УДК 655.3.022

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ МІНІМІЗАЦІЇ СУМАРНОЇ КІЛЬКОСТІ ФАРБ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ОПТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІДБИТКА ОФСЕТНОГО ДРУКУ

© Я. В. Зоренко, к.т.н., ст. викладач, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

Исследовано влияние технологий цветоделения на стабильность оптических параметров тиражного оттиска плоской офсетной печати. По анализу динамики изменения общего контраста печати и расчетом статистической стабильности оптических параметров оттиска определены рациональные режимы технологий цветоделения.

The influence of the color separation technology on offset printing quality were considered. The rational mode separation technologies was defined according to the analysis of print contrast dynamics and the statistical calculation of the optical parameters stability.

Постановка проблеми

Розглядаючи поліграфічний процес відтворення оригіналу як процес постійної зміни властивостей (параметрів) його складників та півфабрикатів, можна виділити наступні критичні етапи [1–4]: переведення електронних даних оригінал-макету із колірного простору RGB у колірний простір CMYK; кольороподіл тонового зображення оригіналу; перетворення неперервного тонового зображення оригіналу у мікро-штрихове (процес растрування у RIP-процесорі); запис зображення на формний матеріал (фотоформа та друкарська форма); процес друкування.

Серед перспективних методик подолання нестабільності критичних етапів репродукування та відповідно розширення градаційних характеристик можна відзначити технологію мінімізації кольорових фарб за рахунок чорної, що займає провідне положення у традиційному автотипному синтезі саме завдяки низці переваг, важливішими з яких залишаються [1–4]: збереження нейтральності ахроматичних кольорів тому, що вони складаються переважно з чорної фарби; зменшення муару на коричневих ділянках зображення за рахунок передачі їх двома кольоровими і чорною; збільшення колірного охоплення репродукції; спрощення процесу управління кольором.

Технологія мінімізації кольорових фарб у процесі повнокольорного репродукування здійснюється двома способами [5]: «under color removal» (UCR) та «gray component replacement» (GCR, ICR). Причому у сучасних комп'ютеризованих видавничих системах ці методи реалізуються на стадії кольороподілу при

виводі фотоформ і друкарських форм, а перевірити якість можна на стадії обробки графічної інформації оригіналу.

На практиці програмні засоби сучасних КВС дають змогу вибрати різні варіанти технології кольороподілу із тих, що існують, або створити власну криву передачі чорного [4, 5]. Однак наявність різноманітних режимів кольороподілу не є запорукою забезпечення якісного та стабільного процесу друку. Тому дослідження впливу всіх поширених режимів кольороподілу на стабільність оптичних параметрів відбитку є актуальним завданням.

Аналіз попередніх досліджень

Поліграфічний процес репродукування має значний виробничий потенціал для створення високоякісної багатофарбової продукції. Технологічні процеси передбачають застосування високотехнологічного обладнання і ефективних матеріалів. Зокрема, найбільш поширений офсетний плоский друк зі зволоженням друкарських форм, що характеризується як збільшенням кількості фарб у тоновому відтворенні оригіналів, так і мінімізацією кольорових фарб у традиційному CMYK-синтезі для поліпшення тоновідтворення і розширення колірного охоплення репродукції (аналогового чи цифрового зображення оригіналу).

Існуюча динаміка процесу відтворення репродукції, яка притаманна більшості поліграфічних компаній викликана економією часу, полягає у обробленні оригінал-макетів стандартними режимами кольороподілу. Тож, зазвичай, це режим GCR «Medium» (у меню «Separation setup» програмного пакету Photoshop) та GCR «None» (у настройках растрового процесору вивідного пристрою) [1, 2]. Також, потрібно враховувати наявність у процесі друку таких негативних явищ, як розтискування друкувальних елементів, надмірна подача чорної фарби, несуміщення та інші. Все це може призвести до появи надлишку чорного кольору у синтезі зображення і, як наслідок, — до серйозних відхилень у тоно- та кольоропередачі на репродукції, що надзвичайно важливо враховувати при відтворенні багатофарбової поліграфічної продукції.

