svjetlo (UV područje), ali nažalost kvaliteta otiska je lošija (refleksija s takvog sloja je slabija nego kod jednomolekul-

nih bojila). Njihova je postojanost mala te imaju ograničenu upotrebljivost u prostorima u kojima vladaju ekstremni atmosferski uvjeti [7]. U procesu tiska dolazi do interakcije bojila s podlogom. U procesu sušenja odvijaju se različiti fizikalno-kemijski procesi pri čemu se oblikuje film koji se adhezivnim silama veže za transfernu foliju. Nažalost proces sušenja ima za posljedicu promjenu debljine nanosa bojila, te obojenja. Zbog toga se često analizira tzv. postojanost tiska (unutar vremenskog perioda od 144 sata).

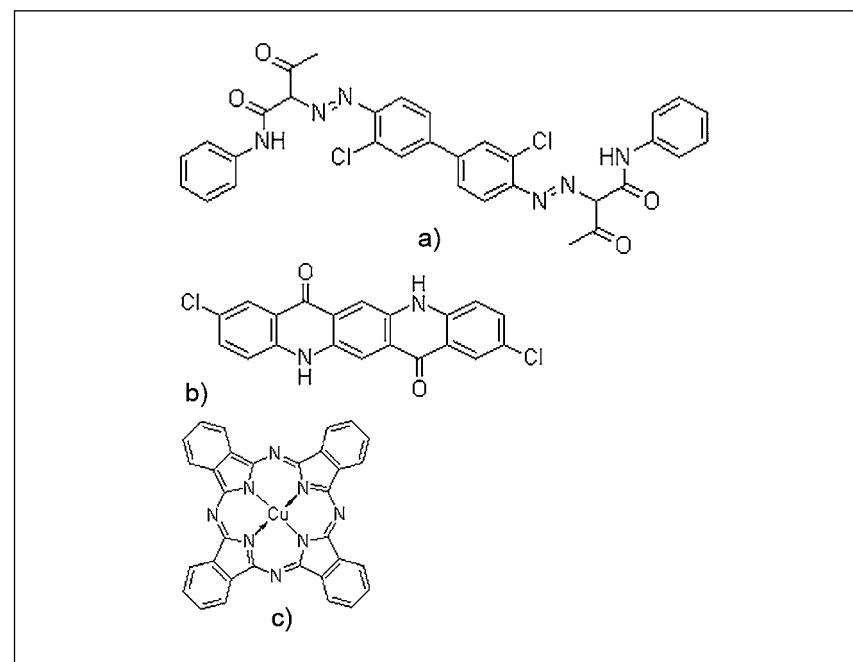
Da bi se omogućilo tiskanje i brzo sušenje na apsorptivnim i neapsorptivnim tiskovnim podlogama, potrebno je prilagoditi primjenjeno otapalo. Tako se umjesto tinta baziranih na demineraliziranoj vodi, upotrebljavaju tinte bojila na bazi organskih otapala koja sadrže dietilenglikoldietil ester (55-66 %), gamabutirolakton (10-20 %), tetraetilenglikol dimetil eter (10-20 %), tetraetilenglikol monobutil eter (10-20 %), aditive (1-5 %) te sintetičke polimere (1-5 %) [8].

Prema literaturnim podacima, P.J. Shih i T.M. Kung [9], kvaliteta izra-

de transfernih podloga zasigurno predstavlja najzahtjevниji i najodgovorniji dio za uspješnu reprodukciju. Složenost izrade ovih podloga prikazana je na sl.2 i 3. Za postizanje vi-



soko kvalitetnih reprodukcija, tinte na bazi vode morat će se otiskivati na specijalno pripremljenom transfer-



Sl.1 Kemijska struktura osnovnih pigmenata primjenjenih u tehnici tiska mlazom tinte za dobivanje višebojnih otiska: a) žuta 12 (C.I. 21100), b) crvena 202 (C.I. 73907), c) plava 16 (C.I. 74100)

nom materijalu, sl.2. Takvi prijenosni materijali, odnosno transferne folije sastoje se od sljedećih slojeva: osnovnog papirnog sloja, otpuštajućeg sloja, sloja ljepila, sloja za prihvatanje bojila (obično 2), i međusloja za prihvatanje bojila. Završni sloj može se dodatno oslojiti drugim slojem za prihvatanje bojila. Djelovanjem temperature grijaca (80°C) transparentni polietilenski sloj prihvata se za tekstilnu podlogu, pri čemu dolazi i do fiksiranja otisnutog sloja bojla [9, 10].

