

НЕПЕРЕРВНО-ДИСКРЕТНА МОДЕЛЬ СТРІЧКОВІДНОЇ ДІЛЯНКИ РУЛОННОЇ ДРУКАРСЬКОЇ ТРАФАРЕТНОЇ МАШИНИ

Юрій Шульжик

Рулонні друкарські трафаретні машини призначені для виготовлення високоякісної друкарської продукції. Характерною особливістю цих машин, яка їх відрізняє від інших рулонних друкарських машин, є дискретно-неперервний рух стрічкового матеріалу і потреба суміщення фарб для підвищення якості продукції.

На рис.1. зображена спрощена схема стрічковидної системи рулонної друкарської трафаретної машини, яка складається з двох друкарських секцій і ділянки стрічки, яка провисає, створюючи петлю. Опорні циліндри ОЦ1 і ОЦ2 циклічно переміщуються від механізмів приводу ПМ1 і ПМ2, які приводяться в рух від головного вала машини. За допомогою вакуумної системи стрічка щільно прилягає до опорних циліндрів і переміщується без проковзування разом з ними.

Плоскі трафаретні форми Ф1 та Ф2 приводяться в рух від каретки подачі, яка здійснює зворотньо-поступальний рух синфазно рухаючись із опорними циліндрами. При холостому ході каретки подачі форма піднімається і повертається у вихідне положення, а опорні циліндри та стрічка вистояють, залишаючись нерухомими до кінця циклу роботи машини. Припустимо, що при друкуванні додатково наносяться контрольні мітки невеликих розмірів, які використовуються для вимірювання зміщення фарб.

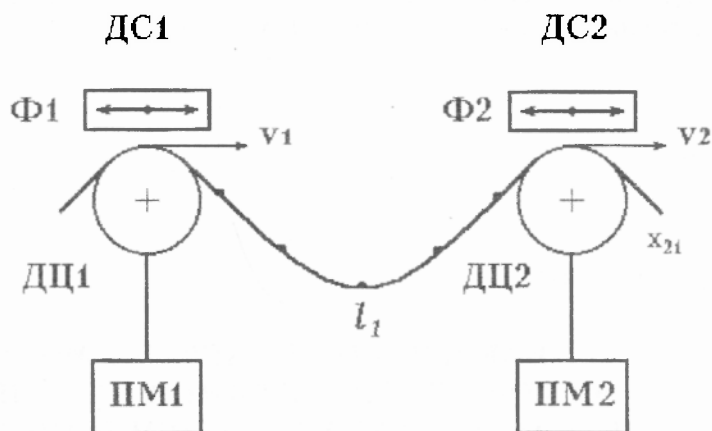


Рис.1. Функціональна схема стрічковидної системи

Якщо нас цікавить в першу чергу процес зміщення фарб, то для спрощення побудови моделей приймаємо, що швидкість каретки та опорних циліндрів є сталою протягом робочого ходу і дорівнює середній швидкості за робочий хід. Графіки швидкостей показані на рис. 3а. Якщо знехтувати інерційністю каретки та опорних циліндрів, то переміщення опорних циліндрів і стрічки будуть змінюватися за лінійним законом.

Лінійне переміщення першого опорного циліндра на довільному інтервалі $nT < t < (n+1)T$ описується залежністю

$$L_{1i}(t) = V_{1i}(t - nT), \quad (1)$$

де T — час переміщення опорних циліндрів за робочий хід, $n=0,1,2,3,\dots$ — послідовність цілих чисел (номери циклів), V_{1i} — середня лінійна швидкість опорних циліндрів.

