

## СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ПОДАЧІ ФАРБИ З КОМПЕНСАЦІЄЮ ЗАПІЗНЕННЯ

Останнім часом для автоматизації процесу друкування і підвищення якості друку розробляють системи автоматичного регулювання загальної подачі фарби [1, 2]. Вони мають деякі особливості, пов'язані з наявністю транспортного запізнення в фарбовому апараті, який ми далі будемо називати об'єктом регулювання. Транспортне запізнення виникає внаслідок розкочування, розтирання та накочування фарби в розкатній та накатній системах фарбового апарата.

Наявність запізнення в системах автоматичного регулювання значно зменшує точність регулювання, приводить до збільшення часу перехідного процесу і виникнення тенденції до нестійкості системи. Тому великого значення набуває розробка методів боротьби з негативним впливом запізнення на якість процесів регулювання. Найбільш ефективним є метод компенсації запізнення, що базується на усуненні впливу запізнення на процес регулювання [3, 4, 5].

Спрощену блок-схему системи регулювання подачі фарби з компенсацією запізнення подано на рис. 1.

Регулювання загальної подачі фарби здійснюється таким чином. Освітлювальна система фотоголівки 1 створює світлову пляму на рухомій паперовій стрічці 12. У момент проходження контрольної мітки в зоні світлової плями на виході фотоголівки формується імпульс, величина якого є пропорційною оптичній щільності мітки. Цей імпульс надходить у блок 3, де підсилюється та запам'ятовується. Одночасно блок 3 обчислює величину різниці між заданим і біжучим значенням насиченості відбитка. Сигнал різниці сумується з сигналом, що виробляє коригуючий блок 5 і надходить у блок 4, де перетворюється у керуючий сигнал. Керуючий сигнал від блоку 4 подається на вхід виконавчого механізму 11 (двигуна постійного струму), який через редуктор змінює кут повороту дукторного циліндра фарбового апарата і таким чином регулює надходження фарби в фарбову систему друкарської машини.

Коригуючий пристрій складається з двох датчиків товщини фарбового шару 6 і 7, що розташовані на першому розкатному і останньому накатному валиках 9 і 10, та блока корекції 5, який виробляє коригуючий сигнал. Сигнал на виході коригуючого блоку 5 створюється лише в перехідних режимах. Блок 13 служить для синхронізації роботи схеми.

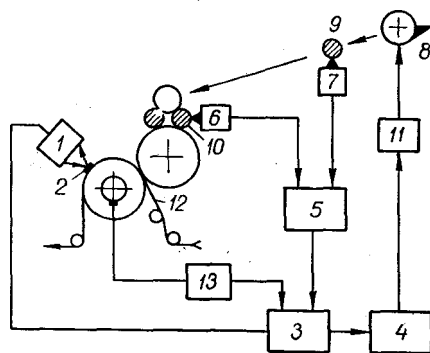


Рис. 1. Спрощена блок-схема системи регулювання подачі фарби.

Системи регулювання подачі фарби є дискретними. Їх період дискретності значно менший від сталої часу об'єкта регулювання. Тому їх можна аналізувати як системи безперервної дії. Проаналізуємо систему за структурною схемою системи регулювання подачі фарби (рис. 2). На схемі відповідно:  $W_p(s)$  — передаточна функція регулятора;  $W_{01}(s)$  — передаточна функція частини фарбового апарата від регулятора до точки встановлення датчика 7;  $W_{02}(s)$  — передаточна функція частини фарбового апарата від точки встановлення датчика 7 до точки встановлення датчика 6;  $W_{03}(s)$  — передаточна функція частини фарбового апарата від точки встановлення датчика 6 до блока 3;  $W_{k1}(s)$ ,  $W_{k2}(s)$ ,  $W_{k3}(s)$  — передаточні функції коригуючих пристроїв.

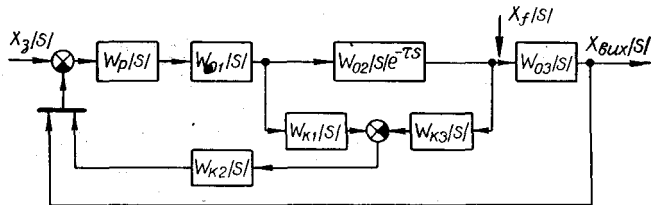


Рис. 2. Структурна схема системи регулювання подачі фарби.

