

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ПОКРИТТЯ РАСТРОВОЇ ШКАЛИ ФАРБЮЮ У КОРОТКІЙ ДРУКАРСЬКІЙ СИСТЕМІ ПОСЛІДОВНОЇ СТРУКТУРИ

Розглядається задача аналізу впливу матеріалів на точність покриття растрової шкали фарбою на відбитку у друкарській системі послідовної структури, у приведенні результату комп'ютерного моделювання.

Ключові слова: точність, растрова шкала, растровий відбиток, коротка фарбодрукарська система, граф, імітаційне моделювання.

The paper presents the task of analyzing the impact of materials on the precision of raster scale coating with printing ink in the printing system in a sequential structure to bring the result of the computer simulation.

Keywords: precision, raster scale, raster proof, short ink printing system, graph, imitating simulation.

1. ФОРМУЛЮВАННЯ ПРОБЛЕМИ

Західні фірми розробили нові компактні фарбові апарати офсетних друкарських машин, у якій фарбоживильний пристрій є на основі анілоксового (растрового) валика. Він здійснює неперервну дозовану подачу фарби у фарбодрукарську систему, яка складається від трьох до п'яти фарбових валиків, тому одержали назву короткі фарбові апарати [4, 5]. Вони не мають механізмів для регулювання подачі фарби, прості за конструкцією і не вимагають системи автоматичного налагодження на заданий наклад. Досвід експлуатації коротких фарбових апаратах на рулонних офсетних газетних агрегатах і аркушевих друкарських агрегатах показав непогані результати [5], що дало підставу для їх застосування на аркушевих багатокольорових машинах для друкування книжкової і журнальної продукції.

Однак, вимоги до рівномірного покриття растрових відбитків кольорового друку значно вищі ніж до газетної. Тому на часі актуальна проблема дослідження структури та параметрів коротких фарбових апаратів з метою вибору оптимальних, які б забезпечили рівномірність покриття растрових відбитків, аналіз їх технічних характеристик з метою вибору кращих, які б забезпечили потрібну якість офсетного друку. Експериментальні дослідження коротких

¹¹ Українська академія друкарства

фарбових апаратів різної конструкції є дорогі, вимагає спеціальної виміральної апаратури. Різні збурення можуть спотворити результати досліджень. Отож виникає актуальна проблема теоретичного дослідження коротких фарбодрукарських систем.

Метою роботи є визначення впливу матеріалів на точність покриття растрової шкали фарбою на відбитках, одержаних у короткій фарбодрукарській системі послідовної структури, яка вирішується методом моделювання і комп'ютерного симулювання.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Анілоксові фарбові апарати широко застосовуються у флексографії. Однак офсетний спосіб друку значно відрізняється від флексографії. Зокрема, передача фарби із формного циліндра безпосередньо передається на задруковуваний матеріал. Флексографічна форма еластична і випукла, офсетна жорстка і плоска [4]. Тому накопичений у флексографії досвід безпосередньо неможливо використати для коротких офсетних апаратів.

Складність процесів що проходять у фарбодрукарських системах з анілоксовим валом затруднює їх аналіз, тому вони мало вивчені. В роботі [2] здійснено аналіз впливу параметрів короткої фарбодрукарської системи на характеристику покриття яка аналітично визначена і побудована шляхом комп'ютерного симулювання. У роботі [3] опрацьована математична модель короткої фарбодрукарської системи і визначена точність при відтворенні тонового зображення. У роботі [3] проаналізована точність короткої фарбодрукарської системи послідовної структури залежно від її розмірності на заданому інтервалі тонопередачі.

Отже актуальною задачею дослідження є аналіз впливу матеріалів (декеля, паперу) на точність покриття растрової шкали фарбою на відбитку та побудова точностної характеристики для короткої фарбодрукарської системи послідовної структури, яка характеризує її технічні властивості.

3. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

У літературних джерелах і патентах подано десяток схем коротких фарбових апаратів, однак більшість із них не були виконані в металі і теоретично проаналізовані. Тому для прикладу розглянемо фарбодрукарську систему послідовної структури шостої розмірності із фарбоживильним пристроєм на основі анілоксового валика, схема якої подана на рис. 1.

