

УДК 655.28.022

## КАЛІБРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ФЛЕКСОГРАФІЧНИХ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ

В. Е. Никируй, В. З. Маїк

*Українська академія друкарства  
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

*Запропоновано методика калібрування формного процесу виготовлення флексографічних друкарських форм за технологіями прямого лазерного гравіювання, StP та іншими. Основною особливістю методики є введення коефіцієнта відповідності кривих компенсації.*

**Ключові слова:** калібрування додрукарського процесу, флексографічні форми, тест-шкали.

**Постановка проблеми.** Сучасні умови розвитку української поліграфічної галузі потребують орієнтування на західноєвропейські стандарти друку. Тому дедалі більше поліграфічних компаній використовують для коректного кольоропередавання методології G7, GRACoL® 2013 та ISO 12647-6:2006 [1–4]. G7 — це репрографічна методика калібрування, винайдена Доном Хучезоном і популяризована в межах програм навчання та сертифікації IDE Alliance, починаючи з 2006 року [5]. GRACoL був де-факто стандартом для комерційного друку в Північній Америці та інших регіонах світу. Методика G7, як і GRACoL® 2013, потребує стабільного і повторюваного процесу друкування [6]. Тому без автоматичного контролю в'язкості чорнил, натиску валів, швидкості друкування тощо [7, 8], а також контролю повторюваності формних процесів досягнути цих стандартів майже неможливо.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Метою додрукарських процесів у поліграфічному виробництві є підготовка відповідного оригіналу (рисунок, фотографія, відбитки, слайди тощо) до друку з урахуванням особливостей відповідного способу друкування [9]. Найпоширенішими засобами керування і контролю процесу виготовлення репродукції є застосування шкал контролю та методи їх вимірювання й обчислення, зокрема розробки таких компаній, як FOGRA, UGRA, Brunner, Heidelberg, Gretag, X-Rite та ін. [10–15]. Їх можна використовувати для контролю формних, друкарських і післядрукарських процесів. Різноманітні шкали контролю дають можливість контролювати велику кількість різних параметрів процесу створення репродукції спеціальними контрольними елементами [16].

**Мета статті** — запропонувати методика, яка дасть змогу контролювати якість і повторюваність формних процесів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Будь-який друкарський процес спрямований на відтворення параметрів зображення, створеного автором. Що

більше наближені параметри віддрукованої ілюстрації до параметрів зображення, то якіснішою вважається вся ланка виготовлення друкарської продукції. Основними параметрами зображення є геометричні співвідношення форм, спектральні характеристики кольорів та їх інтегральна оптична щільність в усіх зонах зображення. Тому для відтворення цих параметрів на кожному етапі технологічного процесу виготовлення флексографічної продукції потрібне калібрування. Це пов'язано з оптичним розтискуванням друкарських елементів на кожному з етапів. Зазвичай для керування кольором та отримання якісного результату використовують наскрізне калібрування всього друкарського процесу, результатом якого є файл ICC-профілю [17–19]. Але кожен технологічний етап має свої внутрішні системи калібрування, необхідні для контролю параметрів конкретного обладнання, наприклад друкарської машини чи вимивного процесора. Що менше точок контролю якості у всьому технологічному ланцюгу виготовлення друкарської продукції, то важче виявити походження браку, складніше оптимізувати ті чи інші процеси, розрахувати економічну складову всього процесу та мінімізувати витрати. Тому дуже важливо на кожному технологічному етапі контролювати та в разі потреби коректувати параметри конкретного обладнання. Для калібрування та контролю параметрів формного процесу пропонуємо методику, описану нижче.

