

POVRŠINSKA UNIFORMNOST OTISAKA ŠTAMPANIH PERLASCENTNIM PIGMENTIMA**SURFACE UNIFORMITY OF SAMPLES PRINTED WITH PEARLESCENT PIGMENTS**Diana Volford, Ivana Tomić, dr Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Na kvalitet štampe perlascentnim pigmentima utiču mnogobrojni faktori. U ovom istraživanju je posmatran uticaj broja komponenata perlascentnih pigmenta na površinsku uniformnost uzoraka. Pokazano je da broj sastavnih materijala perlascentnih pigmenta ne utiče direktno na površinske karakteristike uzoraka.

Ključne reči: *Perlascentni pigmenti, površinska uniformnost, GLCM analiza*

Abstract – *There are numerous factors that affect the quality of printed materials with pearlescent pigments. In this study, it was observed whether the number of the pearlescent pigment components has an effect on the surface uniformity. It was concluded that the number of the pigment components does not affect the surface characteristics of the samples.*

Keywords: *Pearlescent pigments, surface uniformity, GLCM analysis*

1. UVOD

Površinska struktura štampanih materijala se može posmatrati kroz razne karakteristike, koje opisuju njena svojstva. Za nju se vezuje pojam neuniformnost što ukazuje na odstupanje kojim se karakteriše kvalitet otisaka. Neuniformnost može nastati zbog mnogobrojnih faktora, kao što su sastav pigmenta, broj komponenti pigmenta ili tehnika štampe, itd.

Perlascentni pigmenti se u štampi koriste u izradi dekorativnih pakovanja, magazina i reklamnih materijala, ili kao sigurnosna štampa, itd. Primarna osobina ovih pigmenta je postizanje efekta prirodnih bisera, ali i efekta goniohromizma. Pod tim se podrazumeva optički fenomen gde se boja materijala primetno menja sa promenom ugla posmatranja. Perlascentni pigmenti stvaraju takav efekat opažanja boja.

Do sada nije procenjivana uniformnost otisaka štampanih perlascentnim pigmentima tehnikom sito štampe i postoji vrlo malo literaturnih izvora koji navedenu osobinu analiziraju za ostale tehnike.

Kako je uniformnost veoma značajna osobina koja utiče na doživljaj kvaliteta krajnjeg proizvoda, tema ovog istraživanja predstavlja upravo ispitivanje navedene osobine za otiske štampane perlascentnim pigmentima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Tomić, docent.

Cilj istraživanja jeste da se utvrdi da li površinska uniformnost uzoraka zavisi od broja komponenti pigmenta.

2. PERLASCENTNI PIGMENTI

Primarna osobina perlascentnih pigmenta je postizanje efekta sjaja prirodnih bisera. Efekat bisera se postiže prostim ili višestrukim refleksijama na granicama slojeva, kao i konstruktivnom interferencijom [1]. Perlascentni pigmenti su omogućili umetnicima, dizajnerima da stvore nove vizuelne efekte slične onima koje nalazimo u prirodi. Perlascentni pigmenti pored svojih optičkih svojstava poseduju i niz hemijskih i mehaničkih osobina, koje ih čine vrlo pogodnim za upotrebu u različite svrhe, koje su sledeće [2]:

- loša električna provodljivost,
- visoka otpornost ka bazama i kiselinama,
- otpornost na temperature do 800°C,
- veoma dobra otpornost na svetlost (pri čemu su pojedini pigmenti otporni i na UV zračenje),
- nisu štetni za okolinu i mogu se koristiti za štampu ambalaže za pakovanje hrane.

Ukoliko se posmatra struktura perlascentnih materijala, mogu se podeliti u dve grupe. Prva grupa je sastavljena od pigmenta koji se sastoje od jednog optički homogenog materijala, a druga grupa je sa pigmentima slojevite strukture, koji se sastoje od bar dva optički različita materijala. Podela pigmenta slojevite strukture na supstratu je sledeća [3]:

- na bazi sintetičkog muskovita (mice),
- na bazi aluminijum-oksida,
- na bazi silicijuma,
- na bazi stakla,
- na bazi gvožđe oksida,
- na bazi grafita,
- na bazi aluminijuma.

U istraživanju su pretežno korišćeni pigmenti na bazi mice, i oni su opisani u sledećem delu.