Tinte bojila na bazi organskih otapala preporučuju se pri korištenju jednostavnih višeslojnih prozirnih materijala, sl.3. Ona sadrže dva osnovna sloja: polietilensku foliju (donji sloj) i vinilni monomer (gornji sloj), koja su međusobno povezana termostabilnim ljepilom. Vinilni monomer pogodan je za prihvatanje mlaza tinta na bazi organskih otapala. Nakon tiskanja, prozirna folija se okreće (otisnutim slojem prema dolje), dovodeći se u kontakt s tiskovnom podlogom. Pri visokoj temperaturi (133°C) i tlaku (25,9 kPa), vinilni monomer polimerizira, postaje mehanički mekani polivinil te se zajedno sa slojem bojila veže na površinu tkanine. Nakon hlađenja, bazna polietilenska folija mehanički se ljušti, čime završava proces termalnog transfera [9, 12, 13].

Za praćenje i ocjenjivanje otiska primjenjuje se isključivo spektrofotometrijska metoda, koja se temelji na izračunavanju razlike u obojenju (CIE LAB ΔE) po svim njenim para-

metrima [9]. Razlika u obojenju definirana je jednadžbom (1):

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{\Delta L^*{}^2 + \Delta a^*{}^2 + \Delta b^*{}^2} \quad (1)$$

Pritom je Δa^* razlika nastala po kromatskoj koordinati a (crvena-zeleena), Δb^* razlika nastala po koordinati b (žuta-plava), te ΔL^* razlika nastala u svjetlini. S obzirom na specifičnost određivanja razlike u obojenju, razvijeno je više matematičkih modela (2) kao što je CIE ΔE_{2000} [14].

$$\Delta E_{2000}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{S_L k_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{S_C k_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{S_H k_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C^*}{S_C k_C}\right) \left(\frac{\Delta H^*}{S_H k_H}\right)} \quad (2)$$

Korekcijske funkcije S_L , S_C , S_H , T , R_C , R_T pritom su izražene jednadžbama (3), (4) i (5).

$$S_L = 1 + \frac{0,015(L' - 50)^2}{\sqrt{20 + (L' - 50)^2}} \quad S_C = 1 + 0,045C' \quad S_H = 1 + 0,015CT \quad (3)$$

$$T = 1 - 0,17 \cos(h' - 30^\circ) + 0,24 \cos(2h') + 0,32 \cos(3h' + 6^\circ) - 0,20 \cos(4h' - 63^\circ) \quad (4)$$

$$R_C = 2 \sqrt{\frac{C'}{C'^2 + 25^2}} \quad R_T = -\sin(2\Delta\Theta)R_C \\ \Delta\Theta = 30 \exp\left\{-[(h' - 275^\circ)/25]^2\right\} \quad (5)$$

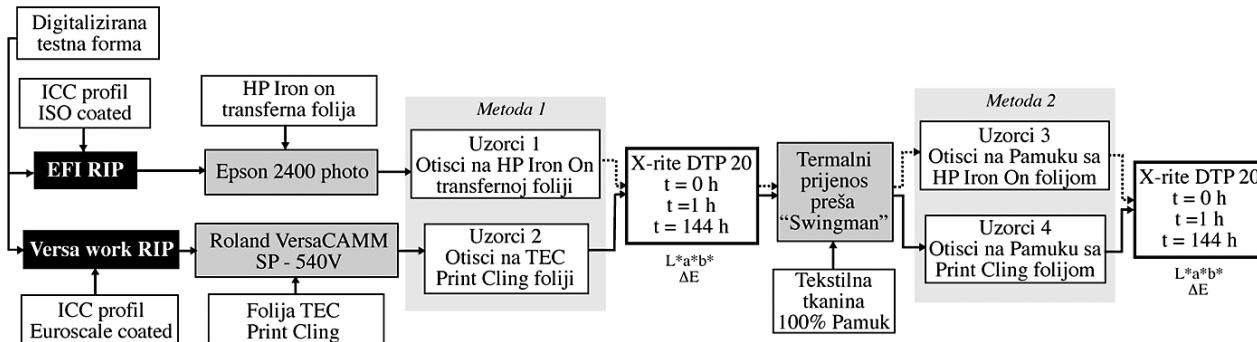
Vizualnu ocjenu obojenja moguće je dovesti u korelaciju s izmjerenom razlikom u obojenju. Pritom postoji 5 ocjena: vrlo mala razlika ($\Delta E = 0-1$), mala razlika ($\Delta E = 1-2$), srednja razlika ($\Delta E = 2-3,5$), velika razlika ($\Delta E = 3,5-5$) i značajna razlika ($\Delta E = >5$) [11].