#### **Методологія калібрування та контролю параметрів формного процесу**

Головним завданням калібрування формного процесу є контроль площі та форми друкарських елементів через підлаштування параметрів кожного з апаратів у технологічному процесі. Для традиційного способу виготовлення флексографічних друкарських форм за технологією СтР контролюються такі параметри:

- час та експозиція ультрафіолетового експонування на етапах зворотного, прямого та фінішного експонування;
- час і температура сушіння на етапі висихання форми;
- концентрація мономеру в розчиннику, висота і якість щіток та швидкість руху полімеру вимивного процесора на етапі вимивання;
- фокус, потужність лазера, експозиція на матеріалі, наявність муарів та якість відтворення геометричних і растрових елементів дизайну СтР пристрою на етапі формування зображення.

У технології прямого лазерного гравірування (ПЛГ) є два технологічні процеси, а саме: виготовлення форми та її миття для видалення продуктів горіння, яке не впливає на якісні характеристики кліше. З огляду на це залишається потреба контролювати фокус, потужність лазера, експозицію на матеріалі, наявність муарів та якість відтворення геометричних і растрових елементів дизайну, пристрою для ПЛГ на етапі формування зображення.

Основним інструментом для контролю формного процесу у вказаних технологіях пропонуємо використовувати компенсаційні криві з коефіцієнтом відповідності  $k = 1$ . Компенсаційна крива будується з коефіцієнтів компенсації для кожного процента растрового клину, враховуючи оптичне розтискування формного процесу в кожній із зон. Процес калібрування складається з таких етапів:

1. Запис тестового зображення, що містить градаційний клин та ряд об'єктів для перевірки параметрів відтворення (рис. 1). Далі форма проходить увесь цикл формного процесу.



Рис. 1. Зображення тесту-шкали для калібрування

2. Вимірювання оптичного розтискування у всіх зонах градаційного клину форми та побудова кривої компенсації.

3. Отриману інформацію вводять у RIP у вигляді гамма-кривої (рис. 2).

4. RIP, враховуючи компенсаційну криву, редагуватиме наступні зображення, тому на виході формного процесу технологу будуть потрібні проценти растру.

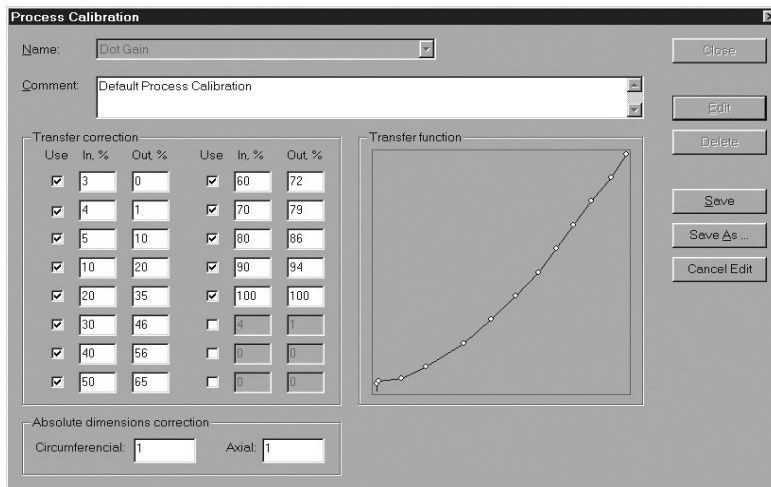


Рис. 2. Приклад Process Calibration, гамма-крива формного процесу

Зрозуміло, що для технології ПЛГ формний процес та формування зображення відбувається на одному пристрої. Тому компенсаційна крива має мінімальні відхилення від лінійної, звичайно, за умови правильного підбору параметрів ПЛГ пристрою.

Однією з переваг цієї методики є можливість налаштувати формний процес за допомогою компенсаційної кривої з коефіцієнтом відповідності, що дорівнює конкретному значенню, наприклад  $k = 0,85$ . За своєю суттю коефіцієнт відповідності — це коефіцієнт збільшення або зменшення площі друкарського елемента по відношенню до дизайну. Для того щоб коефіцієнт відповідності дорівнював 0.85, потрібно задати площу друкарських елементів усіх растрових зон від 1 % до 100 % на формі та еквівалентну площу відповідних зон у дизайні з цим коефіцієнтом. Під еквівалентною площею в дизайні ми маємо на увазі інтегральну оптичну щільність зони, яка зазвичай позначається у процентному значенні світла, що проходить через конкретну зону.

