

РОЗПОДІЛЕННЯ ФАРБИ У КОРОТКІЙ ФАРБОВІЙ СИСТЕМІ З ДВОМА ПОДАВАЛЬНИМИ ВАЛИКАМИ

Розглядається задача визначення розподілення фарби у короткій фарбодрукарській системі з двома подавальними валиками, приведені результати комп'ютерного симулювання.

The problem of determining the distribution of ink in the ink printing system short of the two feed rollers, presented results of computer simulate.

1. ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ

Для підвищення якості кольорового друку на сучасних офсетних машинах почали встановлювати автоматичні системи для попереднього налагодження на заданий наклад на основі коефіцієнта заповнення зон друкарської форми, які визначаються за допомогою спеціальної програми комп'ютерно виробничої системи при підготовці текстової та графічної інформації до імпозиції аркуша майбутнього видання [4,5].

Основним недоліком такого розв'язання є значне ускладнення фарбоживильного пристрою, складність і висока вартість багатоканальної системи (до 26 каналів) та інші недоліки, обумовленими розробку нових конструкцій фарбових апаратів на основі растрового циліндра (анілокса), які не мають механізмів регулювання зональної подачі фарби отож не мають автоматичної системи зонального налагодження.

Перші конструкції нових каретних фарбових апаратів встановлено на рулонних газетних друкарських машинах, які не вимагають високої якості відбитків [4,6]. Існуючі конструкції коротких, фарбових апаратів не забезпечують потрібної рівномірності покриття фарбою відбитку для книжкової і журнальної продукції. Проводяться дослідження з метою пошуку кращих конструкцій і структур та визначення оптимальних параметрів. Експериментальні дослідження складні, вимагають апаратури для вимірювання товщини фарби, значних матеріальних затрат і часу.

Отож зараз аналітичного визначення розподілення фарби у короткій фарбодрукарській системі з двома подавальними валиками є актуальною.

¹ Українська академія друкарства

2. АНАЛІЗ НОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

На даний час немає належного досвіду приготування зображень до друкування, налагодження і експлуатації каретних фарбодрукарських систем, що обумовлено коротким часом їх застосування в офсеті. Складність процесів, які в них протікають та труднощі ідентифікації результатів контролю та експериментальних досліджень зумовили розвиток моделювання фарбових систем. У працях [2,3] розроблено статичні моделі коротких фарбодрукарських систем і на їх основі побудовано статичні і навантажувальні характеристики. Визначено їх статичну точність, яка в значній мірі залежить від структури, параметрів інтервалу тонопередачі [2].

Короткі фарбодрукарські системи не мають механізмів регулювання зональної подачі фарби, проте забезпечують дозовану подачу фарби на всьому інтервалі тонопередачі. На нашу думку така властивість обумовлена інтенсивною неперервною подачею і вибором фарби на вході системи, забезпечує анілоксовий фарбоживильний пристрій. Отож розподілення фарби у зонах контакту є важливою недослідженою характеристикою.

Метою роботи є актуальна задача визначення розподілення фарби в точках контакту валиків у короткій фарбодрукарській системі з двома подавальними валиками, яка розв'язується шляхом математичного моделювання і комп'ютерного симулювання.

3. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Введення анілоксового фарбоживильного пристрою у систему обумовило дозовану подачу фарби на усьому інтервалі тонопередачі при відсутності механізмів зонального регулювання. Забезпечило неперервну інтенсивну подачу і циркуляцію прямих і зворотних потоків, які модулюються растровою друкарською формою при зміні коефіцієнта заповнення у широких межах. Враховуючи складність процесів, які протікають у коротких фарбодрукарських системах, розглядатимемо її як своєрідну систему перетворення зображень. Носієм графічної інформації є друкарська форма на якій створюється растрове фарбове зображення, яке передається на офсетний циліндр, а з нього передається на задрукований матеріал.

Відповідно до поставленої задачі розглядаємо коротку фарбодрукарську систему з двома подавальними валиками, схема якої зображена на рис. 1.

