

РОЗПОДІЛ ФАРБИ, ВИКЛИКАНОЇ ЗБУРЕННЯМ У КОРОТКІЙ ФАРБОДРУКАРСЬКІЙ СИСТЕМІ ПОСЛІДОВНОЇ СТРУКТУРИ

Розглядається задача аналізу розподілу фарби, викликаного дією збурення у короткій фарбодрукарській системі послідовної структури, приведені результати комп'ютерного симулювання.

The task of analysis of distribution of paint, caused by the action of indignation in the short ink-printing system of successive structure, the brought results over of computer simulation, is examined.

1. ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ

Західні виробники поліграфічних машин розробили нові прості конструкції фарбових апаратів на основі фарбоживильного пристрою з растровим циліндром (анілоксом), який здійснює неперервну подачу фарби у фарбову систему, яка має 3-6 фарбових валиків. Саме тому такі фарбові апарати одержали назву короткі. Вони не мають регулювальних гвинтів зональної подачі фарби, однак забезпечують дозовану подачу фарби на друкарську форму [2,7].

Короткі фарбові апарати почали встановлювати на рулонних офсетних газетних машинах. Вони прості в обслуговуванні, не мають багатоканальної системи автоматичної подачі фарби, не вимагають налагодження на заданий наклад і забезпечують якісне друкування газетної продукції. Накопичений певний досвід у технології виготовлення анілоксового валика для друкування газет. У даний час ведуться інтенсивні дослідження коротких фарбових систем, спрямовані на покращення їх технічних параметрів з метою застосування на аркушевих друкарських машинах, для друкування книг та журналів, що вимагають, порівняно з газетами, більш високої якості.

Короткі фарбодрукарські системи не мають механізмів регулювання зональної подачі і розтиральних циліндрів, тому не в повній мірі забезпечують рівномірність покриття фарбою растрового відбитку. Експериментальні дослідження фарбових апаратів є складні і вимагають вимірювальної апаратури, значних коштів та часу. Отже, сьогодні актуальною задачею є аналіз розподілу фарби, викликаного дією збурення у короткій фарбодрукарській системі.

¹ Українська академія друкарства

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Фарбові системи з анілоксовим фарбоживильним пристроєм три-валний час використовують у флексографічному друці [8]. Існує значна кількість конструкцій апаратів із закритою фарбовою камерою, у якій під тиском фарба подається у комірці циліндра і безпосередньо накопчується на флексографічну форму. Навідміну від флексографічної, офсетна форма плоска та жорстка. Короткі фарбодрукарські системи значно відрізняються від флексографічних, що унеможливило використання накопиченого досвіду у флексографії для короткого офсету.

У даний час короткі фарбодрукарські системи мало досліджені, що обумовлено відносно коротким терміном їх використання та складністю процесів, які у них протікають. Труднощі експериментальних досліджень обумовили розвиток моделювання коротких фарбодрукарських систем. У роботах [3, 5] розроблено математичні моделі для установлених режимів роботи, на основі яких визначено точність окремих структур фарбодрукарських систем. У роботах [2,4,6] розглянуто задачі побудови статичних навантажувальних характеристик коротких фарбодрукарських систем, визначено нерівномірність покриття відбитків фарбою на заданому інтервалі тонопередачі.

Короткі фарбодрукарські системи офсетних машин мають один або два накопчувальні валики, тому не в повній мірі забезпечують рівномірність фарби на відбитку при дії збурень, що обмежує їх технологічні можливості.

Метою роботи є аналіз розподілу фарби, викликаного дією збурень у короткій фарбодрукарській системі послідовної структури, яка вирішується шляхом математичного моделювання та комп'ютерного симулювання.

3. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Для розв'язання поставленої задачі розглядатимемо коротку фарбодрукарську систему як своєрідну систему відтворення зображень, яка повинна забезпечити рівномірність покриття відбитка фарбою. Її особливість полягає в тому, що основним збуренням є зображення, яке міститься на поверхні друкарської форми і залежить від накладу, що суттєво ускладнює задачу.