Postizanje točne i ujednačene tonske reprodukcije prioritet je svakog tiskarskog procesa. To je vrlo teško pos-

tići zbog specifičnosti tiskarskog procesa. Zbog različitih svojstava bojila, tijekom otiskivanja primjenjuju se različiti načini prenosa bojila, koji također moraju biti prilagođeni specifičnosti tiskovnih podloga. Priprema transfernih folija isključivo je temeljena na tehnološkom procesu tiska mlazom tinte. Cilj ovog rada je ispitati utjecaj različitih transfernih folija pripremljenih mlazom tinte, kao i njihov termalni prijenos na kvalitetu otiska na tekstilnoj podlozi. Rezultati istraživanja vrijednosti obojenja dati su u $L^*a^*b^*$ dijagramu, te kao razlika u boji ΔE_{2000} .

2. Eksperimentalni dio

Na sl.4 prikazan je tijek eksperimenta. Pritom je korištena ECI forma koja sadrži 378 različitih CMYK polja. Da bi se postiglo kolorimetrijski kontrolirano otiskivanje, tiskovna forma prevodi se u specifičan rasteriški oblik. Za tu potrebu korištena su dva softverska RIP-a: EFI (za Epson 2400) i Wersa Work (Roland VersaCAMM), uključujući primjenu Colour Managementa sa dva ICC Profila: ISO coated (Epson) i Euroscale Coated (Roland). Oba upotrijebljena pisača rade na načelu piezo tehnologije tiska mlazom tinte. Epson Stylus 2400 je fotopisač širine ispisa od 329 x 483 mm, maksimalne ispisne rezolucije 2400 x 2400 dpi, brzina ispisu od 5 min i 40 s i formiranim kapljicom veličine 2,5 pl. Roland VersaCAMM SP 540V je producijski pisač maksimalne širine role od 1346 mm,



Sl.4 Shema postupka provođenja eksperimenta

maksimalne ispisne rezolucije 1440 x 720 dpi i veličine kapljica od 6 pl. Pri standardnoj rezoluciji od 360 x 360 dpi moguća je brzina tiska od 25 m²/h.

2.1. Priprema transfernih folija

2.1.1. Uzorak 1

Pripremljena je HP termalna transferna folija Iron On bijele boje ($L=94,94$; $a=0,18$; $b=-0,09$) i shematski je prikazana na sl.2. Tisk mlazom tinte proveden je na pisaču Epson Stylus Photo 2400, uz upotrebu Ultracrom tinta bojila na bazi vodenog otapala. Primjenom ovog Piezo ink-jet sustava tiskanje se provodi sa četiri osnovne boje (C, M, Y, K) uz dodatak svjetlo cijana (LC) svjetlo magente (LM) i dvije svjetlo sive (LK i LLK).

2.1.2. Uzorak 2

Za uzorke 2 pripremljena je transferna folija TEC Print Cling talijanskog proizvođača Kemica prozirna, sl.3. Tisk je proveden na pisaču Roland Versa CAMM, uz upotrebu tinta na bazi organskih otapala samo četiriju boja (C, M, Y, K).

Nakon tiskanja transfernih folija, uzorci 1 i 2 izloženi su sobnoj temperaturi (20 °C) te su provedena spektrofotometrijska mjerena obojenja, odnosno vrijednosti boje na otiscima u vremenu: odmah nakon tiska ($t=0$ h), nakon jednog sata ($t=1$ h), i nakon 6 dana ($t=144$ h). Pritom je korišten spektrofotometar X-rite DTP 20 s mjernom geometrijom optike 0/45° i mjernim otvorom promjera 4 mm.

