

УДК 681.624

М.М.Луцків, Р.Г.Зіненко

ВПЛИВ ДІАМЕТРІВ ВАЛИКІВ НА ДИНАМІКУ РОЗКОЧУВАННЯ ФАРБИ

Розглянемо задачу впливу діаметрів валиків на динаміку процесу розкочування фарби на прикладі фарбової групи, яка складається з шести валиків різних діаметрів.

На рис.1 зображено схему фарбової групи. Припустімо, що на перший валик в точці 0 подається рівномірний шар фарби, який поступово розкочується у фарбовій групі. Позначимо довжини ділянок кіл прямого потоку фарби P_1 , а зворотного потоку –

r_i . Значення p_i та r_i залежать від діаметрів відповідних валиків. З останнього валика (форми) шар фарби передається на паперову стрічку.

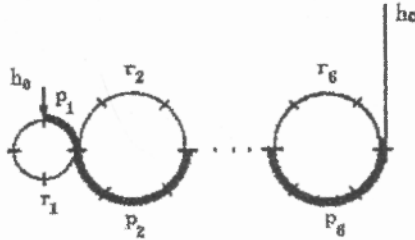


Рис.1. Схема фарбової групи

Процес розкочування суцільного шару фарби у фарбовій групі описується дискретною функцією часу [1]. Товщина шару фарби на валиках і стрічці змінюється в дискретні моменти часу проходження шару через точки контактів валиків і стрічки.

Для спрощення задачі поділимо кола валиків на рівні і взаємократні ділянки. Мінімальну довжину кожної приймемо за відносну одиницю довжини. Надаючи p_i та r_i значень цілих чисел 1, 2, 3, 4, ... одержимо валики різних діаметрів. Наприклад, значення $p_i = r_i = 1$ означає, що коло даного валика поділене на дві рівні частини. При $p_i = r_i = 2$ коло поділене на чотири частини, а при $p_i = r_i = 3$ – на шість рівних частин.

При таких допущеннях процес розкочування фарб подамо за допомогою дискретного перетворення Лапласа у вигляді z -перетворення [2]. Довільний валик у фарбовій групі описується системою рівнянь

$$\begin{aligned} h_i(z) &= \alpha x_{i-1}(z) z^{-p_i} \\ x_i(z) &= h_i(z) + l_{i+1}(z) \\ l_i(z) &= (1 - \alpha) x_i(z) z^{-r_i}, \end{aligned} \quad (1)$$

де x_i – товщина шару фарби в точках контактів валиків; h_i , l_i – відповідно, товщина шару на валиках прямого та зворотного потоків фарби до входу в контактну зону валиків; α – коефіцієнт ділення шару фарби після її виходу із зони контакту валиків.

Товщина шару на першому валіку в точці подачі фарби

$$x_0(z) = h_0(z) + l_1(z), \quad (2)$$

де h_0 – товщина шару фарби, що подається на перший валік.
Товщина шару фарби, що подається на стрічку

$$h_c(z) = \hat{p}n_k(z)z^{-p_7}, \quad (3)$$

де β – коефіцієнт ділення шару фарби між останнім валіком і стрічкою; p_7 – відносна довжина відбитка.

Скориставшись структурними методами аналізу [2], за рівняннями (1)–(3) побудуємо структурну схему моделі процесу розкочування шару фарби у фарбовій групі, що складається з шести валіків різного діаметра (рис.2).

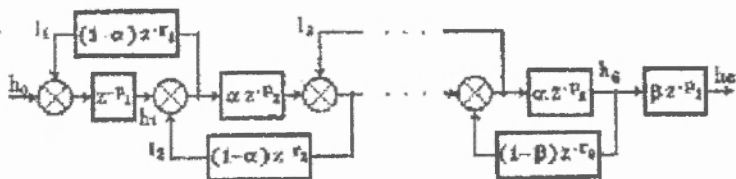


Рис. 2. Структурна схема моделі фарбової групи

На підставі формули Мезона [2] за структурною схемою (рис.2) запишемо залежність зображень товщини шару фарби, що передається на стрічку, від товщини шару фарби, яка подається на перший валік:

$$\begin{aligned} h_c(z) = & \beta \alpha^5 z^{-p_0} \left\{ 1 - (1 - \alpha)z^{-m_1} - \sum_{i=2}^5 \alpha(1 - \alpha)z^{-m_i} - \alpha(1 - \beta)z^{-m_6} + \right. \\ & + (1 - \alpha)z^{-m_1} \left[\sum_{i=3}^5 \alpha(1 - \alpha)z^{-m_i} + \alpha(1 - \beta)z^{-m_6} \right] + \alpha(1 - \alpha)z^{-m_2} \times \\ & \times \left[\sum_{i=4}^5 \alpha(1 - \alpha)z^{-m_i} + \alpha(1 - \beta)z^{-m_6} \right] + (1 + \alpha)z^{-m_3} \left[\alpha(1 - \alpha)z^{-m_1} + \right. \\ & + \alpha(1 - \beta)z^{-m_6} \left. \right] + \alpha(1 - \alpha)z^{-m_4} \alpha(1 - \beta)z^{-m_6} - \alpha(1 - \alpha)z^{-m_2} \times \\ & \times \alpha^2(1 - \alpha)(1 - \beta)z^{-(m_4+m_6)} \left. \right\}^{-1}. \end{aligned} \quad (4)$$

У рівнянні (4) h_0 позначено довжину лінії прямого потоку фарби

$$p_0 = \sum_{i=1}^7 p_i \quad (5)$$

та m_i – довжину кола відповідних валиків

$$m_i = p_i + r_i. \quad (6)$$

Залежність (4) має загальний вигляд, і з неї можна одержати множину залежностей товщини шару фарби на стрічці для різних величин діаметрів валиків.