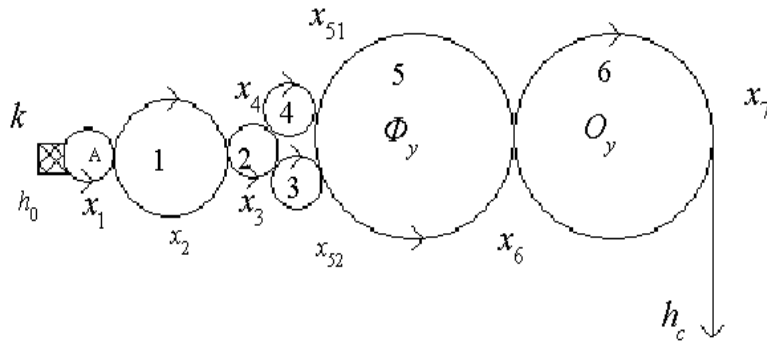


Рис. 1. Схема короткої фарбо друкарської системи.

Друкарська фарба знаходиться у замкнутій камері K під тиском заповнюючи дрібні комірки растрового циліндра A (анілокса). Надлишок фарби згортає ракель, а рівномірний дозований шар фарби подається на перший еластичний валик і послідовно розкочується. Третій та четвертий передавальні валики наносять рівномірний шар фарби на растрову форму Φ_y , переноситься на офсетний циліндр O_y , з якого передається на задрукований матеріал. Частина фарби, яка не сприйнялась формою і матеріалом, створює зворотний потік, який по поверхнях валиків повертається назад у фарбову камеру. Отож у фарбовій системі відбувається інтенсивна циркуляція прямих і зворотних про модульованих формою, потоків фарби при зміні її коефіцієнта заповнення.

При побудові математичної моделі, необхідної для визначення розподілення фарби приймаємо наступні припущення:

на вхід фарбодрукарської системи подається суцільний рівномірний шар фарби;

враховуємо відбір потоку фарби на виході фарбової системи;

усереднення про модульованих потоків растровою друкарською формою здійснюється після її виходу із точок контакту подавальних валиків і формного циліндра;

растрові друкувальні елементи рівномірно розташовані на всій верхній формі;

відсутній приріст растрових точок, викликаний властивостями паперу, фарби тощо;

існують стабільні умови друкарського процесу;

розподілення товщини фарби залежить від параметрів фарбодрукарської системи та коефіцієнта заповнення фарби;

Для визначення розподілення фарби необхідно скласти систему рівнянь балансу подачі і відбору фарби для усіх точок контакту фарбових валиків, формного і офсетних циліндрів з врахуванням прийнятих припущень. Відповідно до рис.1 складено систему рівнянь для усталеного режиму роботи.

$$\begin{aligned}
 x_1 &= h_0 + \gamma_1 x_2 \\
 l_0 &= \gamma_0 x_1 \\
 x_2 &= \alpha_1 x_1 + \gamma_2 x_4 \\
 x_3 &= \alpha_2 x_2 + f(\gamma_3) x_{52} \\
 x_4 &= \alpha_{24} x_3 + f(\gamma_4) x_{51} \\
 x_{51} &= \alpha_4 x_4 + \gamma_5 x_6 \\
 x_{52} &= \alpha_3 x_4 + f(\alpha_{51}) \\
 x_6 &= f(\alpha_{52}) x_{52} + \gamma_6 x_7 \\
 x_7 &= \alpha_6 x_6 \\
 h_c &= \beta x_7 \quad ,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Де x_i та x_{ij} – середні значення товщини фарби у точках контактів фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів, $h_{(0)}$ – функції передачі фарби після виходу із точок контакту із формним циліндром, h_0, h_c – товщина фарби на вході і виході системи, l_0 – товщина зворотного потоку фарби, α_i, γ_i – коефіцієнти передачі прямих і зворотних потоків фарби при виході із точок контакту фарбових валиків, β – коефіцієнт передачі фарби з офсетного циліндра на задрукований матеріал.