2.1. Pigmenti na bazi mice

Prema [4] efektni pigmenti na bazi mice se uglavnom proizvode taloženjem slojeva metalnih oksida na mica ljuspice. Titanijum dioksid mica pigmenti su proizvedeni od TiOSO_4 (homogene hidrolize) ili TiOCl_2 (titracije). Titanijum dioksid se može formirati kao anatasa ili rutil. Interferentna boja ovakvih pigmenta zavisi od debljine slojeva titanijum-dioksida, koja je obično u opsegu od 50-300 nm sa obe strane mica ljuspice. Zbog toga

kontrolisanje debljine je jedan od najbitnijih faktora kod proizvodnje metal oksid mica pigmentata. Pigmenti na bazi mice slojevite strukture imaju izražen efekat boje u zavisnosti od ugla posmatranja, ukoliko su debljine slojeva pažljivo odabrane. Međutim pigmenti na osnovu mice su mnogo deblji od npr. pigmentata na bazi silicijuma, a takođe su i mnogo teži što dovodi do potrebe za većom količinom za određenu jačinu boje [3].

3. POVRŠINSKA UNIFORMNOST

Neravnomeran otisak dobijen na podlozi prilikom štampanja predstavlja površinsku neuniformnost. Ima razne forme u kojima se pojavljuje kao što su mrlje ili neželjeni oblici na otisku, tamo gde se očekuje uniformna površina. Odnosno, površinska neuniformnost predstavlja neželjenu varijaciju optičke gustine na otisku [5].

3.1. Uzroci površinske neuniformnosti kod otisaka štampanih perlascentnim pigmentima

Veličina čestica kod perlascentnih pigmentata je vrlo važan faktor prema [3]. Najbolji efekat bisernog sjaja se dobija kada su ljuspice veličine od 10 do 50 μm dužine. Krupnije čestice izgledaju blistavo ne samo zbog njihove veličine, već i zbog njihovog sjaja. Manje ljuspice imaju tendenciju da budu manje sjajne i da budu bele, zato što imaju mnogo ivica sa koje rasipaju belu svetlost.

Postoji još jedan ključan faktor u celokupnom izgledu perlascentnih pigmentata, a to je orijentacija ljuspica [2]. Da bi se postigao maksimalan sjaj perlascentnih pahuljica, one moraju biti orijentisane paralelno i međusobno i u odnosu na osnovu.

Ukoliko čestice nisu poravnate, potpuna refleksija nije moguća. Velike čestice imaju tendenciju da se orijentišu paralelno, lakše nego male čestice. Orijetacija čestica je funkcija viskoznosti, ukupne čvrstoće materijala i zavisi još od mnogo drugih faktora u celom sistemu u kom su uključene.

3.2. Metode za analizu površinske uniformnosti

Metode merenja površinske uniformnosti možemo podeliti na metode zasnovane na metodi analize slike i na metode zasnovane na spektrofotometrijskom merenju. Metode koje se baziraju na analizi slike koriste štampani otisak koji je digitalizovan i na osnovu slike računaju razne parametre koji služe za merenje površinske uniformnosti. U ovu grupu spadaju GLCM analiza, ISO 13660 metoda, Furijeova transformacija itd. Na spektrofotometrijskom merenju se zasniva samo jedna metoda, koja je predložena od strane Fogra i dobila je naziv M-Score metoda [6].

3.3. GLCM analiza

GLCM (engl. Gray Level Co-occurrence Matrix) metoda se koristi najčešće za analizu tekstone, a moguće je korišćenje i kod merenja i analize površinske neuniformnosti. GLCM metoda se primenjuje na matricu intenziteta nivoa sive.

Ona predstavlja metodu koja koristi statistike drugog reda zavisnosti dva piksela kako bi se uzeli u obzir odnosi referentnog i susednog piksela. GLCM sadrži informacije o tome koliko puta se kombinacija dva susedna piksela pojavljuje na slici, s tim da se verovatnoća pojavljivanja te kombinacije smatra postojanom [7].

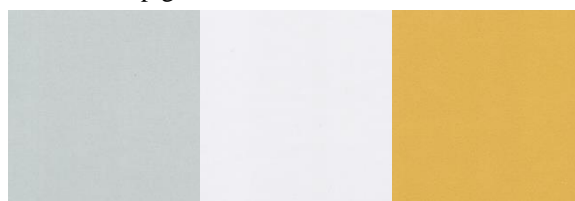
4. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Uzorci su štampani perlascentnim pigmentima tehnikom sito štampe, na 300 g/m² kunstdruk papir, u obliku kvadrata, dimenzije 10x10 cm. Za štampanje uzoraka su korišćeni Iriodin pigmenti koji su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Prikaz korišćenih Iriodin pigmentata