Якщо на поверхні друкарської форми є великі ділянки, які відповідають яскравим фрагментам зображення, вони не мають друкувальних елементів і не сприймають фарбу. Це обумовлює місцеве потовщення фарби на поверхні накопчувального валика, яке передається на наступні ділянки форми і спричиняє нерівномірність покриття відбитка фарбою.

Отже, великі ділянки форми, не заповнені друкувальними елементами, є основним джерелом збуренням у коротких фарбодрукарських системах. Для зручності аналізу місцеве потовщення фарби на поверхні накочувального валика, спричинене друкарською формою, вважатимемо збуренням.

Враховуючи новизну та складність поставленої задачі, обумовленою наявністю прямих та зворотних потоків розповсюдження збурення, розглянемо розподіл фарби у короткій фарбодрукарській системі послідовної структури, схема якої зображена на рис. 1.

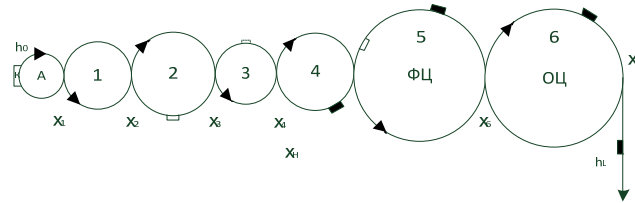


Рис. 1. Схема короткої фарбодрукарської системи послідовної структури

Фарбоживильний пристрій складається із замкненої камери К, у якій встановлений растровий циліндр А (анілокс). Фарба під тиском заповнює дрібні растрові комірки анілоксового валика. Надлишок фарби згортається з поверхні циліндра ракелем, а рівномірний шар фарби подається на перший фарбовий валик, розкочується і четвертим накочувальним валиком подається на друкарську форму Ф, з якої фарбове зображення передається на проміжний офсетний циліндр ОЦ та переноситься на задруковуваний матеріал.

Для пояснення механізму створення збурення друкарською формою, на її поверхні білим прямокутником виділено ділянку, яка не містить друкувальних елементів (наприклад, виїмка для закріплення форми), що викличе збурення потоку фарби на накочувальному валику (зображення чорним прямокутником). Під час обертання формного циліндра одна частина збурення передається на наступні ділянки форми, а з неї – на офсетний циліндр та задруковуваний матеріал. Друга частина збурення створить зворотні потоки на фарбових валиках. Отже, у фарбодрукарській системі створюються прямі та зворотні потоки збурення, що погіршуватиме якість відбитків.

Визначимо розподіл фарби, викликаний збуренням для усталеного режиму роботи системи. Для побудови моделі приймаємо наступні припущення:

- відсутня подача фарби на вході фарбодрукарської системи;

- збурення подається на поверхню накочувального валика;
- існують стабільні умови друкарського процесу (стала швидкість друкування, сталий тиск у зонах контакту фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів);
- враховуємо відбір фарби на вході системи

На основі відомих підходів [2,4,6] з врахуванням прийнятих припущень для схеми на рис.2, рівняння подачі і розходу фарби можна подати системою рівнянь балансу товщин фарби для усіх точок контакту фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= h_0 + \gamma_1 x_2 \\
 l_0 &= \gamma_0 x_1 \\
 x_2 &= \alpha_1 x_1 + \gamma_2 x_3 \\
 x_3 &= \alpha_2 x_2 + \gamma_3 x_4 \\
 x_4 &= \alpha_3 x_3 + \gamma_4 x_5 + x_H \\
 x_5 &= \alpha_4 x_4 + \gamma_5 x_6 \\
 x_6 &= \alpha_5 x_5 + \gamma_0 x_7 \\
 x_7 &= \alpha_6 x_6 \\
 h_0 &= \beta x_7,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

де x_i – товщина шару фарби в точках контакту фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів, h_0, h_H – відповідно товщина фарби на виході та збурення, h_1 – товщина фарби на задрукованому матеріалі (відбитку), l_0 – товщина зворотного потоку фарби на вході системи, α_i, γ_i – коефіцієнти передачі прямих і зворотних потоків фарби на виході із точок контакту валиків, β – коефіцієнт передачі фарби на стрічковий матеріал.

