

ПОБУДОВА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРИТТЯ ЗОБРАЖЕННЯ ФАРБОЮ В КОРОТКІЙ ФАРБОДРУКАРСЬКІЙ СИСТЕМІ ПО- СЛІДОВНО-ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ

Розглядається задача моделювання і побудови статичної характеристики покриття зображення фарбою в короткій фарбодрукарській системі послідовно-паралельної структури і наведені результати комп'ютерного симулювання.

The task of design and construction of static description of coverage of image a paint is examined in the short farbodrukarskiy system consistently parallel structures and resulted results of computer simulation.

1. ФОРМУЛЮВАННЯ ПРОБЛЕМИ

Основними недоліками фарбових апаратів офсетних друкарських машин дуктурно-ножового типу є складна конструкція, дискретна подача фарби і значні труднощі, пов'язані з попереднім налагодженням фарбового апарата на заданий наклад, які обумовлені великою кількістю регулювальних гвинтів (до 26). Для автоматичного налагодження необхідна багатоканальна система, кількість каналів виконавчих мікро-двигунів дорівнює кількості регулювальних гвинтів. Щоби подолати ці недоліки, були створені нові прості конструкції фарбових апаратів із фарбоживильним пристроєм на основі растрового циліндра (анілокса), у яких немає механізмів зонального налагодження. Ці фарбові апарати є значно простіші за традиційні і мають тільки 3-5 фарбових валіків, тому їх назвали короткі фарбові апарати [6].

Перші конструкції коротких фарбових апаратів встановлено на ролонних газетних друкарських машинах, які не вимагають високої якості відбитків [6]. Сучасні короткі фарбові апарати не забезпечують потрібної рівномірності покриття фарбою відбитку для книжкової продукції [4,5]. Експериментальні дослідження нових схем і конструкцій коротких фарбових апаратів різної структури вимагають їх виготовлення і встановлення на друкарській машині апаратури для вимірювання товщини шару фарби та інших параметрів, що вимагає значних затрат коштів і часу. Тому виникає актуальна проблема побудови статичної характеристики покриття зображення фарбою в коротких фарбодрукарських системах.

¹ Українська академія друкарства

2. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Фарбові апарати з анілоксовим фарбоживильним пристроєм широко використовуються у флексографії. Дозований шар фарби з анілоксового циліндра безпосередньо передається на еластичну друкарську форму. Натомість короткі фарбові апарати мають декілька валиків, які розкочують фарбу і надають їй необхідних реологічних властивостей. Це забезпечує більш рівномірне покриття растрових друкувальних елементів і краще відтворення зображення на задрукованому відбитку. Отже, короткі фарбові апарати офсетних машин є складніші, ніж флексографські. Тому накопичений у флексографії досвід експлуатації і налагодження фарбових апаратів безпосередньо неможливо використати в офсеті.

У поліграфії широко застосовують оперативний контроль друкарського процесу за допомогою різних тестів. Оцінювання якості здійснюється візуально шляхом спостереження тестів. На основі цього здійснюється налагодження друкарської машини і коригування виготовлення друкарських форм.

Короткі фарбодрукарські системи мало вивчені, що зумовлено коротким часом їх існування і складністю процесів, які в них протікають. Труднощі ідентифікації результатів контролю та експериментальних досліджень спричинили розвиток моделювання фарбових систем. Побудовано математичні моделі різних схем фарбових апаратів офсетних машин і здійснено комп'ютерне симулювання, одержано ряд нових результатів. У роботах [3, 4, 5] побудовано статичні навантажувальні характеристики коротких фарбодрукарських систем і визначено нерівномірність покриття відбитків фарбою.

Аналіз фарбодрукарських систем значно відрізняється від традиційних об'єктів і систем регулювання. Це викликано складною структурою фарбодрукарської системи і великою кількістю замкнутих контурів у системі, якими циркулюють потоки фарби.

Метою роботи є актуальна задача побудови статичної характеристики покриття зображення фарбою в короткій фарбодрукарській системі послідовно-паралельної структури, яка розв'язується методом математичного моделювання і комп'ютерного симулювання.

3. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Нерівномірність покриття растрового відбитка фарбою спричинене різними технологічними і експлуатаційними параметрами: властивостями паперу і фарби, швидкістю друкування, тиском у зонах контакту фарбових валиків формного і офсетного циліндра. Вищезгадані причини зумовлюють приріст поверхні фарби (розтискування растрових

точок на відбитку). Наприклад, для низькоякісного газетного паперу розтискування може складати до 30 % і більше [1,2]. Вважають, що товщина фарби при розтискуванні є стала і не залежить від номінальної відносної площі растрових точок на відбитку [1,2].

Як уже зазначалося, короткі фарбові апарати не мають механізмів зонального регулювання подачі фарби, тому не в повною мірою забезпечують сталу товщину фарби на всьому інтервалі тонопередачі растрового зображення [4,5]. У поставленій проблемі основна увага приділяється товщині фарби на растрових точках, залежно від їх номінальної площі при умові, що під час друкування їх площа не змінюється.

При побудові математичної моделі коротку фарбодрукарську систему будемо розглядати, як своєрідну систему перетворення зображення, у якій носієм зображення інформації є друкарська форма, на якій створюється растрове фарбове зображення, яке згідно технологією офсетного друку, спочатку переноситься на офсетний циліндр (проміжний носій), а з нього передається на задруковуваний матеріал. При цьому беремо до уваги, що нерівномірність покриття зображення викликане властивостями фарбодрукарської системи, а не іншими чинниками.

Враховуючи новизну і складність поставленої задачі, розглянемо коротку фарбодрукарську систему послідовно-паралельної структури, схема якої зображена на рис. 1.

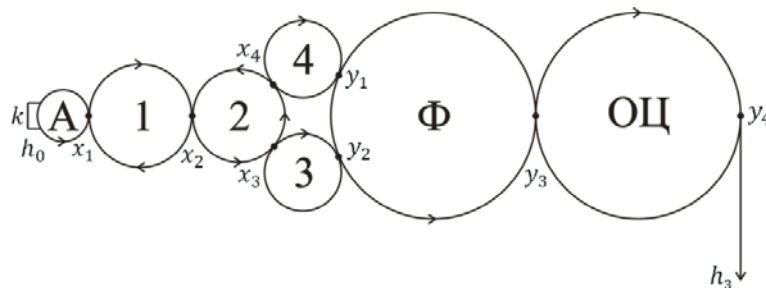


Рис. 1. Схема короткої фарбодрукарської системи

Фарба в камері k під тиском заповнює дрібні растрові комірки растрового циліндра A (анілокса). Ракель згортає надлишок фарби. Рівномірний шар фарби з растрового циліндра подається на перший фарбовий валик і послідовно розкочується. Третій та четвертий накочувальні валики наносять рівномірний шар фарби на растрове зображення друкарської форми Φ , яке переноситься на офсетний циліндр O , з якого передається на задруковуваний матеріал. Частина фарби, яка не

сприйнялася формою і матеріалом, створює зворотний потік, який через валики повертається назад у фарбову камеру. Друга частка зворотнього потоку фарби через зону контакту з растровим циліндром знову подається у фарбову систему. Тому у короткій фарбодрукарській системі відбувається інтенсивна циркуляція прямих і зворотних потоків фарби, що при малій кількості валиків надає фарбі необхідних реологічних властивостей. Це покращує транспортування фарби на растрові друкувальні елементи, задруковуваний матеріал, якість відбитків.

При побудові математичної моделі фарбодрукарської системи робимо наступні припущення:

- розглядаються ustalені режими роботи і сталі умови друкування (швидкість роботи і тиск у зонах контакту фарбових валиків і циліндрів є сталими, тощо);
- на вхід фарбодрукарської системи подається суцільний рівномірний шар фарби;
- зображення на друкарській формі є растрова шкала, коефіцієнт заповнення якої поступово змінюється від нуля до одиниці;
- відсутній приріст растрових точок (розтискування), викликаний властивостями паперу, фарби.

