

КОЛИ НАНОСИТИ КОНТУРНУ ФАРБУ - ПЕРЕД ЧИ ПІСЛЯ КОЛЬОРОВИХ ФАРБ - ДОСЛІДЖЕННЯ І ПОРІВНЯННЯ ДЛЯ ОФСЕТНОГО І ЦИФРОВОГО ДРУКУ

Розглядається, як відрізняються дві послідовності накладання фарб СМҮК і КСМҮ, як для офсету, так і цифрового друку. Проведено аналіз одержаних зразків щодо щільностей і значень CIELAB, а також візуальний і заснований на ICC кольоровий аналіз гамми.

Examined in-process, as two sequences of imposition of paints of CMYK and KCMY differ, both for an offset and digital seal. The analysis of the got standards is conducted in relation to schil'nostey and values of CIELAB, and also visual and based on ICC the coloured analysis of gamut.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Згідно стандарту ISO 12647-2:2004 [3] допускається два варіанти порядку нанесення кольорових фарб для офсетного і цифрового друку: КСМҮ (чорна (К) - перша) і СМҮК (К - остання). Дослідивши вплив цих послідовностей на оптичні і колірні характеристики зображення можна одержати додаткове роз'яснення щодо практики застосування стандарту для офсетного друку.

Внаслідок суттєвої відмінності у механізмі взаємодії мокрих і сухих фарбових шарів при їх накладанні відповідно в офсетному і цифровому друкуванні, можна зробити висновки про його вплив на кінцевий результат. Крім того, важливо встановити на скільки реальною є можливість одержання ідентичних кольорів при застосуванні одного і того ж файлу для офсетного і цифрового друку.

2. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТУ

Методика дослідження базувалася на застосуванні випробувальних тестів і форм [1, 2, 4].

У Тестовій шкалі 6.0 спроектованій Гарі Філдом і Францом Зігом (рис.1), передбачено накладання суцільних (плашкових) полів С+К, М+К, У+К, СМ+К, СУ+К, МУ+К, СМҮ+К і К+С, К+М, К+У, К+СМ, К+СУ, К+МУ, К+СМҮ та два образотворчі випробува-

¹ Українська академія друкарства

льні зображення для візуальної оцінки ефектів. Крім того для характеристики процесу управління кольором друкарських пристроїв використовувався тест IT8.7/3.

Для кожного друку випробувальна форма створювалася так, щоб максимізувати інформативність сторінки і відповідати технологічним параметрам кожного друкарського пристрою. Перебіг аркушевого друкування здійснювався у порядку послідовності нанесення фарб на плоскій аркушевій офсетній машині Heidelberg Speedmaster 74 (SM 74) та машині цифрового друку HP Індиго 5500 (HP 5500).



Рис. 1. Модельний тест-оригінал для дослідження накладання плашкових полів $C+K$, $M+K$, $Y+K$, $CM+K$, $CY+K$, $MY+K$, $CMY+K$ і $K+C$, $K+M$, $K+Y$, $K+CM$, $K+CY$, $K+MY$, $K+CMY$ (зліва) та тест|ціль| IT8.7/3 для|за| характеристики процесу управління кольором принтера СМУК (справа)

Щільності D і їх різниця ΔD та колориметричні дані ($L^*a^*b^*$) і різниця кольору ΔE_{ab} полів суміщень вимірювалися з використанням спектросенситометра X-Rite 530. Таким же чином здійснювалися вимірювання для оцінки відтворення 25 найтемніших полів тесту для друку IT8.7/3.

Для оцінки кольорової гамми з допомогою спектрофотометра Eye-One ISis був виміряний тест для друку IT8.7/3 і створено профіль з допомогою пристрою Gretag- Macbeth ProfileMaker 5.0. Використовуючи 3-D graphing інструмент CHROMiX Color- Think на основі цих профілів були обчислені об'єми гамми.

Додатково робилися візуальні порівняння тестових зображень як між послідовностями накладання чорної фарби так і способами друку.

Щоб перевірити, чи однакові щільності були одержані на кожному з тестів послідовності накладання фарб, проведено багаторазові вимірювання оптичних щільностей плашок С, М, У, і К. Вимірювання вздовж чорного стовпця шкали, здійснювалися по п'ять раз і усереднювалися. Якщо б одержані при цьому відхилення були в допустимих межах, то можна вважати, що зміна щільності дійсно викликана зміною в послідовності нанесення фарб, а не параметрів принтера.