У відповідності з структурною схемою передаточна функція замкненої системи по каналу керування

$$\Phi(s) = \frac{W_p(s) W_{01}(s) W_{02}(s) W_{03}(s) e^{-\tau s}}{1 + W_p(s) W_{01}(s) W_{k1}(s) W_{k2}(s) + W_p(s) W_{01}(s) W_{02}(s) W_{03}(s) e^{-\tau s} - W_p(s) W_{01}(s) W_{02}(s) W_{k3}(s) W_{k2}(s) e^{-\tau s}}$$

Виходячи з умови, що

$$W_{k3}(s) W_{k2}(s) = W_{03}(s), \quad (1)$$

визначимо

$$\Phi(s) = \frac{W_p(s) W_{01}(s) W_{02}(s) W_{03}(s) e^{-\tau s}}{1 + W_p(s) W_{01}(s) W_{k1}(s) W_{k2}(s)}. \quad (2)$$

Передаточна функція (2) відрізняється від передаточної функції замкненої системи без запізнення наявністю множника  $e^{-\tau s}$ , що відповідає зміщенню процесу на виході системи на час, рівний часові запізнення. У характеристичному рівнянні системи немає множника  $e^{-\tau s}$ , а це означає, що запізнення не буде впливати на стійкість системи. Останнє дозволяє мати значно більший критичний коефіцієнт подачі розімкненої системи, ніж у звичайній системі з запізненням.

Передаточна функція  $W_{k3}(s)$  — це передаточна функція датчика, який застосовується для вимірювання товщини фарбового шару. Передаточну функцію другого коригуючого пристрою визначимо з виразу (1).

$$W_{k2}(s) = \frac{W_{03}(s)}{W_{k3}(s)}. \quad (3)$$

Для відтворення керуючої дії необхідно, щоб

$$W_{k1}(s) W_{k2}(s) = W_{02}(s) W_{03}(s).$$

Звідси передаточна функція першого коригуючого пристрою

$$W_{k1}(s) = \frac{W_{02}(s) W_{03}(s)}{W_{k2}(s)}.$$

Враховуючи залежність (3), одержимо

$$W_{к1}(s) = W_{02}(s) W_{к3}(s). \quad (4)$$

Припустимо, що в загальному випадку передаточні функції окремих ланок мають такий вигляд:

$$W_p(s) = K_p \frac{A_p(s)}{B_p(s)}; \quad W_{01}(s) = \frac{K_{01}}{B_{01}(s)}; \quad W_{02}(s) = \frac{K_{02}}{B_{02}(s)};$$

$$W_{03}(s) = \frac{K_{03}}{B_{03}(s)},$$

де  $A_p(s)$ ,  $B_p(s)$ ,  $B_{01}(s)$ ,  $B_{02}(s)$ ,  $B_{03}(s)$  — поліноми типу  $\prod_{i=1}^{n_i} (T_i s + 1)$ .

Якщо передаточна функція третього коригуючого пристрою

$$W_{к3}(s) = \frac{K_3}{B_3(s)},$$

то передаточні функції інших коригуючих пристроїв

$$W_{к1}(s) = K_{02} K_{03} \frac{B_3(s)}{B_{02}(s)}; \quad W_{к2}(s) = \frac{K_{03}}{K_3} \frac{B_3(s)}{B_{03}(s)}.$$

Для реалізації цих коригуючих пристроїв необхідно, щоб степінь полінома знаменника передаточної функції не був меншим від степеня полінома чисельника. Цю умову можна легко виконати реалізацією передаточної функції  $W_{к3}(s)$ .