Отже, для калібрування з коефіцієнтом відповідності, наприклад,  $k = 1$ , нам треба розрахувати площу всіх друкарських елементів зон від 1 % до 100 %

$$S_{me} = (25400 / lpi)^2, \quad (1)$$

де  $lpi$  — лініатура растрової зони,  $S_{me}$  — площа макрокомірки, 25400 — кількість мікрометрів у дюймі.

$$S_D = S_{me} D / 100, \quad (2)$$

де  $D$  — процентне співвідношення кольору до білого (оптична щільність),  $S_D$  — площа одного друкарського елемента із заданим  $D$ .

Площа макрокомірки обчислюється згідно з формулою 1, при стовідсотковому заповненні макрокомірки отримуємо зону з чистим кольором, так звану плашку. При  $D = 50$  % від  $S_{me}$  площа одного друкарського елемента  $S_D$  дорівнюватиме 50 % площі  $S_{me}$  (формула 2). Також для зручності майбутніх вимірювань площу друкарського елемента можна виразити через його діаметр  $d$  [20]:

$$S_D = \pi d^2 / 4, \quad (3)$$

де  $d$  — діаметр друкарського елемента.

З формул 1–3 отримаємо вираз 4 для визначення діаметра друкарського елемента в мікрометрах.

$$d = \frac{2866,8 \times \sqrt{D}}{lpi}. \quad (4)$$

Враховуючи коефіцієнт відповідності  $k$ , співвідношення розрахованого та виміряного діаметра друкарського елемента в тій самій зоні матиме такий вигляд

$$d_p = k d_b, \quad (5)$$

де  $d_p$  — діаметр друкарського елемента, визначений за формулою 4,  $d_b$  — діаметр друкарського елемента, виміряний за допомогою мікроскопа.

Вимірявши діаметри друкарських елементів у потрібних зонах, будемо компенсаційну криву, де заданим у дизайні відсоткам кольору відповідають діаметри друкарських елементів. Отже, можна дійти висновку, що після застосування компенсаційної кривої площа друкарського елемента, еквівалентна оптичній щільності зони ФДФ при коефіцієнті  $k = 0,85$ , є меншою від аналогічної ділянки у дизайні на 15 %. Зрозуміло, що цей коефіцієнт може бути іншим залежно від конкретних особливостей формного або друкарського процесу на підприємстві.

### Калібрування лінійних розмірів ФДФ

Визначаючи компенсаційну криву, здебільшого також калібрують лінійні розміри, тобто лінійні розміри ФДФ увідповіднюють з еталонними лінійками на виробництві. Для цього окремо або з тестом для калібрування виводять спеціальні лінійки з кроком штрихів 100 мкм (рис. 3). Дискрет штрихів лінійки задає точність, з якою можна привести дві лінійки одна до одної.



Рис. 3. Збільшене зображення мікроструктури лінійки

Щоб лінійне калібрування було коректним, під час вимірювання дисторсії та нелінійності потрібно дотримуватися сталих параметрів температури та відносної вологості. Для збільшення точності вимірювання можна використовувати пристрої збільшення зображення: мікроскоп, лупи 8x тощо. Отже, для вимірювання коефіцієнта калібрування необхідно:

- вивести на матеріалі лінійки вздовж осей X та Y;
- сумістити нуль еталонної лінійки з нулем виведеної лінійки;
- забезпечити паралельність та лінійність відносного розташування обох лінійок;
- забезпечити нерухомість двох лінійок і системи вимірювання;
- визначити довжину виведеної на формі лінійки;
- визначити взаємний зсув лінійок одної відносно іншої, поділивши виведену лінійку та еталонну (наприклад,  $250\text{мм} / 251,9\text{ мм} = 0,9924$ );
- розрахувати ці коефіцієнти для осей X та Y і внести у програмне забезпечення пристрою для ПЛГ.

