

УДК 621.3.078

М. М. ЛУЦКІВ, І. А. ВОЛОЩАК

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ДРУКАРСЬКОЇ МАШИНИ ЗІ СТАБІЛІЗАТОРОМ ДОВЖИНИ ПАПЕРОВОЇ СТРІЧКИ

Втілення ідей багатодвигунного електропривода стало можливим внаслідок прогресу в галузі розвитку нової елементної бази з використанням тиристорів і систем керування ними. На цій основі запропонована система керування багатодвигунною ротаційною рулонною друкарською машиною зі стабілізатором довжини міжсекційної ділянки паперової стрічки [3].

Спрощена функціональна схема системи керування секцією багатодвигунної рулонної друкарської машини (рис. 1) склада-

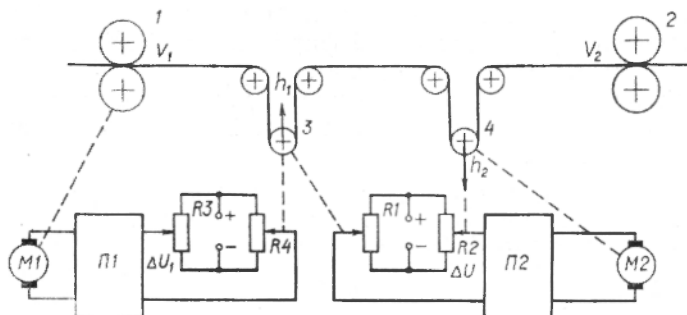


Рис. 1. Функціональна схема секції друкарської машини зі стабілізатором довжини та системою регулювання положення компенсатора натягу.

ється з першого 1 та другого 2 друкарських апаратів, компенсатора натягу 3 паперової стрічки. Постійність довжини міжсекційної ділянки паперової стрічки підтримується стабілізатором довжини, який складається з компенсатора довжини 4 і слідкуючої системи, яка включає давачі положення K_i компенсатора натягу і R_2 компенсатора довжини, підсилювача Π_2 і виконавчого двигуна M_2 , зв'язаного з компенсатором довжини. При зміні швидкості одного з друкарських апаратів відбувається переміщення компенсатора натягу і зв'язаного з ним повзуна давача R_1 , внаслідок чого на вході підсилювача з'являється сигнал роз-

балансу ΔU . Сигнал ΔU посилюється і подається на виконавчий двигун. Останній переміщує компенсатор довжини в напрямку, протилежному переміщенню компенсатора натягу, доти, поки сигнал розбалансу не дорівнюватиме нулеві та не відновиться вихідна довжина міжсекційної ділянки паперової стрічки. Внаслідок стабілізації довжини ділянки стрічки усувається несумісність фарби на відбитках, яка виникає, наприклад, при зміні швидкості друкарської машини та інших збуреннях.

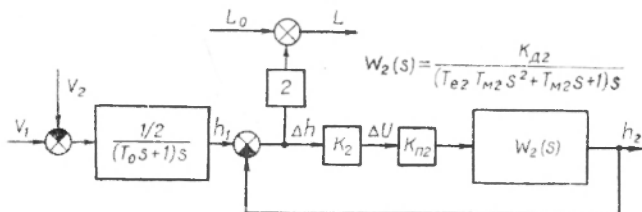


Рис. 2. Структурна схема моделі друкарської секції зі стабілізатором довжини.

На основі спрощеної структурної схеми моделі друкарської секції (рис. 2) запишемо залежність в зображеннях Лапласа довжини L міжсекційної ділянки паперової стрічки від лінійної швидкості v_1 першого друкарського апарату спочатку для випадку відсутності стабілізатора довжини

$$L(s) = \frac{1}{s(T_0 s + 1)} v_1(s) + L_0(s), \quad (1)$$

де L_0 — вихідна довжина міжсекційної ділянки паперової стрічки; $T_0 = \frac{L_0}{V_1}$ — стала часу ділянки як об'єкта регулювання; s — оператор Лапласа.

З виразу (1) випливає, що міжсекційна ділянка паперової стрічки є астатичним об'єктом регулювання. Тому обов'язково потрібна система автоматичного регулювання швидкості.

При наявності стабілізатора довжини

$$L(s) = \frac{1}{s(T_0 s + 1)} \left[1 + \frac{K_2 K_{п2} K_{д2}}{s(T_{e2} T_{м2} s^2 + T_{м2} s + 1)} \right]^{-1} v_1(s) + L_0(s), \quad (2)$$

де K_2 , $K_{п2}$, $K_{д2}$ — коефіцієнти передачі відповідно давача положення компенсатора, підсилювача і виконавчого двигуна; T_{e2} , $T_{м2}$ — електромагнітна і електромеханічна сталі часу виконавчого двигуна.

