

ПРОЦЕС СУМІЩЕННЯ ФАРБ НА РУЛОННИХ ДРУКАРСЬКИХ ТРАФАРЕТНИХ МАШИНАХ.

Юрій Шульжик

Розглянемо стрічкопровідну систему багатофарбової рулонної друкарської трафаретної машини, схема якої показана на рис.1. Характерною особливістю трафаретних машин є неперервно-дискретне переміщення стрічкового матеріалу, що їх відрізняє

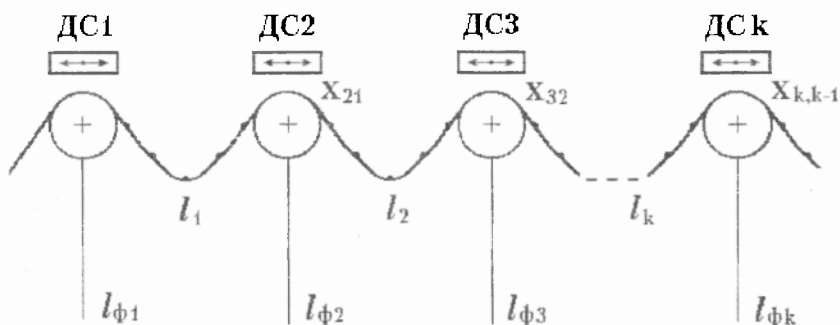


Рис. 1 Схема стрічкопровідної системи

від інших рулонних друкарських машин. При робочому ході відбувається процес друкування, а при холостому ході опорний циліндр і стрічка вистоюють. При холостому ході трафаретна форма піднімається і повертається у вихідне положення.

При переміщенні та вистої стрічкового матеріалу на стрічці виконуються різні технологічні операції. Наприклад, друкування та сушіння, які викликають значну деформацію (видовження або усадку) стрічки. Приводні механізми опорних циліндрів і трафаретної форми можуть мати неузгоджені переміщення внаслідок різних причин. Тому, внаслідок цих та інших причин виникає зміщення фарб на друкарських відбитках, що призводить до погіршення якості друкованої продукції і вони можуть бути причиною браку.

Проведений аналіз показав, що в рулонних друкарських

трафаретних машинах можливі три основні способи створення регулюючої дії, направленої на приведення фарб:

- одночасною зміною фази (положення) опорного циліндра та трафаретної форми;
- зсувом фази опорних циліндрів;
- зміною положення плоскої трафаретної форми відносно каретки подачі.

Аналогічна регулююча дія шляхом зміни фази друкарських циліндрів створюється в рулонних друкарських машинах. Тому, ми зупинимося на регулюючій дії, створеній шляхом зсуву фази опорних циліндрів. При цьому зміна фази опорних циліндрів не впливає на положення трафаретної форми.

Для спрощення задачі приймаємо, що стрічка є пружним матеріалом і не проковзує відносно опорних циліндрів, а процес зміщення фарб є неперервним процесом. При таких допущеннях запишемо зміну довжини стрічки на вході k -ої ділянки за рахунок усадки стрічки та зсуву фази опорних циліндрів в операторній формі запису [1]

$$l_{k\text{вх}}(s) = \frac{1}{T_{k-1}s - 1} l_{\dots}(s) + \frac{T_{k-1}s}{T_{k-1}s - 1} [l_{\phi k-2}(s) - l_{\phi k-1}(s)], \quad (1)$$

де T_{k-1} — час проходження стрічки між опорними циліндрами, l_{k-1} — усадка стрічки на попередній ділянці, $l_{\phi k-1}, l_{\phi k-2}$ — лінійне зміщення стрічки за рахунок зсуву фази відповідних опорних циліндрів.

Аналогічно можна записати зміну довжини стрічки на виході k -ої ділянки в операторній формі запису

$$l_{k\text{вих}}(s) = \frac{1}{T_k s - 1} l_k(s) + \frac{T_k s}{T_k s - 1} [l_{\phi k}(s) - l_{\phi k-1}(s)]. \quad (2)$$

Зміщення фарб $X_{c,k-1}$ на даній друкарській секції відносно фарби, нанесеної на попередній друкарській секції, визначається як інтеграл різниці зміни довжини стрічки на виході і вході ділянки з врахуванням запізнення [1] при умові, що трафаретна форма не змінює свого положення відносно каретки подачі в операторній формі запису

$$X_{k,k-1}(s) = \frac{1}{s} [l_{k\text{вих}}(s) - e^{-T_k s} l_{k\text{вх}}(s)] + l_{\phi k}(s). \quad (3)$$

Підкреслимо, що зсув фази опорних циліндрів викликає безо-

середню регулюючу дію на даній друкарській секції, яку будемо називати власною регулюючою дією та додаткову дію на зміщення фарб на наступних друкарських секціях (взаємна регулююча дія).

Розглянемо процес зміщення фарб при їх послідовному нанесенні на рухому стрічку на багатофарбовій рулонній друкарській трафаретній машині при наявності тільки регулюючої дії з врахуванням її впливу на наступних друкарських секціях.

