

АНАЛІЗ РОБОТИ РОЗКОЧУВАЛЬНО- НАКОЧУВАЛЬНОЇ ГРУПИ ПРОСТОГО ФАРБОВОГО АПАРАТУ

*Михайло Верхола, Володимир Улич, Богдан
Ковальський*

Як відомо, фарбовий апарат служить для нанесення фарбового шару, який отримується в результаті багатократного розщеплення початкової порції фарби, на друкарську форму. Відсутність єдиної методики розрахунку і проектування призвели до появи великої кількості різних схем фарбових апаратів, які відрізняються один від одного будовою і параметрами. В більшості випадків для машин середнього і крупного форматів за базу приймаються чотири накочувальних валики. Апарати з трьома накочувальними валиками зустрічаються рідко. На малоформатних машинах апарати з трьома накочувальними валиками зустрічаються частіше, є машини і з двома накочувальними валиками. Апарати з одним накочувальним валиком зустрічаються дуже рідко, така структура виходить за рамки традиційної побудови фарбових апаратів.

В останні роки з виникненням великої кількості малих приватних поліграфічних підприємств і інформаційних агенств значно виріс попит на друкарські машини малого та середнього формату. Отже, слід очікувати значної модернізації і розробки саме цих типів машин.

Розглянемо роботу спрощеного варіанту розкочувально-накочувальної групи фарбового апарату з двома накочувальними валиками, схема якого приведена на рис.1.

Розглянемо процес передачі фарби від джерела до приймача — паперової стрічки. Приймемо, що фарба поступає на перший валик суцільним шаром і неперервно, а накатні валики є однакового діаметру. При передачі фарби з валика на валик відбувається сумування потоків в точці контакту і розділення їх після виходу з цієї точки. Отже, процес зміни товщини фарбових шарів проходить дискретно з різними періодами, які залежать від діаметру валиків, швидкості їх обертання, та схеми з'єднання.

Для математичного опису такого процесу скористаємося апаратом дискретних перетворень Лапласа [2] і схемою структури фарбового апарату, приведеною на рис.1.

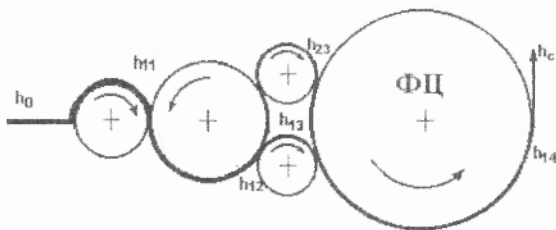


Рис. 1

Запишемо систему рівнянь, які описують процес передачі фарби розкочувально-накочувальною групою.

$$\begin{aligned}
 x_{10}(z) &= h_{10}(z) + l_{11}(z); & h_{23}(z) &= \alpha y_{12}(z) z^{-k_7}; \\
 h_{11}(z) &= x_{10}(z) z^{-k_1}; & y_{13}(z) &= h_{23}(z) + l_{14}(z); \\
 x_{11}(z) &= h_{11}(z) + l'_{12}(z); & l_{23}(z) &= (1 - \alpha) y_{12}(z) z^{-k_8}; \\
 l_{11}(z) &= (1 - \alpha) x_{11}(z) z^{-k_2}; & h_{14}(z) &= \alpha y_{13}(z) z^{-k_{11}}; \\
 h_{12}(z) &= \alpha x_{11}(z) z^{-k_3}; & x_{13}(z) &= h_{13}(z) + h'_{14}(z); \\
 x_{12}(z) &= h_{12}(z) + l_{13}(z); & h_{14}(z) &= x_{13}(z) z^{-k_8}; \\
 h_{13}(z) &= \alpha x_{12}(z) z^{-k_5}; & x_{14}(z) &= h_{14}(z); \\
 l_{12}(z) &= (1 - \alpha) x_{12}(z) z^{-1}; & l_{14}(z) &= (1 - \beta) x_{14}(z) z^{-k_{10}}; \\
 y_{12}(z) &= l_{12}(z) + l_{23}(z); & h_c(z) &= \beta h_{14}(z) z^{-1}. \\
 l'_{12}(z) &= (1 - \alpha) y_{12}(z) z^{-k_4};
 \end{aligned} \tag{1}$$

де $x_{10} - x_{14}$ — товщина шару фарби в точках контакту обертових тіл; $h_{11} - h_{14}$, $l_{11} - l_{14}$ — товщини шару фарби прямого і зворотнього потоків перед точкою їх контакту; $k_1 - k_{11}$ — коефіцієнти приведення періодів дискретності до найменшого; α, β — коефіцієнти ділення шару фарби між валиками і формним циліндром та папером відповідно; h_0, h_c — це товщини шарів фарби на вході в розкочувально-накочувальну групу і на стрічці. Коефіцієнти

приведення можна визначити із співвідношень шляхів проходження фарби між точками контакту валиків, формного циліндра з валиками і паперовою стрічкою до найменшого шляху.

