

А. Пушкар

РОЗПОДІЛЕННЯ МОДУЛЬОВАНИХ ФАРБОВИХ ПОТОКІВ У КОРОТКІЙ ФАРБОДРУКАРСЬКІЙ СИСТЕМІ З КРАТНИМИ ЦИЛІНДРАМИ

Розглядається задача моделювання і аналізу розподілу промодульованих растровою друкарською формою фарбових потоків у короткій фарбодрукарській системі з кратними циліндрами.

It is studied a task about a modelling and analysis of paint torrents allotments that were modified by multiroller-equipped grafic short ink printing system with aliquot cylinders.

Формулювання проблеми

Розподіл фарби у фарбових системах традиційних офсетних друкарських машинах для усталеного режиму роботи при тих чи інших припущеннях подано в роботах [1,9]. Однак існуючі моделі і підходи безпосередньо неможливо застосувати до визначення розподілу модульованих растровою друкарською формою фарбових потоків у фарбових апаратах офсетних машин, у яких фарбоживильний пристрій виконаний у вигляді растрового циліндра (анілокса), який складається із трьох п'яти фарбових валиків, тому одержали назву коротких фарбових апаратів[7,8]. Вони не мають регульованих гвинтів для зональної подачі фарби, отож мають просту конструкцію. Західні фірми почали оснащувати рулонні офсетні газетні агрегати короткими фарбовими апаратами, що спрощує налагодження і експлуатацію[8].

Розробляються нові структури коротких фарбових апаратів, ведеться аналіз їх статичних властивостей з метою пошуку оптимальних, які б забезпечили потрібну якість аркушевого багатофарбового друку. Експериментальне дослідження фарбових апаратів дороге, вимагає спеціальної вимірювальної апаратури. Тому аналіз розподілу промодульованих растровою друкарською формою потоків у коротких фарбодрукарських системах з кратними циліндрами є актуальною задачею.

Аналіз наукових публікацій

У перших роботах з розподілу фарби у фарбо друкарських системах[1,9] не враховували відбору фарби у точках контакту фарбових валиків, залежно від коефіцієнта заповнення форми друкувальними елементами. У роботі [6] для побудови номограм подачі і розходу фарби враховували відбір фарби на вході системи шляхом введення коефіцієнта відбору зворотного потоку, але без прив'язки до конкретного типу фарбоживильного пристрою. У роботі [7] розглядається задача аналізу розподілу потоків в короткій фарбодрукарській системі послідовної структури поданого середніми значеннями товщини фарби у точках контакту фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів для заданих значень коефіцієнту заповнення друкарської форми. Шляхом комп'ютерного симулювання встановлено, що розподіл фарби в значній мірі залежить від коефіцієнта заповнення друкарської форми і місця розташування валика у системі. Найбільша товщина фарби є на перших валиках, поступово зменшується від валика

до валика. У роботах[1,2,3] здійснено аналіз розподілу потоків фарби між виходом і входом фарбової системи в динаміці. Для офсетних машин з фарбоживильним пристроєм дукторно-ножового типу. Однак побудовані моделі досить складні, тому малоприменні.

Метою роботи є побудова математичної моделі фарбових потоків для усталеного режиму і визначення розподілу промодульованих растровою друкарською формою фарбових потоків у короткій фарбодрукарській системі з кратними циліндрами, придатними для комп'ютерного симулювання.

Математична модель фарбових потоків, промодульованих растровою друкарською формою