На основі відомих співвідношень у фарбовій системі для ustalеного режиму роботи [3,4,5], прийнятих припущень та з врахуванням наявності на друкарській формі растрової шкали відповідно до рис. 1 складемо систему рівнянь:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= h_0 + \gamma_1 x_2 \\
 l_0 &= k_0 x_1 \\
 x_2 &= \alpha_1 x_1 + \gamma_2 x_4 \\
 y_4 &= \alpha_2^* x_2 + f \\
 y_1 &= \alpha_4 x_4 + \gamma_3 y_3 \\
 y_2 &= \alpha_3 x_3 + \alpha_2 y_1 \\
 y_3 &= \alpha_2 y_2 + \gamma_6 y_4 \\
 y_5 &= \alpha_5 y_2 \\
 h_3 &= \beta y_4,
 \end{aligned} \tag{1}$$

де x_1, y_1 - товщина фарби в точках контакту фарбових валиків формного і офсетного циліндрів, h_0, h_3 - товщина фарби на вході і виході на задрукованій шкалі фарбодрукарської системи, l_0 - товщина зворотного потоку фарби, яка повертається до камери, α_1, γ_1 - коефіцієнти передачі прямих і зворотних потоків фарби після виходу із точок контакту, k_0, k_1 - коефіцієнти передачі прямого і зворотного потоку фарби на вході в систему, β - коефіцієнт передачі фарби з офсетного циліндра на задруковуваний матеріал, $f(\gamma_3), f(\gamma_4)$ - функції переда-

чі, які враховують зміну передачі фарби при відтворенні растрової шкали.

Для спрощення аналізу та комп'ютерного симулювання на рис. 2 побудовано сигнальний граф фарбодрукарської системи.

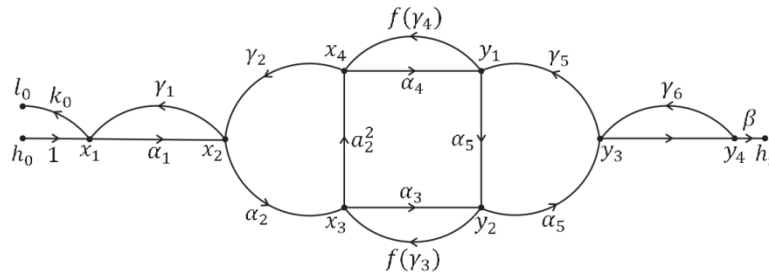


Рис. 2. Граф фарбодрукарської системи

Вхідна вершина графа відповідає товщині потоку фарби, який подається з анілоксового циліндра на перший фарбовий валик. Вихідна вершина відповідає товщині фарби на задрукованій растровій шкалі. Проміжні вершини графа відповідають товщинам x_i та y_i фарби у точках контакту фарбових валиків і циліндрів. Вершини з'єднані вітками (дугами), яким відповідають коефіцієнти передачі фарби та функціям передач.

Сигнальний граф є наочним і досить зручним для аналітичного аналізу та комп'ютерного симулювання. При певних навичках сигнальний граф можна побудувати безпосередньо за схемою фарбодрукарської системи.

На основі графа за формулою Мезона визначимо залежність виходу графа (товщини фарби на растровій шкалі) від товщини фарби на виході графа:

$$h_3 = \frac{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \beta [1 - \alpha_4 f(\gamma_4)] + \alpha_1 \alpha_2^2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \beta}{\Delta} h_0 \quad (2)$$

Визначник графа, який характеризує його контурну частину, визначається виразом:

$$\begin{aligned}
\Delta = & 1 - \alpha_1 \gamma_1 - \alpha_2^2 \gamma_2 - \alpha_3 f(\gamma_3) - \alpha_4 f(\gamma_4) - \alpha_5^2 \gamma_5 - \\
& \alpha_6 \gamma_6 - \alpha_2^2 \alpha_4 \alpha_5 \alpha_3 f(\gamma_3) - \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \gamma_5 f(\gamma_4) \gamma_2 + \\
& \alpha_1 \gamma_1 [\alpha_3 f(\gamma_3) + \alpha_4 f(\gamma_4) + \alpha_5^2 \gamma_5 + \alpha_6 \gamma_6 + \\
& \alpha_2^2 \alpha_4 \alpha_5 \alpha_3 f(\gamma_3)] + \alpha_2^2 \gamma_2 [\alpha_5^2 \gamma_5 + \alpha_6 \gamma_6] + \\
& \alpha_3 f(\gamma_3) [\alpha_4 f(\gamma_4) + \alpha_6 \gamma_6] + \alpha_4 f(\gamma_4) \alpha_6 \gamma_6 + \\
& \alpha_6 \gamma_6 \alpha_2^2 \alpha_4 \alpha_5 \alpha_3 f(\gamma_3) - \alpha_1 \gamma_1 \alpha_3 f(\gamma_3) \alpha_4 f(\gamma_4) - \\
& \alpha_1 \gamma_1 \alpha_3 f(\gamma_3) \alpha_6 \gamma_6 - \alpha_1 \gamma_1 \alpha_4 f(\gamma_4) \alpha_6 \gamma_6 \\
& \alpha_1 \gamma_1 \alpha_6 \gamma_6 \alpha_2^2 \alpha_4 \alpha_5 \alpha_3 f(\gamma_3) + \alpha_1 \gamma_1 \alpha_3 f(\gamma_3) \alpha_4 f(\gamma_4) \alpha_6 \gamma_6 . \quad (3)
\end{aligned}$$

Отже, аналітичні методи визначення характеристики покриття фарбодрукарської системи є громіздкі і незручні. Тому для побудови характеристик покриття зображення фарбою будемо використовувати комп'ютерне симулювання.

Для цього приймаємо, що коефіцієнт заповнення растрової шкали є лінійною функцією часу і може змінюватися в межах $[0 \leq k_2 \leq 1]$ та подамо її виразом:

$$k_2(t) = \begin{cases} k_0 & \text{для } t = t_0 \\ k_{20} + kt & \text{для } t_0 \leq t \leq t_1 \end{cases} \quad (4)$$

де k_{20} - початкове значення коефіцієнта заповнення шкали, t_0 - початковий час, який відповідає початковому значенню коефіцієнта, t_1 - кінцеве значення часу, який відповідає кінцевому найбільшому значенню коефіцієнта, k - масштабний коефіцієнт. Тоді функції передачі визначатимуться виразами:

$$f(\gamma_3) = 1 - \alpha_3 k_2(t) \quad (5)$$

$$f(\gamma_4) = \alpha_4 k_2(t). \quad (6)$$

4. РЕЗУЛЬТАТИ КОМП'ЮТЕРНОГО СИМУЛЮВАННЯ

Для спрощення побудови статичних характеристик фарбопокриття будемо її розв'язувати шляхом комп'ютерного симулювання за допомогою програмного пакету MATLAB-Simulink, у якому використано останні досягнення комп'ютерної техніки і програмування.

На основі системи рівнянь (1) і графа у Simulink у вікні моделі із операційних блоків побудовано симулятор короткої фарбодрукарської системи послідовно-паралельної структури для побудови статичних характеристик покриття. Вікно симулятора представлено на рис. 3.

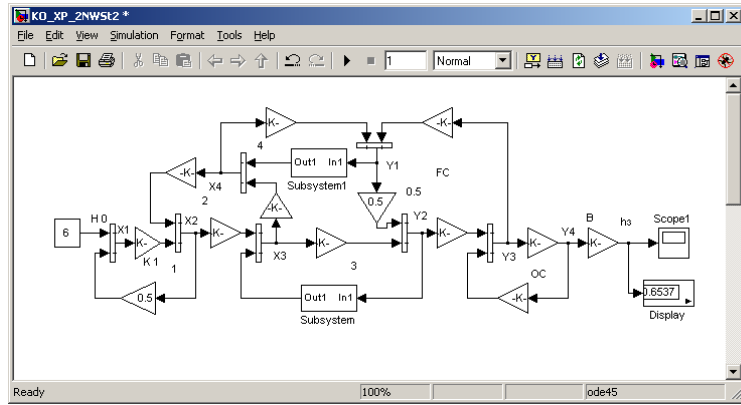


Рис. 3. Вікно симулятора

Вершинам графа відповідають блоки сумування Sum, на вході яких додаються прямі і зворотні потоки фарби, а на його виході розділяються. Дугам графа відповідають блоки підсилення Gain, які задають коефіцієнт передачі α_1, γ_1 прямих і зворотних потоків фарби. Для спрощення стимулятора функції передачі (5) і (6) реалізовано в блоках Subsystem із операційних блоків Simulink.

