

УДК.681.624

М.І.Верхола

ПАРАЛЕЛЬНЕ З'ЄДНАННЯ ВАЛИКІВ РОЗКОЧУВАЛЬНО-НАКАТНОЇ ГРУПИ ФАРБОВОГО АПАРАТА

На практиці використовуються друкарські машини з різноманітними схемами фарбових апаратів, які різняться між собою числом розкочувальних і накатних валиків, схемою будови, діаметрами і їх співвідношенням. Незважаючи на те, що дослідженнями в цій сфері займалося досить багато вчених, завдання оптимальної побудови фарбових апаратів і надалі залишається актуальним.

Процес розкочування і передачі фарби від системи фарбоживлення до форми надзвичайно складний, на нього впливає велика кількість різноманітних факторів. Дослідження впливу окремих факторів на цей процес на машині чи макеті пов'язане з великими труднощами, тому що практично не можна абстрагуватись від безлічі інших факторів. Тільки в останні роки зі значними перемінами в обчислювальній техніці відкрилися нові можливості для вивчення складних об'єктів і процесів. Щоб мати змогу досліджувати такі багатофакторні об'єкти, як фарбовий апарат, потрібно створити достовірні моделі. Модель складного об'єкта — це по суті сума моделей більш простих складових.

Створенню моделі однієї з таких складових і присвячена ця робота, в якій розглядається процес розкочування суцільного шару фарби при паралельному з'єднанні валиків. Припустімо, що всі валики однакового діаметра і є m рядів, які мають по n валиків, тобто $1n, 2n, \dots, mn$. Схема з'єднання валиків наведена на рис.1.

Як відомо з [1], зміна товщини шару фарби на валиках і стрічці здійснюється в дискретні моменти часу проходження шару через точки контакту. При входженні в цю точку шари фарби, що є на валиках, котрі обертаються, підсумовуються і після виходу з неї діляться приблизно наполовину, залишаючись незмінними в нашому випадку протягом $1/4$ оберту валиків.

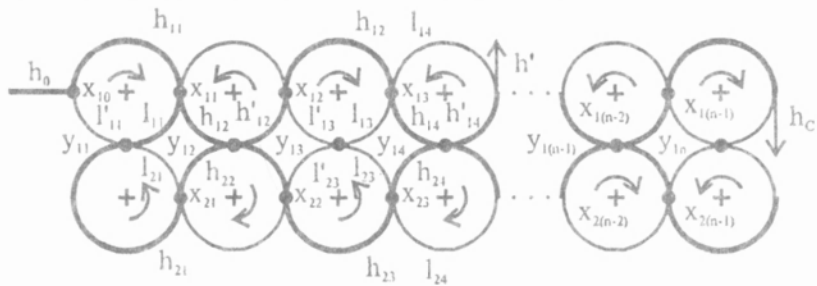


Рис. 1. Схема з'єднання фарбових валиків.

Зобразимо математичний опис процесу розкочування фарби за допомогою дискретного перетворення Лапласа у вигляді z -перетворень. На основі відомих співвідношень для процесу розкочування фарби між двома сусідніми валиками [2] за схемою (див. рис.1) запишемо систему рівнянь, які відображають процес розкочування шару фарби між паралельно з'єднаними рядами валиків:

$$x_{10}(z) = h_0(z) + l_{11}'(z)$$

$$h_{11}(z) = x_{10}(z)z^{-2}$$

$$x_{11}(z) = h_{11}(z) + l_{12}(z)$$

$$h_{12}(z) = \alpha x_{11}(z)z^{-1}$$

$$l_{11}(z) = (1 - \alpha)x_{11}(z)z^{-1}$$

$$y_{11}(z) = l_{11}(z) + l_{21}(z)$$

$$l_{11}'(z) = (1 - \alpha)y_{11}(z)z^{-1}$$

$$h_{21}(z) = \alpha y_{11}(z)z^{-1}$$

$$y_{21}(z) = h_{21}(z) + l_{31}'(z)$$

$$h_{21}'(z) = \alpha y_{21}(z)z^{-1}$$

$$x_{21}(z) = h_{21}'(z) + l_{22}'(z)$$

$$h_{22}(z) = \alpha x_{21}(z)z^{-1}$$

$$\begin{aligned}
 l_{21}(z) &= (1 - \alpha)x_{21}(z)z^{-1} \\
 y_{12}(z) &= h_{11}(z) + h_{22}(z) \\
 &\dots\dots\dots \\
 x_{1(n-1)}(z) &= h_{1(n-1)}(z) + l_{1n}(z) \\
 h_{1n}(z) &= \alpha x_{1(n-1)}(z)z^{-1} \\
 l_{1(n-1)}(z) &= (1 - \alpha)x_{1(n-1)}(z)z^{-1} \\
 y_{2(n-1)}(z) &= l_{1(n-1)}(z) + l_{2(n-1)}(z) \\
 &\dots\dots\dots \\
 y_{(m-1)(n-1)}(z) &= l_{(m-1)(n-1)}(z) + l_{m(n-1)}(z) \\
 h_{m(n-1)}(z) &= \alpha y_{(m-1)(n-1)}(z)z^{-1} \\
 x_{m(n-1)}(z) &= h_{m(n-1)}(z) + l_{mn}(z) \\
 l_{mn}(z) &= (1 - \alpha)y_{(m-1)n}(z)z^{-3} \\
 h_{mn}(z) &= \alpha x_{m(n-1)}(z)z^{-1} \\
 &\dots\dots\dots \\
 x_{2(n-1)}(z) &= h_{1n}(z) + l_{2n}'(z) \\
 h_{2n}(z) &= \alpha x_{2(n-1)}(z)z^{-1} \\
 y_{1n}(z) &= h_{1n}(z) + h_{2n}'(z) \\
 h_{1n}'(z) &= \alpha y_{1n}(z)z^{-1} \\
 x_{1n}(z) &= h_{1n}'(z) \\
 l_{1n}(z) &= (1 - \beta)x_{1n}(z)z^{-2} \\
 h_c(z) &= \beta x_{1n}(z)z^{-1}, \tag{1}
 \end{aligned}$$

де $h_{11} \div h_{1n}, \dots, h_{m1} \div h_{mn}$ — товщина шарів фарби на валиках перед точкою контакту по напрямку руху фарби від джерела живлення до стрічки; $l_{11} \div l_{1n}, \dots, l_{m1} \div l_{mn}$ — товщина шарів фарби на валиках при зворотному русі фарби;

$x_{11} \div x_{1n}, \dots, x_{m0} \div x_{mn}$ — множина товщин шарів фарби в точках контакту горизонтально розміщених валиків; $y_{11} \div y_{m1}, \dots, y_{n1} \div y_{nm}$ — товщина шарів фарби в контактних точках вертикально розміщених валиків; α — коефіцієнт розподілення шару фарби між валиками після виходу із зони контакту; β — коефіцієнт розподілення шару фарби між останнім валиком чи формою і стрічкою; h_0, h_c — товщина шарів фарби на вході в розкочувальну групу і на виході, що передається на стрічку. Товщина шару фарби в точці підведення її від системи живлення до будь-якого крайнього валика позначається через $x_{10} \div x_{m0}$ або $y_{01} \div y_{0n}$.

На основі системи рівнянь і схеми з'єднань валиків побудована структурна схема (рис. 2) моделі паралельно з'єднаних валиків розкочувально-накатної групи. Складається вона з двох рядів паралельно з'єднаних валиків, загальна кількість яких дорівнює восьми.

Використовуючи теорему Мейсона [3], за структурною схемою (рис.2) запишемо залежність товщини шару фарби на стрічці від товщини шару фарби, що потрапляє на вхід розкочувальної групи валиків:

$$h_c(z) = \frac{\alpha^4 \beta z^{-3} - \alpha^6 \beta (1-\alpha)^2 z^{-12} - \alpha^6 \beta (1-\alpha)^3 (1+\alpha) z^{-16}}{\Delta(z)} h_0(z). \quad (2)$$

Оператор z^{-1} можна розглядати як затримку в передачі фарби на час періоду дискретності, тобто на 1/4 оберту валика.