Приймаємо, що фаза першого опорного циліндра не регулюється, тобто зміна фази $l_{\varphi_1} = 0$. Тоді із (3), послідовно приймаючи в (1) та (2) $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots$, отримаємо залежність зміщення фарб на даній секції відносно фарби нанесеної на попередній секції при наявності регулюючої дії

$$X_{21}(s) = \left(1 + \frac{1}{T_1 s + 1} \right) l_{\varphi_2}(s); \quad (4)$$

$$X_{32}(s) = \left(1 + \frac{1}{T_2 s + 1} \right) l_{\varphi_3}(s) + \left[\frac{T_1}{T_2 (T_1 s + 1)} \left(\frac{1}{T_2 s + 1} - e^{-T_1 s} \right) - \frac{1}{T_1 s + 1} + e^{-T_2 s} \right] l_{\varphi_2}(s);$$

$$X_{43}(s) = \left(1 + \frac{1}{T_3 s + 1} \right) l_{\varphi_4}(s) + \left[\frac{T_2}{T_3 (T_2 s + 1)} \left(\frac{1}{T_3 s + 1} - e^{-T_2 s} \right) - \frac{1}{T_3 s + 1} + e^{-T_3 s} \right] l_{\varphi_3}(s) + \left(\frac{1}{T_3 s + 1} - e^{-T_3 s} \right) \times \left[\frac{T_2}{T_3 (T_2 s + 1) (T_1 s + 1)} - \frac{1}{T_2 s + 1} \right] l_{\varphi_2}(s);$$

$$\begin{aligned}
 X_{54}(s) = & \left(1 + \frac{1}{T_4 s + 1}\right) l_{\phi 5}(s) + \left[\frac{T_3}{T_4 (T_3 s + 1)} \left(\frac{1}{T_4 s + 1} - e^{-T_4 s} \right) - \right. \\
 & \left. \frac{1}{T_4 s + 1} + e^{-T_4 s} \right] l_{\phi 4}(s) + \left(\frac{1}{T_3 s + 1} - e^{-T_4 s} \right) \times \\
 & \times \left[\frac{T_2}{T_4 (T_3 s + 1)(T_2 s + 1)} - \frac{1}{T_3 s + 1} \right] l_{\phi 2}(s) + \left(\frac{1}{T_4 s + 1} + e^{-T_4 s} \right) \times \\
 & \times \left[\frac{T_1}{T_4 (T_3 s + 1)(T_2 s + 1)(T_1 s + 1)} - \frac{1}{(T_3 s + 1)(T_2 s + 1)} \right] l_{\phi 2}(s);
 \end{aligned}$$

\vdots

$$\begin{aligned}
 X_{k,k-1}(s) = & \left(1 + \frac{1}{T_{k-1} s + 1}\right) l_{\phi k}(s) + \left[\frac{T_{k-2}}{T_{k-1} (T_{k-2} s + 1)} \times \right. \\
 & \times \left(\frac{1}{T_{k-1} s + 1} - e^{-T_k s} \right) - \frac{1}{T_{k-1} s + 1} + e^{-T_{k-1} s} \left. \right] l_{\phi k-1}(s) + \\
 & + \left(\frac{1}{T_{k-1} s + 1} - e^{-T_{k-1} s} \right) \times \left[\frac{T_{k-3}}{T_{k-1} (T_{k-2} s + 1)(T_{k-3} s + 1)(T_{k-4} s + 1)} - \right. \\
 & \left. - \frac{1}{(T_{k-2} s + 1)(T_{k-3} s + 1)} \right] l_{\phi k-3}(s) + \dots + \left(\frac{1}{T_{k-1} s + 1} + e^{-T_{k-1} s} \right) \times \\
 & \times \left[\frac{T_{k-1}}{T_1 (T_{k-2} s + 1)(T_{k-3} s + 1) \dots (T_1 s + 1)} - \right. \\
 & \left. - \frac{1}{(T_{k-2} s + 1)(T_{k-3} s + 1) \dots (T_2 s + 1)} \right] l_{\phi 2}(s). \tag{5}
 \end{aligned}$$

Таким чином, процес зміщення фарб відносно регулюючої дії в рулонній друкарській трафаретній машині є інерційним багатомірним об'єктом, число входів і виходів якого визначається кількістю друкарських секцій. Зсув фази опорних циліндрів створює власну регулюючу дію, направлену на приведення фарб, яка накладається на даній секції. Ця регулююча дія впливає на зміщення фарб, які накладаються на наступних друкарських секціях, створюючи так звану взаємну регулюючу дію. Чим далі розміщена секція від місця прикладання регулюючої дії, то вплив регулюючої дії зменшується. Наявність в (5) знаків мінус свідчить про те, що вплив взаємної регулюючої дії поступово зменшується.

На основі залежностей (5) розроблено алгоритм і програму цифрового

моделювання процесу приведення фарб на рулонних друкарських трафаретних машинах.

На рис.2 представлені результати цифрового моделювання у вигляді графіків зміщення фарб при подачі одиничної ступеневої регулюючої дії на другій друкарській секції.