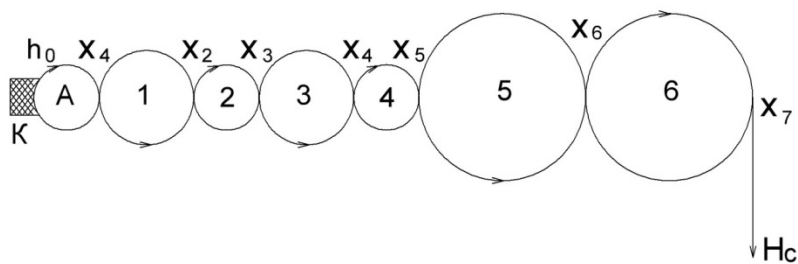


Рис. 1. Схема короткої фарбодрукарської системи

Фарбодрукарська система складається із фарбоживильного пристрою і чотирьох фарбових валиків, формного та офсетного циліндрів. Анілоксовий валик А розташований у закритій фарбовій камері К. Фарба під тиском заповнює дрібні комірки на поверхні валика, її надлишок згортається ракелем, а дозована кількість фарби подається на перший валик і послідовно розкочується та четвертим валиком накочується на друкувальні елементи форми 5, створює фарбове зображення, яке через офсетний циліндр передається на задруковуваний матеріал. Частина фарби, що не сприйнялася формою залишається на накочувальному валику, створює зворотній потік фарби, який через анілоксовий валик повертається назад у фарбову камеру. Внаслідок цього у фарбодрукарській системі відбувається інтенсивна циркуляція і змішування прямих і зворотних потоків фарби, що при малій кількості валиків забезпечує потрібні реологічні властивості шару фарби, що покращує накочування фарби на друкувальні елементи форми і передачу фарбового зображення на задруковуваний матеріал.

Для побудови математичної моделі фарбодрукарської системи для визначення точності покриття растрової шкали фарбою зробимо наступні припущення:

- на вхід першого фарбового валика подається суцільний рівномірний шар фарби,
- друкарська форма є лінійною растровою шкалою і характеризується відносною площею заповнення форми,
- існують стабільні умови друкування і відсутнє розтискування растрових точок.

Основою для побудови моделі фарбодрукарської системи є рівняння балансу подачі і відбору фарби в точках контакту валиків і

циліндрів [2, 5] із врахуванням прийнятих припущень, які для усталеного режиму роботи подамо так:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= h_0 + \gamma_1 x_2 \\
 \ell_0 &= \gamma_0 x_1 \\
 x_2 &= \alpha_1 x_1 + \gamma_3 x_3 \\
 x_3 &= \alpha_2 x_2 + \gamma_3 x_4 \\
 x_4 &= \alpha_3 x_3 + \gamma_4 x_5 \\
 x_5 &= \alpha_4 x_4 + \gamma_5 x_6 \\
 x_6 &= \alpha_5 x_5 + \gamma_6 x_7 \\
 x_7 &= \alpha_6 x_6 \\
 \dot{I}_c &= \beta x_7,
 \end{aligned} \tag{1}$$

де x_i – товщина шару фарби в точках контакту фарбових валиків, формного й офсетного циліндрів, h_0, H_c – товщина потоку фарби на вході системи і задрукованому матеріалі, α_i, γ_i – коефіцієнти передачі прямих і зворотних потоків фарби, β – коефіцієнт передачі фарби з офсетного циліндра на стрічку.

Для визначення точності покриття растрової шкали фарбою в процесі розрахунків необхідно лінійно змінювати коефіцієнти передачі прямого потоку на друкарській формі і зворотного потоку на накочувальному валику, обумовлені модуляцією потоків растровою друкарською формою, яка виступає лінійною растровою шкалою, які визначатимемо за виразами

$$\begin{aligned}
 \alpha_5 &= \alpha M S_{III} \\
 \gamma_4 &= 1 - \gamma M S_{III}, \text{ якщо } 0 \leq S_{III} \leq 1,
 \end{aligned} \tag{2}$$

де S_{III} – відносна площа поверхні лінійної растрової шкали, M – масштаб у якому будується характеристика, α, γ – номінальні значення коефіцієнтів передачі.

