

СЕКЦІЯ
ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЇ
ПОЛІГРАФІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

УДК 681.624

МОДЕЛЬ ОСЬОВОГО РОЗКОЧУВАННЯ ФАРБИ У
ТРИВАЛКОВІЙ ФАРБОВІЙ ГРУПІ

М.І. Верхола, І.Б. Гук, М.М. Луцків

Розглядається задача побудови математичної моделі і графа колового й осьового розкочування фарби у фарбовій групі, яка складається з трьох фарбових валиків, один з яких розтиральний.

Рассматривается задача построения математической модели и графа кругового и осевого раскатывания краски в красочной группе, которая состоит из трех красочных валиков, один из которых растирочный.

Середній валик фарбової групи (рис.1) розтиральний і здійснює осьове переміщення. Поверхні фарбових валиків умовно поділені на поздовжні смуги однакової ширини, число яких відповідає кількості регулювальних гвинтів на дукторному ножі фарбового апарата. На перший валик, який обертається, надходить фарба у вигляді смуг, товщину яких можна змінювати регулювальними гвинтами. Другий валик, який має зворотно-поступальний рух здійснює поперечне перенесення фарби за рахунок осьового переміщення, а третій — відбір фарби з кожної смуги.

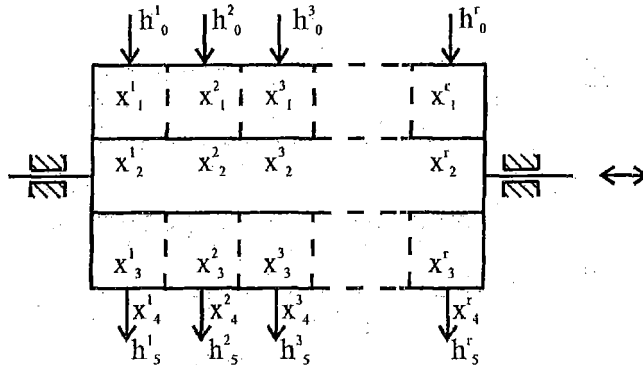


Рис.1. Схема фарбової групи

Для спрощення задачі при побудові моделі робимо такі допущення: осьове переміщення розтирального валика дорівнює ширині смуги, діаметри валиків різні, колова швидкість валиків більша за швидкість осьового переміщення розтирального валика, товщина шару фарби на валиках у межах окремої смуги між зонами контактів стала. Ці допущення дають підставу вважати розкочування фарби взаємозв'язаним багатовимірним процесом з коловим і осьовим переміщенням фарби та взаємними впливами смуг.

Розкочування фарби є дискретним процесом [1,2], тому для опису динамічного й усталеного режимів його зручно подати за допомогою дискретного z-перетворення [2,3]. На підставі відомих залежностей [1,2] за схемою (рис.1) з врахуванням осьового переміщення фарби та взаємних впливів смуг складено систему рівнянь, які описують процес розкочування фарби.