Реакція стрічкопровідної системи X_{11} на власну регулюючу дію значно відрізняється від реакції в звичайних друкарських машинах [2,3]. Спочатку зміщення фарб миттєво зростає до одиниці і поступово за експонентою зростає до двократного значення регулюючої дії. Початковий стрибок зміщення фарб пояснюється тим, що регулююча дія створена зміною фази опорного циліндра безпосередньо впливає на зміщення фарби на друкарській секції, а потім процес зміщення фарб відбувається за рахунок переміщення стрічки на ділянці, викликане зміною фази опорного циліндра. Перехідний процес закінчується приблизно за три сталих часу (24τ).

Регулююча дія, прикладена до опорного циліндра другої секції створює взаємну регулюючу дію, яка викликає зміщення фарби X_{12} протилежного знаку на третій секції. Спочатку зміщення X_{12} поступово зростає, а після часу рівного сталій часу ділянки (8τ) проходить різкий стрибок. Цей стрибок обумовлений часом проходження (транспортування) зміщеної фарби до наступної секції. Після стрибка зміщення фарби поступово зростає за експонентою і прямує до усталеного значення, яке дорівнює двократному значенню регулюючої дії.

Вплив взаємної регулюючої дії на зміщення фарби X_{43} на четвертій друкарській секції поступово зростає, досягаючи свого максимального значення, яке складає 0,2 від регулюючої дії, змінює

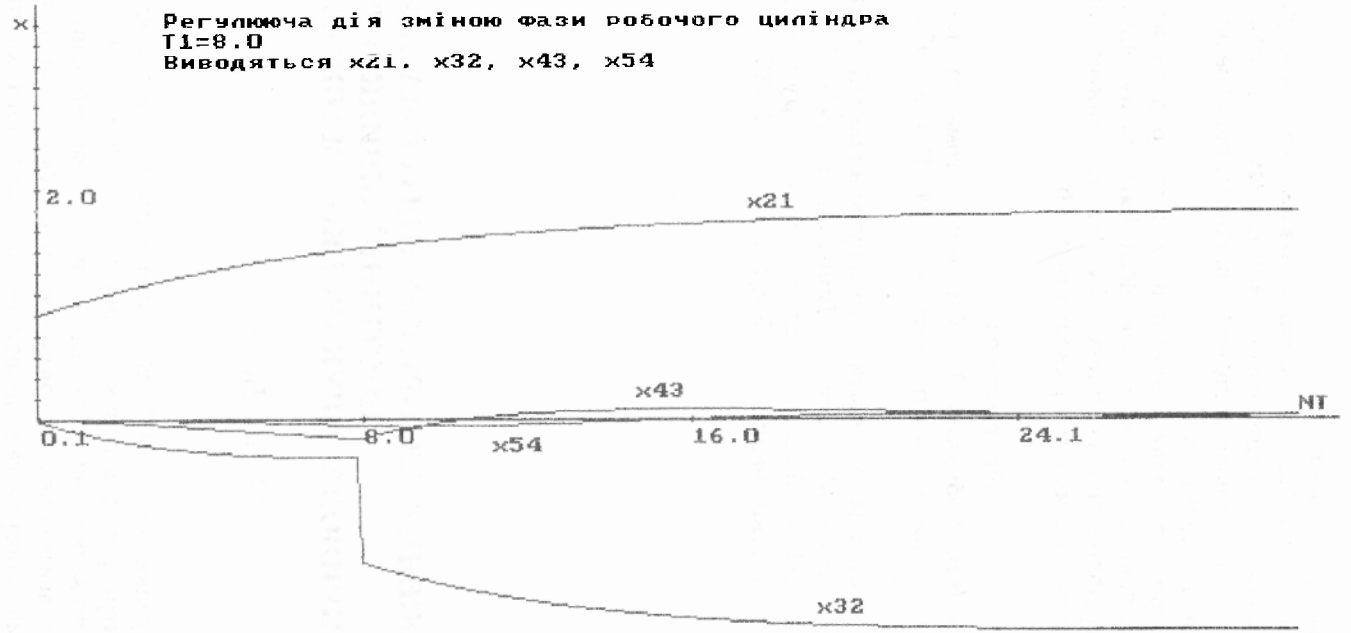


Рис.2 Графіки суміщення фарб

знак і поступово прямує до нуля.

Підкреслимо, що найбільший вплив взаємна регулююча дія має на наступній секції. Тому для компенсації впливу цієї взаємної регулюючої дії потрібно створити додатковий контур регулювання, який би компенсував цей вплив.

Результати цифрового моделювання наглядно представили характерні властивості процесу приведення фарб на рулонних друкарських трафаретних машинах і будуть корисними при розробці систем автоматичного приведення фарб.

Література

1. *Казакевич В.В., Избицкий Э.И.* Системы автоматического управления полиграфическими процессами. - М.: Книга, 1978. - 344с.

2. *Луцків М.М.* Системи автоматичного керування ротаційними машинами з пружними зв'язками. - К.:Вища школа, 1991. -71с.

3. *Шульжик Ю.О.* Модель руху стрічки на рулонній друкарській трафаретній машині. -Л.:УАД, 1995, - С. 76-82 .