Математична модель потоків фарби для усталеного режиму роботи фарбодрукарської системи побудована при певних припущеннях на основі рівнянь матеріального балансу подачі і розходу фарби. Однак вона у явному вигляді не описує процес модуляції неперервного потоку растровою друкарською формою і тонопередачу фарбового зображення з форми на задруковуваний матеріал. Для опису модуляції фарбового потоку растровою друкарською формою використаємо аналогію модуляції електричних сигналів[7]. Модулюючою ланкою у фарбовій системі є растрова форма. Після модуляції неперервного фарбового потоку він перетворюється у регулярну послідовність фарбових імпульсів різної ширини і сталої товщини(амплітуди імпульсу). Носієм тональності є відносна площа растрових друкувальних елементів, яка відповідає ширині фарбового імпульсу. При побудові математичної моделі модуляції потоків приймаємо наступні припущення: на форму подається рівномірний неперервний потік фарби; друкувальні елементи мають регулярну одномірну растрову структуру і рівномірно розподілені на поверхні форми; промодульований фарбовий потік будемо описувати середнім значенням товщини промодульованого потоку за умови, що існують стабільні умови друкарського процесу. Для прийнятих припущень модуляцію неперервного фарбового потоку растровою друкарською формою розглядатимемо як перетворення неперервного потоку у промодульований потік подано виразами:

$$\begin{aligned} h_{\text{фср}} &= \alpha K_M x \\ I_{\text{нвср}} &= (1 - \alpha K_M) x, \end{aligned} \quad (1)$$

де $h_{\text{фср}}$ – середнє значення промодульованого фарбового потоку на друкарській формі(прямий промодульований потік фарби), $I_{\text{нвср}}$ – середнє значення потоку фарби, який передався на накочувальний валик після модуляції(зворотний потік), x – середнє значення потоку фарби у точці контакту накочувального валика і форми, α – коефіцієнт поділу фарби на виході із точки контакту.

Коефіцієнт модуляції характеризує передачу фарби растровою комірною форми визначається виразом:

$$K_M = \frac{S_{\text{рт}}}{S_{\text{рк}}}, \quad (2)$$

де $S_{\text{рт}}$ і $S_{\text{рк}}$ – площі растрової точки і растрової комірки.

Рівняння (1) описують модуляцію неперервного фарбового потоку растровою друкарською формою для усталеного режиму і слугують основою для опрацювання математичної моделі модульованих потоків у фарбодрукарській системі.

Враховуючи новизну і складність поставленої задачі, розглянемо передачу модульованих фарбових потоків у кроткій фарбодрукарській системі з кратними циліндрами, схема якої подана на рис.1.

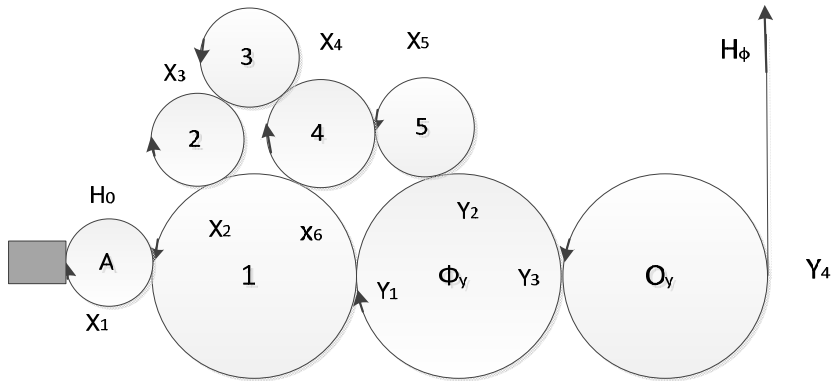


Рис.1 Схема фарбо друкарської системи

Фарбоживильний пристрій складається із фарбової камери К, у якій розміщений растровий циліндр А (анілокс). Фарба під тиском заповнює комірки растрового циліндра, який подає на вхід фарбової системи дозований потік фарби. Фарбодрукарська система складається з формного Фц, офсетного Оц і першого накочувального циліндрів однакового діаметра і чотирьох розкочувальних фарбових валиків менших діаметрів. Перший та п'ятий накочувальні валики подають рівномірний потік фарби на друкарський циліндр, який модулюється растровою друкарською формою. Створене фарбове зображення переноситься на офсетний циліндр, а з нього передається на задруковуваний матеріал. Частина потоку, яка не сприйнялася прогалинними елементами форми і не передалася на папір, створює зворотні потоки, які циркулюють у системі та частково повертаються назад у фарбову комору живильного пристрою.