Таблиця 1

Дані вимірювання оптичних щільностей полів D з обчисленням їх різниці ΔD та колориметричних вимірювань Lab з обчисленням різниці кольору ΔE_{ab} для вказаних послідовностей нанесення чорної фарби при друкуванні на офсетній друкарській машині SM74.

Поле	К перша				К остання				ΔD	ΔE_{ab}
	D	L*	a*	b*	D	L*	a*	b*		
C+K	1.28	15.9	-5.4	11.0	1.21	16,3	5,9	-8.8	0.07	2.2
M+K	1.43	13.5	14.5	1.4	1.40	14,9	13,8	-3.8	0.03	5.4
Y+K	1.03	18.4	-2.5	11.3	1.02	26,4	-2,4	20.3	0.01	12.0
MY+K	1.53	12.8	9.6	5.4	1.51	17,0	20,3	9.3	0.03	12.1
CY+K	1.54	15.0	-12.5	4.7	1.51	18,6	-18,6	8.4	0.06	7.9
CM+K	1.30	11.0	7.1	-6.8	1.24	11,6	4,1	-9.8	0.04	4.3
CMY+K	1.46	10.6	0.3	1.1	1.44	11,7	1,4	0.1	0.02	1.9
K	1.43				1.39				0.02	

3. ОДЕРЖАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Оптичні щільності і колориметричні дані для SM 74.

В табл. 1 подано середні значення густини з п'яти вимірювань для кожного набору плашок на тесті послідовності фарб SM 74. Знайдено різницю густин твердого фарбника К (ΔD), яка становила 0.02. Найбільше значення ΔD склало 0,07. Отже, можна стверджувати, що значення густини, виміряні на тесті послідовності нанесення фарб, викликані саме через зміну послідовності нанесення фарб, а не через зміну густини фарб при друку.

Крім того, в табл. 1 подано виміряні колориметричні дані з тесту послідовності нанесення фарб з обчисленим різницею кольору ΔE_{ab} . Зміна послідовності накладання фарб від К перша до К остання привела до середньої кольорової різниці ΔE_{ab} рівної 6.6 з істотним відхиленням до 12.1 і 12.0 в полях МУ+К і У+К. Ці несумірно більші зміни у випадку, коли К взаємодіє з У можуть відбуватися лише завдяки фактору суміщення мокрих фарб К і У.

В процесі офсетного друку волога фарба кладеться на вологу, що можна назвати як вологе суміщення фарб, при якому певний відсоток одної фарби лежить поверх іншої [5, 6]. Про це свідчить істотне збільшення значення L^* для наведених вище полів, коли К наноситься останньою. Поля світліші, коли К зверху, ніж коли зверху У.

Щоб краще зрозуміти значення повної кольорової різниці, був обчислений об'єм гамми, використовуючи програмне забезпечення CHROMiX ColorThink. У табл. 3 подано об'єми гамми для К перша і К остання для друку на SM74. К перша дає більшу гамму, ніж К остання лише 2.12%.

Таблиця 2

Об'єм гамми при нанесенні К першою і К останньою для офсетної машини SM 72 та цифрової друкарської машини HP5500

Принтер	КСМУ	СМУК
SM74	376,1291	384,25
HP5500	384,845	369,128

Оптичні щільності колориметричні дані для HP 5500. В табл. 3. подані середні значення оптичних щільностей з п'яти вимірювань для кожного набору плашкових полів накладання фарб у HP5500. Подібно до SM74, значення різниці ΔD для оптичних щільностей плашки К було 0.02 і найбільша різниця густин теж складала 0.02, яка приводить до припущення, що густина фарби не викликана зміною у послідовності накладання.

Зміна послідовності фарб від К перша до К останньої привела до середньої зміни $\Delta E_{ab} = 7.1$ з істотною варіацією 10.1, 11.0 і 9.7 в накладаннях СМУ+К, СМ+К, МУ+К. Кольорові відмінності, які виникають для друкуванні на HP 5500, показують, що навіть в процесі друку сухої по сухій, зміна послідовності фарб впливає на вихід.

