OFSETNI TISK

3. Zaključek

Kot sivkasto rumen se izkazuje vzorec 1, vzorec 2 pa je preveč modrikast. Kot bolj rumenkast se izkazuje vzorec 3 in se tudi najbolj približa standardiziranemu papirju tip 5.

Vendar je za kontrast pomembna tudi svetlost. Vsi vzorci so v okviru standardiziranega območja, vendar pa vzorca 1 in 3 dosegata večjo svetlost, kar tudi vpliva na boljši tiskovni kontrast.

Enakomerne tiskarske gradacije izkazujejo dobro kakovost tiska. Ker so bila polna polja dovolj obarvana, nismo hoteli povečevati nanosa tiskarske barve, čeprav se vizualno na slikovnih motivih vzorca 3 mogoče to malo pozna, predvsem zaradi nekoliko manjšega nanosa črne.

Vsi vzorci dosegajo dober tiskovni kontrast. V primerjavi pa dosega vzorec 3 največjo svetlost, najbolj se približa standardiziranemu tipu papirja, najbolj je rumenkast in glede na meritve dosega najboljši tiskovni kontrast.

Očitno bolj svetli in rumenkasti papirji povečujejo tiskovni kontrast. Ni pa težava v tem, ali prevladuje modrikast, sivkast ali rumenkast barvni odtenek. To je odvisno predvsem od osebnega okusa. Bolj pomembne so svetlost, pravilna priprava barvnih izvlečkov in prilagoditev tiskarskega stroja za tisk ekoloških papirjev.

Za ofsetni tisk je najbolje, da ima papir nevtralno siv barvni odtenek, ker ta pri zadostni svetlosti zagotavlja enakomernost in barvno ubranost.

Leopold SCHEICHER

Inštitut za celulozo in papir Ljubljana

O PENETRACIJI INK JET ČRNILA

IZVLEČEK

Kakovost kapljičnega tiska (angl. Ink-Jet, IJ) je večinoma odvisna od interakcij med tiskovnim materialom in črnilom. Penetracija črnila mora biti nizka, da dosežemo visoko optično gostoto (Glittenberg et al., 2003, Muck et al., 2004). Pomembna je tudi površina tiskovnega materiala: zagotoviti mora kontrolirano absorpcijo, ne sme se prašiti, dosegati mora zadovoljivo stopnjo gladkosti ter zagotoviti vse druge lastnosti za dobro tiskarsko in tiskovno prehodnost (Lyne et al. 1985, Baudin et al. 2001).

Namen predstavljene študije je bil preučiti radialno in vertikalno porazdelitev IJ-črnila na in pod površino papirja, na različnih vrstah in določiti vpliv površine papirja na končno kakovost odtisa.

Cilj študije je bil najti nedestruktivno metodo, ki omogoča hitro in natančno informacijo o penetraciji črnila v tiskovni material.

Ključne besede:

kapljični tisk, penetracija črnila, prečni rezi, konfokalna mikroskopija

ABSTRACT

The quality of ink-jet (IJ) prints depends to a large degree on the interaction between printing substrate and the ink. The penetration of printing ink should be low in order to retain high optical density (Glittenberg et al., 2003, Muck et al., 2004). The surface of the paper also plays an important role: the absorption capacity for printing inks should be controlled. It should not dust and should have a suitable level of smoothness as well as other properties necessary for good operability and printability (Lyne et al. 1985, Baudin et al. 2001).

The scope of the study was to investigate the radial and vertical distribution of IJ printing ink, both on and beneath the paper surface, on different types of papers, as well as to determine the impact of the paper surface on print quality.

The aim of the study was to find non-destructive method that can give a rapid and accurate insight into the ink penetration in the substrate.

Key words:

Ink Jet, ink penetration, cross section, confocal microscopy

PREGLEDNICA 1.

Opis uporabljenih tiskovnih materialov.

