

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЧОРНОЇ ФАРБИ НА ФОРМУВАННЯ КОЛІРНИХ ПОВЕРХОНЬ

*У виробничих умовах отримані друкарські відбитки розроблених тестових шкал. Визначені колірні характеристики друкарських фарб, їх взаємного накладання та показники нелінійності. Побудовані колірні охоплення в колірному просторі ICaS. Визначено колірні відмінності поверхонь попарного накладання кольорових фарб з додаванням певного відсотку чорної фарби та без неї. Визначено коефіцієнт пропорційності досліджуваних колірних поверхонь.*

*The prints of developed test scales were obtained in production conditions. It have been determined the color characteristics of printing inks, their overlapping and numbers of nonlinearities. The color gamuts were constructed in ICaS color space. The color differences of overlapping color inks surfaces with the addition of a certain percentage of black ink and without it. Determined the coefficient of proportionality of investigated color surfaces.*

### 1. ВСТУП

Не зважаючи на швидкий розвиток цифрових технологій та комерційного цифрового друку традиційний плоский офсетний спосіб друку чотирма фарбами продовжує займати лідируючі позиції в секторі відтворення кольорової продукції високої якості.

Для відтворення кольору поліграфічним способом застосовують субтрактивну модель СМΥК. Головними фарбами, які формують гаму кольорів, хоч і обмежену в порівнянні з колірним охоплення колірної моделі екрану RGB, є голуба, пурпурна і жовта фарби (СМΥ). Чорна фарба (К) введена в друкарський процес через те, що на практиці при накладанні трьох кольорових фарб отримуємо не чорний, а темно-коричневий колір, навіть при незначних порушеннях балансу «сірому».

Відмінність сучасних технологій кольороподілу для чотирифарбового друку полягає у формуванні зображення на друкарській формі для чорної фарби. Серед них найчастіше застосовують технологію UCR (Under Color Removal) – відніманням кольорових фарб та GCR (Gray Component Replacement) – заміна сірої компоненти [1].

Технологію кольороподілу UCR застосовують головним чином для відтворення темних кольорів зображення, на відміну від інших відтін-

---

<sup>23</sup> Українська академія друкарства

ків. У технології GCR відтінки створюються лише трьома або меншою кількістю фарб, причому одна з них – завжди чорна.

Поставлено завдання визначити вплив чорної фарби на формування колірних поверхонь тріадних фарб (СМУ), а разом і з тим оцінити роль чорної фарби у формуванні кольорів на друкарському відбитку.

## 2. УМОВИ ОДЕРЖАННЯ ДОСЛІДЖУВАНИХ ЗРАЗКІВ

В програмі векторної графіки Corel Draw X3 було створено тестовий об'єкт з розмірами 495×340 мм, який містить 12 контрольних шкал, що розміщені на аркуші в три ряди і чотири стовпці. Ряди формують градаційні поля чистих фарб та взаємного накладання голубої і пурпурної (1-й ряд), пурпурної і жовтої (2-й ряд) та голубої і жовтої (3-ряд). Стовпці формуються з додаванням до кольорових фарб певного відсотку чорної фарби: 0%, 5%, 14% та 34% відповідно.

Для растрування тестового зображення використано програмний процесор растрових перетворень (RIP) Prinergy EVO, на базі робочої станції Apple Macintosh PRO. Растрування стохастичне, розмір крапки – 31,1 мкм. Насвітлення фотоформ із застосуванням фотонабірного автомату Dolev 800V+ фірми Creoscutex. Насвітлення на пластину позитивного копіювання Abeseta G-Plus II проведено в копіювальній рамі SACK.

Відбитки отримано у виробничих умовах на аркушевій офсетній машині Heidelberg PM GTO 52–2. Матеріали для відбитку: глянцева папір Vega Gloss, 115 г/м<sup>2</sup> та офсетні фарби Perfection 5F50Px DIN ISO 2846–1 фірми Huber group.

Контроль якості кольоровідтворення здійснено шляхом вимірювання оптичної густини денситометром X–Rite 518.

Відібрано відбитки із оптимальним значенням оптичних густин плашок друкарських фарб, які були визначені в попередній опублікованій роботі [2]. Спектрофотометром SpectroEye LT на відбитках вимірювали координати CIE L\*a\*b\* кольору досліджуваних градаційних шкал, які характеризуються відносною площею *S*. Умови вимірювання: геометрія 0/45, кут 2°, D65.