Мета роботи

Встановлення впливу стандартних режимів кольороподілу (GCR Heavy, GCR None, GCR Light, GCR Medium, GCR Maximum та UCR) на стабільність оптичних властивостей репродукцій у різних друкарсько-технічних системах репродукування.

Результати проведених досліджень

Для визначення статистичної стабільності оптичних властиво-

стей репродукції залежно режимів кольороподілу для різних друкарсько-технічних систем та моніторингу середнього значення і варіації значень оптичної густини на плашці нейтрально-сірого тону було застосовано різновид контрольної карти Шугарта — X-R-карту [6]. Причому для оцінки статистичної стабільності було розраховано показники середнього значення, розмаху значень, індексу відповідності та коефіцієнтів точності процесу (рис. 1 та 2).

Розрахунок середніх значень, розмахів варіації і побудови X-R-карти Шугарта здійснювався згідно методики за формулами [6]:

$$ЦЛ = \bar{R}, \quad (1)$$

$$ВМР(R) = D_4\bar{R}, \quad (2)$$

$$НМР(R) = D_3\bar{R}, \quad (3)$$

де ЦЛ, ВМР, НМР — середня лінія, верхня та нижня межа регулювання відповідно; $\bar{R}$ — середнє значення розмаху варіації; D_3, D_4 — константи, що залежать від вибірки.

Для оцінки відповідності технологічного процесу репродукування були розраховані наступні індекси відповідності (відтворюваності) та центрованості процесу (відповідності розташування середнього процесу у центрі меж специфікації) [6]:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{d_2(USL - LSL)}{6\bar{R}}, \quad (4)$$

$$k = \frac{2|\mu - 0{,}5(USL - LSL)|}{USL - LSL}, \quad (5)$$

$$C_{pk} = (1 - k)C_p, \quad (6)$$

де USL, LSL — верхні та нижні допустимі межі варіації; C_p — індекси відповідності (відтворюваності) процесу; C_{pk} — індекс перевірки верхнього та нижнього інтервалів даних; k — індекс центрованості процесу; d_2 — константа, що залежить від вибірки; σ — генеральне стандартне відхилення; μ — розподіл значень середнього.

Згідно статистичного аналізу контрольних карт Шугарта було встановлено, що відбитки отримані на крейдованому папері із глянцевим покриттям масою 1 м^2 90 г для всіх режимів кольороподілу, забезпечують відтворення оптичних властивостей на межі мінімально допустимих норм встановлених специфікацією. Також, найбільш статистично стабільними для даного сорту паперу є оптичні властивості репродукцій, отриманих за допомогою режимів кольороподілу GCR None, GCR Maximum, GCR Light та UCR (див. рис. 1, а). Значення індексу відповідності $C_p \geq 1{,}33$ (див. рис. 1, область А) в сучасному процесі виробництва вважається мінімально допустимим індексом варіації процесу, що використовує 75 % допустимого діапазону та має низьку

вірогідність зниження якості оптичних властивостей впродовж друку тиражу [6–8]. Слід зазначити, що більш стабільними за індексом відповідності є оптичні властивості репродукції на крейдованому папері масою 1 м^2 120 г.

Тиражні відбитки отримані на крейдованому хром-ерзаці масою 1 м^2 280 г, згідно індексу відповідності мають стабільні показники при застосуванні режимів кольороподілу GCR None, GCR Maximum та UCR (див. рис. 1, б).

Стабільність оптичних властивостей згідно індексу відповідності для крейдованого хром-ерзацу забезпечується найкраще при застосуванні режиму кольороподілу GCR None (див. рис. 1). Режими кольороподілу GCR Maximum та UCR для даного сорту паперу забезпечують індекс варіації процесу у межах $1 \le C_p \le 1{,}33$, що вказує на достатньо велику вірогідність зниження стабільності оптичних властивостей репродукції в межах друкування накладу. Інші режими GCR Medium забезпечують індекс варіації процесу $C_p \le 1$, що вказує на перевищення допустимим рівнем варіації його дійсного значення [6–8], тобто наявні суттєві розбіжності між оптичними властивостями репродукції в межах одного тиражу.