Фізично оператори z^{-1} та z^{-k_i} можна розглядати як запізнення в передачі фарби від однієї точки контакту до іншої на найменшій ділянці шляху та на i -их ділянках.

На основі системи рівнянь (1) і схеми (рис.1) розроблена структурна схема моделі процесу розкочування і передачі фарби в простому фарбовому апараті, яка показана на рис.2. Структурні методи аналізу мають ряд переваг над класичними, в зв'язку з тим, що вони є зручними для комп'ютерного моделювання.

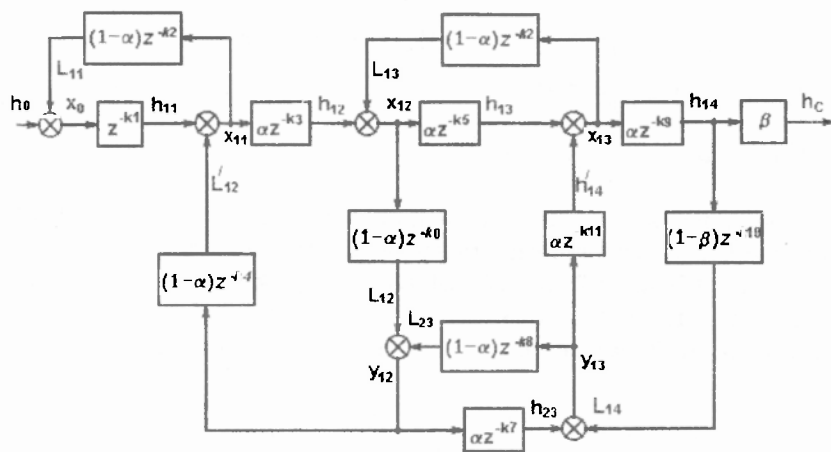


Рис. 2

Проведемо аналітичний аналіз роботи розкочувально-накочувальної групи. За структурною схемою, використовуючи теорему Мейсона [1] запишемо залежність товщини шару фарби на стрічці від товщини шару, який поступає на перший валик розкочувальної групи

$$h_c(z) = \frac{\alpha^3 \beta z^{-[k_1+k_3+k_5+k_9]} [1 - \alpha(1-\alpha)z^{-[k_7+k_9]}]}{\Delta(z)} h_0(z) + \frac{\alpha^4 (1-\alpha) \beta z^{-[k_1+k_3+k_0+k_7+k_{11}+k_9]}}{\Delta(z)} h_0(z); \quad (2)$$

Визначник структурної схеми моделі характеризує контурну частину схеми і визначається наступним чином

$$\begin{aligned}\Delta(z) = & 1 - (W_1(z) + W_2(z) + W_3(z) + W_4(z) + W_5(z) + W_6(z)) + \\ & + W_1(z)(W_3(z) + W_4(z) + W_5(z)) + W_2(z)W_5(z) + \\ & + W_3(z)W_4(z) + W_1(z)W_3(z)W_4(z).\end{aligned}\quad (3)$$

де передаточні функції незалежних замкнутих контурів будуть дорівнювати:

$$\begin{aligned}W_1(z) &= (1 - \alpha)z^{-(k1+k2)}; & W_4(z) &= \alpha(1 - \alpha)z^{-(k0+k1+k4)}; \\ W_2(z) &= \alpha(1 - \alpha)z^{-(k5+k6)}; & W_5(z) &= \alpha(1 - \alpha)z^{-(k7+k8)}; \\ W_3(z) &= \alpha(1 - \beta)z^{-(k10+k11)}; \\ W_6(z) &= \alpha^3(1 - \alpha)^2(1 - \beta)z^{-(k3+k4+k5+k8+k9+k10)}\end{aligned}\quad (4)$$

Коефіцієнти приведення визначаються із схеми структури фарбового апарату і приймають наступні значення: $k0=1$; $k1=k2=2$; $k3=k4=2,5$; $k5=k8=1,2$; $k6=k7=2,4$; $k3=k4=2,5$; $k9=k10=10$; $k11=1,5$.

Після підстановки цих значень в систему рівняння (3), з врахуванням (2), залежність (1) прийме наступний вид

$$h_c(z) = \frac{b_3 z^{-19,4} + b_2 z^{-18,9} + b_1 z^{-15,7}}{\Delta(z)} h_0(z), \quad (5)$$