## 3. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКІВ

Колірні характеристики фарб подано в колірному просторі *ICaS* [3], який характеризується лінійним перетворенням *RGB*-колірних координат. Колір в просторі *ICaS* має ахроматичну складову (*I*) і дві хроматичні (*C*, *S*) [4]. Для переходу з колірному простору CIE L\*a\*b\* в простір *ICaS* необхідно провести наступні математичні перетворення:

1. Знаходження *XYZ*-координат, що відповідають промірним CIE L\*a\*b\* значенням, за відомими формулами [5].

2. Хроматична адаптація  $XYZ$ -координат за методом Бредфорда, яка полягає у знаходженні матриці хроматичної адаптації між білим кольором на відбитку (незадруковані ділянки) та стандартизованим джерелом випромінювання з колірною температурою 6500К для колірного простору Adobe RGB (1998) [6].

3. Знаходження  $RGB$ -координат шляхом нелінійного матричного перетворення нормованих  $XYZ$ -значень [7-8].

4. Визначення показника нелінійності за розробленою методикою [9, 10].

Побудовані залежності координат  $R$  (голуба фарба),  $G$  (пурпурна фарба) і  $B$  (жовта фарба) відносно величини  $(1 - S)$ , де  $S$  – відносна площа растрових елементів фарби. Нелінійність кольорових градаційних характеристик тріадних фарб в найбільшій мірі відображає загальні закономірності формування кольорів на відбитку в реальних умовах друкарського процесу. В результаті апроксимації числових даних отримані наступні значення показника нелінійності, які подані в таблиці 1.

Значення показника нелінійності кольорових фарб для досліджуваних зразків

Таблиця 1

	Показник нелінійності, $\gamma$	
голуба (C)	1,3564	1,7319
пурпурна (M)	1,5610	1,7254
жовта (Y)	1,4400	1,4375
$\Sigma CMY$	1,5420	

5. Лінійне перетворення експериментальних даних в колірний простір  $ICaS$  за допомогою матриці Хартлі (2) розмірністю  $3 \times 3$  з врахуванням показника нелінійності (1).

$$R_l = R^{(1/\gamma)}; \quad G_l = G^{(1/\gamma)}; \quad B_l = B^{(1/\gamma)} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} I \\ C \\ S \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & H_1 & -H_2 \\ 1 & -H_2 & H_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_l \\ G_l \\ B_l \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$$\text{де } H_1 = \frac{\sqrt{3}-1}{2}; \quad H_2 = \frac{\sqrt{3}+1}{2}.$$

#### 4. АНАЛІЗ КОЛІРНИХ ПОВЕРХОНЬ ДРУКАРСЬКИХ ФАРБ

Отримані координати  $ICaS$  чистих кольорових фарб (CMY), їх парного накладання (C+M, M+Y, C+Y) та потрійного накладання ко-

льорових фарб з чорною (CM+K, MY+K, CY+K). Побудовані колірні охоплення на хроматичній  $CaS$ -діаграмі за проміряними експериментальними даними показали, що колірні поверхні кольорових фарб з додаванням певного відсотка чорної фарби пропорційно зменшуються по відношенню до поверхонь чистих кольорових фарб зберігаючи форму та розміщення проєкцій базових кольорів на площину.

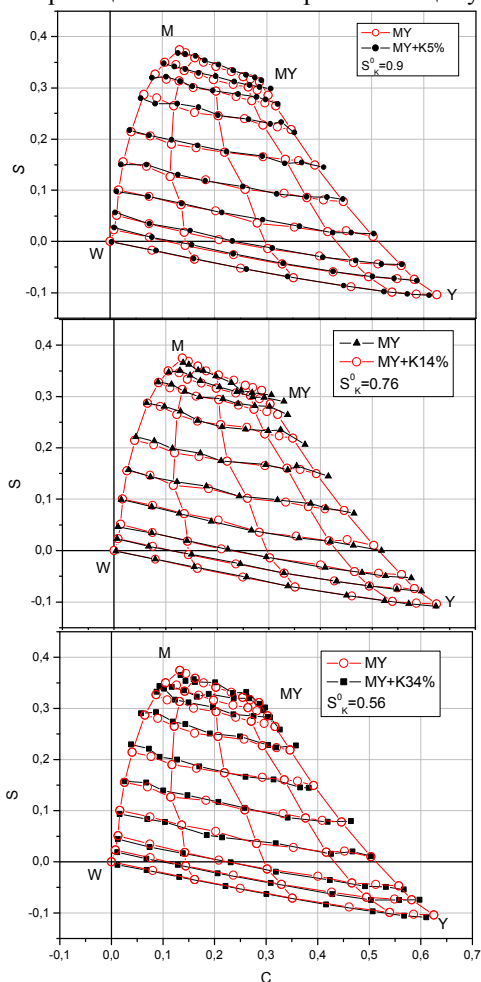


Рис. 1. Попарне накладання пурпурної та жовтої фарб з додаванням чорної за експериментальними даними на  $CaS$ -діаграмі