Розв'язок системи рівнянь (1) для вирішення поставленої задачі є трудомістким, тому застосуємо метод симулювання. Для цього на основі схеми рис. 1 і системи рівнянь (1) побудуємо граф фарбодрукарської системи (рис. 2).

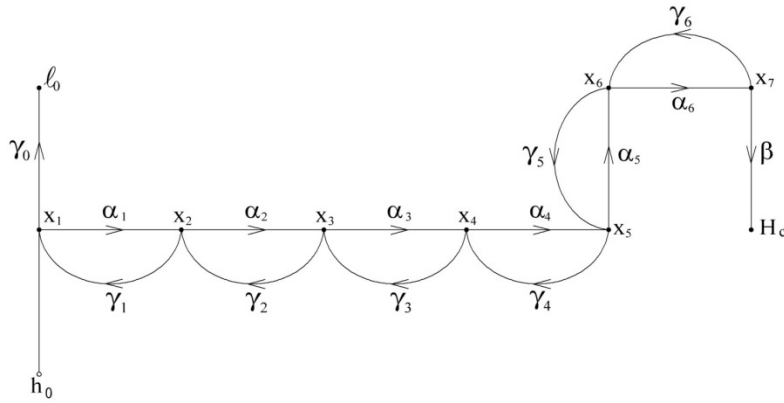


Рис. 2. Граф фарбодрукарської системи

Вершини графа позначені $x_1 - x_5$ відповідають товщинам фарби у точках контакту фарбових валиків, формного й офсетного циліндрів, вхідній і вихідній вершині графа відповідають товщини h_0 і H_c на вході й виході системи. Дуги графа підпорядковані коефіцієнтам прямих і зворотних потоків фарби α_i, γ_i позначені стрілками. На основі формули Мезона [1] безпосередньо за графом визначимо товщину покриття лінійної растрової шкали на відбитку

$$\dot{I}_{\bar{n}} = \frac{\beta \prod_{s=1}^6 \alpha_s}{\Delta_6} h_0, \quad (2)$$

де Δ_6 – визначник графа фарбодрукарської системи шостої розмірності.

Для аналізу точності покриття растрової шкали у фарбодрукарській системі визначимо абсолютну статичну похибку фарбодрукарської системи для заданого поля шкали

$$\Delta H_c = H_{cn} - H_z, \quad (3)$$

де H_{cn} – товщина фарби на заданому полі растрової шкали, H_z – задане значення.

Щоб визначити статичну похибку фарбодрукарської системи на всьому інтервалі тонопередачі у виразі (2) необхідно лінійно змінювати відносну площу шкали у заданих межах $0 \leq S_{III} \leq 1$.

Підставивши у вираз (3) значення товщини фарби на растровій шкалі відбитку (2), отримаємо вираз абсолютної статичної похибки фарбодрукарської системи

$$\Delta H_c = \frac{\beta \prod_{i=1}^6 \alpha_i}{\Delta_6} h_0 - H_3 \cdot \quad (4)$$

Для зручності розрахунку прийемо задане значення товщини фарби, що дорівнюватиме одиниці. Тоді і з (4) легко визначити відносну статичну похибку фарбодрукарської системи у відсотках

$$\delta = \left[\frac{\beta \prod_{i=1}^6 \alpha_i}{\Delta_6} - 1 \right] 100\% \cdot \quad (5)$$

Для спрощення поставленої задачі розв'язуватимемо її шляхом комп'ютерного симулювання в пакеті Matlab-Simulink[1]. Безпосередньо за графом рис. 2 із операційних блоків бібліотеки за допомогою графічного редактора у вікні моделі побудовано симулятор фарбодрукарської системи (рис. 3).