Для визначення розподілу фарби доповнимо систему (1) рівняннями товщини прямих і зворотних потоків фарби на поверхні валиків та циліндрів:

$$\begin{aligned}
 h_i &= \alpha_i x_i, i = 4,5,6 \\
 l_i &= \gamma_i x_i, i = 1,2,3
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

де h_i, l_i – товщина фарби прямих та зворотних потоків фарби на поверхнях валиків і циліндрів. Для спрощення задачі визначення товщини фарби зворотних і прямих потоків застосуємо комп'ютерне моделювання і за системою рівнянь (1) та (2) побудуємо граф фарбодрукарської системи при дії на неї збурень, який зображено на рис. 2.

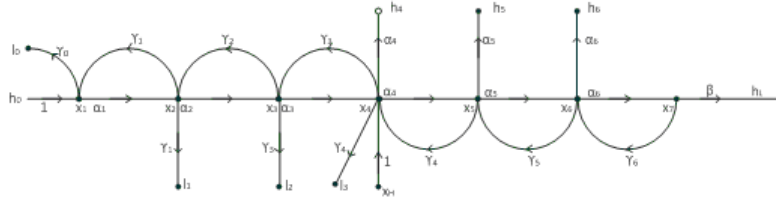


Рис.2. Граф фарбодрукарської системи

Вершини графа позначені x_i – відповідають товщинам фарби у точках контакту фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів, h_L – товщина фарби на відбитку, l_0 – товщина зворотного потоку фарби на вході системи, h_i, l_i – товщини фарби прямих та зворотних потоків на поверхні валиків. Дугам графа підпорядковані коефіцієнти передачі прямих та зворотних потоків фарби, які позначені стрілками.

На основі графа за формулою Мезона визначимо залежність товщини шару фарби на відбитку від дії збурення:

$$h_l = \frac{\alpha_4 \alpha_3 - \alpha_6 \beta \Delta_1}{\Delta} x_H \quad (3)$$

Визначник графа характеризує його контурну частину і визначається безпосередньо за графом

$$\Delta = 1 - \sum_{i=1}^6 \alpha_i \gamma_i + \alpha_1 \gamma_1 \sum_{i=3}^6 \alpha_i \gamma_i + \alpha_2 \gamma_2 \sum_{i=4}^6 \alpha_i \gamma_i + \alpha_3 \gamma_3 [\alpha_5 \gamma_5 + \alpha_6 \gamma_6] + \alpha_4 \gamma_4 \alpha_0 \gamma_0 - \alpha_1 \gamma_1 \alpha_3 \gamma_0 (\alpha_5 \gamma_5 + \alpha_6 \gamma_6) - \alpha_2 \gamma_2 \alpha_4 \gamma_4 \alpha_6 \gamma_6 \quad (4)$$

Міnor визначника вираховується із визначника за умови, що із графа видалені елементи шляху

$$\Delta_1 = 1 - \alpha_1 \gamma_1 - \alpha_2 \gamma_2 \quad (5)$$

Аналогічно за графом визначається товщина шару фарби прямих та зворотних потоків на валику і циліндрах. Наприклад, товщина прямого потоку фарби на формі

$$h_5 = \frac{\alpha_4 (1 - \alpha_6 \gamma_6) \Delta_1}{\Delta} x_H \quad (6)$$

та на офсетному циліндрі

$$h_6 = \frac{\alpha_4 \alpha_5 \Delta_1}{\Delta} x_H \quad (7)$$

Таким же чином визначаються товщини зворотних потоків. Наприклад, товщина зворотного потоку фарби на першому валику

$$l_1 = \frac{\gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 \Delta_2}{\Delta} x_H \quad (8)$$

де визначник

$$\Delta_2 = 1 - \alpha_5 \gamma_5 - \alpha_6 \gamma_6. \quad (9)$$

Аналогічно можна визначити товщини зворотних потоків фарби на інших валіках. Отже, на основі графа встановлено залежності прямих і зворотних потоків фарби від дії збурення, яке прикладене до накочувального валіка.