де

$$\begin{aligned}\Delta(z) = & a_{10}z^{-27,5} + a_9z^{-27,4} + a_8z^{-25,5} + a_7z^{-21,5} + a_6z^{-11,2} + \\ & + a_5z^{-7,6} + a_4z^{-7,2} + a_3z^{-6} + a_2z^{-4} + a_1z^{-3,6} + 1; \\ b_3 &= \alpha^4\beta(1 - \alpha); \quad b_2 = -\alpha^4\beta(1 - \alpha); \quad b_1 = \alpha^3\beta; \\ a_{10} &= \alpha^3(1 - \alpha)^2(1 - \beta); \quad a_9 = -\alpha^3(1 - \alpha)^2(1 - \beta); \\ a_8 &= \alpha^2(1 - \alpha)(1 - \beta); \quad a_7 = -\alpha^2(1 - \beta); \\ a_6 &= -\alpha^2(1 - \alpha)^3; \quad a_5 = 2\alpha(1 - \alpha)^2; \quad a_4 = \alpha^2(1 - \alpha)^2; \\ a_3 &= -\alpha(1 - \alpha); \quad a_2 = -(1 - \alpha); \quad a_1 = -2\alpha(1 - \alpha).\end{aligned}$$

Вираз (5) описує процес переміщення фарби від джерела до стрічки в динаміці.

Коефіцієнти чисельника і знаменника полінома (5) визначаються через α і β , і їх значення приведені в Табл.1 і Табл.2.

Таблиця 1

	$\beta=0,5$				$\alpha=0,5$		
	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,4$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,6$	$\beta=0,2$	$\beta=0,4$	$\beta=0,6$
a_{10}	0,003	0,058	0,016	0,017	0,025	0,019	0,013
a_9	-0,003	-0,058	-0,016	-0,017	-0,025	-0,019	-0,013
a_8	0,016	0,048	0,063	0,072	0,100	0,075	0,050
a_7	-0,020	-0,080	-0,125	-0,180	-0,200	-0,150	-0,100
a_6	-0,020	-0,035	-0,031	-0,023	-0,031	-0,031	-0,031
a_5	0,256	0,288	0,250	0,192	0,250	0,250	0,250
a_4	0,026	0,058	0,063	0,058	0,063	0,063	0,063
a_3	-0,160	-0,240	-0,250	-0,240	-0,250	-0,250	-0,250
a_2	-0,800	-0,600	-0,500	-0,400	-0,500	-0,500	-0,500
a_1	-0,320	-0,480	-0,5	-0,480	-0,500	-0,500	-0,500

Таблиця 2

	$\beta=0,5$				$\alpha=0,5$		
	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,4$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,6$	$\beta=0,2$	$\beta=0,4$	$\beta=0,6$
b_3	0,001	0,008	0,016	0,072	0,006	0,013	0,019
b_2	-0,001	-0,008	-0,016	-0,072	-0,006	-0,013	-0,019
b_1	0,004	0,032	0,063	0,108	0,025	0,050	0,075

При постійній подачі фарби на вході $h_0(z)$, швидкість наростання товщини шару фарби на стрічці залежить від кількості

фарбових валиків, коефіцієнтів ділення фарбового шару між валиками, формним циліндром і паперовою стрічкою та будови (структури) фарбового апарату.

Виходячи із структурної схеми моделі визначимо як будуть змінюватись величини фарбових шарів на накатних валиках.

$$h_{13}(z) = \frac{b_3 z^{-5,7} + b_2 z^{-9,3} + b_1 z^{-27,2}}{\Delta(z)} h_0(z) \quad (6)$$

$$h_{23}(z) = \frac{b_3 z^{-7,9} + b_2 z^{-29,3}}{\Delta(z)} h_0(z) \quad (7)$$

Значення коефіцієнтів чисельника виразу (6) приведено в Табл.3, а для чисельника (7) в Табл.4.

Таблиця 3

	$\beta=0,5$				$\alpha=0,5$		
	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,4$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,6$	$\beta=0,2$	$\beta=0,4$	$\beta=0,6$
b_3	-0,001	-0,013	-0,031	-0,065	-0,050	-0,038	-0,025
b_2	-0,006	-0,038	-0,063	-0,086	-0,063	-0,063	-0,063
b_1	0,040	0,160	0,250	0,360	0,250	0,250	0,250

Таблиця 4

	$\beta=0,5$				$\alpha=0,5$		
	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,4$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,6$	$\beta=0,2$	$\beta=0,4$	$\beta=0,6$
b_3	-0,001	-0,008	-0,016	-0,026	-0,025	-0,013	-0,013
b_1	0,016	0,096	0,125	0,154	0,125	0,125	0,125

Залежності (6) і (7) відрізняються між собою лише чисельниками, знаменники їх є однаковими при різних значеннях α і β . Отже, процес зміни товщини шарів фарби на накатних валиках буде залежати від коефіцієнтів ділення α і β , кількості та діаметрів валиків розкочувально-накочувальної групи, та шляху проходження фарбових потоків.

На базі математичної та структурної моделі простого фарбового апарату розроблений алгоритм і програма, за допомогою якої можна провести дослідження розкочувально-накочувальної групи на ЕОМ.

Література

1. Луцків М.М. Системи автоматичного керування ротаційними машинами з пружними зв'язками. К.: 1991. - 71 с.
2. Рабинер П., Гоулд Б. Терия и применение цифровой обработки сигналов. М.: 1978 - 848 с.