Таблиця 3

Дані вимірювання оптичних щільностей полів D з обчисленням їх різниці ΔD та колориметричних вимірювань Lab з обчисленням різниці кольору ΔE_{ab} для вказаних послідовностей нанесення чорної фарби при друкуванні для цифрової друкарської машини HP5500

Поле	К перша				К остання				ΔD	ΔE_{ab}
	D	L*	a*	b*	D	L*	a*	b*		
C+K	1.42	11.1	-6.1	-9.5	1.40	11.6	-6.9	-7.6	0.02	2.1
M+K	1.46	14.3	13.9	3.0	1.45	10.2	11.8	-2.0	0.01	6.9
Y+K	0.98	18.3	-4.7	7.9	0.97	15.7	-1.1	10.0	0.01	4.9
MU+K	1.68	17.1	4.9	6.7	0.70	10.1	9.7	2.2	0.02	9.7
CY+K	1.51	14.5	-11.8	1.9	1.352	10.6	-8.4	1.7	0.01	5.2
CM+K	1.38	12.5	7.5	1.1	1.39	7.4	2.2	-5.8	0.01	10.1
CMU+K	1.60	16.7	-0.1	4.9	1.61	8.1	0.7	-1.8	0.02	11.0
K	1.53				1.55				0.02	

В цифровому друці (особливо для HP 5500), сухі частинки тонера кладуться на верх вже покладеного тонера з відносною площею 100%. Виміри показують послідовне зменшення в L*, коли K була останньою, тому це дає більш темні тінні, ніж коли K перша.

Прозорість фарби могла би бути чинником, яким пояснюється наявність більш темних значень L*, коли K є на верху хроматичної фарби; можливо чорна фарба протидіє світлові проходити вниз, повністю, через решту фарб.

У табл. 2 подано об'єми гамми для кожної послідовності фарб. Для HP 5500 при K остання додержується на 4% більший об'єм гами, ніж коли K перша.

На рис. 2 подано 3-D - представлення цих двох гамм накреслених разом. Білі деталі зображають більшу гамму СМУК, і барвіста форма охоплює гамму КСМУ.

Білими деталями зображено гамму СМУК, барвістими - спільну частину гамми.

При порівнянні нейтрального тестового зображення є не велика візуальна різниця у максимальній густині і кольорі в ділянках тіней, в той час, як і очікувалося, тони шкіри і білий одяг однакові.

Порівняння відмінностей між SM 74 і HP 5500. Аналіз випробувань показує, що описані процеси супроводжують зміни в густині, кольорі і гаммі.

У HP 5500 отримуємо менші значення L^* і більшу гамму, коли К остання. У SM 74 був більш мінливий результат, з меншими значеннями L^* і більшою повною гаммою, коли К була першою.

Порівняння тестів SM74 і HP5500 дало подібні результати, в тому, що повна кольорова різниця при зміні послідовності фарб між СМУК і КСМУ становила приблизно $\Delta E_{ab} = 7.0$.

Порівняння координат яскравості L^* для 21 найтемніших полів від тесту IT8.7/3 (з СМУК, за визначенням) подано на рис 3; позитивні значення виражають результат, коли нанесення чорної фарби останньою (СМУК) у порівнянні з першою (КСМУ) дає *більш світлі* значення L^* і негативні - більш темні L^* .

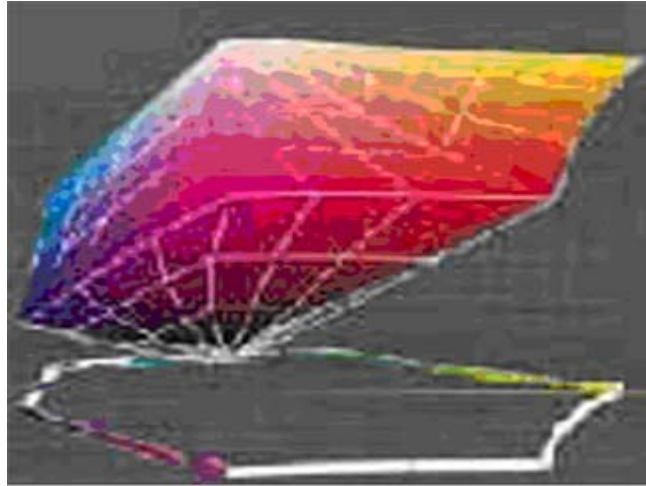


Рис. 2. Порівняння 3-D - представлень гамм накреслених разом

План показує більшу і більш послідовну міру СМУК, що є темнішим на HP5500, і меншу, більш несумісну міру для SM74. Цей граф відразу робить яким результат послідовності накладання фарб на HP 5500, з послідовними більш темними тіннями ($\max \Delta L^* = 8.2$), коли К остання.

По-друге, видно наявність варіації в результатах SM 74. Раніше, за допомогою вимірювання полів штампів К+У і К+МУ ми знайшли, що К перша проводить більш темний L^* , але ті вимірювання не були характерні для середньої величини.

Порівняння тестів SM74 і HP5500 дало подібні результати, в тому, що повна кольорова різниця при зміні послідовності фарб між СМУК і КСМУ становила приблизно $\Delta E_{ab} = 7.0$.

