

Б.В.Дурняк, І.Т.Стрепко

МОДЕЛІ НАМОТУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ З ПРИВОДОМ ЗА ВІСЬ РУЛОНУ

Низька ефективність і ненадійність намотувальних пристроїв та їх елементів зумовлені відсутністю науково обґрунтованих методів аналізу стрічкоприймальних пристроїв. Тому актуальним завданням є створення нових моделей систем намотки друкарських машин, які дозволяють проводити аналіз систем в різних режимах роботи.

Розглянемо схему намотувального пристрою рулонної друкарської машини, яка приводиться індивідуальним приводом двигуна намотки і намотує стрічку в рулон 2 після останньої друкарської секції 1 (рис. 1).

Запишемо рівняння руху рулону, який приводиться від індивідуального привода,

$$M_P - M_H - a_P \omega = I_P \frac{d\omega}{dt}, \quad (1)$$

де M_P - рушійний момент, прикладений до осі намотувального рулону;

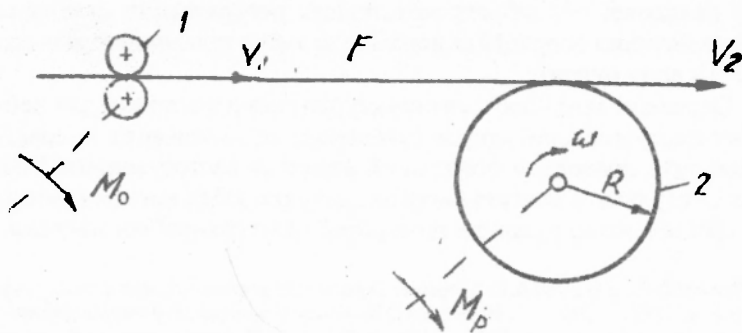


Рис. 1. Схема системи "друкарська пара - стрічкопровідна ділянка - рулон".

M_H - момент статичних опорів, створюваний натягом стрічки, приведений момент інерції рулону та обертових частин привода до валу намотувального пристрою;

ω - кутова швидкість обертання рулону;

α_p - коефіцієнт, що враховує сили тертя в механічній системі привода намотки і технологічні навантаження в процесі намотування рулону.

Використавши рівняння (1, с. 48), а також враховуючи, що лінійна швидкість намотки $V_2 = \omega R$, де R - радіус намотуваного рулону, побудовано структурну схему системи намотки з врахуванням останньої друкарської пари (рис. 2), де $K_p = 1/\alpha_p$ - коефіцієнт передачі рулону, $T_p = I_p/\alpha_p$ - стала часу рулону, $K_n = 1/\alpha$ - коефіцієнт передачі друкарської пари за моментом, α - коефіцієнт, що враховує сили тертя в механічній системі привода і технологічні навантаження в друкарській парі, $T_n = I_n/\alpha$ - стала часу друкарської пари, I_n - момент інерції обертових частин привода в друкарській парі, приведений до валу друкарської пари, K - коефіцієнт, що враховує радіус циліндра і передаточне число друкарської пари, M_p - приведений момент, який діє на останню друкарську пару з боку головного електропривода машини.

В схемі існує внутрішній зворотний зв'язок по натягу. На основі структурної схеми (рис. 2) запишемо залежність натягу F стрічки від різниці швидкостей $\Delta V - V_1 - V_2$ в зображеннях

$$F(s) = \frac{K_c}{T_c s + 1} \left(1 + \frac{K_n K_2^2 K_c}{(T_n s + 1)(T_c s + 1)} + \frac{K R K_p K_c}{(T_p s + 1)(T_c s + 1)} \right)^{-1} \times \Delta V(s) \quad (2)$$

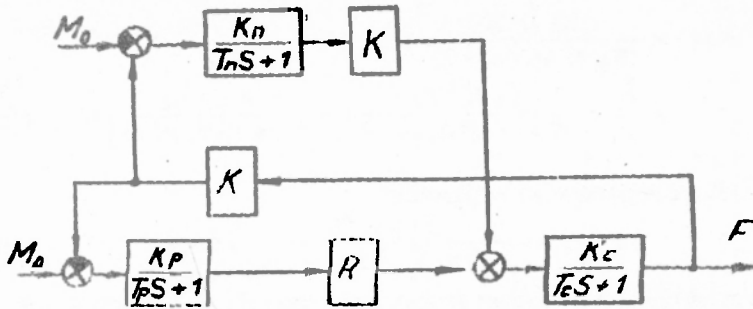


Рис. 2. Структурна схема моделі системи "друкарська пара - стріч-копровідна дільнка - рулон".