2.2. Primjena transfernih folija na pamučne tkanine

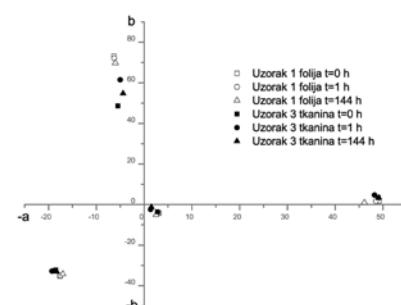
Prethodno pripremljeni uzorci transfernih folija (uzorci 1 i uzorci 2) upotrijebljeni su nakon izlaganja na sobnoj temperaturi u vremenu od 0, 1 i 144 h, primjenom termalne preše SwingMan (površine 40x50 cm, pritiska 25,9 kPa, u vremenu od 20 s) za tisk pamučne tkanine (platnenog veza, površinske mase 130 g/m² i $L=94,05$; $a=1,33$; $b=-1,94$).

Za transferne folije, uzorci 1 (Iron On) primijenjena je temperatura prešanja 80 °C te su dobiveni otisnuti uzorci pamučne tkanine koji su označeni kao *uzorci 3*. Kod prešanja transfernih folija, uzorci 2 (TEC Print Cling) primijenjena je temperatura od 133 °C, a otisnute pamučne tkanine označene su kao *uzorci 4*.

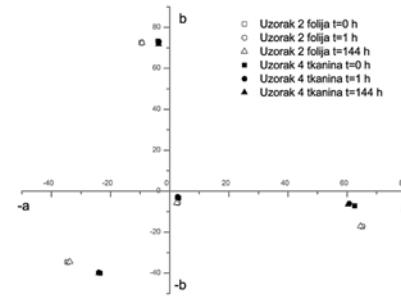
Na dobivenim otisnutim pamučnim uzorcima 3 i 4 provedena su spektrofotometrijska mjerena boje otisaka primjenom spektrofotometra (X-rite DTP 20) i to u vremenskim intervalima odmah nakon tiska, te nakon 1 i 144 sata ($t=0$ h, $t=1$ h i $t=144$ h). Izmjerenе vrijednosti boja (L^* , a^* , b^* i ΔE) otisnutih uzoraka prikazani su na sl.5, 6, 7 i 8.

3. Rezultati i rasprava

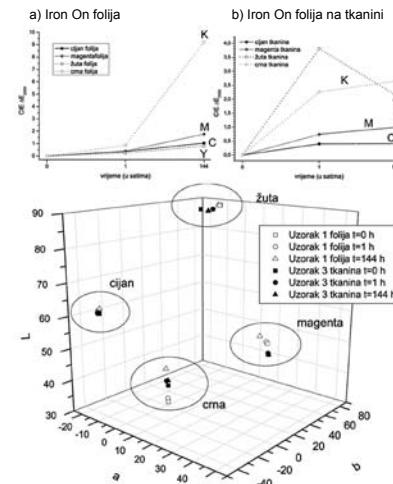
U dosadašnjim radovima Y. Oyamada i sur. [8] i A. Tian i sur. [12] uglavnom je istraživana tehnika ter-



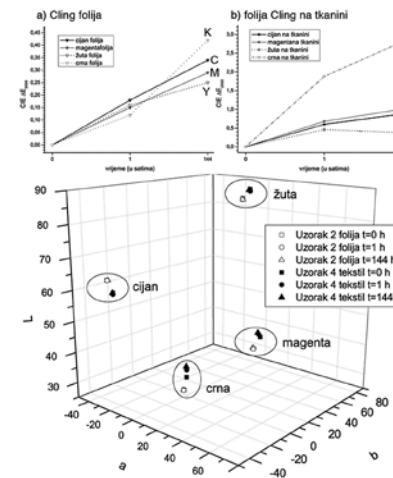
Sl.5 Vrijednosti a^* , b^* boja otisaka na uzorcima 1 (Iron On foliji) i uzorku 3 (transfer na pamučnu tkaninu) u različitim vremenima stabilizacije folije nakon tiska



Sl.6 Vrijednosti a^* , b^* boja otisaka na uzorcima 2 (Tec Cling foliji) i uzorcima 4 (transfer na pamučnu tkaninu) u različitim vremenima stabilizacije folije nakon tiska