Функції передачі фарби

$$\begin{aligned}
 f(\gamma_3) &= 1 - \alpha_3 k_{\zeta} \\
 f(\gamma_4) &= 1 - \alpha_4 k_{\zeta} \\
 f(\gamma_{51}) &= \alpha_{51} k_{\zeta} \\
 f(\gamma_{52}) &= \alpha_{52} k_{\zeta} \quad ,
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Де k_{ζ} – коефіцієнт заповнення форми растровими друкувальними елементами.

Для спрощення аналізу та комп'ютерного симулювання на основі системи рівнянь (1) побудовано граф фарбодрукарської системи.

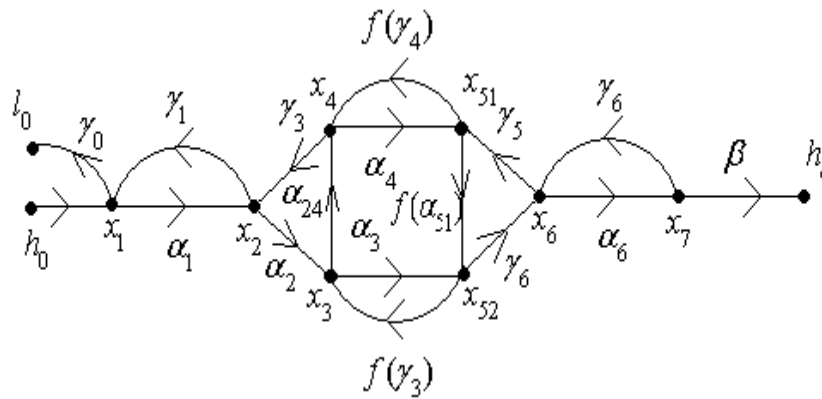


Рис. 2. Граф фарбодрукарської системи.

Вершини графа товщина фарби x_i та x_{ij} у точках контакту фарбових валіків і циліндрів. Вершини графа з'єднані дугами, яким підпорядковані коефіцієнти і функції передачі фарби. Сигнальний граф є наочним і зручним для аналізу та комп'ютерного симулювання. При певних навичках граф можна побудувати безпосередньо за схемою фарбодрукарської системи. На основі графа за формулою Мезона [1] у загальному вигляді подамо залежність товщини фарби для довільної точки контакту від товщини фарби на вході графа

$$x_i = \frac{p_i \Delta_i + p_j \Delta_j}{\Delta} h_0, \quad (3)$$

Де p_i і p_j - передача i -го та j -го шляху, для якого визначається товщина фарби x_i , Δ_i, Δ_j - мінори визначника для i -го та j -го шляху.

Визначник графа; який характеризує його контурну частину визначається виразом

$$\begin{aligned}
\Delta = & 1 - \alpha_1 \gamma_1 - \alpha_2 \alpha_{24} \gamma_2 - \alpha_3 f(\gamma_3) - \alpha_4 f(\gamma_4) - \gamma_5 f(\alpha_{51}) f(\alpha_{52}) - \\
& - \alpha_6 \gamma_6 - \alpha_{24} \alpha_4 f(\gamma_{51}) f(\gamma_3) - \alpha_2 \alpha_3 \gamma_2 \gamma_5 f(\gamma_4) + \alpha_1 \gamma_1 [\alpha_3 f(\gamma_3) + \\
& + \alpha_4 f(\gamma_4) + \gamma_5 f(\alpha_{51}) f(\alpha_{52}) + \alpha_6 \gamma_6 + \alpha_{24} \alpha_4 f(\alpha_{51}) f(\gamma_3)] + \\
& + \alpha_2 \alpha_{24} \gamma_2 [\gamma_5 f(\alpha_{51}) f(\alpha_{52}) + \alpha_6 \gamma_6 + \alpha_3 f(\gamma_3) [\alpha_4 f(\gamma_4) + \alpha_6 \gamma_6]] + \\
& + \alpha_4 f(\gamma_4) \alpha_6 \gamma_6 + \alpha_6 \gamma_6 \alpha_{24} \alpha_4 f(\alpha_{51}) f(\gamma_3) - \alpha_1 \gamma_1 [\alpha_3 f(\gamma_3) \alpha_4 f(\gamma_4) + \\
& + \alpha_3 f(\gamma_3) \alpha_6 \gamma_6 + \alpha_4 f(\gamma_4) \alpha_6 \gamma_6] + \alpha_1 \gamma_1 \alpha_3 f(\gamma_3) \alpha_4 f(\gamma_4) \alpha_6 \gamma_6.
\end{aligned} \tag{4}$$

