

УДК 681.624

М.І.Верхола, М.М.Луцків, В.Ф.Паньків
**ПОСЛІДОВНЕ З'ЄДНАННЯ ГРУП ФАРБОВИХ
ВАЛИКІВ З КРАТНИМИ ДІАМЕТРАМИ**

У розкочуванні фарби, яка надходить у розкочувальну систему, беруть участь усі валики. Фарба розкочується шляхом переходу частини її на поверхню другого тіла, тобто з валика на валик при їх силовій взаємодії. При цикловому друкуванні з обмеженим часом циклу багаторазове розщеплення початкової товщини шару фарби можливе при наявності декількох розкочувальних валиків. Ці можливості зростають, якщо кожний з валиків за цикл друкування здійснить якомога більше обертів і якщо діаметри валиків неоднакові.

Розглянемо процес розкочування суцільного шару фарби і передачу його на стрічку в послідовно розміщених групах фарбових валиків друкарських машин, які складаються з двох послідовно з'єднаних груп фарбових валиків. Припустимо, що в першій групі r валиків заданого діаметра, у другій — m -г валиків, діаметри яких у K разів більші від діаметрів валиків першої групи. Загальна кількість валиків m . Схема з'єднання груп фарбових валиків наведена на рис. 1.

Процес розкочування шару фарби у фарбовому апараті є ступеневою функцією часу. Товщина шару фарби на валиках і стрічці змінюється в дискретні моменти часу проходження шару через точки контакту і залишається незмінною протягом часу півоберту валика меншого діаметра.

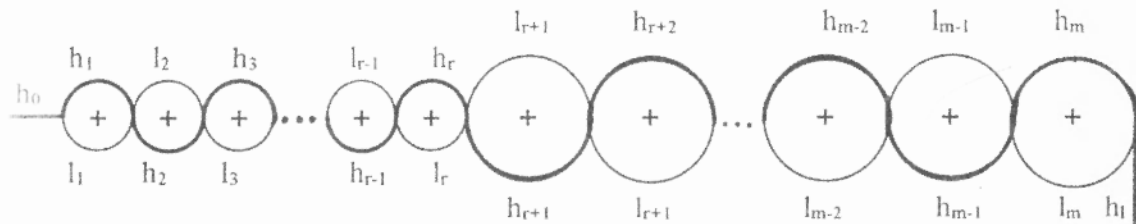


Рис. 1. Схема з'єднання груп фарбових валиків.

Подано процес розкочування фарби за допомогою дискретного перетворення Лапласа у вигляді z -перетворення. На основі відомих співвідношень для процесу розкочування фарби в парі валиків [1], відповідно до схеми (рис. 1), запишемо систему рівнянь, які відображають процес розкочування шару фарби з врахуванням діаметрів валиків:

$$\begin{aligned}
 x_0(z) &= h_0(z) + l_1(z) \\
 h_1(z) &= x_0(z)z^{-1} \\
 x_1(z) &= h_1(z) + l_2(z) \\
 l_1(z) &= (1 - \alpha)x_1(z)z^{-1} \\
 h_2(z) &= \alpha x_1(z)z^{-1} \\
 x_2(z) &= h_2(z) + l_3(z) \\
 l_2(z) &= (1 - \alpha)x_2(z)z^{-1} \\
 &\dots\dots\dots \\
 x_{r-1}(z) &= h_{r-1}(z) + l_r(z) \\
 l_{r-1}(z) &= (1 - \alpha)x_{r-1}(z)z^{-1} \\
 h_r(z) &= \alpha x_{r-1}(z)z^{-1} \\
 x_r(z) &= h_r(z) + l_{r+1}(z) \\
 l_r(z) &= (1 - \alpha)x_r(z)z^{-1} \\
 h_{r+1}(z) &= \alpha x_r(z)z^{-k} \\
 x_{r+1}(z) &= h_{r+1}(z) + l_{r+2}(z) \\
 &\dots\dots\dots \\
 x_{m-1}(z) &= h_{m-1}(z) + l_m(z) \\
 l_{m-1}(z) &= (1 - \alpha)x_{m-1}(z) \\
 h_m(z) &= \alpha x_{m-1}(z)z^{-k} \\
 x_m(z) &= h_m(z) \\
 l_m(z) &= (1 - \beta)x_m z^{-k}
 \end{aligned}$$