Sl.7 Dijagram L^* , a^* , b^* vrijednosti boja i promjene ukupne vrijednosti boje ΔE : a) prije b) i nakon termalnog transfernog tiska Iron On folije na pamučnu tkaninu



Sl.8 Dijagram L^* , a^* , b^* vrijednosti boja i promjene ukupne vrijednosti boje ΔE : a) prije b) i nakon termalnog transfernog tiska Cling folije na pamučnu tkaninu

malnog transfernog tiska te utjecaj temperature i pritiska. U ovom radu težište istraživanja je izbor sastava transfernih folija na kvalitetu otiska. Primijenjene su transferne folije koje imaju prijenosni sloj na bazi polietilena (Iron On) uz koje se preporuča upotreba tinta bojila na vodenoj bazi, te folija na bazi monomernog vinila (TEC Print Cling) uz koje se upotrebljavaju tinte bojila na bazi organskih otapala.

Uz vrste transfernih folija ispitana je i utjecaj vremenskog odležavanja na

stabilnost folija otisnutih tiskom mlazom tinte, radi dobivanja kvalitetnijih otiska na pamučnoj tkanini. Otiskivanje mlazom tinte je u potpunosti digitalizirana tehnologija (omoćava brzu pripremu transfernih folija) no nužno je bilo ispitati u kojem se vremenu stabilizira ton boje otiska na foliji, što osigurava postizanje kvalitetnog otiska na pamučnoj tkanini. Spektrofotometrijskom metodom određivane su vrijednosti boja, na transfernim folijama i na otisnutom tekstilnom supstratu, vrijednosti su prikazane u $L^*a^*b^*$ dijagramu i kao ukupna razlika u boji ΔE_{2000} .

Na sl.5, 6, 7 i 8 prikazane su koordinate a^* i b^* CMYK punih tonova, mjerene na transfernim folijama i na otisnutoj pamučnoj tkanini nakon sušenja ($t=0$ h, $t=1$ h i $t=144$ h).

Ovisno o vremenu pripreme, na a^*b^* grafičkim prikazima (sl.5 i 6) manja odstupanja u CMYK sustavu boja, dobivena su za Cling foliju (sl.6 uzorak 2) u odnosu na Iron On transfernu foliju (sl.5 uzorak 1).

Sukladno prethodnim tvrdnjama, otisci na transfer folijama dobiveni tintama na bazi organskog otapala imaju veću kromatičnost. Bolji rezultati Cling otiska (uzorak 2) potvrđeni su kod svih boja gdje je dobivena razlika u kromatičnosti (ΔC), unutar vremena sušenja-stabilizacije, manja od 0,3 (cijan $\Delta C=0,23$; magenta $\Delta C=0,13$; žuta $\Delta C=0,04$). Kod otiska s tintama bojila na vodenoj bazi (uzorak 1) vrijednosti razlike u kromatičnosti ΔC u korelaciji su s vrijednostima a^*b^* (sl.5), a nalaze se u granicama od 0,4 do 0,97 (cijan $\Delta C=0,40$; magenta $\Delta C=0,79$; žuta $\Delta C=0,97$). Ove razlike potvrđuju važnost odabira vrste transfernih folija otisnutih mlazom tinte zbog utjecaja na njihovu daljnju primjenu. Kod pripreme transfernih folija tiskanih tintama na bazi vode, uočeno je da vrijeme sušenja ima značajan utjecaj na kvalitetu otiska.

Sljedeći korak je ispitati kvalitetu transfera bojila na pamučni materijal. Pri tom transferu važnu ulogu

ima sastav transferne folije (uzorak 1 polietilenski sloj, uzorak 2 vinilni sloj) koja će djelovanjem temperaturе utjecati na kvalitetu prijenosa bojila, odnosno postignutog obojenja na pamučnoj tkanini.