OZNAKA	OPIS TISKOVNEGA MATERIALA	GRAMATURA	DEBELINA
Z	Zweckform IJ Photo Paper, specialni papir za kapljični tisk fotografske kakovosti, enostransko premazan, visoko sijajen.	130 g/m ²	170 µm
К	Karton, enostransko premazan, večplastni, bel.	300 g/m²	430 µ m
I	Trajni papir ICP, narejen na Inštitutu za celulozo in papir Ljubljana, ustre- za standardu ISO 9706, nepremazan.	70 g/m ²	110 µm
Т	Trislojni tissue papir z nizko vsebnostjo sekundarnih vlaknin.	60 g/m²	185 µm

1 UVOD

Poznavanje penetracije črnila v tiskovni material je zelo pomembno zlasti pri novejših tehnikah tiska, katerih predstavnik je tudi kapljični tisk. IJ-črnila so izredno nizko viskozna in pogosto na vodni osnovi (pri namiznih tiskalnikih za vsakdanjo rabo). Sorpcija oziroma penetracija IJ-črnila mora biti čim hitrejša, hkrati pa se mora končati čim bližje površini tiskovnega materiala, nasprotno lahko v najslabšem primeru pride do prebijanja črnila na hrbtno stran tiskovnega materiala. Kolikšna je penetracija IJ-črnila v tiskovni material, se lahko ugotovi z destruktivnimi metodami, medtem ko se mnogo raziskav sedaj ukvarja z analizo globine penetracije z nedestruktivnimi metodami. Nedestruktivnost se nanaša predvsem na postopek priprave vzorca.





Slika 1. Del testne forme, uporabljene za preučevanje penetracije IJ-črnila v zsmeri.

2 METODE IN VZORCI

2.1 Tiskovni materiali

Uporabili smo medsebojno zelo različne vzorce (preglednica 1), in sicer z namenom, da ugotovimo, kje so meje posameznih metod. Poleg specialnega, visokosijajnega IJ-papirja smo uporabili nepremazan trajni papir, večplastni enostransko premazan karton ter higienski papir. Tehnika kapljičnega tiska ima največjo prednost predvsem v tem, da je mogoče z obstoječo tehniko izvajati vse bolj kakovosten tisk na neidealne materiale različnih oblik (valoviti karton, les, keramika, plastika ...).

Uporabili smo črnila na vodni osnovi, in sicer magenta barve. Testno formo (slika 1) smo natisnili s kapljičnim tiskalnikom Canon BJC 8500 pri ločljivosti 1200 dpi in intenziteti 100 %.

2.2 Nedestruktivne metode

2.2.1 Skenirni denzitometer z režo

Po angleško se imenuje slit scanning densitometer in se uporablja pri analizni kemiji za kvantitativno in kvalitativno ovrednotenje tankoplastnih kromatogramov. Pri naši študiji smo z omenjenim inštrumentom preučevali radialno in vertikalno porazdelitev IJ-črnila na/v površino papirja. Neenakomerna porazdelitev črnila na papirju se odraža kot sprememba intenzitete signalov iz posameznih natisnjenih pik, porazdeljenih v vrstice in stolpce. Meritve smo izvedli v območju remisije, pri valovni dolžini 580 nm.

2.2.2 Konfokalni laserski mikroskop

Angleško se imenuje confocal laser scanning microscopy (CL-SM) in pomeni nekonvencionalno ter hkrati nedestruktivno metodo za študij interakcij med tiskarsko bravo (IJ-črnilom) in tiskovnim materialom. Znanstvene objave na področju papirništva kažejo dobro uporabnost mikroskopije te vrste predvsem pri preučevanju tridimenzionalne strukture papirja in vrednotenju poroznosti (Goel et al., 2000, Auran et al., 1999, Hoang et al., 2001).

V našem primeru smo opazovali pike magenta barve, natisnjene na različne tiskovne materiale (preglednica 1). Magenta barvo črnila smo izbrali zaradi deistva, da edina od primarnih tiskarskih barv (C, M, Y) omogoča zadostno fluorescenco, ki je pogoj za analizo penetracije črnila v z-smeri s to vrsto mikroskopije. Analizirana površina je bila velikosti 200-400 µm², uporabili smo zračni objektiv z zaslonko 0.6, laserski žarek pa je seval z valovno dolžino 458 nm. Potiskane vzorce smo predhodno prekrili s plastjo imerzijskega olja. Priprava vzorca oziroma rezanje vzorca v z-smeri se je izvajalo virtualno z vključujočo programsko opremo mikroskopa. Debelina posameznega virualnega reza je bila med 2 in 3 µm.