Потрібно пам'ятати, що ці коефіцієнти дійсні лише для конкретного виду та товщини матеріалу, тому в разі зміни товщини чи заміни матеріалу треба знову провести процедуру калібрування лінійних розмірів. Дисторсію форми при встановленні на формний вал зазвичай враховують у дизайні. Калібрування з урахуванням друкарського процесу можна провести за цією ж методикою, тільки замість форми потрібно взяти відбиток.

**Висновки.** Запропонована методика калібрування дає можливість, не вдаючись до попереднього тестування, виготовляти форми у сторонніх виробників з тими самими параметрами, вказуючи тільки коефіцієнт відповідності. Також цей інструмент ідеально підходить для репростудій за умови переведення всіх робіт для своїх клієнтів з коефіцієнтом відповідності формного процесу, що дорівнює, наприклад,  $k = 1$ , або контролю коефіцієнтів відповідності для кожного клієнта окремо. Проте головною метою запропонованої методики все-таки залишається дотримання високої якості друкарських форм за допомогою контролю компенсаційної кривої з коефіцієнтом відповідності  $k$ .

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bayard M. Calibrating, printing and proofing by the G7 Method for Flexography [Електронний ресурс] / M. Bayard // Salmon Creek Publishing — 2009. — Режим доступу : <http://www.flexoglobal.com/flexomag/09-March/flexomag-Bayard.htm>.
2. Calibrating The Printing Plant's Flexo Process to the G7 Methodology [Електронний ресурс] // IDEAlliance bulletin — 2014. — Режим доступу : <http://www.idealliance.org/bulletin/feature-articles-aug-dec-2014/9/24/2014-calibrating-printing-plant%E2%80%99s-flexo-process-g7-metho>.
3. Ellis R. GRACoL® 2013 Introduction [Електронний ресурс] / R. Ellis, J. Fazzi, D. Hutcheson // IDEAlliance Introduces GRACoL. — 2013. — Режим доступу : [http://www.idealliance.org/sites/default/files/GRACoL\\_2013\\_Guidelines\\_v2.pdf](http://www.idealliance.org/sites/default/files/GRACoL_2013_Guidelines_v2.pdf).