4. РЕЗУЛЬТАТИ КОМП'ЮТЕРНОГО СИМУЛЮВАННЯ

Визначення розподілу фарби, викликане дією збурення у короткій фарбодрукарській системі, традиційним методом на основі одержаних аналітичних виразів (3)-(9) шляхом складання програми є трудомістким та незручним. Отже, розв'язували її шляхом комп'ютерного симулювання на популярному пакеті Matlab Simulink. Для цього на основі графа у вікні моделі із операційних блоків Simulink побудовано структурну схему моделі фарбодрукарської системи. Задавали номінальні параметри моделі фарбодрукарської системи $\alpha_i = \gamma_i = 0.5$, $\beta=0.8$. Результати комп'ютерного симулювання подано на рис.3 у вигляді діаграми розподілу товщин прямих і зворотних потоків фарби при одиничному збуренні.

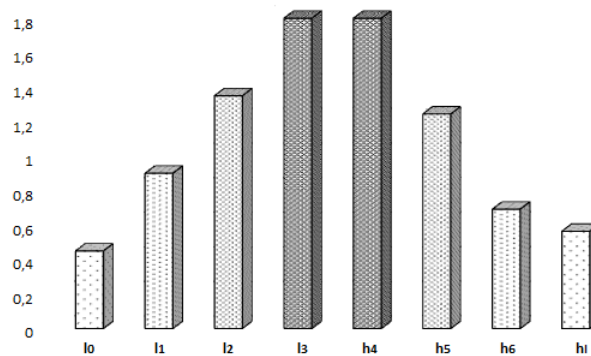


Рис. 3. Діаграма розподілу товщин прямих і зворотних потоків фарби

Отже, товщини зворотних потоків фарби поступово та ступенево наростають від 0.8 в.о. (відносних одиниць) та досягають свого максимального значення 1.793 в.о. Натомість товщини прямих потоків поступово спадають до 0.5517 в.о. Зауважимо, що сума товщин фарби, яка подається на задруковуваний матеріал і відбирається назад у фарбову

камеру, дорівнює одиниці, що підтверджує достовірність побудованої математичної моделі.

У наступній серії комп'ютерного симулювання досліджували вплив змінного в часі збурення на розподіл товщини фарби на валиках. На рис.4 приведені результати симулювання у вигляді сімейства статичних характеристик розподілу товщини зворотних потоків фарби при лінійній зміні збурення в межах $0 \leq h_H \leq 1$ для різних товщин h_i .

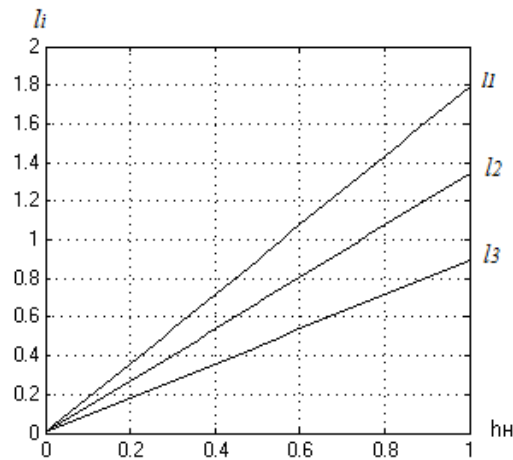


Рис. 4. Сімейство статичних характеристик розподілу товщин зворотних потоків фарби

При зміні збурення сімейство статичних характеристик товщин зворотних потоків фарби починається із початку координат і поступово лінійно наростають до своїх номінальних значень (0.8966, 1.345 та 1.793 в.о.). Отже, коротка фарбодрукарська система послідовної структури має лінійну статичну характеристику передачі збурень.