За графом визначимо залежність товщини фарби на стрічці (відбитку) від заданої на вході системи

$$\begin{aligned}
h_c = & [\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 f(\alpha_{52}) \alpha_6 \beta [1 - \alpha_4 f(\gamma_4)] + \\
& + \alpha_1 \alpha_2 \alpha_{24} \alpha_4 f(\alpha_{51}) f(\alpha_{52}) \alpha_6 \beta] \Delta^{-1} h_0.
\end{aligned} \tag{5}$$

Для прикладу визначимо товщину фарби у точці контакту офсетного подавального валика з формним циліндром

$$\begin{aligned}
x_{51} = & [\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 [1 - \alpha_4 f(\gamma_4) - \alpha_6 \gamma_6 + \alpha_4 f(\gamma_4) \alpha_6 \gamma_6] + \\
& + \alpha_1 \alpha_2 \alpha_{34} \alpha_4 f(\alpha_{51}) [1 - \alpha_6 \gamma_6]] \Delta^{-1} h_0.
\end{aligned} \tag{6}$$

Аналогічно можна визначити товщини фарби у всіх точках контакту валиків і циліндрів.

4. РЕЗУЛЬТАТИ КОМП'ЮТЕРНОГО СИМУЛЮВАННЯ

Визначення розподілення фарби у короткій фарбодрукарській системі традиційним методом на основі одержаних аналітичних залежностей (5) і (6) шляхом складання програми і розрахунків є трудомістким і незручним. Отож розв'язували її шляхом комп'ютерного симулювання в популярному пакеті MATLAB-Simulink. За графом у вікні моделі із блоків бібліотек Simulink розроблено симулятор фарбодрукарської системи. Вершинам графа відповідають блоки симулювання Sum, дугам – блоки підсилення Gain. Функції передачі $f(\gamma_i)$ та $f(\alpha_i)$ реалізовано у блоках Subsystem, які розраховують вирази (7). Візуалізація результатів комп'ютерного симулювання здійснюється за допомогою блоків Scope і Display. Задавали номінальні параметри моделі фарбодрукарської системи $\alpha_i = \gamma_i = 0,5$, $\beta = 0,8$. Результати комп'ютерного симулювання у вигляді діаграми розподілення середніх значень товщини фарби у точках контакту фарбових валиків і циліндрів у відносних одиницях для коефіцієнта заповнення форми $K_3=1$ подано на рис. 3.

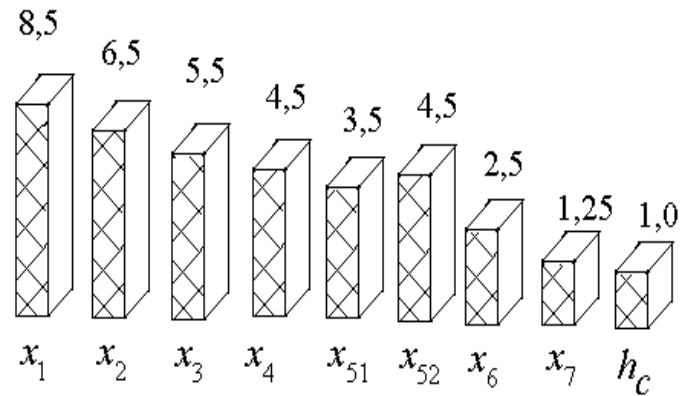


Рис. 3. Діаграма розподілення середніх значень товщин фарби у точках контакту.