Оптичні властивості репродукції різних режимів кольороподілу, що оцінювалися за коефіцієнтом варіації ($K_в$) можна поділити на три групи. До першої групи, що характеризується

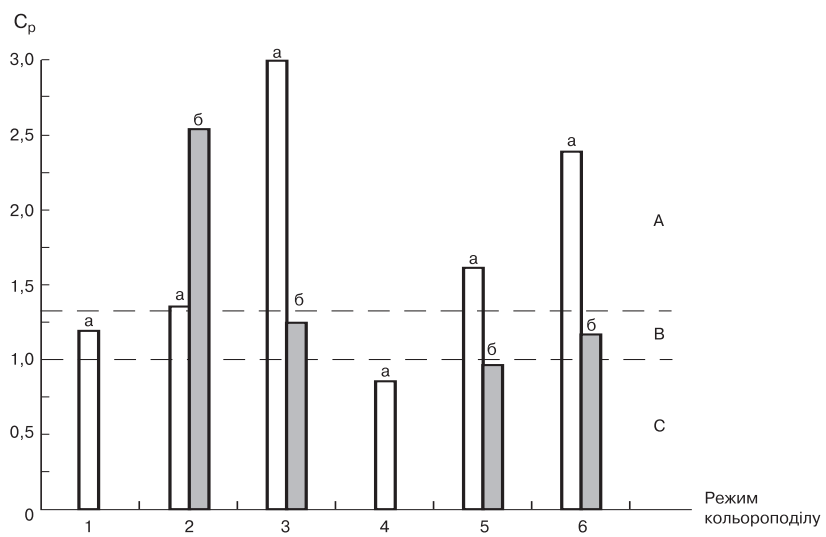

Рис. 1. Статистична стабільність оптичних властивостей тиражного відбитка за індексом відповідності (C_p). Режими кольороподілу: 1 — GCR Heavy; 2 — GCR None; 3 — GCR Maximum; 4 — GCR Medium; 5 — GCR Light; 6 — UCR; а — крейдований папір масою 1 м^2 120 г; б — крейдований хром-ерзац масою 1 м^2 280 г; A, B, C — межі варіювання індексу ($3{,}0 \ge A \ge 1{,}33$; $1{,}32 \ge B \ge 1{,}00$; $0{,}99 \ge C \ge 0$)

високою однорідністю даних ($K_в$ = 0...0,17) можна віднести режим кольороподілу UCR (див. табл. 1 та 2). Друга група, що характеризується задовільною однорідністю даних ($K_в$ = 0,17...0,33) відносяться незалежно від сорту паперу режими кольороподілу GCR None, GCR Medium та певною мірою GCR Light. Всі інші режими кольороподілу (GCR Heavy та Maximum), що характеризуються значною неоднорідністю оптичних властивостей ($K_в$ > 0,33) в межах друку тиражу належать до третьої групи [6–8].

Згідно розрахованого коефіцієнту запасу точності ($K_{ст}$) порівняно кращі результати забезпечили режими кольороподілу UCR та GCR Medium. Слід відзначити, що при застосуванні крейдованого хром-ерзацу масою 1 м^2 280 г майже всі режими (крім GCR Maximum) забезпечили суттєве підвищення коефіцієнту запасу точності (рис. 2).

Загалом найбільш стабільні оптичні властивості на репродукції забезпечуються при застосуванні режимів кольороподілу GCR Medium, UCR і в деяких випадках GCR Light та GCR None.

Для оцінки спотворень градаційної передачі у тінях зображення було розраховано коефіцієнт контрасту процесу друкування, що визначається наступним чином [1–4]:

$$K_{друку} = \frac{D_v - D_r}{D_v} \cdot 100\ \%, \qquad (7)$$

де $K_{друку}$ — контраст друку, або так званий коефіцієнт Ширме-

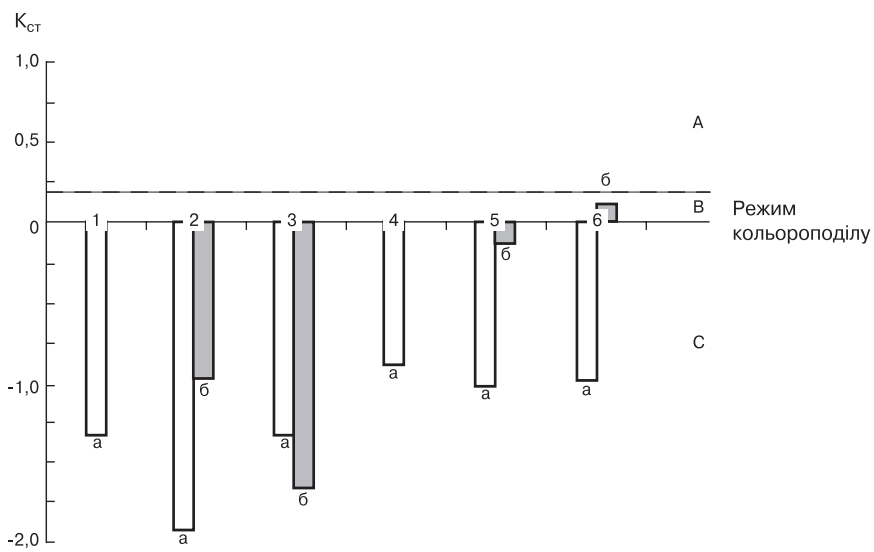

Рис. 2. Статистична стабільність оптичних властивостей тиражного відбитка за коефіцієнтом запасу точності (Кст). Режими кольороподілу: 1 — GCR Heavy; 2 — GCR None; 3 — GCR Maximum; 4 — GCR Medium; 5 — GCR Light; 6 — UCR;а — крейдований папір масою 1 м^2 120 г; б — крейдований хром-ерзац масою 1 м^2 280 г; A, B, C — межі варіювання коефіцієнту (A > 0,17; 0,17 ≥ B ≥ 0; C < 0)

ра; D_r — оптична густина растрового поля із відносною площею 75 % (згідно даних компанії X-Rite) або із відносною площею 80 % (згідно даних компанії GretagMacbeth); D_v — оптична густина растрового поля із відносною площею 100 % (плашка).

На підставі визначення загального контрасту на зображенні тиражного відбитка у визначені проміжки часу було побудовано графічні залежності динаміки зміни контрасту для різних режимів кольороподілу (рис. 3).

Розрахована величина контрасту друку дозволяє характеризувати якість процесу відтворення градацій у темних ділянках зображення репродукції і дає змогу визначати оптимальний баланс «фарба—вода».

Аналіз розподілу значень контрасту та його величина у межах друку дозволяє стверджувати, що для крейдованого паперу із масою 1 м^2 90 г найкращий контраст забезпечується при застосуванні режимів кольороподілу UCR та GCR Medium. Однак для крейдованого хромерзацу із масою 1 м^2 280 г більший контраст досягається при застосуванні режимів UCR та GCR Maximum. Слід відзначити стабільність контрасту у межах усього тиражу при застосуванні режиму кольороподілу GCR Light (див. рис. 3, крива 4).

Отже, найбільший контраст друку для всіх сортів паперу згідно проведеного аналізу та