Na temelju prikaza u CIE a^*b^* dijagramu, može se uočiti da veće a^*b^* vrijednosti za otiske transfernih folija, uzorci 2 (Cling folija) očekivano imaju vezu s dobivenim većim vrijednostima a^*b^* otisnutoj na pamučnoj tkanini (uzorci 4) termalnim transfernim tiskom tih folija. Nakon transfera folija otisnutih tintama bojila na bazi organskih otapala na pamučnu tkaninu (uzorci 4) ni nakon 144 sata stabilizacije na zraku, ne dolazi do signifikantne razlike u kromatičnosti (žuta $\Delta C=0,30$; magenta $\Delta C=0,56$) boja otiska. Međutim, kod uzorka 3, koja su otisnuta s transfernim folijama izrađenim tiskom mlazom tinte na vodenoj bazi, razlika u kromatičnosti boje otiska je nešto izraženija i to posebno kod žute $\Delta C=1,2$.

Međutim a^*b^* dijagram ne daje potpunu informaciju o kvaliteti prijenosa otiska jer nisu uzete u obzir vrijednosti svjetline boje (L^*). Stoga su isti uzorci prikazani u 3D obliku s $L^*a^*b^*$ koordinatama (sl.7 i 8). Naiime, potrebno je naglasiti da prikaz uzorka s trećom koordinatom (svjetlinom) omogućuje praćenje dubine obojenja kako na foliji tako i pri prijenosu na tekstilni supstrat. Pritom se dobiva odgovor o utjecaju vremena na stabilnost otiska na folijama te utjecaj na transfer otiska s folije na pamučnu tkaninu.

Rezultati prikazani na sl.7 i 8 potvrđuju da otisnuti uzorci 2 (na bazi organskih otapala) imaju dublja obojenja, odnosno manje vrijednosti svjetline L^* u odnosu na uzorke 1 (na bazi vode). Ipak, ove rezultate treba uzeti s oprezom jer od proizvođača nisu dobivene precizne karakteristike upotrijebljenih bojila u tintama za tisk mlazom tinte.

Iako se na temelju $L^*a^*b^*$ dijagrama može donekle govoriti o kvaliteti pojedine transferne folije, ipak nije do-

biven odgovor kako vrijeme sušenja utječe na njihovu stabilnost. Stoga se tražio odgovor s izračunom ukupne razlike u boji (CIE Lab ΔE_{2000}). Dobivene vrijednosti razlike u boji otisnutih uzoraka prikazane su na sl. 7 i 8.

Općenito se može reći, a što je i bilo za očekivati da tisk folija sa tintama na bazi vode (sl.7a) zahtijeva duže vrijeme sušenja. Tako se kod tih uzoraka nakon 144 sata uočava porast ΔE vrijednosti koje iznose: $\Delta E_C=1,04$; $\Delta E_M=1,77$; $\Delta E_Y=0,80$; $\Delta E_K=9,22$. To se može protumačiti procesom stabilizacije koji još uvijek traje. Crni otisak znatno se mijenja postajući tako siv, što je vidljivo i u promjeni svjetline ($\Delta L=9,14$).

Slično ponašanje dobiveno je na otiscima na pamučnoj tkanini (sl.7b) s jedinim izuzetkom žute boje. Žuta boja ima veliku vlastitu svjetlinu, te se oscilacije ne mogu tumačiti procesom stabilizacije obojenja otiska. Nakon 144 sati razlike su još uvijek velike $\Delta E_Y=2,14$.

Primjenom bojila na bazi organskih otapala (sl.8a) i nakon 144 sata stabilizacije otiska, razlike u obojenju su male ($\Delta E_C=0,36$; $\Delta E_M=0,29$; $\Delta E_Y=0,25$). To potvrđuje brzu pripremu i dobru stabilnost korištenja Cling folija (uzorak 2). Njihovom primjenom, odnosno termalnim transferom na pamučnu tkaninu (uzorak 4) te nakon stabilizacije pamučnih uzoraka od 144 sata ukupne razlike u boji su male ($\Delta E_Y=0,38$, $\Delta E_C=0,93$, $\Delta E_M=1,01$) što govori o primjenjivosti ove folije u tehnologiji termalnog transfera.

Provedena ispitivanja s folijama mogu se primijeniti za transferno otiskivanje pamučnih tkanina. Međutim, valja naglasiti da kvaliteta otiska prijenosom uzorka na tkaninu transfernom tehnikom, ovisi o izboru folije. U ovom radu dokazano je da su bolji rezultati dobiveni folijom Cling. Ova folija kao prijenosni sloj koristi monomerni vinil, koji daje prozirniji otisak na pamuku, što potvrđuju dublja obojenja reproduciranih tonova.