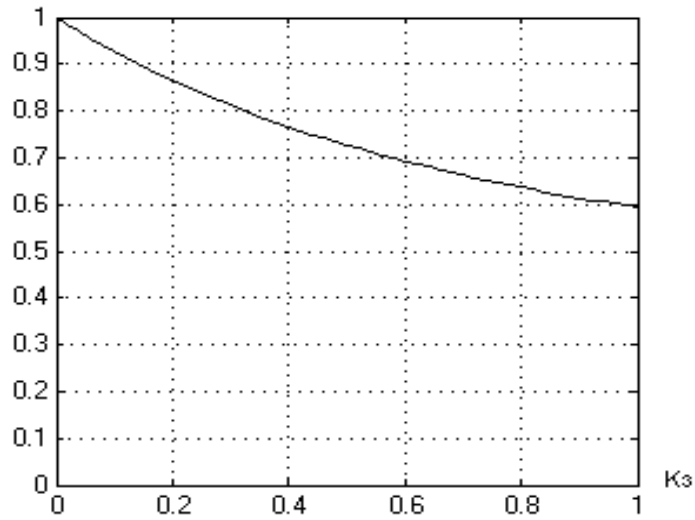


Рис. 4. Статична характеристика покриття фарбодрукарської системи при номінальних параметрах

Задання товщини фарби на вході моделі здійснюється за допомогою блока Constanta. Візуалізація результатів комп'ютерного симулювання здійснюється за допомогою блоків Scope і Display.

Метою комп'ютерного симулювання було ілюструвати запропонований підхід для побудови характеристики покриття зображення фарбою в короткій фарбодрукарській системі послідовно-паралельної структури і дослідити вплив окремих параметрів на цю характеристику.

Задавали номінальні параметри фарбодрукарської системи $k_1 = k_0 = 0,5$, $\alpha_1 = \gamma_1 = 0,5$, $\beta = 0,8$. Щоб отримати характеристику покриття у відносних одиницях на вхід моделі, подавали товщину фарби $h_0 = 5,45$ в. о. Результати комп'ютерного симулювання представлені у вигляді статичної характеристики фарбодрукарської системи на рис. 4.

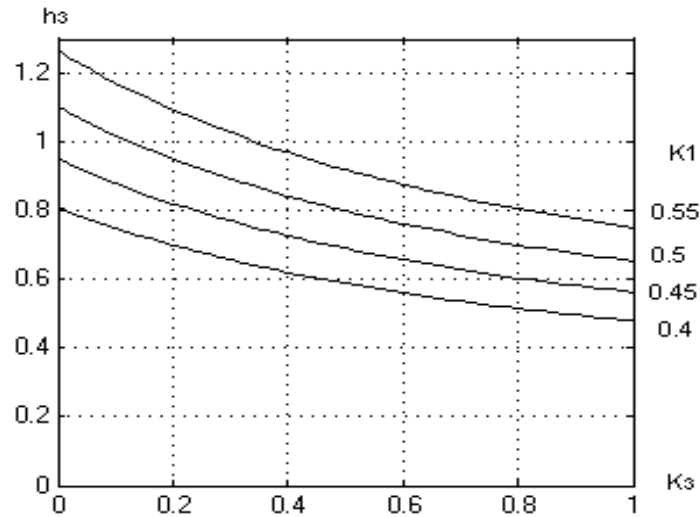


Рис. 5. Сімейство характеристик покриття для різних коефіцієнтів передачі фарби на вході

На яскравих ділянках растрової шкали ($k_2 \approx 0$) товщина фарби складає $h_2 = 1$ (відносна величина чи 1 мкм). При збільшенні коефіцієнта заповнення растрової шкали товщина фарби поступово зменшується у тінях ($k_2 \approx 1$) і складає 0,598. Отже, на цілому інтервалі тонопередачі коротка фарбодрукарська система послідовно-паралельної структури не повною мірою забезпечує вимоги до рівномірності пок-

риття зображення на відбитку для книжково-журнальної продукції [1,2].