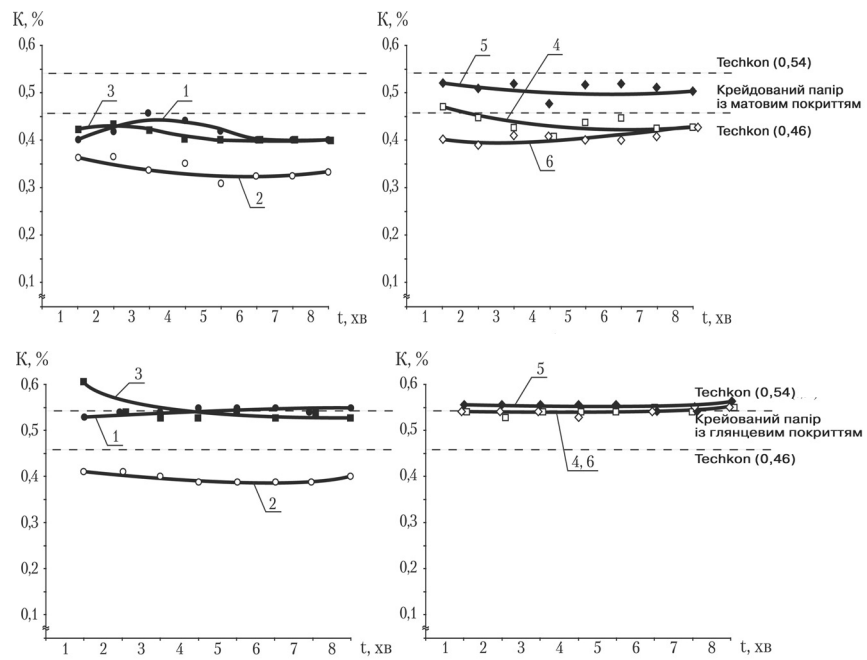

Рис. 3. Кінетика зміни загального контрасту зображення (початок) тиражного відбитка у межах процесу друкування для глянцевого крейдованого паперу масою 1 м^2 90 г (а, б) та крейдованого паперу масою 1 м^2 120 г (в, г). Режими кольороподілу: 1 — UCR; 2 — GCR None; 3 — GCR Maximum; 4 — GCR Light; 5 — GCR Medium; 6 — GCR Heavy

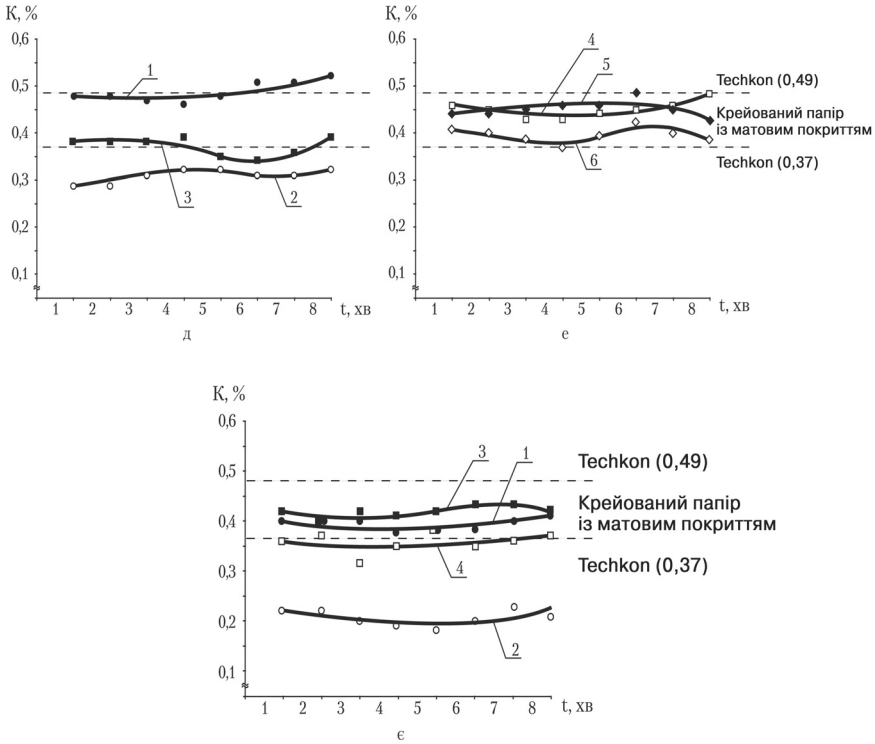

Рис. 3. Кінетика зміни загального контрасту зображення (закінчення) тиражного відбитка у межах процесу друкування для некрейдованого паперу масою 1 м^2 120 г (д, е) та для крейдованого хром-ерзацу масою 1 м^2 280 г (є). Режими кольороподілу: 1 — UCR; 2 — GCR None; 3 — GCR Maximum; 4 — GCR Light; 5 — GCR Medium; 6 — GCR Heavy

встановлених норм [3–5] забезпечили режими кольороподілу GCR Medium та UCR.