Порівняння координат яскравості L^* для 21 найтемніших полів від тесту IT8.7/3 (з СМҮК, за визначенням) подано на рис 3; позитивні значення виражають результат, коли нанесення чорної фарби останньою (СМҮК) у порівнянні з першою (КСМҮ) дає більш світлі значення L^* і негативні - більш темні L^* .

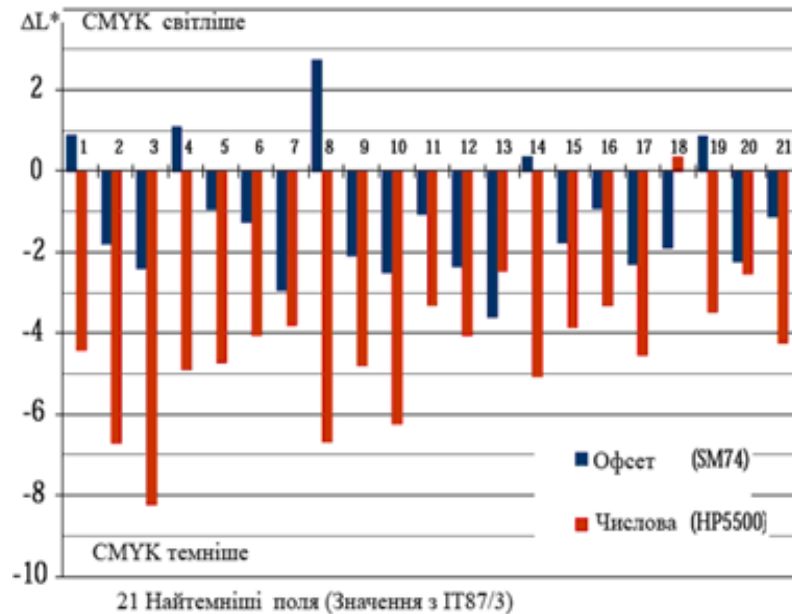


Рис. 3. Аналіз 21 найтемніших полів L^* від тесту IT8.7/3 з обчисленим ΔL^* між К перша і остання

План показує більшу і більш послідовну міру СМҮК, що є темнішим на HP5500, і меншу, більш несумісну міру для SM74. Цей граф відразу робить яким результатом послідовності накладання фарб на HP 5500, з послідовними більш темними тіннями ($\max \Delta L^* = 8.2$), коли К остання.

По-друге, видно наявність варіації в результатах SM 74. Раніше, за допомогою вимірювання полів штампів К+У і К+МҮ ми знайшли, що К перша проводить більш темний L^* , але ті вимірювання не були характерні для середньої величини.

4. ВИСНОВКИ

В роботі розглядається, як відрізняються дві послідовності накладання фарб СМУК і КСМУ, як для офсету, так і цифрового друку. Випробування здійснювалися з використанням аркушевого офсетного друку Heidelberg Speedmaster 74 (SM 74) і цифрового друку HP INDI-GO 5500 (HP 5500). Проведено аналіз одержаних зразків щодо щільностей і значень CIELAB, а також візуальний і заснований на ICC кольоровий аналіз гамми.

Встановлено хоч і мінімальну, але істотно помітну, як для вимірювання, так і для візуального спостереження, різницю між послідовностями накладання фарб.

При мокрому накладанні фарб в офсетному друці, хоч не постійно, але відчутна тенденція до того, що друкування К останньою, забезпечує менші значення максимальної щільності (D_{max}) і об'єму гамми, ніж при друці К першою. Тому при інших рівних виробничих умовах є смисл віддати перевагу послідовності КСМУ в цифровому друці - навпаки СМУК.

Звичайно дане дослідження не охоплює всього класу матеріалів та виробничих умов. Для більш широких узагальнень потрібно продовжувати дослідження.

1. Field, G. G., (2004). *Ideal Color Sequence, Color Essentials, Vol. 2 Pittsburgh, PA: GATF Press.* 2. Evan Anderson *Effect of Ink Sequence on Offset & Digital Printing, Test Targets 8.0 (2008), p.1.* 3. ISO 12647-2:2004 *Graphic technology -- Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints -- Part 2: Offset lithographic processes. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.* 4. *Test Targets 6.0 (2006). Color Sequence Test Page, p.59.* 5. Барановський І. В., Яхимович Ю. П. *Поліграфічна обробка образотворчої інформації: Навч. посібник. – Київ-Львів: ІЗМН, 1998. – 400 с.* 6. Jule J. A. C. *Principles of color reproduction: - Pittsburg: GATF Press, 2000.- 460 с.*