Після перетворень

$$L(s) = \frac{T_{e2} T_{м2} s^2 + T_{м2} s + 1}{(T_{e2} T_{м2} s^2 + T_{м2} s + K_2 K_{п2} K_{д2})(T_0 s + 1)} v_1(s) + L_0(s). \quad (3)$$

Таким чином, при наявності стабілізатора довжини міжсекційна ділянка паперової стрічки виявляється, на відміну від попереднього випадку, статичним об'єктом.

Із формули (3) визначаємо статичний коефіцієнт передачі об'єкта за швидкістю

$$K_v = \frac{\Delta L}{\Delta v} = \frac{1}{K_2 K_{I12} K_{D2}} \quad (4)$$

Відповідним вибором коефіцієнта підсилення K_{I12} підсилювача можна забезпечити задане відхилення ΔL довжини міжсекційної ділянки паперової стрічки.

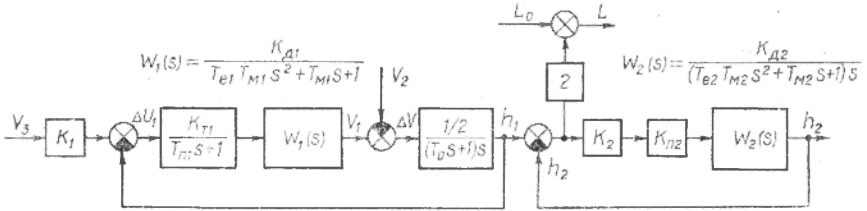


Рис. 3. Структурна схема моделі друкарської машини зі стабілізатором довжини та системою регулювання положення компенсатора натягу.

Формально при наявності компенсатора довжини одержуємо статичний об'єкт відносно довжини міжсекційної ділянки паперової стрічки. Але при цьому об'єкт залишається астатичним відносно переміщення h_1 компенсатора натягу: навіть при незначних змінах швидкості одного з друкарських апаратів компенсатор завжди переміщатиметься до свого крайнього положення. Тому для регулювання положення компенсатора натягу потрібна відповідна система. Для цього, звичайно, використовують систему регулювання швидкості головного електропривода $M1$ (див. рис. 1) друкарського апарата [1; 3].

Потрібна лінійна швидкість стрічки задається задавачем швидкості $R3$. Компенсатор натягу з'єднаний з давачем положення $R4$. При відхиленні компенсатора натягу виникає сигнал розбалансу ΔU_1 , який керує тиристорним перетворювачем $П1$ головного електропривода $M1$ першої секції. При цьому змінюються швидкість обертання друкарських циліндрів і лінійна швидкість паперової стрічки доти, поки компенсатор натягу не повернеться у вихідне положення.

Відповідно до структурної схеми моделі друкарської секції (рис. 3) запишемо передаточну функцію замкнутої системи за положенням компенсатора натягу

$$\Phi(s) = \frac{h_1(s)}{v_2(s)} = \frac{1/2}{s(T_0 s + 1)} \times \left[1 + \frac{1/2 K_1 K_{I12} K_{D1}}{(T_{M1} s + 1)(T_{e1} T_{M1} s^2 + T_{M1} s + 1)(T_0 s + 1)} s \right]^{-1}, \quad (5)$$

де $K_{П1}$ і $T_{П1}$ — коефіцієнт передачі та стала часу тиристорного перетворювача; $K_{Д1}$ — коефіцієнт передачі головного двигуна першого друкарського апарата; t_{e1} , t_{M1} — електромагнітна й електромеханічна сталі часу двигуна; K_1 — коефіцієнт передачі давача положення компенсатора натягу.

Після перетворень

$$\Phi(s) = \frac{1/2 (T_{П1} s + 1)(T_{e1} T_{M1} s^2 + T_{M1} s + 1)}{s (T_{П1} s + 1) (T_{e1} T_{M1} s^2 + T_{M1} s + 1)(T_0 s + 1) + 1/2 K_1 K_{П1} K_{Д1}} \quad (6)$$

Звідси робимо висновок, що відносно переміщення h_1 компенсатора натягу система є статичною. Відповідним вибором коефіцієнта передачі $K_{П1}$ тиристорного перетворювача можна забезпечити потрібне відхилення компенсатора від заданого значення.

Запишемо залежність в зображеннях довжини міжсекційної ділянки паперової стрічки від лінійної швидкості v_1 першого друкарського апарата

$$L(s) = \frac{1}{(T_0 s + 1) s} \left[1 + \frac{1/2 K_1 K_{П1} K_{Д1}}{(T_{П1} s + 1)(T_{e1} T_{M1} s^2 + T_{M1} s + 1)(T_0 s + 1) s} + \frac{K_2 K_{П2} K_{Д2}}{(T_{e2} T_{M2} s^2 + T_{M2} s + 1) s} + \frac{1/2 K_1 K_{П1} K_{Д1} K_2 K_{П2} K_{Д2}}{(T_{П1} s + 1)(T_{e1} T_{M1} s^2 + T_{M1} s + 1)(T_0 s + 1)(T_{e2} T_{M2} s^2 + T_{M2} s + 1) s^2} \right]^{-1} \times v_1(s) + L_0(s). \quad (7)$$