$$\begin{aligned} X_1^1(z) &= P_{12}^1(z) X_2^1(z) + P_{10}^1(z) h_0^1(z) \\ X_2^1(z) &= P_{21}^1(z) X_1^1(z) + P_{23}^1(z) X_3^1(z) + G_{22}^{12} X_2^2(z) \\ X_3^1(z) &= P_{32}^1(z) X_2^1(z) + P_{34}^1(z) X_4^1(z) + G_{32}^{12} X_3^2(z) \\ X_4^1(z) &= P_{43}^1(z) X_3^1(z) \\ h_5^1(z) &= P_{54}^1(z) X_4^1(z) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X^2_1(z) &= P^2_{12}(z) X^2_2(z) + P^2_{10}(z) h^2_0(z) \\
 X^2_2(z) &= P^2_{21}(z) X^2_1(z) + P^2_{23}(z) X^2_3(z) + G^{21}_{22}(z) X^1_2(z) + G^{23}_{22}(z) X^3_2(z) \\
 X^2_3(z) &= P^2_{32}(z) X^2_2(z) + P^2_{34}(z) X^2_4(z) + G^{21}_{33}(z) X^1_3(z) + G^{23}_{33}(z) X^3_3(z) \\
 X^2_4(z) &= P^2_{43}(z) X^2_3(z) \\
 h^2_5(z) &= P^2_{54}(z) X^2_4(z)
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 X^3_1(z) &= P^3_{12}(z) X^3_2(z) + P^3_{10}(z) h^3_0(z) \\
 X^3_2(z) &= P^3_{21}(z) X^3_1(z) + P^3_{23}(z) X^3_3(z) + G^{32}_{22}(z) X^2_2(z) + G^{34}_{22}(z) X^4_2(z) \\
 X^3_3(z) &= P^3_{32}(z) X^3_2(z) + P^3_{34}(z) X^3_4(z) + G^{32}_{33}(z) X^2_3(z) + G^{34}_{33}(z) X^4_3(z) \\
 X^3_4(z) &= P^3_{43}(z) X^3_3(z) \\
 h^3_5(z) &= P^3_{54}(z) X^3_4(z)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X^r_1(z) &= P^r_{12}(z) X^r_2(z) + P^r_{10}(z) h^r_0(z) \\
 X^r_2(z) &= P^r_{21}(z) X^r_1(z) + P^r_{23}(z) X^r_3(z) + G^{r,r-1}_{22}(z) X^{r-1}_2(z) \\
 X^r_3(z) &= P^r_{32}(z) X^r_2(z) + P^r_{34}(z) X^r_4(z) + G^{r,r-1}_{33}(z) X^{r-1}_3(z) \\
 X^r_4(z) &= P^r_{43}(z) X^r_3(z) \\
 h^r_5(z) &= P^r_{54}(z) X^r_4(z),
 \end{aligned}$$

де X_{ji} ($i=1,2,3,\dots,4; j=1,2,3,\dots,r$) — товщина смуг фарби у зонах подачі і контакту валиків; r — число смуг; h^j_0 — товщина смуг фарби, що подається на перший валик; h^j_5 — товщина смуг фарби, що відбирається з третього валика; $P^j_{i(i-1)}(z)$, $P^j_{(i-1)i}(z)$ — оператори передачі прямих і зворотних потоків смуг фарби колового розкочування; $P^j_{10}(z)$ — оператори подачі фарби на смуги; $P^j_{54}(z)$ — оператори відбору фарби зі смуг третього валика; $G^{j(i-1)}_i(z)$, $G^{j(i-1)}_i(z)$ — оператори передачі осьового переміщення смуг фарби, які характеризують взаємні впливи смуг.

Зазначимо, що одинарні верхні індекси при змінних і операторах відповідають номерам смуг, а бінарні верхні індекси при операторах $G(z)$ — взаємним зв'язкам смуг.

За системою рівнянь (1) побудовано сигнальний граф (рис.2) колового й осьового розкочування фарби у тривалковій фарбовій групі. Вхідними вузлами є товщини смуг фарби, що подається на відповідні зони першого валика. Вихідним вузлом відповідають товщини смуг фарби h^j_5 , після її відбору, а основним — товщини смуг фарби x^j_i у зонах контакту відповідних валиків. Вузли з'єднані дугами. Вертикальні дуги відповідають операторам передачі прямих і зворотних потоків колового розкочування фарби відповідних смуг. Горизонтальним дугам відповідають оператори передачі осьового переміщення фарби на відповідних смугах.