Визначник структурної схеми моделі характеризує контурну частину схему і має такий вигляд:

$$\begin{aligned} \Delta(z) = & 1 - [W_1(z) + W_2(z) + W_3(z) + W_4(z) + W_5(z) + W_6(z) + \\ & + W_7(z) + W_8(z) + W_9(z) + W_{10}(z)] + \\ & + W_1(z)[W_3(z) + W_4(z) + W_6(z) + W_7(z) + W_8(z) + W_{10}(z)] + \\ & + W_2(z)[W_4(z) + W_5(z) + W_7(z) + W_8(z) + W_{10}(z)] + \\ & + W_3(z)[W_5(z) + W_6(z) + W_8(z) + W_9(z)] + \\ & + W_4(z)[W_5(z) + W_6(z) + W_7(z) + W_9(z)] + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& +W_5(z)[W_7(z) + W_8(z) + W_{10}(z)] + W_6(z)[W_8(z) + W_{10}(z)] + \\
& +W_9(z)[W_7(z) + W_8(z) + W_{10}(z)] - W_1(z)W_3(z)[W_6(z) + W_8(z)] - \\
& -W_1(z)W_4(z)[W_6(z) + W_7(z)] - W_1(z)W_6(z)[W_8(z) + W_{10}(z)] - \\
& -W_2(z)W_4(z)[W_5(z) + W_7(z)] - W_2(z)W_5(z)[W_7(z) + W_8(z)] - \\
& -W_3(z)W_5(z)W_8(z) - W_4(z)W_5(z)W_7(z) + \\
& +W_1(z)W_3(z)W_6(z)W_8(z), \quad (3)
\end{aligned}$$

де передаточні функції замкнутих контурів дорівнюють:

$$\begin{aligned}
W_1(z) &= (1 - \alpha)^2 z^{-4} & W_2(z) &= \alpha^2 (1 - \alpha)^2 z^{-4} \\
W_3(z) &= \alpha^2 (1 - \alpha) z^{-4} & W_4(z) &= \alpha^2 (1 - \alpha) z^{-4} \\
W_5(z) &= \alpha (1 - \alpha) z^{-4} & W_6(z) &= \alpha (1 - \alpha)^2 z^{-4} \\
W_7(z) &= \alpha (1 - \alpha)^2 z^{-4} & W_8(z) &= \alpha (1 - \alpha) z^{-4} \\
W_9(z) &= \alpha^2 (1 - \alpha)^2 z^{-6} & W_{10}(z) &= \alpha^3 (1 - \alpha)^2 z^{-8}.
\end{aligned}$$

Після підстановки вищенаведених рівнянь у вираз (3) і перетворень залежність (2) набуває такого вигляду:

$$h'_c(z) = \frac{b_1 z^{-8} + b_2 z^{-12} + b_3 z^{-16}}{a_0 + a_1 z^{-4} + a_2 z^{-6} + a_3 z^{-8} + a_4 z^{-10} + a_5 z^{-12} + a_6 z^{-14} + a_7 z^{-16}} h_b(z), \quad (4)$$

де $b_1 = \alpha^4 \beta$; $b_2 = -\alpha^6 \beta (1 - \alpha)^2$; $b_3 = \alpha^6 \beta (1 - \alpha)^3 (1 + \alpha)$.

З останнього виразу видно, що процес розкочування і передачі фарби при паралельному з'єднанні валиків є інерційним із запізненням. Динаміка передачі фарби визначається знаменником рівняння (4).

За структурною схемою (див. рис.2) можна записати залежність для визначення зміни товщини шару на валику, що нас цікавить, від товщини шару фарби $h'_0(z)$, яка подається на перший валик розкочувальної групи, або від товщини фарби на будь-якому валику розкочувальної системи.

Як показали результати аналітичного дослідження, аналогічним до (2) виразом описуватиметься процес розкочування і передачі фарби від валика 21 до стрічки, якщо фарбу буде наносити на неї валик 24. Подібними будуть рівняння, що описуватимуть процес передачі фарби від валика 11 до валика 24 і від валика 21 до валика 14.

На основі математичної моделі та її структурних схем розроблена програма для комп'ютерного моделювання процесів, які відбуваються в розкочувальній групі паралельно до з'єднаних валиків. У результаті моделювання на ЕОМ можна отримати графічні залежності зміни товщини шару на будь-якому валику чи стрічці в реальному часі.

1. Алексеев Г.А. Красочные аппараты ротационных машин высокой и плоской печати. М., 1890. 2. Казакевич В.В., Избицкий Э.И. Системы автоматического управления полиграфическими процессами. М., 1978. 3. Луцків М.М. Системи автоматичного керування ротативними машинами з пружними зв'язками. К., 1991.

Стаття надійшла до редколегії 24.01.97