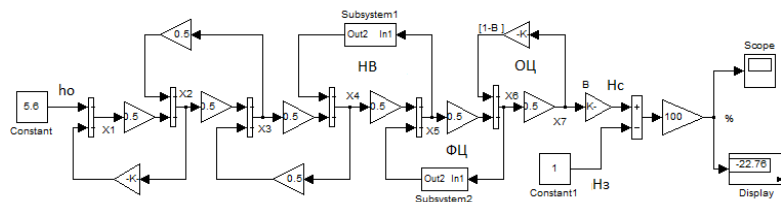


Рис. 3. Симулятор фарбодрукарської системи

Вершинам графа відповідають блоки сумування Sum, на вході яких подаються прямі і зворотні фарбові потоки, а на виході розділяються. Дугам графа відповідають підсилювальні блоки Gain, які задають коефіцієнти α та γ передачі прямих і зворотних потоків фарби. Для зручності моделювання і спрощення симулятора вираз растрової шкали (2) реалізовано за допомогою блоків Sub-system, які формують лінійну зміну відносної площі растрових елементів. Встановлення заданої товщини шару фарби h_0 на вході моделі задається за

допомогою блока Constanta. Візуалізація точностної характеристики здійснюється за допомогою блоків SkopeiDisplay.

4. РЕЗУЛЬТАТИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Метою комп'ютерного симулювання було визначити вплив матеріалів на точність покриття растрової шкали фарбою на відбитках, одержаних у короткій фарбодрукарській системі, шляхом розрахунку і побудови точностної характеристики при відтворенні лінійної растрової шкали. Спочатку здійснювали моделювання при номінальних параметрах системи ($\alpha_i=\gamma_i=0,5$). Задавши товщину шару фарби на вході моделі $h_0=5,6$ в.о. при якій при номінальному коефіцієнті передачі фарби з офсетного циліндра ($\beta=0,8$) на растровому полі шкали середньої тональності ($S_{ш}=0,4$) статична похибка дорівнювала нулеві. Результати комп'ютерного моделювання для номінальних параметрів фарбодрукарської системи шостої розмірності у вигляді точностної характеристики на усьому діапазоні тонопередачі ($0 \leq S_{ш} \leq 1$) подані на рис. 4.

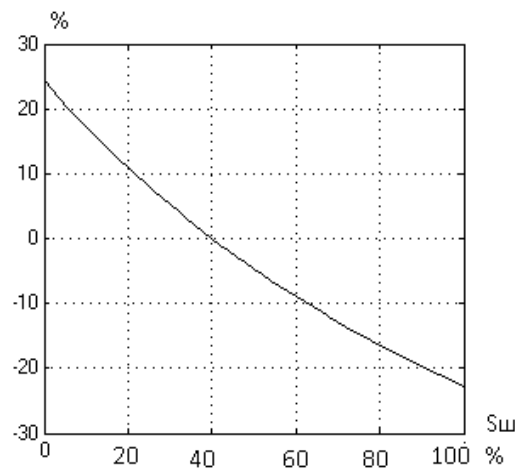


Рис.4. Точностна характеристика для номінальних параметрів системи

На яскравих полях шкали ($S_{ш}=0,01$) статична похибка становить +23,69%. При переході до світлих ділянок похибка зменшується і на середніх тонах ($S_{ш}=0,4$) дорівнює нулеві, змінює знак і у тінях складає -22,7%. Отже фарбодрукарська система шостої розмірності при оптимальному налагодженні моделі не забезпечує необхідної точності товщини фарби на всьому інтервалі тонопередачі, яка за різними

даними знаходяться в межах $\pm(5\div 10)\%$, залежно від виду друкарської продукції.

Товщина фарби, яка передається на задруковуваний матеріал залежить від багатьох чинників. За сталих умов друкування на товщину фарби впливають: матеріал і деформаційні властивості офсетного полотнища та його зношування, тип паперу та густина фарби. У літературних джерелах [4, 5] наведено експериментальні дані про вплив цих чинників на передачу фарби, які призводять до зменшення коефіцієнта передачі фарби в два рази. При цьому, невідомо для яких офсетних машин і якого інтервалу тонопередачі ці дані відносяться. Задача дослідження впливу того чи іншого чинника на передачу фарби є складною і мало вивченою. Не вдаючись до аналізу тих чи інших чинників приймаємо, що вплив матеріалів на товщину фарби растрового відбитка приводить до зміни коефіцієнта β передачі фарби з офсетного циліндра на папір. Тоді при прийнятих припущеннях відносна статична похибка фарбодрукарської системи визначатиметься виразом (5) за умови що варіативним параметром є коефіцієнт передачі β , який характеризує ступінь впливу матеріалів на статичну точність.