Найбільший вплив на товщину покриття фарбою на задруковуваному відбитку має забруднення растрових комірок, що зменшує подачу фарби у фарбову систему. Тому у наступній серії комп'ютерного симулювання досліджували вплив коефіцієнта передачі на вході фарбодрукарської системи на характеристику фарбопередачі. Результати комп'ютерного симулювання у вигляді сімейства характеристик покриття при $h_0 = 6.0$ в. о. для різних коефіцієнтів передачі фарби на вході системи ($k_1 = 0,55; 0,50; 0,45; 0,40$) представлені на рис. 5.

Як це видно із рисунка, при зменшенні коефіцієнта передачі k_1 від 0,55 до 0,40 на яскравих ділянках зображення ($k_2 \approx 0$) товщина фарби складає 1,267; 1,101; 0,9494; 0,8099 в. о. На середніх тонах характеристики покриття поступово змінюються вниз і у тінях ($k_2 \approx 1$) товщина фарби становить 0,751; 0,6537; 0,5637; 0,4807 в. о. Отже, при забрудненні растрових комірок анілоксового циліндра товщина фарби на відбитках може зменшитися до 40 %. Тому при експлуатації коротких фарбодрукарських систем необхідно регулярно очищувати растровий циліндр.

5. ВИСНОВКИ

Основними недоліками традиційних фарбових апаратів офсетних друкарських машин є складна конструкція, дискретна подача фарби і труднощі налагодження на заданий наклад, що призвело до розробки нових простих коротких фарбових апаратів.

Короткі фарбодрукарські системи мало вивчені, що спричинено коротким терміном їх застосування і складністю процесів, що в них протікають.

Побудовано нову математичну модель короткої фарбодрукарської системи послідовно-паралельної структури при умові, що друкарська форма є растрова шкала із змінним коефіцієнтом заповнення.

На основі математичної моделі опрацьовано стимулятор для побудови характеристик покриття зображення фарбою.

На основі результатів комп'ютерного симулювання встановлено, що у фарбодрукарській системі послідовно-паралельної структури на цілому інтервалі тонопередачі товщина фарби поступово зменшується і у тінях складає 0,598 початкового значення і не повною мірою забезпечує вимоги до рівномірності покриття фарбою відбитка для книжково-журнальної продукції.

Встановлено, що при забрудненні растрових комірок растрового циліндра товщина фарби на відбитку може зменшитися до 40 %, тому при експлуатації коротких фарбових апаратів необхідно регулярно очищувати растровий циліндр.

1. Барановський І., В. Яхимович Ю. П. Поліграфічна переробка образотворчої інформації: Навч. посібник. — Київ — Львів: ІЗМН, 1998. — 400 с. 2. Величко О.М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту: Монографія.-К.: Видавництво – поліграфічний центр “Київський університет” 2005. – 264 с. 3. Луцків М.М., Павлак Т. Моделювання нерівномірності шару фарби в анілоксових фарбових апаратах// Квалілогія книги. – Львів. 2005. № 8. с.3-10. 4. Луцків М.М., Лозовий П.І. Симулятор статичних характеристик фарбових друкарських систем// Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. – Львів, 2007. – Вип. 17. - С. 61-69. 5. Лозовий П.І. Побудова навантажувальних характеристик коротких фарбових апаратів// Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. – Львів, 2008. – Вип. 1-18. - С. 149-155. 6. Ciupalski S. Maszyny offsetowe zwojowe. Warszawa. OW Politechniki Warszawskiej. 2000. - 274 st.