Vrednotili smo število virtualnih rezov v z-smeri, in sicer od

Številka 1 v svetu tiskarskih barv

SunChemical

Hartmann, d.o.o., na Brnčičevi ul. 31 v industrijski coni Ljubljana-Črnuče vam iz zaloge ponuja popoln program tiskarskih barv, lakov in pomožnih sredstev najvišjega kakovostnega razreda:

OFSETNI TISK NA POLE

- ECOLITH visokopigmentirane procesne barve najnovejše generacije, izdelane izključno na bazi rastlinskih olj, primerne za vse podloge
- IROCART koncentrirani monopigmenti za mešanje in tisk (kartonaža, etikete ...)
- popolna paleta pomožnih tiskarskih sredstev in lakov za ofsetni tisk
- specialne tiskarske barve (za tisk na nevpojne materiale, plakate, fluorescenčne, kovinske ...)

BARVE ZA ROTACIJSKI OFSETNI TISK (Heatset, Coldset) UV BARVE IN LAKI za vse tehnike tiska oziroma nanosa

VODNI LAKI vseh vrst (za lakirne enote, za barvnik, za neposredni kontakt ...) FLEKSOTISKARSKE BARVE na bazi vode in topil

DODATNE SERVISNE STORITVE

tima tehnologov Hartmann, d.o.o.:

- hitra priprava vseh mešanih ofsetnih barv (PANTONE, HKS, RAL ... predloga) v lastni mešalnici s spektrofotometričnim nadzorom, preizkusnim odtisom
- tehnološki auditi z meritvami (vlažilna voda, temperature ...) in svetovanjem našim kupcem
- svetovanje in inženiring računalniško vodenih sistemov za doziranje tekočih barv (flekso- in bakrotisk) organizacija strokovnih izobraževanj, seminarjev,
 - praktičnega usposabljanja



Sun Chemical, Hartmann, d.o.o. Brnčičeva ulica 31, 1231 Ljubljana-Črnuče tel. 01/563 37 02, -14, -15, faks -03 e-mail: igor.sun@siol.net



TISKARSKA ČRNILA

največje fluorescence črnila do globine, kjer sled tega ni bila več vidna.

2.3 Destruktivne metode

2.3.1 Analiza prečnega reza

Bila je izvedena z mikrotomom v kombinaciji z optičnim mikroskopom (OM). Omenjena analiza je destruktivna metoda, ki omogoča detajlni vpogled migra-

cije črnila v prečno, z-smer tiskovnega substrata. Rezi vzorcev

so bili opravljeni s pomočjo štirikomponentne epoksidne smole.

3 REZULTATI

S KOMENTARJEM

3.1.1 Denzitometer z režo

Rezultati meritev v območju

remisije denzitometra z režo (sli-

ka 2) so povsem pričakovani. Najvišjo intenziteto odtisa (po-

sredno največjo optično gostoto) magenta barve dosežemo na

vzorcu specialnega IJ-papirja Z

in najnižjo na vzorcu tissue, higi-

enskega papirja. Črnilo na vzor-

cu Z ostaja na površini papirja.

Druga pomembna informacija,

ki jo dobimo posredno iz opra-

vljenih meritev, nam pove, ka-

kšna je razporeditev črnila na po-

vršini vzorca (homogena ali nehomogena). To ugotovimo s po-

PREGLEDNICA 2.

Povprečna intenziteta signalov in relativna standardna deviacija (RSD). Vrednosti, izmerjene na posameznem vzorcu z denzitometrom v območju remisije.