Результати комп'ютерного симулювання впливу матеріалів на статичну похибку за товщиною фарби на растровому відбитку при оптимальному налагодженні моделі для різних коефіцієнтів передачі $\beta=0,8; 0,7; 0,6; 0,5$ подані на рис. 5.

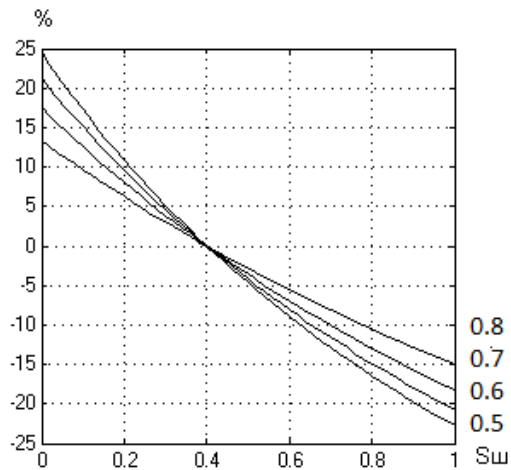


Рис.5. Точнісні характеристики для оптимального налагодження системи

Як це видно із рисунка при номінальному коефіцієнті передачі $\beta=0,8$ статична точність на яскравих ділянках шкали ($S_{ш}=0,01$) становить +23,69%, поступово зменшується, переходить через нуль, змінює знак і у тінях складає -22,7%. Із зменшенням коефіцієнта передачі похибка збільшується на усьому інтервалі тонопередачі і при коефіцієнті передачі $\beta=0,5$ знаходиться в межах від +12,69 до -15%.

Отже, зношування декаля призводить до зменшення статичної похибки на цьому інтервалі тонопередачі. Однак при цьому зменшується товщина фарби яка передається на растровий відбиток. Тому використання зношених офсетних полотниць погіршує якість друкованої продукції.

5. ВИСНОВКИ

1. Розроблено математичну модель короткої фарбодрукарської системи шостої розмірності на основі якої визначено вплив матеріалів на точність покриття растрової шкали фарбою.

2. Опрацьовано симулятор для побудови точностних характеристик фарбодрукарської системи на заданому інтервалі тонопередачі.

3. Проведені результати комп'ютерного моделювання у вигляді сімейства точностних характеристик і встановлено, що статична похибка покриття растрової шкали фарбою на усьому інтервалі тонопередачі знаходяться в межах від +23,69 до -22,7%.

4. Зношування декаля приводить до зменшення статичної похибки на усьому інтервалі тонопередачі, однак, при цьому зменшується товщина фарби яка передається на растровий відбиток, тому використання зношених офсетних полотниць погіршує якість друкованої продукції.

1. Луцків М.М. Математичне моделювання і комп'ютерне симулювання електромеханічних та стрічкопровідних систем: Монографія. – Львів: Укр. акад. друк. 2011. – 220 с. 2. Мусійовська М.М. Аналіз впливу параметрів короткої фарбодрукарської системи послідовної структури на характеристику покриття зображення // Комп'ютерні технології друкарства. – 2009. – №22. – С.12-25. 3. Мусійовська М.М. Статична точність коротких фарбодрукарських систем при відтворенні тонового зображення // Поліграфія і видавнича справа, 2011. – №1/53. – С.28-38. 4. Ярема С.Н., Мамут Б.Г. Фарбові та зволожувальні апарати, ракельні лакувальні пристрої друкарських машин. – К.: Україна; Біліцінформ, 2003. – С.191. 5. Ciupalski S. Maszyny offsetowe – Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. 2000. – 274s.