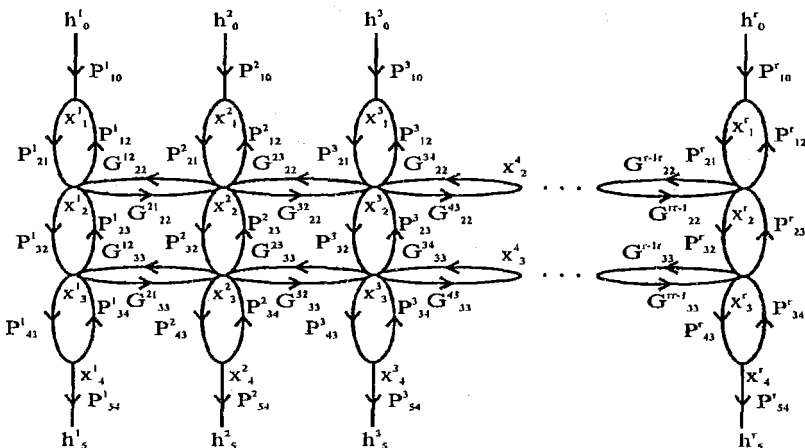


Рис.2. Сигнальний граф розкочування фарби

Сигнальний граф наочно відображає взаємні впливи смуг при коловому й осьовому розкочуванні фарби. Він є зручним для аналізу та моделювання на ЕОМ.

Використовуючи блочні матриці [3], подамо систему рівнянь (1) у матричній формі запису:

$$\begin{bmatrix} \bar{X}_1(z) \\ \bar{X}_2(z) \\ \bar{X}_3(z) \\ \vdots \\ \bar{X}_r(z) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{P}_{11}(z) & \bar{G}_{12}(z) & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 \\ \bar{G}_{21}(z) & \bar{P}_{22}(z) & \bar{G}_{23}(z) & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \bar{G}_{32}(z) & \bar{P}_{33}(z) & \bar{G}_{34}(z) & \dots & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & \bar{G}_{r-1}(z) & \bar{P}_r(z) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \bar{X}_1(z) \\ \bar{X}_2(z) \\ \bar{X}_3(z) \\ \vdots \\ \bar{X}_r(z) \end{bmatrix} +$$

$$+ \begin{bmatrix} \bar{P}_1(z) & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \bar{P}_2(z) & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \bar{P}_3(z) & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & \bar{P}_r(z) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \bar{H}_1(z) \\ \bar{H}_2(z) \\ \bar{H}_3(z) \\ \vdots \\ \bar{H}_r(z) \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де

$$\bar{X}_j(z) = \begin{bmatrix} X_1^j(z) \\ X_2^j(z) \\ X_3^j(z) \\ X_4^j(z) \\ X_5^j(z) \end{bmatrix}; \quad \bar{H}_j(z) = \begin{bmatrix} h_0^j(z) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad \bar{P}_j(z) = \begin{bmatrix} P_{10}^j(z) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

$$\bar{P}_y(z) = \begin{bmatrix} 0 & P_{12}^j(z) & 0 & 0 & 0 \\ P_{21}^j(z) & 0 & P_{23}^j(z) & 0 & 0 \\ 0 & P_{32}^j(z) & 0 & P_{34}^j(z) & 0 \\ 0 & 0 & P_{43}^j(z) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{54}^j(z) & 0 \end{bmatrix}; \quad \bar{G}_y(z) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & G_{22}^y(z) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & G_{33}^y(z) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Тут $\bar{X}_j(z)$ — блок векторів товщини смуг фарби у зонах контакту валиків; $\bar{H}_j(z)$ — блок векторів товщини смуг фарби, що подається на перший валик; $\bar{P}_j(z)$ — блочна матриця операторів подачі смуг фарби, яка надходить на перший валик; $\bar{P}_y(z)$ — блочна матриця операторів подачі прямих і зворотних потоків смуг фарби на відповідних валиках; $\bar{G}_y(z)$ — блочна матриця операторів смуг осьового переміщення фарби, що характеризує взаємні впливи сусідніх смуг, обумовлені осьовим переміщенням фарби.

Одержані залежності є основою для аналізу та побудови більш складних фарбових груп та моделювання на ЕОМ.

1. Алексеев Г.А. Красочные аппараты ротационных машин высокой и плоской печати. М., 1980. 2. Верхола М.І. Матрично-топологічний підхід до аналізу процесу розкочування фарби в друкарських машинах // Поліграфія і видавнича справа. 1997. № 33. С.153—158. 3. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. К., 1977.