Отже, як розглядалось в роботі [11] можна стверджувати, що додавання чорної фарби пропорційно зменшує колірну поверхню на величину рівну:

$$\beta = (1 - S_K)^\gamma, \quad (3)$$

де  $S_K$  – відносна площа растрових елементів чорної фарби,  $\gamma$  – показник нелінійності друкарського процесу.

На рисунку 1 подані колірні поверхні кольорових фарб, на прикладі пурпурної і жовтої (MY), та поверхні кольорових фарб з додаванням певного відсотку чорної (MY+K5%, MY+K14%, MY+K34%) збільшені на розрахований коефіцієнт пропорційності, що відповідає величині  $(1 - S_K)^\gamma$ . Вузлові точки колірних поверхонь з додаванням 5% та 14% чорної фарби з достатньою точністю співпали з вузловими точками попарного накладання кольорових фарб. Проте із збільшенням відсотку чорної фарби, результати важче передбачити.

Розраховані колірні відмінності в просторі  $ICaS$  поверхонь кольорових фарб за формулою:

$$\Delta CaS = \sqrt{(C_1 - C_2)^2 + (S_1 - S_2)^2}. \quad (4)$$

Середнє значення розрахованих колірних відмінностей для кожної області попарного накладання фарб подані в таблиці 2.

Таблиця 2

ΔCaS при K, %	область попарного накладання		
	голубої та пурпурної фарб	пурпурної та жовтої фарб	голубої та жовтої фарб
5%	0,0095	0,0067	0,007
14%	0,0206	0,0446	0,0107
34%	0,0169	0,0286	0,0207

Отже, проаналізувавши отримані колірні поверхні тріадних фарб можна зробити наступні висновки: додавання чорної фарби пропорційно зменшує колірну поверхню зберігаючи форму та розміщення проєкцій базових кольорів на площину, коефіцієнт пропорційності залежить від відносної площі друкарських елементів чорної фарби та від показника нелінійності друкарського процесу.

1. Гарри Филд. *Фундаментальний справочник по цвету в полиграфии: учеб. пособие для вузов / Гарри Филд, пер. с англ. Н. Друзьева.* – М.: ЦАИТ, 2007. – 376 с. 2. Ковальський Б. *Метод визначення оптимальних умов кольорового офсетного друку / Б. Ковальський, Н. Занько, М. Шовгенюк, В. Семенів // Коштові технології друкарства : зб. наук. праць.* – Львів : УАД, 2012. – №27. – С. 239-245. 3. Предко Х. Б. *Рівняння хроматичних координат кольору /*

Х. Б. Предко, М. Р. Крик, М. В. Шовгенюк // Технологія і техніка друкарства : зб. наук. праць.– К., 2010.– С.28-37. 4. Шовгенюк М. В. Новий кольоровий простір ICaS на основі перетворення Хартлі / Шовгенюк М. В. – Львів: ІФКС НАН України, 2009. – 24 с. – (Препринт / НАН України, ІФКС ; ). 5. Hoffmann G. CIELAB color space [Електронний ресурс] / G. Hoffmann // Technical report : University of Applied Sciences in Emden, 2003. – Режим доступу : <http://www.fho-emden.de>. 6. Chromatic adaptation transform [б/а] Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.brucelindbloom.com>. 7. Adobe RGB (1998) Color Image Encoding/ Version 2005-5/ May 2005 [б/а] Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.adobe.com>. 8. Pascale D. A Review of RGB Color Spaces. Montreal, 2003, 35 p. 9. Занько Н.В. Оцінка розтискування тріадних фарб на основі показника нелінійності / Н.В. Занько, Н.С. Писанчин, М.В. Шовгенюк // Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. праць. – 2008.– № 20.– С.247–259. 10. Семенів В. В. Дослідження нелінійних характеристик офсетних фарб в умовах виробництва / В. В. Семенів, М. В. Шовгенюк, Б. М. Ковальський // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць. – Львів : УАД, 2011.– №26.– С. 180-188. 11. Крик М. Р. Експериментальне підтвердження виконання рівнянь автотипного синтезу зображення кольоровими фарбами / М. Р. Крик, М. В. Шовгенюк // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць. – Львів : УАД, 2012.– № 28.– С.271-284.