4. ISO 12647-6:2006 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEWjSm9nU2ZHPAhXIiwKHWRDBIsQFgg3MAM&url=https%3A%2F%2Finfostore.saiglobal>.
5. Prestia L. Demystifying Color Standards. G7, GRACoL, and Press Certifications [Електронний ресурс] / L. Prestia // White Paper Series. — Режим доступу : [http://www.efi.com/library/efi/documents/336/efi\\_fiery\\_demystifying\\_color\\_standards\\_hr\\_en\\_us.pdf](http://www.efi.com/library/efi/documents/336/efi_fiery_demystifying_color_standards_hr_en_us.pdf).
6. Bayard M. G7 Method for Flexographic Press Calibration [Електронний ресурс] / M. Bayard, X. Rong, M. Keif // 60th Annual Technical Association of Graphic Arts Technical Conference Proceedings. — San Francisco, CA. — 2008. — Режим доступу : [http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=grc\\_fac](http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=grc_fac).
7. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту : моногр. / О. М. Величко. — К. : ВПЦ «Київський університет», 2005. — 264 с.
8. Дорош А. К. Контроль якості технологічних процесів та устаткування флексографічного способу друку : моногр. / А. К. Дорош, Т. В. Розум. — К. : НТУУ «КПІ», 2007. — 202 с.
9. Маїк В. З. Дослідження якості флексографічних друкарських форм з використанням розробленого програмно-апаратного комплексу / В. З. Маїк, Т. Г. Дудок, Ю. В. Опотяк // Поліграфія і видавнича справа. — 2012. — № 4 (60). — с. 108–116.
10. Аткинсон Д. Контактная цветопроба [Електронний ресурс] / Д. Аткинсон // Флексографія. — 2008. — № 4. — Режим доступу : <http://www.publish.ru/fsp/2008/04/5291438>.
11. Величко О. Відтворення тонового градієнта засобами репродукування: моногр. / О. Величко, Я. Зоренко, В. Скиба. — К. : ВПЦ «Київський університет», 2011. — 240 с.
12. Кувшинов М. Доказательство цвета [Електронний ресурс] / М. Кувшинов // Publish. — 2005. — № 6. — Режим доступу : <http://www.publish.ru/publish/2005/06/4053676/>.
13. Розум Т. В. Якісні параметри флексографічного друку на пакованні / Т. В. Розум // Друкарство. — 2000. — № 6. — С. 66–67.
14. Титов А. С. Расчет растискивания во флексографском репродукционном процессе / А. С. Титов // Флексо Плюс. — 2007. — № 1(55) — С. 18–20.
15. Фомина С. Системы контроля цвета [Електронний ресурс] / С. Фомина // Компьюарт. — 2002. — № 1. — Режим доступу : <http://compuart.ru/Article.aspx?id=8338>.
16. Розум Т. В. Концептуальні засади контролю на виробництві / Т. В. Розум, Я. В. Зоренко, К. І. Савченко, В. М. Скиба // Поліграфія і видавнича справа. — 2012. — 1 (57). — С. 90–95.
17. Цветопередача и сквозная калибровка [Електронний ресурс] // Матеріали сайта Xpert Press. — Режим доступу : [http://minixpress.ru/my\\_text\\_color.php#4\\_0](http://minixpress.ru/my_text_color.php#4_0).
18. Крауч Дж. Пейдж. Основы флексографии / Дж. Крауч; [пер. с англ. и ред. В. А. Наумова]. — М. : Изд-во МГУП. — 2004. — С. 165.
19. Федотова М. Управление цветом в типографии [Електронний ресурс] / М. Федотова // Директор типографи. — 2004. — Режим доступу : [http://www.ukrprint.com/prepress/hardware/press\\_color\\_management-art.php](http://www.ukrprint.com/prepress/hardware/press_color_management-art.php).
20. Computer-to-Plate для флексографии: ключевые аспекты технологии / [Ласкин А. В., Минин П. В., Маик В. З., Сорокин Б. А.]. — М. : Курсив, 2001. — 80 с.