	Z ₁	Z ₂	K ₁	K ₂	I ₁	I ₂	т ₁	т2
Povprečje	47802,4	48468,8	41904,5	41602,4	40114,8	38897,3	25010,0	24899,8
Std. deviacija	411,6	546,5	1637,7	1501,5	1133,0	577,1	2730,0	2242,4
RSD	0,9	1,1	3,9	3,6	2,8	1,5	10,9	9,0



Slika 2. Intenziteta magenta odtisov na posameznih tiskovnih materialih.

močjo vrednosti relativne standardne deviacije RSD (preglednica 2). Najvišje vrednosti RSD (okoli 10), ki kažejo hkrati na najslabšo homogenost, doseže vzorec T (odprta, porozna struktura). Pričakovali bi, da mu bo sledil vzorec I, a so rezultati pokazali, da je odtis bolj nehomogen na vzorcu premazanega kartona K in ne trajnega nepremazanega papirja I. Tako lahko sklepamo, da je uporabljen premaz na omenjenem vzorcu kartona K povsem neustrezen za tehniko kapljičnega tiska. Slika 3 kaže in potrjuje vzrok za nehomogenost odtisa na vzorcu K. Na površini vzorca Z so vidne mikrorazpoke, katerih namen je predvsem nadzirati sorpcijo črnila v tiskovni material. Kljub razpokam odtis daje na videz in tudi z meritvami dokazano zadostno homogenost. Odtis magenta črnila na površini kartona K pa kaže na to, da se črnilo oblikuje v nekakšne skupke – kar kaže na previsoko hidrofobnost premaza.



Slika 3. Površina vzorcev specialnega IJ-papirja – Z in premazanega kartona – K posneta s CLSM (rez vzorca Z: $x = 146,2, y = 146,2, z = 24,7 \mu m$ in vzorca K: $x = 206,8, y = 206,8, z = 12,4 \mu m$).



Slika 4. Potiskana površina trajnega papirja I pod konfokalnim mikroskopom (virtualni rez).



KAPLJIČNI TISK

PREGLEDNICA 3.

Rezultati vertikalne porazdelitve magenta črnila, analizirane s CLSM.

VZOREC	Povprečno število	Debelina reza	Maksimalna debeli-
	rezov	(µm)	na črnila (µm)
Z	32,23	0,73	3,53
K	32,64	0,74	24,15
I	32,12	0,80	25,96
Т	89,51	0,81	72,50

PREGLEDNICA 4.

Rezultati vertikalne porazdelitve IJ-črnila.

VZOREC	Realna debelina vzorca (µm)	Debelina po mikrotomskem rezu (µm)	Debelina črnila na mikrotom- skem rezu (µm)	Realna debelina črnila (µm)
Z	170	250	30-50	20-34
К	430	-	-	-
I	110	170	60-100	39-65
Т	185	280	100-120	66-79

3.1.2 Konfokalna laserska mikroskopija CLSM

Meritve penetracije črnila, izvedene na robovih natisnjenih pik magenta barve s konfokalnim laserskim mikroskopom. Virtualni rezi v z-smeri so bili narejeni s pomočjo programske opreme. Maksimalna globina penetracije je bila ovrednotena na podlagi štetja števila rezov. Prvi virtualni rez se je opravil na delu z najvišjo fluorescenco, zadnji šteti rez pa je bil tisti, pri katerem ni bilo več opaziti sledi črnila (preglednica 3).

Slika 4 prikazuje primer virtualnega reza vzorca Z pri globini 31,3 µm in površini reza 48,7 µm². Rezultati kažejo pričakovano najvišjo penetracijo črnila v vzorec higienskega, tissue papirja T, medtem ko črnilo ostaja najbližje površini (najmanjša penetracija) pri vzorcu specialnega IJpapirja Z.

Dobljene vrednosti so v skladu z rezultati meritev denzitometra z režo. Pri vzorcu Z črnilo oblikuje plast na površini, zato so pripadajoče vrednosti posredne meritve optične gostote najvišje. Nasprotno pri vzorcih higienskega papirja T in nepremazanega trajnega papirja I črnilo zaradi nezadostne bariere v z-smeri penetrira globlje v tiskovni material, kar se kaže posledično kot zmanjšanje optične gostote oziroma intenzitete signala v območju remisije (preglednica 3).