Вважаємо, що відстань між контрольними мітками після їх нанесення на першій друкарській секції дорівнює переміщенню першого циліндра за цикл

$$L_{ji}(t) = L_{1i}(t). \quad (2)$$

Лінійне переміщення опорних циліндрів для n -го циклу роботи машини запишемо, як суму переміщень на окремих інтервалах

$$L_{1n}(t) = \sum_{i=0}^n L_{1i}(t) = \sum_{i=0}^n V_{1i}(t - nT). \quad (3)$$

Аналогічно лінійне переміщення окремих циліндрів другої друкарської секції

$$L_{2n}(t) = \sum_{i=0}^n L_{2i}(t) = \sum_{i=0}^n V_{2i}(t - nT). \quad (4)$$

Якщо внаслідок неточності налагодження приводних механізмів опорні циліндри або форма зміщені на величину $l_{\phi 0}$ (мають початкове значення фази), або коли друкарські секції приводяться в рух від окремих двигунів, то буде мати місце постійне зміщення фази опорних циліндрів, тоді переміщення другого циліндра

$$L_{2n}(t) = \sum_{i=0}^n V_{2i}(t - nT) + \sum_{i=0}^n l_2(t - nT) + l_{\phi 2}(nT), \quad (5)$$

де $l_2(t - nT)$ — послідовність переміщень опорного циліндра за рахунок зміни його фази.

Розглянемо процес зміщення фарби, нанесеної на стрічку на другій друкарській секції відносно першої. Запишемо зміщення фарб в операторній формі запису [1]

$$x_{21}(s) = \frac{1}{T_1 s + 1} [L_2(s) - L_1(s)], \quad (6)$$

де T_1 — час проходження стрічки від першої до другої секції.

Після підстановки отримаємо зміщення фарб

$$x_{21}(s) = \frac{1}{T_1 s + 1} [L\{\sum_{i=0}^n V_{2i}(t - nT) + \sum_{i=0}^n l_2(t - nT) + l_{\phi 2}(nT)\} - L\{\sum_{i=0}^n V_{1i}(t - nT)\}], \quad (7)$$

де $L\{\dots\}$ означає перетворення виразів за Лапласом.

Залежність (7) можна записати у вигляді

$$x_{21}(s) = \frac{1}{T_1 s + 1} \left[L_2^*(s) - L_1^*(s) + l_{2\phi}^*(s) + l_{\phi 2}(s) \right], \quad (8)$$

де L^*, l^* — позначені зображення за Лапласом відповідних виразів.

Таким чином, отримана залежність зміщення фарб від переміщень друкарських циліндрів і зміщень їх фаз.

Для кращого закріплення фарб між друкарськими секціями встановлюють сушильну камеру. В процесі сушки проходить скорочення (усадка) стрічки на величину l_1 . Зміщення фарб за рахунок усадки стрічки є аналогічне до деформації стрічки, візьмемо в операторній формі запису [1]

$$x_{y21}(s) = \frac{1}{T_1 s} \left[\frac{1}{T_1 s + 1} - e^{-T_1 s} \right] l_1(s). \quad (9)$$

Сумарне зміщення фарб за рахунок зміщення фази опорних циліндрів і усадки стрічки визначатиметься як сума (8) і (9)

$$\begin{aligned} x_{21}(s) = & \frac{1}{T_1 s + 1} \left[L_2^*(s) - L_1^*(s) + l_{2\phi}^*(s) + l_{\phi 2}(s) \right] + \\ & + \frac{1}{T_1 s} \left[\frac{1}{T_1 s + 1} - e^{-T_1 s} \right] l_1(s). \end{aligned} \quad (10)$$

Таким чином, побудовані аналогово-дискретні моделі переміщення стрічки і зміщення фарб на рулонних друкарських трафаретних машинах.

Зазначимо, що процес нанесення міток на стрічку є дискретним процесом, тому і зміщення фарб є також дискретним процесом. Для опису цього процесу, а саме дискретного процесу зміщення фарб, скористаємося математичним апаратом дискретних функцій [2]. Опишемо зміщення фарб дискретною функцією для дискретного часу $t=nT$

$$x_{21}^*(t) = \sum_{n=0}^{\infty} x_{21}(nT) \delta(t - nT), \quad (11)$$

де $x_{21}^*(t)$ — імпульсна послідовність зміщень фарб в моменти часу nT , коли проходить накладання другої фарби, $\delta(t - nT)$ — послідовність зміщених на час nT одиничних дельта-функцій.