Također se pokazalo da će se otisci dobiveni tiskom na bazi organskih otapala brže stabilizirati na foliji (nakon 1 sata). Međutim, postavlja se pitanje iz ekološkog aspekta da li su takve tinte prihvatljivije od onih na bazi vode. Posebno je to otvoreno za daljnja razmatranja budući da nisu dobivene velike razlike, a stabilnost nakon 144 sata je zadovoljavajuća i kod ovih uzoraka.

4. Zaključak

Potvrđeno je da se digitalna tehnika mlazom tinte može jednostavno primijeniti za izradu transfernih folija (otisnutih tintama na bazi vode i na bazi organskog otapala). Pokazalo se da kvaliteta primjene tiska mlazom tinte ovisi o sastavu transferne folije što se poslije reflektira na kvalitetu otiska primjenjenih folija na pamučnoj tkanini.

Folija s jednim slojem, koja se koristi isključivo za tisk tintama na bazi organskih otapala, pokazala se najprihvatljivijom. Kod odabira folije dokazano je da se izbor može provesti određivanjem parametara boja otiska (ΔC , $L^*a^*b^*$ i ΔE_{2000}), kako na samoj foliji (izrada uzorka) tako i nakon prijenosa na tkaninu (primjena uzorka).

Kod folije Cling (tiskane mlazom tinte na bazi organskih otapala) dobivena su vrlo mala odstupanja, te se u praktičnoj primjeni mogu očekivati dobri rezultati na pamučnoj tkanini, što je ujedno i preporuka za njenu primjenu.

Kod Iron On folije (tiskane mlazom tinte na bazi vode) potrebno je duže vrijeme stabiliziranja, međutim i na-

kon 144 sata stabilizacije dobivene folije imaju znatno veću ukupnu razliku u boji. Time je i potvrđena veća stabilnost Cling folije.

Dokazano je da priprema folija utječe na prijenos tonova na pamučnu tkaninu, pri čemu se najveće razlike dobivaju kod žute i crne boje.

Usporedbom otiska na pamučnim tkaninama primjenom termalnog transfornog tiska folija, najveće odstupanje dobiveno je kod žute boje ($\Delta E_Y=3,62$), dok su najmanje promjene nastale kod cijan boje ($\Delta E_{sred}=0,33$). Te vrijednosti su posljedica kolorističkih karakteristika samih boja te se na njih ne može bitno utjecati.

Literatura:

- [1] Goldmann G.: The World of Printers, Oce Printing Systems GmbH, Düsseldorf, Germany (2004) 262
- [2] Kipphan H.: Handbook of Print Media, Springer - Verlag Berlin, Heidelberg (2001) 711
- [3] Iida K.: EPSON Perfect Imaging System and New Colorfast Ink, Proceedings of DPP (2001) 286-290
- [4] Leach R.H. et al.: The Printing Ink Manual fifth edition, Sprangler – Dordrecht, Netherlands (2008) 694
- [5] Williams C.: How New Developments in Ink Technology are Coping with Digital, Digital demand - Journal of Printing and Publishing Technology, Pira International 4 (2001) 40-47
- [6] Thompson B.: Printing Materials: Science and Technology (2nd edition), Pira International, Leatherhead, United Kingdom (2004) 480
- [7] Lee H.K. et al.: Influence of Pigment Particles on Gloss and Printability for Inkjet Paper Coatings, Proceedings of IS&T NIP 20th International Conference on Digital Printing Technologies, Salt Lake City, Utah (2004) 934-939
- [8] Oyamada Y. et al.: Expanding Applications on the Thermal Transfer Printing, Proceedings of IS&T NIP19: International Conference on Digital Printing Technologies, New Orleans, Louisiana (2003) 383-386
- [9] Shih P. J., T.-M. Kung: A Coupled Termal – Structural Nip Analysis of Thermal Dye Transfer Printing, Proceedings of IS&T NIP22: International Conference on Digital Printing Technologies, Denver, Colorado (2006) 296-299
- [10] Dalvey J.A. et al.: Image Transfer Sheet, United States Patent 6,753,050 B1, 22. June 2004
- [11] LaPorete et al.: The Forensic Analysis of Thermal Transfer Printing, Journal of Forensic Sciences 48 (2003) 163-171
- [12] Tian A. et al.: Colour Performance of Cotton Fabrics Pretreated by Low-Temperature Plasma and Inkjet - Printed with Pigment Inks, Proceedings of IS&T NIP25 and Digital Fabrication, Louisville, Kentucky (2009) 671-674
- [13] Andersson M. et al.: The Substrate Influence On Colour Measurement, Proceedings of IS&T NIP19: International Conference on Digital Printing Technologies, New Orleans, Louisiana (2003) 565-569
- [14] Luo M.R. et al.: The Development of the CIE 2000 Colour – Difference Formula: CIEDE2000, COLOR research and application 26 (2001) 5, 340- 349