Naziv pigmenta	Interferentna boja	Broj komponenti	Sastav
504 Red	Crvena	2	Mica sa premazom od gvožđe oksida
300 Gold pearl	Biserno zlatna	3	Mica sa premazom od titanijum dioksida i gvožđe oksida
231 Rutile Fine Green	Zelena	3	Mica sa premazom od titanijum dioksida i kalaj oksida
325 Solar gold satin	Zlatna	4	Mica sa premazom od titanijum dioksida, gvožđe oksida i silikon dioksida
Blue-shade silver SW 9605	Metalik plava	4	Mica sa premazom od titanijum dioksida, kalaj oksida i pomoćnih sredstava
T20-03 WNT Tropic Sunrise	Zeleno-narandžasta	5	Silikon dioksid sa premazom od titanijum dioksida, kalaj oksida, cirkonijum oksida i pomoćnih sredstava
GP Rutile Blue Green	Tirkizna	7	Mica sa premazom od titanijum dioksida, kobalt titanata, cirkonijum oksida, aluminijum oksida, kalaj oksida i pomoćnih sredstava

Na slici 1. su prikazani neki od uzoraka odštampanih perlascentnim pigmentima.



Slika 1. Uzorci odštampani perlascentnim pigmentima (a) tirkizni, (b) ljubičasti i (c) zlatni pigmenti.

Nakon štampe uzorci, kao i sama podloga (uzorak bez pigmenta), su skenirani na skeneru Canon CanoScan5600F u rezoluciji od 600 dpi. Zatim su isečeni na veličinu od 2000x2000 piksela u programu Adobe Photoshop i sačuvani su u formi .tif fajla, kako bi se izbegle greške kompresije.

Za određivanje površinske uniformnosti korišćena je GLCM analiza. Analiza je urađena u softveru MATLAB i korišćena je verzija R2016a. Za izračunavanje GLCM parametara korišćen je kod preuzet od [8]. Parametri koji su posmatrani su homogenost, entropija i suma varijacije.

Sve vrednosti su računane sa kanala svetline slike (L^* u CIELAB prostoru boja). Korišćena je distanca od 5 px i preračunavanje je bilo vršeno u svim pravcima (horizontalno, vertikalno, -45° i 45°). Krajnji rezultat parametra predstavljao je srednju vrednost parametara dobijenih u navedenim pravcima.

4.1. GLCM Homogenost

Homogenost daje informacije o tome koliko malo promena je na slici. Ako se računa homogenost pomoću GLCM analize, meri se blizina raspodele elemenata u GLC matrici do dijagonale. Dijagonalni elementi predstavljaju parove piksela bez razlike u nivou sive boje (0-0, 1-1, 2-2, 3-3, itd.). Što dalje od dijagonale to je veća razlika između nivoa sive. Shodno tome, ako je homogenost bilo koje teksture GLCM analize visoka, znači da duž dijagonale ima puno piksela sa istim ili vrlo sličnim vrednostima sive. Raspon homogenosti je od 0 do 1, gde 1 predstavlja potpuno homogenu sliku.

4.2. GLCM Entropija

U slučaju analize teksture entropija je mera prostornog poremećaja u slici. Ukoliko je taj poremećaj visok, entropija je takođe velika. To će se dogoditi ukoliko GLCM ima mnogo elemenata sa malim vrednostima, što znači da nema ponavljanja iste vrste susedne kombinacije u teksturi. Ovaj parametar može biti velik kako za hrapavije tako i za glatke teksture, dajući nam informaciju o tome koji tip teksture se može statistički smatrati kao više haotičan.

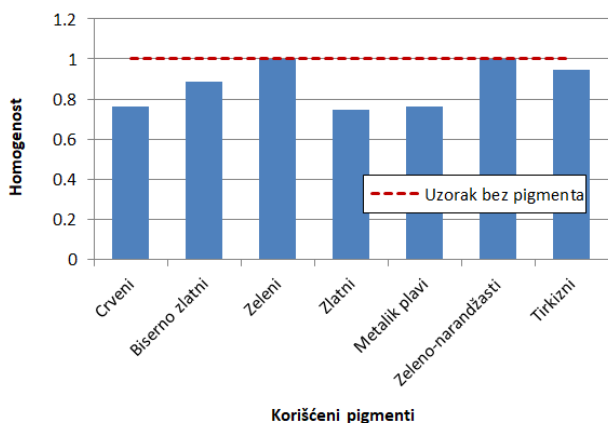
4.3. GLCM Suma Varijacije

Suma varijacije je takođe merilo homogenosti i ona stavlja akcenat na elemente koji se razlikuju od srednje vrednosti nivoa sive boje.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Na slici 2. prikazana je homogenost otisaka štampanih perlascentnim pigmentima.