3.1.3 Analiza prečnega reza z optično mikroskopijo

Prečnega reza na vzorcu kartona K nismo mogli narediti, ker je bil predebel. Prav tako je bila ovirana analiza zaradi topnosti črnila. Tako je moral biti vsak rez posnet z optičnim mikroskopom kar se da hitro. Študij prečnega reza nam je omogočil realni vpogled v porazdelitev IJ-črnila v zsmeri (slika 5). Rezultati meritev kažejo dobro korelacijo z nedestruktivnimi metodami (preglednici 3, 4) (denzitometer z režo, CLSM). Korelacija je izredno visoka še posebej pri vzorcu specialnega IJ-papirja Z in higienskega papirja T pri uporabi virtualnih rezov s CLSM.

4 ZAKLJUČKI

Opravljena študija je pokazala veliko uporabnost predstavljenih metod, tako denzitometra z režo, ritve, izvedene s CLSM, so zasnovane na virtualnih rezih posameznih plasti tiskovnega materiala v z-smeri, a se kljub temu rezultati izredno dobro približajo tistim, ki so dobljeni z destruktivno metodo prečnih rezov. Izmerjena globina penetracije na specialnem IJ-papirju, vzorcu Z, je po meritvah s CLSM 23,53 um, debelina plasti črnila, odčitana na podlagi mikrotomskega prečnega reza, pa je 20-34 µm. Izredno visoka korelacija med omenjenima metodama se pokaže tudi pri vzorcu higienskega papirja T (CLSM: 72,50 µm, prečni rez 66-79 µm). V prihodnosti želimo izboljšati sam postopek priprave vzorca predvsem pri metodi prečnih rezov z mikrotomom, saj je topnost IJ-črnila velik problem pri končni, kvantitativni analizi.

ki nam poda kvalitativno infor-

macijo o horizontalni in vertikal-

ni porazdelitvi IJ-črnila, kot kon-

fokalne laserske mikroskopije -

CLSM, ki nam omogoča kvanti-

tativno določitev globine pene-

tracije IJ-črnila brez posebne (de-

struktivne) priprave vzorca. Me-

Z opravljeno študijo smo potrdili, da so vse navedene uporabljene metode skupaj z omejitvami pomembne za preučevanje interakcij med tiskarsko bravo in tiskovnim materialom, kakor tudi za preučevanje vpliva materiala na končno kakovost odtisa. Tako je realno pričakovati, da se bo v prihodnosti uporaba predvsem CLSM za analizo kakovosti odtisov še povečala.

> **Tadeja MUCK** Univerza v Ljubljani

Branka LOZO Univerza v Zagrebu

LITERATURA

Auran, P. G.; Bjorkoy, A. (1999) Measuring the pore volume distribution of papers by CLMS for printability STFI, Proceedings, p. 220

Baudin, G.; Rousett, E. (2001) Effect of paper properties on print quality Imaging Science and Technology, p. 120–124

Glittenberg, D.; Voigt, A.; Donigian, D. (2003) Novel pigment starch combination for the online and offline coating of high quality inkjet papers

Pap. Technol, Vol. 44, No. 7, p. 36-42

Goel, A.; Tzanakakis, E. S.; Huang, S.; Ramaswamy, S.; Hu, W. S.; Choi, D.; Ramarao, B. V. (99) **Confocal laser scanning microscopy to visualize and characterize the structure of paper** AICHE Symposium Series, Vol. 96, No. 324, p. 75–79

Hoang, V.; Huy, H. L.; Wei, S.; Parker L. H. (2001)

The interactions of ink-jet inks and uncoated papers 55th Appita annual conference, p 285-292

Lyne, M. B.; Aspier, J. S. (1985) Paper for Ink-Jet printing Tappi Journal, p.106-110

Muck, T.; Hladnik, A. (2004) Evaluation of radial and vertical distribution of ink jet inks in paper Professional papermaking, Vol. 2, No. 2, p. 62–64, 66–68



Slika 5. Analiza mikrotomskega prečnega reza specialnega IJ-papirja Z.