SUMMARY

Some characteristics of ink jet transfer foils and their influence on the print quality of cotton fabric

I. Majnarić, S. Bolanča, K. Golubović

The ink jet technique has a very broad application and as such the possibility of printing on different printing substrates (fabrics, paper, metal, glass, plastics ...). Besides the direct printing, the indirect printing with thermal Inkjet transfer on fabrics has become more common. In this work the two characteristic ink jet transfer foils (Iron On, TEC print Cling) were tested, which were fitted for accepting the water based inks as well as inks based on organic solvents. The objective evaluation of the reproduction quality was achieved by CIE L*a*b*, CIE ΔE₂₀₀₀. The results confirmed that both printed transfer foils (Iron On, TEC print) had the greatest colour changes after 6 days. Among the water based inks, the maximum changes had black colour ($ΔE_c=9,22$), while minimum changes had yellow colour ($ΔE_y=0,80$). The organic solvent based inks had smaller changes than the water solvent based inks. The aim of this work was to investigate the time (t=0h, t=1 h, t=144 h) in which the preparation of prints made by ink jet transfer foils gave the best quality reproduction on cotton material. Although the water based inks are ecologically more acceptable, the results show that the preparation of Inkjet transfer foils printed with the ink based on organic solvents are more acceptable.

Key words: ink jet printing, transfer foil, thermal transfer printing, printing on cotton, CIE ΔE₂₀₀₀

University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts

Zagreb, Croatia

e-mail: majnaric@grf.hr

Received July 20, 2009

Einige Eigenschaften von InkJet-Transfer folien und deren Einfluss auf die Druckqualität auf dem Baumwollgewebe

Die Ink Jet Technik findet eine sehr breite Anwendung und als solche ermöglicht das Bedrucken verschiedener Druckstoffe (Gewebe, Papier, Metall, Glas, Kunststoffe ...). Neben dem Direktdruck ist auch der indirekte Druck mit thermischem Inkjet-Transfer auf Textilien häufiger geworden. In dieser Arbeit wurden zwei charakteristische Ink Jet Transfer folien (Iron On, TEC print Cling) getestet, die für die Aufnahme von Tinten auf Wasserbasis und Tinten auf Basis von organischen Lösungsmitteln angepasst wurden. Die objektive Bewertung der Wiedergabequalität wurde durch CIE L*a*b*, CIE ΔE₂₀₀₀ erreicht. Die Ergebnisse bestätigten, dass beide bedruckte Transfer folien (Iron On, TEC Druck) den größten Farbwechsel nach 6 Tagen hatten. Unter den Tinten auf Wasserbasis fand der maximale Farbwechsel bei schwarzer Farbe ($ΔE_c=9,22$) statt, während der minimale Farbwechsel bei gelber Farbe ($ΔE_y=0,80$) stattfand. Bei Tinten auf Basis von organischen Lösungsmitteln fanden geringere Farbwechsel als bei Tinten auf Wasserbasis statt. Das Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung der Zeit (t=0h, t=1 h, t=144 h), wobei die Vorbereitung der mittels Ink Jet-Transferfolien erstellten Drucke die beste Wiedergabequalität auf Baumwollstoffen ergab. Obwohl Tinten auf Wasserbasis umweltfreundlicher sind, zeigen die Ergebnisse, dass die Vorbereitung der mit Tinten auf Basis von Lösungsmitteln bedruckten Ink Jet-Transferfolien akzeptabler ist. Jedoch sind die Differenzen in der Druckqualität der untersuchten Transferfolien nach der Druckstabilisierung innerhalb von 144 h nicht groß.