Može se primetiti da između uzoraka oslojenih različitim perlascentnim pigmentima nema velike razlike u homogenosti, naime vrednosti se kreću od 0.7475 do 0.9998. Iz napred navedenog se može zaključiti da se pri štampi svi pigmenti slično raspoređuju po podlozi.



Slika 2. Homogenost otisaka štampanih perlascentnim pigmentima

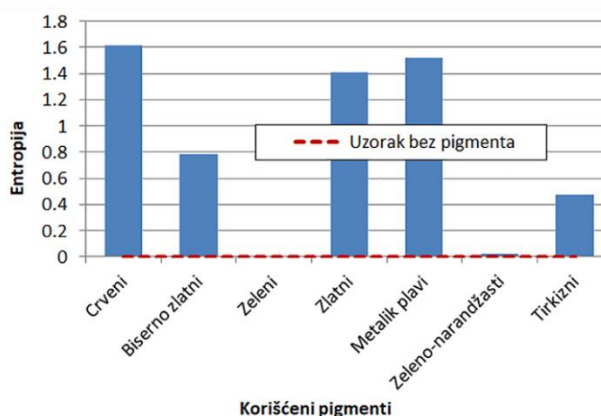
Interesantno je što uzorci štampani plavim, zelenim, ljubičastim i zeleno-narandžastim pigmentima daju skoro iste rezultate međusobno (≈ 0.999). Plavi, zeleni i ljubičasti pigmenti su sastavljeni od istih komponenti u različitim odnosima (mica sa premazom od titanijum dioksida i kalaj oksida), dok zeleno-narandžasti pigment u svom sastavu pored ostalih komponenti takođe poseduje titanijum dioksid i kalaj oksid.

Stoga se može zaključiti da pigmenti istog/sličnog sastava omogućavaju postizanje istih vrednosti homogenosti.

Može se primetiti da dodavanjem perlascentnih pigmenta homogenost opada kod ostalih pigmenta u odnosu na uzorke koji nisu dodatno oslojeni pigmentima. Uzrok tome je tehnika štampe. Nanos boja nije tako fin kao na primer kod digitalne štampe i zbog toga se čestice grupišu pri nanosu na podlogu.

Drugi uzrok je svakako veličina čestice, jer što su čestice veće, homogenost opada. Najmanju vrednost imaju uzorci koji su štampani zlatnim, crvenim i metalik plavim pigmentima. Između njih je takođe minimalna razlika u homogenosti.

Na slici 3. prikazana je entropija otisaka štampanih perlascentnim pigmentima.

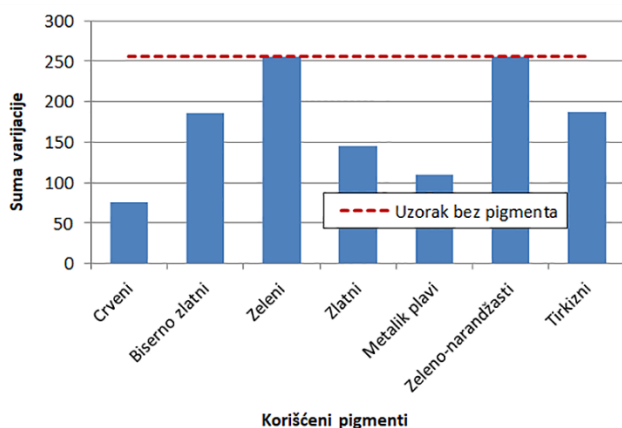


Slika 3. Entropija otisaka štampanih perlascentnim pigmentima

Na osnovu prikazanih rezultata se može primetiti da uzorak koji nije preštampan pigmentom daje minimalnu vrednost entropije od 0.00055, što znači da je uzorak bez pigmenta skoro potpuno uniforman. U većini slučajeva dodavanjem pigmenta se povećava entropija i tako opada uniformnost, ali to nije slučaj kod otisaka koji su štampani plavim, zelenim, ljubičastim i zeleno-narandžastim pigmentima.