## REFERENCES

1. Bayard, M. (2009). Calibrating, printing and proofing by the G7 Method for Flexography. Salmon Creek Publishing. Retrieved from <http://www.flexoglobal.com/flexomag/09-March/flexomag-Bayard.htm> (in English).
2. Calibrating The Printing Plant's Flexo Process to the G7 Methodology (2014). IDEAlliance bulletin. Retrieved from <http://www.idealliance.org/bulletin/feature-articles-aug-dec-2014/9/24/2014-calibrating-printing-plant%E2%80%99s-flexo-process-g7-metho> (in English).
3. Ellis, R., Fazzi, J., & Hutcheson, D. (2013). GRACoL® 2013 Introduction. IDEAlliance Introduces GRACoL. Retrieved from [http://www.idealliance.org/sites/default/files/GRACoL\\_2013\\_Guidelines\\_v2.pdf](http://www.idealliance.org/sites/default/files/GRACoL_2013_Guidelines_v2.pdf) (in English).
4. ISO 12647-6:2006. Retrieved from <https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKewjSm9nU2ZHPAhXiiwKHWRDBIsQFgg3MAM&url=https%3A%2F%2Finfostore.saiglobal>
5. Prestia, L. Demystifying Color Standards. G7, GRACoL, and Press Certifications. White Paper Series. Retrieved from [http://www.efi.com/library/efi/documents/336/efi\\_fiery\\_demystifying\\_color\\_standards\\_hr\\_en\\_us.pdf](http://www.efi.com/library/efi/documents/336/efi_fiery_demystifying_color_standards_hr_en_us.pdf) (in English).
6. Bayard, M., Rong, X., & Keif, M. (2008). G7 Method for Flexographic Press Calibration. 60th Annual Technical Association of Graphic Arts Technical Conference Proceedings. San Francisco, CA. Retrieved from [http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=grc\\_fac](http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=grc_fac) (in English).
7. Velychko, O. M. (2005). Opratsiuvannia informatsiinoho potoku vzaïmodiïeu elementiv drukarskoho kontaktu. – Kyiv: VPTs «Kyivskiy universytet» (in Ukrainian).
8. Dorosh, A. K., & Rozum, T. V. (2007). Kontrol yakosti tekhnolohichnykh protsesiv ta ustatkuvannia fleksohrafichnogo sposobu druku. Kyiv: NTUU «KPI» (in Ukrainian).
9. Maik, V. Z., Dudok, T. H., & Opotiak, Iu. V. (2012). Doslidzhennia yakosti fleksohrafichnykh drukarskykh form z vykorystanniam rozroblenoho prohramno-aparatnogo kompleksu. Polihrafiia i vydavnycha sprava, 4 (60), 108–116 (in Ukrainian).
10. Atkynson, D. (2008). Kontaknaia tsvetopropa. Fleksohrafyia, 4. Retrieved from <http://www.publish.ru/fsp/2008/04/5291438> (in Russian).
11. Velychko, O., Zorenko, Ia., & Skyba, V. (2011). Vidtvorennia tonovoho hradiïenta zasobamy reprodukovannia. Kyiv: VPTs «Kyivskiy universytet» (in Ukrainian).
12. Kuvshynov, M. (2005). Dokazatelstvo tsveta. Publish, 6. Retrieved from <http://www.publish.ru/publish/2005/06/4053676/> (in Russian).
13. Rozum, T. V. (2000). Yakisni parametry fleksohrafichnogo druku na pakovanni. Drukarstvo, 6, 66–67
14. Tytov, A. S. (2007). Raschet rastiskivaniia vo fleksohrafskom reproduksyonnom protsesse. Flekso Plius, 1(55), 18–20 (in Russian).
15. Fomina, S. (2002). Sistemy kontrolya tsveta. Kompyuart, 1. Retrieved from <http://compuart.ru/Article.aspx?id=8338> (in Russian).
16. Rozum, T. V., Zorenko, Ia. V., Savchenko, K. I., & Skyba, V. M. (2012). Kontseptualni zasady kontroliu na vyrobnytstvi. Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1 (57), 90–95 (in Ukrainian).
17. Tsvetoperedacha i skvoznaya kalibrovka. MaterIali saytu Xpert Press. Retrieved from [http://minixpress.ru/my\\_text\\_color.php#4\\_0](http://minixpress.ru/my_text_color.php#4_0) (in Russian).

18. Crouch, J. (2004). Peydzh. Osnovy fleksografii. V. A. Naumov (Ed.). Moskow: Izdatelstvo MGUP (in Russian).
19. Fedotova, M. (2004). Upravlenie tsvetom v tipografii. Direktor tipografii. Retrieved from [http://www.ukrprint.com/prepress/hardware/press\\_color\\_management-art.php](http://www.ukrprint.com/prepress/hardware/press_color_management-art.php) (in Russian).
20. Laskin, A. V., Minin, P. V., Maik, V. Z., & Sorokin, B. A. (2001). Computer-to-Plate dlya fleksografii: klyuchevyye aspektyi tehnologii. Moskow: Kursiv (in Russian).

## CALIBRATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURING OF FLEXOGRAPHIC PRINTING PLATES

V. E. Nykyruy, V. Z. Mayik

*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine  
nik\_volod@ukr.net*

*The method of calibration of the process of manufacturing flexographic printing plates by direct laser engraving technology, CtP or others, has been offered. The main feature of the technique is the introduction of the ratio of compensation curves compliance.*

**Keywords:** *prepress process calibration, flexographic plates, test-scale.*

*Стаття надійшла до редакції 17.06.2016.  
Received 17.06.2016.*