$$h_c(z) = \beta h_m(z) z^{-1}, \quad (1)$$

де $h_1, h_2, h_3, \dots, h_r, \dots, h_m$ — товщина шару фарби на валиках прямого потоку перед точкою контакту; $l_1, l_2, l_3, \dots, l_r, \dots, l_m$ — товщина шару фарби на валиках при зворотному потоці фарби перед точкою контакту на відповідних валиках; $x_0, x_1, x_2, \dots, x_r, \dots, x_m$ — товщина шару фарби в точках контакту валиків; α — коефіцієнт розподілення шару фарби після її виходу з точки контакту валиків; β — коефіцієнт розподілення шару фарби між останнім валиком (формою) і стрічкою; h_0 — товщина шару фарби, що подається на перший валик; h_c — товщина шару фарби на стрічці.

Фізично оператор z^{-1} та z^{-k} можна розглядати як зсув (затримку) шару фарби на час періоду дискретності (півоберту валика малого діаметра) та на k періодів.

На основі системи рівнянь побудована структурна схема моделі (рис. 2) послідовно з'єднаних фарбових груп з кратними діаметрами. Структурні методи аналізу мають ряд істотних переваг перед класичними і широко використовуються в теорії автоматичного керування, є зручними для моделювання на ЕОМ.

Безпосередньо за структурною схемою на підставі теореми Мейсона [2] запишемо залежність товщини шару фарби на стрічці від товщини шару фарби, що подається на перший валик:

$$h_c(z) = \frac{\beta \alpha^{m-1} z^{-(r+(m-r+1)k}}{\Delta(z)} h_0(z). \quad (2)$$

Визначник структурної схеми моделі характеризує контурну частину схеми і визначається за теоремою Мейсона [2]:

$$\Delta(z) = 1 + \sum W_i(z) + \sum W_i(z)W_j(z) + \sum W_i(z)W_j(z)W_r(z) + \dots, \quad (3)$$

де $W_i(z)$ — передаточні функції незалежних замкнутих контурів структурної схеми моделі; $W_i(z)W_j(z)$ — добуток передаточних функцій незалежних пар замкнутих контурів, які не дотикаються; $W_i(z)W_j(z)W_r(z)$ — добуток передаточних функцій незалежних трійок замкнутих контурів, які взаємно не дотикаються.

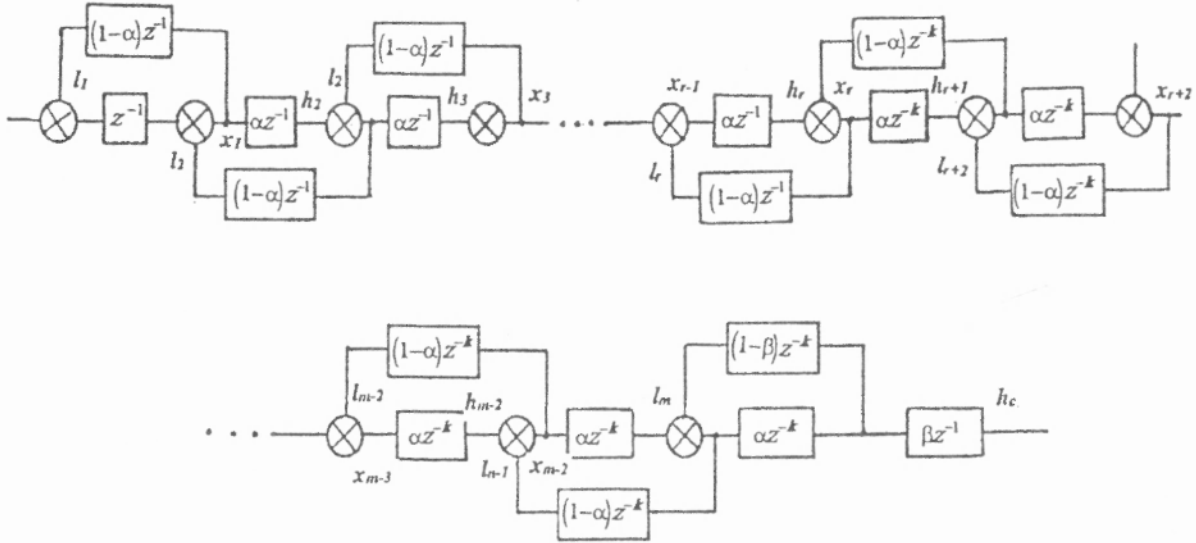


Рис. 2. Структурна схема моделі послідовно з'єднаних груп фарбових валиків.