Njihov opseg vrednosti entropije se kreće od 0.0039 do 0.0251. Razlog ovome treba tražiti u činjenici da su navedeni pigmenti, za razliku od ostalih, gotovo u potpunosti transparentni. Najveću razliku u entropiji, tj. najmanju uniformnost daje otisak oslojen crvenim pigmentom, pa zatim metalik plavi pigment i zlatni pigment.

Na slici 4. prikazana je suma varijacije uzoraka štampanih sa perlascentnim pigmentima.



Slika 4. Suma varijacije otisaka štampanih perlascentnim pigmentima

Može se primetiti da broj komponenti pigmenta ne utiče na uniformnost štampe perlascentnih pigmenta. Ovde se naglašavaju uzorci, koji imaju najveća odstupanja od srednje vrednosti. Možemo primetiti da je suma varijacije ista kod uzoraka koji nemaju dodatka pigmenta i uzoraka koji su preštampani plavim, zelenim, ljubičastim i zeleno-narandžastim pigmentima. Najmanju razliku imaju otisci koji su oslojeni crvenim, metalik plavim i zlatnim pigmentima.

6. ZAKLJUČAK

Karakteristika površine kao što je uniformnost je vrlo bitan faktor kvaliteta štampanog proizvoda. Površinska neuniformnost ukazuje na odstupanja površine uzorka od idealno uniforme površine.

U ovom radu ispitivana je uniformnost otisaka štampanih perlascentnim pigmentima tehnikom sito štampe, pri čemu je posmatrano kako broj komponenti od kojih se pigmenti sastoje utiče na posmatranu veličinu. Dobijene vrednosti za otiske štampane perlascentnim pigmentima upoređene su sa vrednostima neoslojenih otisaka (otisaka koji nisu preštampani perlascentnim pigmentima).

Može se zaključiti da broj komponenta perlascentnog pigmenta nema direktan uticaj na površinsku uniformnost štampe. Prema dobijenim rezultatima se preporučuje korišćenje pigmenta koji u svom sastavu sadrže micu sa premazom od titanijum dioksida i kalaj oksida, jer su pigmenti sa tim sastavom dali najbolje rezultate homogenosti štampanih uzoraka. Plavi, zeleni i ljubičasti pigmenti su sastavljeni od tih komponenta u različitim odnosima.

Ako se posmatra uticaj tehnike štampe na homogenost, može se zaključiti da sito štampa nije najbolje rešenje za štampanje perlascentnih pigmenta, jer nanos boje nije tako fin kao na primer kod digitalne ili ofset tehnike štampe, i zbog toga se čestice grupišu prilikom nanosa na podlogu. Stoga se, na osnovu rezultata ovog rada, za postizanje homogenijih otisaka preporučuje korišćenje drugih tehnika štampe, koje odgovaraju krajnjem proizvodu.

7. LITERATURA

- [1] I. Tomić, "Karakterizacija kolorimetrijskih vrednosti otisaka štampanih goniohromatskim pigmentima", Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, 2016.
- [2] G. Pfaff, "Special Effect Pigments", In: E. B. Faulkner & R. J. Schwartz (Ed.) "High Performance Pigments", Weinheim. Wiley, 2008.
- [3] F. J. Maile, G. Pfaff, P. Reyners, "Effect pigments – past, present and future", *Progress in Organic Coatings*, Vol. 54, pp 150-163, 2005.
- [4] N. Sekar, "Optical effect pigments for technical textile applications", In: "Advances in the dyeing and finishing of technical textiles", Woodhead Publishing, pp. 37-46, 2013.
- [5] S. Babić, N. Kašiković, I. Jurić. "Analiza površinske uniformnosti otisaka dobijenih grafičkim sistemom epon stylus pro 7800", Zbornik radova FTN, 04, 693-695, 2019.
- [6] P. Weingerl, A. Hladnik "Objective methods for print inhomogeneity assessment and their correlation with visual perception", *Journal of Imaging Science and Technology*, 62(1), 105021–1050210, 2018.
- [7] G. Dhanashree "Image quality analysis using GLCM", University of Central Florida, Orlando, 2004.
- [8] https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/22354-glcm_features4-m-vectorized-version-of-glcm_features1-m-with-code-changes (pristupljeno u novembru, 2019)
- [9] A. Gebejes "Characterization of Texture and relation with color Differences", Master thesis, University of Granada, Spain, 2013.

Adrese autora za kontakt:

Diana Volfrod
Kontakt: dityo.dia@gmail.com

dr Ivana Tomić
Kontakt: tomic@uns.ac.rs

dr Sandra Dedijer
Kontakt: dedijer@uns.ac.rs