У другій серії комп'ютерного симулювання досліджували вплив змінного збурення на розподіл товщин прямих потоків фарби. Результати симулювання представлено на рис.5 у вигляді сімейства статичних характеристик товщин прямих потоків фарби на поверхні формного і офсетного циліндрів та на задрукованому матеріалі.

При дії лінійного збурення товщина прямих потоків поступово лінійно наростає до своїх номінальних значень (1.793, 1.241, 0.6897 та 0.5617 в.о.). Отже, фарбодрукарська система послідовної структури є лінійною системою відносно збурень, які діють на накочувальний валик.

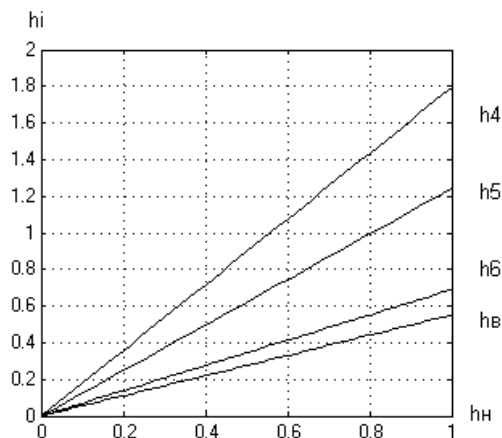


Рис. 5. Сімейство статичних характеристик розподілу товщин прямих потоків фарб

5. ВИСНОВКИ

1. Друкарська форма є основним джерелом збурень у короткій фарбодрукарській системі послідовної структури, та створює місцеве потовщення фарби на накочувальному валику, яке погіршує якість відбитків.

2. Побудовано статичну модель короткої фарбодрукарської системи послідовної структури і на її основі побудовано граф, які в сукупності описують наявність збурень на накочувальному валику, зручні для аналізу та комп'ютерного симулювання.

3. За графом визначено розподіл товщин фарби на валиках і циліндрах при наявності збурення.

4. Побудовано нанограми розподілу товщин прямих і зворотних потоків та встановлено, що у фарбовій системі накопичується фарба, товщина якої ступенево зменшується при передачі з форми на офсетний циліндр та відбиток.

5. Побудовано сімейство статичних характеристик розподілу товщин збурених прямих із зворотних потоків фарби і доведено, що коротка фарбодрукарська система послідовної структури є лінійною системою відносно збурень.

1. Верхола М.І., Луцків М.М. Основні засади та сутність розкочування фарби у фарбових системах// Комп'ютерні технології друкарства. Збірник наукових праць №12.-Львів: 2004. – с.14-25. 2. Луцків М., Стемпень К. Статичні характеристики фарбових апаратів з анілоксовим валом// Комп'ютерні технології друкарства. Збірник наукових праць №7.-Львів: 2004. – с.27-34. 3. Луцків М.М., Лозовий П.І. Симулятор статичних характеристик фарбо-друкарських систем// Комп'ютерні технології друкарства. Збірник наукових праць №17.-Львів: 2007. – с.3-10. 4. Луцків М.М., Лозовий П.І. Побудова навантажувальної характеристики коротких фарбодрукарських систем// Комп'ютерні технології друкарства. Збірник наукових праць №18.-Львів: 2007. – с.149-155. 5.Лозовий П.І. Визначення точності коротких фарбодрукарських систем при відтворенні зображень// Комп'ютерні технології друкарства. Збірник наукових праць №23.-Львів: 2007.– с.35-44. 6. Мусійовська М. Розподіл потоків у фарбодрукарській системі при відтворенні зображення амплітудомодульованим растром// Комп'ютерні технології друкарства. Збірник наукових праць №24.-Львів: 2010. – с.40-52 . 7. Ярема С.М., Мамут Б.Т. Фарбові та зволожуючі апарати, ракельні та лакувальні пристрої друкарських машин// К.: Ун-т "Україна"; ХК "Бліц-Інформ", 2003. – 191с. 8. Ярема С.М. Флексографія: обладнання, технологія. – Київ: Либідь 1998. – 310 с.