Враховуючи попереднє, передаточна функція замкненої системи

$$\Phi(s) = \frac{K_p K_{01} K_{02} K_{03} \frac{A_p(s)}{B_p(s) B_{01}(s) B_{02}(s) B_{03}(s)} e^{-\tau s}}{1 + K_p K_{01} K_{02} K_{03} \frac{A_p(s)}{B_p(s)} \cdot \frac{1}{B_{01}(s)} \cdot \frac{B_3(s)}{B_{02}(s)} \cdot \frac{B_3(s)}{B_{03}(s)}}.$$

Після перетворень

$$\Phi(s) = \frac{A_p(s) e^{-\tau s}}{\frac{B_p(s) B_{01}(s) B_{02}(s) B_{03}(s)}{K_p K_{01} K_{02} K_{03}} + A_p(s) (B_3(s))^2}. \quad (5)$$

Якщо об'єкт регулювання має велику інерцію, то технічна реалізація коригуючих пристроїв зустрічає певні труднощі, тому що потрібно застосувати ланки з великими сталими часу. Доцільно також використовувати коригуючі пристрої зі значно меншими сталими часу, ніж сталі часу об'єкта. Передаточні функції таких коригуючих пристроїв набирають вигляду:

$$W_{к1}(s) = K_{02} K_3 \frac{B_3(s)}{B_{к1}(s)}; \quad W_{к2}(s) = \frac{K_{03}}{K_3} \frac{B_3(s)}{B_{к2}(s)}. \quad (6)$$

Тоді передаточна функція системи з врахуванням виразів (6) за умови, що  $B_{к2}(s) = B_{03}(s)$ , запишеться

$$\bar{\Phi}(s) = \frac{A_p(s) e^{-\tau s}}{\left[ \frac{B_p(s) B_{01}(s) B_{03}(s) B_{к1}(s)}{K_p K_{01} K_{02} K_{03}} + A_p(s) (B_3(s))^2 \right] \frac{B_{02}(s)}{B_{к1}(s)}}. \quad (7)$$

Зіставляючи характеристичні рівняння системи для обох випадків (5, 7), приходимо до висновку, що перехідний процес в другому випадку буде проходити значно повільніше, ніж у першому. Статична точ-

ність регулювання в обох випадках буде однаковою. Це свідчить про те, що величина сталих часу коригуючих пристроїв впливає лише на перехідні характеристики системи і не впливає на статичні характеристики.

Передаточна функція системи по збуренню запишеться:

$$\Phi_f(s) = \frac{W_{03}(s) [1 + W_p(s) W_{01}(s) W_{k1}(s) W_{k2}(s) - W_p(s) W_{01}(s) W_{02}(s) W_{k3}(s) W_{k2}(s) e^{-\tau s}]}{1 + W_p(s) W_{01}(s) W_{k1}(s) W_{k2}(s)},$$

а з урахуванням виразів (3, 4),

$$\frac{W_{03}(s) [1 + W_p(s) W_{01}(s) W_{02}(s) W_{03}(s) (1 - e^{-\tau s})]}{1 + W_p(s) W_{01}(s) W_{k1}(s) W_{k2}(s)}.$$

Очевидно, що в такій системі збурення не компенсується лише в перехідних режимах протягом часу, що дорівнює часові запізнення. У статичному режимі дія збурення компенсується незалежно від наявності запізнення в об'єкті.

Наведена схема системи з компенсацією впливу запізнення дозволяє підвищити якість процесів регулювання об'єктів з запізненням за допомогою відносно простих пристроїв без застосування таких складних, як блоки регульованого запізнення і схеми самоналагодження. Ця схема є особливо ефективною для об'єктів, в яких величина запізнення залежить від режиму їх роботи. Таким об'єктом і є фарбовий апарат.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Г. Д. Толстой. Автоматизация полиграфических производственных процессов. М., «Книга», 1970.
2. К. В. Шипков. Автоматическое регулирование подачи краски в процессе печатания. «Полиграфия», № 7, 1969.
3. Б. И. Дралюк, Г. В. Синайский. Системы автоматического регулирования объектов с транспортным запаздыванием. М., «Энергия», 1969.
4. П. С. Бакли. Автоматическое регулирование процессов с чистым запаздыванием. «Труды I Международного конгресса ИФАК», т. I, М., Изд-во АН СССР, 1961.
5. О. Д. М. Смит. Автоматическое регулирование. М., Физматгиз, 1962.

ЛУКВИЧ М. М.

#### THE INK FEEDING SYSTEM WITH THE LAG COMPENSATION

##### Summary

In this paper the system of automatic regulation of the general ink feeding in the printing presses with the lag compensation is described. The analysis of the system and the main calculation formulas for the selection of the needed transfer functions of the correction units are given. With the given scheme of the system the tasks of rising the quality of the processes of regulation of the objects with the lag compensation with the simple means are solved.