Висновки

1. Аналіз контрольних карт Шугарта згідно розрахованого коефіцієнту запасу точності ($K_{ст}$) дозволив встановити, що стабільні оптичні властивості на відбитку забезпечили режими кольороподілу GCR Medium та UCR, що також підтверджується достатнім рівнем фарби на плашці ($\bar{R}$ = 1,3 та 1,75 Б).

2. Аналіз розподілу значень відносного контрасту та його величина в межах друку дозволяє стверджувати, що для некрейдованого паперу та картону типу хром-ерзацу кращий контраст досягається при застосуванні режимів UCR та GCR Medium.

3. Таким чином, широкий асортимент задруковуваного матеріалу може бути унормований при застосуванні режимів кольороподілу UCR і GCR Medium. Також, режими друкарського процесу в цьому випадку є більш керованими прогнозованими, що забезпечує надійність друкарського процесу для будь-яких друкарських машин.

1. Величко О. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту [Текст] : монографія / Олена Величко. — К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський політехнік», 2005. — 264 с. 2. Величко О. Відтворення тонового градієнту засобами репродукування [Текст] : монографія / Олена Величко, Ярослав Зоренко, Василь Скиба / За заг. ред. докт. техн. наук, проф. О. М. Величко. — К. : ВПЦ «Київський університет», 2011. — 240 с. 3. Стефанов С. Цвет ready-made или Теория и практика цвета / С. Стефанов, В. Тихонов. — М. : РепроЦентр М, 2005. — 320 с. : ил. 4. Каныгин Н. И. Цветовоспроизведение изобразительной информации репродукционными системами / Н. И. Каныгин. — М. : МГУП, 1998. — 188 с. 5. Маргулис Д. Photoshop для профессионалов : классическое руководство по цветокоррекции. Четвертое издание [Текст] : пер. с англ. / Дэн Маргулис. — М. : Интерсофтмарк, 2003. — 464 с. 6. Захожай В. Б. Статистичне забезпечення управління якістю [Текст] : Навч. посібник / В. Б. Захожай, А. Ю. Чорний. — К. : Центр навчальної літератури, 2005. — 340 с. 7. Лапач С. Н. Статистика в науке и бизнесе [Текст] / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. — К. : Морион, 2002. — 640 с. 8. Федюкин В. К. Управление качеством процессов / В. К. Федюкин. — СПб. : Питер, 2004. — 208 с.

1. Velychko O. Opratsiuvannia informatsiinoho potoku vzaiemodiieiu elementiv drukarskoho kontaktu [Tekst] : monohrafiia / Olena Velychko. — K. : Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr «Kyivskyi politekhnik», 2005. — 264 s. 2. Velychko O. Vidtvorennia tonovoho hradiientu zasobamy reprodukuvannia [Tekst] : monohrafiia / Olena Velychko, Yaroslav Zorenko, Vasyl Skyba / Za zah. red. dokt. tekhn. nauk, prof. O. M. Velychko. — K. : VPTs «Kyivskyi universytet», 2011. — 240 s. 3. Stefanov S. Cvet ready-made ili Teorija i praktika cveta / S. Stefanov, V. Tihonov. — M. : ReproCentr M, 2005. — 320 s. : il. 4. Kanygin N. I. Cvetovosproizvedenie izobrazitel'noj informacii reprodukcionnymi sistemami / N. I. Kanygin. — M. : MGUP, 1998. — 188 s. 5. Margulis D. Photoshop dlja professionalov : klassicheskoe rukovodstvo po cvetokorrekcii. Chetvertoe izdanie [Tekst] : per. s angl. / Djen Margulis. — M. : Intersoftmark, 2003. — 464 s. 7. Lapach S. N. Statistika v nauke i biznese [Tekst] / S. N. Lapach, A. V. Chubenko, P. N. Babich. — K. : Morion, 2002. — 640 s. 8. Fedjukin V. K. Upravlenie kachestvom processov / V. K. Fedjukin. — SPb. : Piter, 2004. — 208 s.

Рецензент — В. В. Степанець, к.т.н.,
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 06.09.12