Проаналізуємо окремі типові залежності, допустивши, що

$$p_i = r_i; p_i + r_i = n. \quad (7)$$

Умова (7) відповідає фарбовій групі з валиками однакового діаметра. Тоді з (4) при умові (7) отримаємо

$$h_c(z) = \frac{b_0 z^{-p_0}}{1 + a_1 z^{-n} + a_2 z^{-2n} + a_3 z^{-3n}}, \quad (8)$$

де $b_0 = \beta \alpha^5$;

$$a_1 = -[(1 - \alpha) + 4\alpha(1 - \alpha) + \alpha(1 - \beta)];$$

$$a_2 = (1 - \alpha)[3\alpha(1 - \alpha) + \alpha(1 - \beta)] + \alpha(1 - \alpha)[2\alpha(1 - \alpha) + \alpha(1 - \beta)] + \\ + \alpha(1 - \alpha)[\alpha(1 - \alpha) + \alpha(1 - \beta)] + \alpha^2(1 - \alpha)(1 - \beta);$$

$$a_3 = -[(1 - \alpha)[\alpha^2(1 - \alpha)^2 + \alpha(1 - \alpha)(1 - \beta)] + \alpha^3(1 - \alpha)^2(1 - \beta)].$$

Раніше відносні одиниці довжин ділянок кіл позначені як послідовність цілих чисел, тому з огляду на (6) довжини кіл валиків

$$n = 2, 4, 6, \dots \quad (9)$$

Наприклад, прийнявши $n=4$, з (8) одержимо

$$h_c(z) = \frac{b_0 z^{-12}}{1 + a_1 z^{-4} + a_2 z^{-8} + a_3 z^{-12}}. \quad (10)$$

Для порівняння результатів розглянемо наступну фарбову групу з валиками різних діаметрів, задавши умову

$$m_1 = m_3 = m_5 = 4; \\ m_2 = m_4 = m_6 = 6. \quad (11)$$

Ця умова відповідає відношенню діаметрів валиків 2:3. При умові (11) з (8) дістанемо

$$h_c(z) = \frac{h_0 z^{-16}}{1 + a_1 z^{-4} + a_2 z^{-8} + a_3 z^{-10} + a_4 z^{-12} + a_5 z^{-14} + a_6 z^{-16}}, \quad (12)$$

де

$$a_1 = -[(1 - \alpha) + 2\alpha(1 - \alpha)];$$

$$a_2 = -[2\alpha(1 - \alpha) + \alpha(1 - \beta)];$$

$$a_3 = 2\alpha(1 - \alpha)^2 + \alpha^2(1 - \alpha)^2;$$

$$a_4 = (1 - \alpha)[\alpha(1 - \alpha) + \alpha(1 - \beta)] + \alpha^2(1 - \alpha)^2 + \alpha(1 - \alpha)(1 - \beta);$$

$$a_5 = \alpha(1 - \alpha)[\alpha(1 - \alpha) + \alpha(1 - \beta)] + \alpha^2(1 - \alpha)(1 - \beta) - \alpha^2(1 - \alpha)^3;$$

$$a_6 = -\alpha^2(1 - \alpha)^2(1 - \beta);$$

$$a_7 = -\alpha^3(1 - \alpha)^2(1 - \beta).$$

Аналогічно можна отримати залежності для інших співвідношень валиків.

Таким чином, встановлено аналітичні залежності товщини шару фарби на стрічці від товщини шару фарби, яка подається на перший валик для фарбової групи з валиками різних діаметрів.

Динаміка процесу розкочування фарб у фарбовому апараті визначається чисельниками та знаменниками (10) і (12). Наявність у чисельниках оператора z^{p_0} свідчить, що фарбова група має транспортне запізнення, обумовлене часом переходу шару фарби від першого валика до стрічки. Час транспортного запізнення визначається сумою довжини p_i ліній прямого потоку фарби, тому залежить від співвідношення діаметрів валиків.

Аналіз рівнянь (10) і (12) показав, що кількість коефіцієнтів їх знаменників та показники степенів оператора z також залежать від співвідношення діаметрів і впливають на швидкість процесу розкочування фарб. При однакових діаметрах валиків швидкість процесу розкочування фарби зростає.

Аналітичний аналіз динаміки фарбової групи затруднений. Тому на підставі одержаних залежностей (10) і (12) розроблено алгоритм і складено програму для моделювання на ЕОМ

фарбових груп з валиками різних діаметрів. Результати моделювання, одержані у вигляді графіків перехідних характеристик фарбової групи, підтвердили аналітичні дослідження. Ведеться дослідження з метою оптимізації динамічних характеристик фарбових груп залежно від співвідношення діаметрів валиків.

1. Алексеев Г.А. Красочные аппараты ротационных машин высокой и плоской печати. М., 1980. 2. Верхола М.І., Луцків М.М., Щесюк Т.А. Моделі розгалужених фарбових груп// Наук. праці конф. "Комп'ютерні технології друкарства "Друкотехн-96". Львів. 1996. 3. Луцків М.М. Системи автоматичного керування ротативними машинами з пружними зв'язками. К., 1991.

Стаття надійшла до редколегії 24.01.98