На основі відомих співвідношень для усталеного режиму роботи[4, 9], прийнятих вище припущень з врахуванням модуляції фарбових потоків растровою друкарською формою (1) відповідно до схеми рис.1 складаємо систему рівнянь балансу подачі і розходу потоків фарби для усіх точок контакту, фарбових валиків, формного і офсетного циліндрів:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= H_0 + \gamma_1 x_2 \\
 L_{0cp} &= \alpha_0 x_1 \\
 x_2 &= \alpha_1 x_8 + \gamma_2 x_3 \\
 x_3 &= \alpha_2 x_2 + \gamma_3 x_4 \\
 x_4 &= \alpha_3 x_3 + \gamma_4 x_4 \\
 x_5 &= \alpha_4 x_4 + f_5(K_H) y_2 \\
 x_8 &= f_1(K_H) y_1 + \gamma_4 x_4 \\
 y_1 &= \alpha_1 x_1 + \alpha_6 y_3 \\
 y_2 &= f_2(K_H) y_1 + \alpha_5 x_5 \\
 y_3 &= f_6(K_H) y_2 + \gamma_7 y_4 \\
 y_4 &= \alpha_6 y_3 \\
 H_{cp} &= \beta y_4 \\
 H_{cm} &= f_7(K_H),
 \end{aligned} \tag{3}$$

де x_i – середні значення товщини потоку фарби у точках контакту фарбових валиків, y_i – середні значення товщини потоку фарби у точках контакту формного і офсетного циліндрів, H_0 – товщина потоку фарби на растровому циліндрі, L_{0cp} – середнє значення зворотного потоку фарби, яка відбирається назад у фарбову

камеру, α_i і γ_i – коефіцієнти передачі прямих і зворотних потоків фарби при виході із точок контакту, β - коефіцієнт передачі фарби з офсетного циліндра на задруковуваний матеріал.

Для визначення розподілу модульованих потоків фарби шляхом комп'ютерного симулювання необхідно дискретно чи неперервно задавати різні значення коефіцієнта модуляції. Отож для зручності моделювання коефіцієнт модуляції фарбового потоку (1) задано функціями часу на заданому інтервалі і подано виразами:

$$\begin{aligned} f_1(K_n) &= 1 - \gamma_1 K_n(t) \\ f_2(K_n) &= \alpha_6 K_n(t) \\ f_5(K_n) &= 1 - \gamma_5 K_n(t) \\ f_6(K_n) &= \alpha_6 K_n(t) \end{aligned} \quad (4)$$

Залежно від мети і поставленої задачі дослідження можна вибрати необхідний алгоритм зміни функцій (4). Для побудови характеристик розподілу модульованих фарбових потоків на поверхнях форми, офсету та фарбових валиків у функціях (4) задаємо лінійну зміну коефіцієнта модуляції на одиничному інтервалі часу моделювання:

$$\begin{aligned} k_m(t) &= 0 \text{ для } t \leq 0 \\ k_m(t) &= t \text{ для } 0 \leq t \leq 1 \end{aligned} \quad (5)$$

Щоб не розв'язувати систему рівнянь (3), побудову характеристик розподілу модульованих потоків будемо визначати шляхом комп'ютерного симулювання.

Результати комп'ютерного симулювання

Для спрощення обчислення і побудови характеристики розподілу застосовували комп'ютерне симулювання використовували об'єкто-орієнтоване програмування у широко розповсюдженому програмному пакеті MATLAB Simulink[5]. На основі системи рівнянь (3) та виразів (4) і схеми рис.1 фарбової системи у вікні моделі за допомогою графічного редактора Simulink із блоків бібліотеки розроблено структурну схему моделі модульованих фарбових потоків для побудови характеристики розподілу потоків. Роздрук вікна моделі стимулятора подана на рис.2.