$$\begin{aligned}
 \sum W_i(z)W_j(z)W_r(z) = & -W_1(z)W_1(z)W_1(z) + W_2(z) + W_7(z) + W_8(z) + \dots + W_m(z) - \\
 & -W_1(z)W_4(z)[W_6(z) + W_7(z) + W_8(z) + \dots + W_m(z)] - \\
 & -W_1(z)W_5(z)[W_7(z) + W_8(z) + W_9(z) + \dots + W_m(z)] - \\
 & \dots \dots \dots \\
 & -W_1(z)W_5(z)W_m(z) - \\
 & \dots \dots \dots \\
 & -W_2(z)W_4(z)[W_6(z) + W_7(z) + W_8(z) + \dots + W_m(z)] - \\
 & -W_2(z)W_5(z)[W_7(z) + W_8(z) + \dots + W_m(z)] - \\
 & \dots \dots \dots \\
 & -W_2(z)W_6(z)W_m(z) - \\
 & \dots \dots \dots \\
 & -W_{m-4}(z)W_{m-2}(z)W_m(z). \tag{9}
 \end{aligned}$$

Аналогічно визначаються суми добутків четвірок, п'ятірок і т.д. замкнутих контурів, які не дотикаються.

Після підстановки (3) в (2) з врахуванням (5)–(9) і перетворень залежність (2) набуває вигляду

$$h_c(z) = \frac{\alpha^{m-1} \beta z^{-(r+(m-r+1)k)}}{a_0 + a_1 z^{-2} + a_2 z^{-4} + \dots + a_r z^{-(r+(m-r+1)k)}} h_0(z). \tag{10}$$

З (10) випливає, що процес розкочування фарби в послідовно з'єднаних фарбових групах з кратними діаметрами валиків є інерційним процесом із запізненням. Запізнення визначається часом проходження фарби від першого валика до стрічки.

Залежність товщини шару фарби на валиках, які розміщені перед стрічкою,

$$h_m(z) = \frac{\alpha^{m-1} z^{-(r+(m-r)k)}}{a_0 + a_1 z^{-2} + a_2 z^{-4} + \dots + a_r z^{-(r+(m-r)k)}} h_0(z);$$

$$h_{m-1}(z) = \frac{\alpha^{m-1} (b_0 + b_1 z^{-k}) z^{-(r+(m-r)k)}}{a_0 + a_1 z^{-2} + a_2 z^{-4} + \dots + a_r z^{-(r+(m-r)k)}} h_0(z);$$
$$h_{m-2}(z) = \frac{\alpha^{m-2} (b_0 + b_1 z^{-k} + b_2 z^{-2k}) z^{-(r+(m-r)k)}}{a_0 + a_1 z^{-2} + a_2 z^{-4} + \dots + a_r z^{-(r+(m-r)k)}} h_0(z);$$
$$h_{r+1}(z) = \frac{\alpha^r (b_0 + b_1 z^{-k} + b_2 z^{-2k} + \dots + b_r z^{-(m-r)k}) z^{-(r+k)}}{a_0 + a_1 z^{-2} + a_2 z^{-4} + \dots + a_r z^{-(r+(m-r)k)}} h_0(z). \quad (11)$$

Зауважимо, що знаменники (10) та (11) є однаковими. Тому зміна товщини шару фарби в часі на всіх валиках буде подібною, але різною за товщиною і часом запізнення.

Одержані результати мають загальний характер, тому їх легко розповсюдити на інші типи з'єднань фарбових груп з різною кратністю діаметрів валиків. На основі одержаних моделей розроблено алгоритм і програму для комп'ютерного моделювання процесу розкочування фарби в послідовно з'єднаних фарбових групах з кратними діаметрами валиків.

1. Казакевич В.В., Избицкий Е.И. Системы автоматического управления полиграфическими процессами. М., 1978.
2. Луцків М.М. Системи автоматичного керування ротативними машинами з пружними зв'язками. К., 1991.

Стаття надійшла до редколегії 24.01.97