Після перетворень отримаємо

$$L(s) = (T_{П1} s + 1)(T_{e1} T_{M1} s^2 + T_{M1} s + 1)(T_{e2} T_{M2} s^2 + T_{M2} s + 1) s [(T_{П1} s + 1)(T_{e1} T_{M1} s^2 + T_{M1} s + 1)(T_0 s + 1)(T_{e2} T_{M2} s^2 + T_{M2} s + 1) s^2 + 1/2 K_1 K_{П1} K_{Д1} (T_{e2} T_{M2} s^2 + T_{M2} s + 1) s + K_2 K_{П2} K_{Д2} (T_{П1} s + 1)(T_{e1} T_{M1} s^2 + T_{M1} s + 1)(T_0 s + 1) s + 1/2 K_1 K_{П1} K_{Д1} K_2 K_{П2} K_{Д2}]^{-1} v_1(s) + L_0(s). \quad (8)$$

Звідси визначаємо статичний коефіцієнт передачі системи за швидкістю

$$K_{v1} = \frac{\Delta L}{\Delta v} = 0. \quad (9)$$

Таким чином, внаслідок стабілізатора довжини система стає астатичною відносно швидкості.

Запишемо, врешті, залежність у зображеннях довжини міжсекційної ділянки паперової стрічки від швидкості завдання v_2 першого друкарського апарата

$$L(s) = \frac{K_1 K_{\Pi 1} K_{Д1}}{(T_{\Pi 1} s + 1)(T_{e1} T_{M1} s^2 + T_{M1} s + 1)(T_0 s + 1)s} \times \\ \times \left[1 + \frac{1/2 K_1 K_{\Pi 1} K_{Д1}}{(T_{\Pi 1} s + 1)(T_{e1} T_{M1} s^2 + T_{M1} s + 1)(T_0 s + 1)s} + \right. \\ \left. + \frac{K_2 K_{\Pi 2} K_{Д2}}{(T_{e2} T_{M2} s^2 + T_{M2} s + 1)s} + \right. \\ \left. + \frac{1/2 K_1 K_{\Pi 1} K_{Д1} K_2 K_{\Pi 2} K_{Д2}}{(T_{\Pi 1} s + 1)(T_{e1} T_{M1} s^2 + T_{M1} s + 1)(T_0 s + 1)(T_{e2} T_{M2} s^2 + T_{M2} s + 1)s^2} \right]^{-1} \times \\ \times v_3(s) + L_0(s). \quad (10)$$

Після перетворень

$$L(s) = K_1 K_{\Pi 1} K_{Д1} (T_{e2} T_{M2} s^2 + T_{M2} s + 1) s (T_{\Pi 1} s + 1) (T_{e1} T_{M1} s^2 + \\ + T_{M1} s + 1) (T_0 s + 1) (T_{e2} T_{M2} s^2 + T_{M2} s + 1) s^2 + 1/2 K_1 K_{\Pi 1} K_{Д1} \times \\ \times (T_{e2} T_{M2} s^2 + T_{M2} s + 1) s K_2 K_{\Pi 2} K_{Д2} (T_{\Pi 1} s + 1) (T_{e1} T_{M1} s^2 + \\ + T_{M1} s + 1) (T_0 s + 1) s + 1/2 K_1 K_{\Pi 1} K_{Д1} K_2 K_{\Pi 2} K_{Д2}]^{-1} L_3(s) + L_0(s). \quad (11)$$

Аналогічно виразу (9) статичний коефіцієнт передачі системи за швидкістю завдання також дорівнює нулеві.

Таким чином, у багатодвигунній ротаційній друкарській машині з компенсатором натягу введення стабілізатора довжини робить систему астатичною за довжиною міжсекційної ділянки паперової стрічки відносно основного збурення — швидкості першого та другого друкарських апаратів. Тому в таких системах можна забезпечити високу точність довжини міжсекційної ділянки паперової стрічки, необхідну для суміщення фарб на відбитках. Для регулювання положення компенсатора натягу використовують систему регулювання швидкості друкарського апарата.

Список літератури: 1. Быстров А. М., Глазунов В. Ф. Многодвигательные автоматизированные электроприводы поточных линий текстильной промышленности. — М.: Легкая индустрия, 1977. — 200 с. 2. Иванов Г. М., Левин Г. М., Хугорский В. М. Автоматизированный многодвигательный электропривод постоянного тока. — М.: Энергия, 1978. — 160 с. 3. Луцкий Н. М., Волощак И. А. А. с. 1101399 (СССР). Система управления многодвигательной печатной машиной. — Оpubл. в Б. И., 1984, № 25.

Section systems of multi-motion rotary machine with the stabilizer of paper roll length and with the tension compensator are investigated in the given article.

The systems provide continuous length and tension of intersection area of paper roll.

Стаття надійшла до редколегії 23.03.84