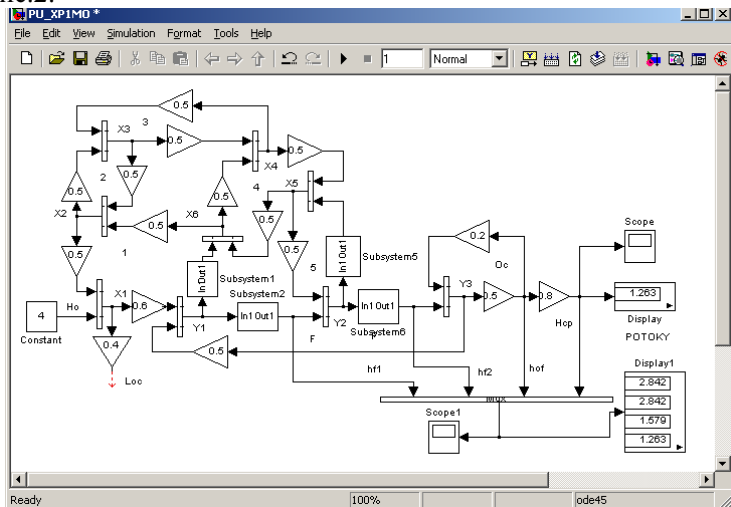


Рис.2. Вікно стимулятора модульованих фарбових потоків

Схема моделі складається із блоків бібліотеки Simulink та Subsystem. Передачу прямих і зворотних потоків імітують блоки підсилення Gain. Сумування прямих і зворотних потоків імітують блоки Sum. Для імітації модуляції фарбових потоків растровою друкарською формою застосовано субблоки Subsystem, які формують лінійну функцію часу на одиничному інтервалі відповідно до виразу (4) і (5). Для налагодження товщини потоку на вході моделі застосовано блок Constant. Для візуалізації результатів симулювання використано блоки Scope і Display.

Метою комп'ютерного симулювання було побудова характеристики передачі модульованих фарбових потоків з форми на задруковуваний матеріал для різних коефіцієнтів α_1 передачі фарби на вході системи, Задавали номінальні параметри моделі фарбодрукарської системи $\alpha_i = \gamma_i = 0,5$, $\beta = 0,8$. Налагоджували подачу фарби на вході моделі таким чином щоб при $H_0 = 4,25$ в.о. для номінального коефіцієнта $\alpha_1 = 0,5$. середнє значення товщини потоку на виході $H_{cp} = 1$ в.о. для коефіцієнта модуляції $K_m = 1$. При такому налагодженні моделі товщини потоків будуть у відносних одиницях, що є зручно для порівняння результатів моделювання. Результати комп'ютерного симулювання у вигляді сімейства характеристик передачі модульованих потоків залежно від коефіцієнта модуляції для різних коефіцієнтів передачі на вході системи $\alpha_1 = 0,45; 0,5; 0,55$ та $0,6$ подано на рис.3.

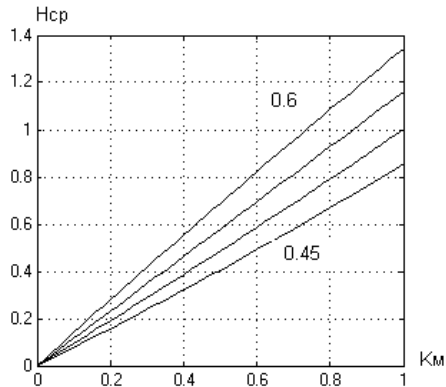


Рис.3. Сімейство характеристик передачі модульованих потоків для різних коефіцієнтів передачі на вході системи

Як видно з рисунка характеристики передачі із збільшенням коефіцієнта передачі поступово лінійно зростають при збільшенні коефіцієнта передачі α_1 . Максимальне значення потоку при $K_m = 1$ становить $H_{cp} = 0,854; 1,00; 1,161; 1,342$ в.о. Отже коротка фарбодрукарська система досить чутлива до зміни коефіцієнта передачі α_1 на вході системи.

У наступній серії комп'ютерного симулювання досліджували розподіл середніх значень товщин фарби на поверхні друкарської форми, офсетного циліндра і задруковваному матеріалі при зміні коефіцієнта модуляції від нуля до одиниці для номінального значення коефіцієнта передачі $\alpha_1 = 0,5$ на вході системи. Результати комп'ютерного симулювання подані на рис.4.