Найбільша товщина фарби є на вході фарбодрукарської системи 8,5 в.о. Товщина поступово зменшується і на виході (на стрічці) становить 1 в.о. Отже коротка фарбодрукарська система з двома подавальними валками нагромаджує значну кількість фарби, що забезпечує стабільну подачу фарби на відбиток.

У наступній серії комп'ютерного симулювання досліджували вплив тонового інтервалу на розподілення фарби. Результати подані в таблиці 1.

Таблиця 1.

ТАБЛИЦЯ розподілення середніх значень товщин фарби у точках контакту на основних тонових інтервалах.

Товщина фарби в.о.	Світлі ділянки 0,05	Четверть тони 0,25	Середні тони 0,5	Тіні 1,0
X1	10,38	9,921	9,385	8,5
X2	10,27	9,343	8,27	6,5
X3	10,26	9,227	7,898	5,5
X4	10,15	8,784	7,155	4,5
X51	5,148	4,744	4,274	3,5
X52	5,259	5,207	5,018	4,5
X6	0,1461	0,7231	1,394	2,5
X7	0,073	0,8618	0,6969	1,25
hc	0,0584	0,2893	0,5575	1,0
Hco	1,169	1,157	1,115	1,0
Lo	5,195	4,692	4,692	4,25

При відтворенні світлих ділянок зображення ($K_3=0,05$) товщина фарби на вході системи $X_1=10,38$ в.о. у тінях ($K_3=1,0$) - 8,5 в.о. Натомість середнє значення товщини фарби на стрічці h_c значно змінюється від 0,058 до 1,0 в.о. забезпечуючи відтворення заданого інтервалу тонопередачі. Товщина відібраної фарби на вході системи зменшилась від $I_0=5,195$ до 4,25 в.о. Отже, при зміні інтервала тонопередачі відбувається перерозподіл фарби між входом і виходом системи, що забезпечує стабільність амплітудних значень товщин покриття растрових точок зображення в межах $h_{ca} = 1,169-1,0$ в.о.

5. ВИСНОВКИ

1. Побудовано математичну модель короткої фарбодрукарської системи з двома подавальними валиками і на її основі одержано вирази для визначення розподілення товщин фарби у зонах контакту валиків і циліндрів, та на виході системи.

2. На основі математичної моделі побудовано симулятор для розподілення фарби у системі на заданому інтервалі тонопередачі.

3. Найбільша товщина фарби є на перших валиках, поступово ступеневно зменшується і на виході прямує до 1 в.о.

4. Встановлено, що при зміні інтервалу тонопередачі відбувається перерозподіл фарби між входом і виходом системи, що забезпечує стабільність покриття фарбою растрових точок зображення в межах 1,169-1,0 в.о.

1. Верхола М.І., Луцків М.М. Сигнальний граф процесу розподілення фарби// Вісник НУ "Львівська політехніка". – Львів. 1998. Том 2. с.348-353. 2. Луцків М.М., Лозовий П.І. Симулятор статичних характеристик фарбодрукарських систем// Комп'ютерні технології друкарства.Збірник наукових праць. – Львів. 2007.- Вип.17.- С.61-69. 3. Лозовий М.І. побудова навантажувальних характеристик коротких фарбових апаратів// Комп'ютерні технології друкарства. Збірник наукових праць. – Львів. 2008.- Вип.1(18).с.149-155. 4. Ярема С.М. Мамут Б.Г. Фарбові та зволожувальні апарати, ракельні та лакувальні пристрої друкарських машин. – К.: Уп-т "Україна" : ХК "Бліцінформ". 2003.-191с. 5. Предко Л.С. Проектування до друкарських процесів. – Львів: УАД.2009.- 352 с. 6. Ciupalskis. Maszyny offsetowe zwojowe. Warszawa. OW Politechniki Warszawskie 2000. – 274с.