Рівняння (11) можна представити у вигляді ідеального імпульсного елемента (ключа) з періодом замикання T .

За рівняннями (3)-(11) на рис.2 побудована структурна схема неперервно-дискретної моделі стрічковидної ділянки і двох друкарських секцій.

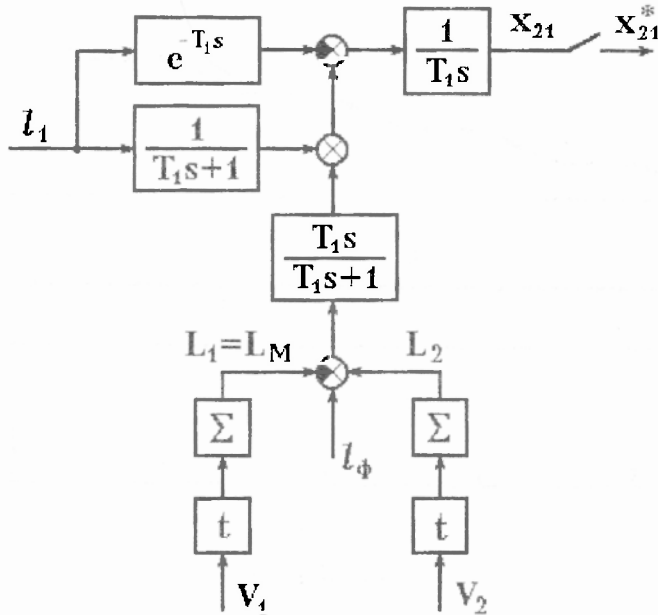


Рис.2. Структурна схема системи

На рис.3 побудовані часові діаграми роботи моделі при наявності ступеневого зміщення фази другого опорного циліндра. Зміщення фарби x_{21} на стрічці наростає за експоненціальним законом і прямує до режиму рівноваги.

Побудовані математичні та структурні неперервно-дискретні моделі можна використати для дослідження стрічковидних систем на ЕОМ, а також при розробці систем автоматичного регулювання зміщення фарб.

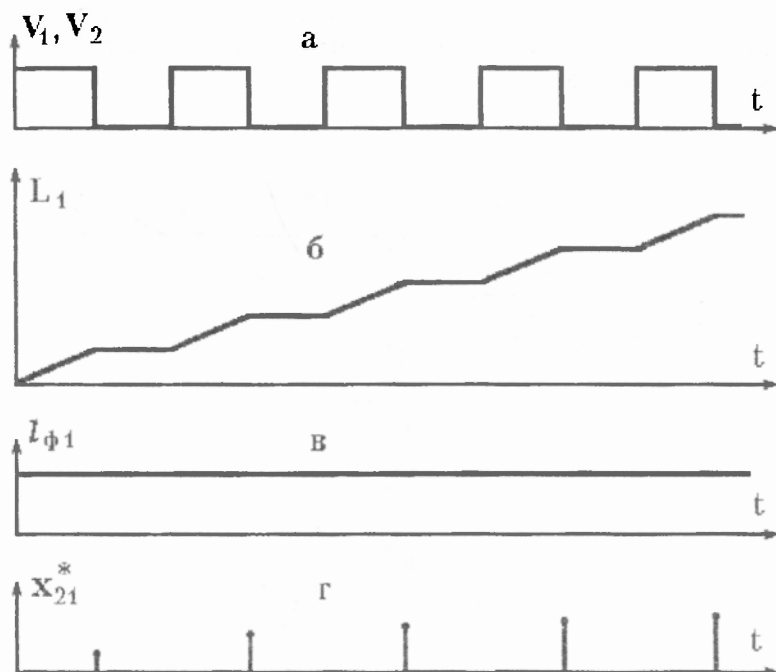


Рис.3. Часові діаграми

Література

1. Казакевич В.В., Избицкий Э.Н. Системы автоматического управления полиграфическими процессами.- М.:Книга, 1978. -- 344с.
2. Куо Б. Теория проектирования цифровых систем управления.М.: Машиностроение, 1985. - 448с.