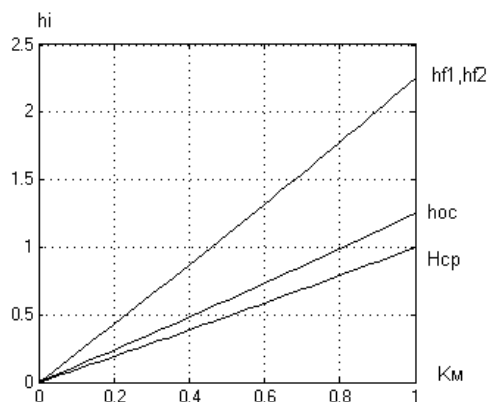


Рис. 4. Сімейство характеристик розподілу фарбових потоків на формі, офсеті і задрукованому матеріалі

Залежність розподілу середніх значень товщин промодульованих растровою друкарською формою залежно від коефіцієнту модуляції є лінійною. Товщина потоків фарби на першій і другій ділянках форм є однаковою і має найбільше значення. Товщина потоків на офсетному матеріалі меншою ніж на друкарській формі. Максимальне середнє значення товщини потоків для коефіцієнта модуляції $K_n=1$ становить: 2,25; 2,25; 1,25; та 1 в.о.

Порівнюючи побудовані характеристики розподілу модульованих фарбових потоків короткої фарбодрукарської системи з кратними циліндрами із характеристиками інших фарбових систем [3,8], доходимо висновку, останні мають нелінійні характеристики, що є їх недоліками.

Висновки

1. Коефіцієнт передачі фарби α_1 на вході системи значною мірою впливає на передачу промодульованих фарбових потоків з форми на задрукований матеріал, тому необхідно регулярно очищувати растровий циліндр від забруднення на формному і офсетному циліндрах.

2. Характеристики розподілу фарби у короткій фарбодрукарській системі з кратними циліндрами є лінійними, що є їх перевагою над іншими типами фарбових систем.

3. На вході фарбової системи накопичується значна кількість фарби, яка при зміні коефіцієнта модуляції перерозподіляється між входом і виходом системи, що сприяє більш рівномірному покриттю растрових відбитків фарбою.

1. *Верхола М.І., Бабінець В.М. Визначення коефіцієнта передачі фарби передавальним валіком та аналіз розподілу фарби між входом та виходом фарбової системи з трьома накочу вальними валіками // Комп'ютерні технології друкарства: Зб.наук.пр. УАД. – Львів. 2008. №20. – с.3-24.*

2. *Верхола М.І., Гук І.Б. Моделювання та визначення розподілу фарби в динаміці у фарбових системах з розтиральними циліндрами//Комп'ютерні технології друкарства: Зб.наук.пр. УАД. – Львів. 2006. №16. – с.3-13.*

3. *Верхола М.І., Гук І.Б., Спачяк Р.І. Моделювання та визначення розподілу фарби між входом і виходом фарбової системи в динаміці // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. УАД. – Львів. 2010. №24. с.27-39.*

4. *Верхола М.І., Луцків М.М. Основні засади та сутність розташування фарби у фарбових системах // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. УАД. – Львів. 2004. №12. с.14-26.*

5. *Гультяев А.К. MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде WINDOWS. Практическое пособие. - с-Пт. Корона принт. – 1998. 282с.*

6. *Луцків М.М., Рибак В.І. Розрахунок і побудова номограм розходу та відбору фарби у фарбодрукарських системах послідовної структури // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. УАД. – Львів. 2007. №18. С.30-39.*

7. *Сороченко А.Б. Цифровая обработка сигналов: - СПб.: Питер. 2005. 604с.*

8. *Мусійовська М.Х. Розподіл потоків в фарбодрукарській системі при відтворенні зображення амплітудомодульованим растром // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. УАД. – Львів. 2010. №24 с.40-51.*

9. *Ярема І.М., Мамут Б.Т. Фарбові та зволожуючі апарати, ракельні та лакувальні пристрої друкарських машин. – К.: “Україна”, ХК “Бліц – Інформ.” 2003. 191с.*