Після перетворень отримаємо

$$F(s) = \frac{B_2 s^2 + B_1 s + B_0}{a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0} \Delta V(s), \quad (3)$$

де $a_3 = T_n T_c T_p$;

$a_2 = T_n T_p + T_c T_p + T_n T_c$;

$a_1 = T_n + T_c + K^2 K_n K_c T_p + K R K_p K_c T_n$;

$a_0 = 1 + K^2 K_n K_c + K R K_p K_c$;

$b_2 = K_c T_n T_p$;

$b_1 = K_c (T_n + T_p)$;

$b_0 = K_c$.

Система намотки, яку ми розглядаємо, статична. Визначимо статичний коефіцієнт передачі системи по швидкості і, нехтуючи в знаменнику одиницю, отримаємо

$$K_V = \frac{F}{\Delta V} = \frac{1}{K (K K_n + R K_p)}. \quad (4)$$

Аналізуючи отримані залежності, робимо висновок, що в системі "намотувальний пристрій - друкарська пара" статичний коефіцієнт передачі по швидкості не залежить від пружних властивостей стрічки, а визначається в основному радіусом намотуваного рулону, силами тертя в рулоні і механічній частині привода останнього і суттєво залежить від сил в'язкого тертя в останній друкарській парі.

Оскільки радіус рулону і, відповідно, момент його інерції змінюються під час намотування, то і коефіцієнт передачі по швидкості буде величиною змінною.

За структурною схемою (рис. 2) визначимо залежність натягу стрічки від приведенного моменту M_0 , прикладеного до друкарської пари в зображеннях

$$F(s) = \frac{K_n K_c K}{(T_n s + 1)(T_c s + 1)} \times \left(1 + \frac{K_n K_c K}{(T_n s + 1)(T_c s + 1)} - \frac{K R K_n K_c}{(T_p s + 1)(T_c s + 1)} \right) M_o \quad (5)$$

Після перетворень отримаємо

$$F(s) = \frac{B_1 s + B_0}{a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0} M_o(s), \quad (6)$$

де коефіцієнти полінома знаменника такі ж, як і у виразі (3), а інші коефіцієнти відповідно дорівнюють

$$b_1 = K_n K_c T_p;$$

$$b_0 = K_1 K_n K_c.$$

Визначимо залежність натягу F від моменту M_o в усталеному режимі, прийнявши в виразі (6) оператор S рівним нулю і нехтуючи в знаменнику останнього виразу одиницею

$$F = - \frac{K_n}{K K_n + R K_p} M_o. \quad (7)$$

Якщо прийняти, що коефіцієнти передачі рулону і друкарської пари рівні, то отримаємо наближену залежність

$$F = - \frac{1}{K + R} M_o. \quad (8)$$

Отже, із зміною радіуса рулону для підтримки постійного натягу стрічки при намотуванні необхідно змінювати значення моменту M_o за відповідним законом (7, 8) або компенсувати цю зміну значенням моменту, що діє з боку намотувального приводу рулону. Тому для збереження постійного натягу необхідно в таку стрічкوپровідну систему ввести регулятор натягу.

Запишемо залежність натягу стрічки від рупійного моменту, прикладеного до осі рулону в зображеннях

$$F(s) = \frac{K_p R K_c}{(T_n s + 1)(T_c s + 1)} \times \left(1 + \frac{K_n K_c K}{(T_n s + 1)(T_c s + 1)} + \frac{K R K_p K_c}{(T_p s + 1)(T_c s + 1)} \right) M_p(s). \quad (9)$$

Після перетворень отримаємо

$$F(s) = \frac{B_1 s + B_0}{a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0} M_p, \quad (10)$$

де коефіцієнти полінома знаменника такі ж, як у виразі (3), а інші коефіцієнти відповідно дорівнюють

$$b_1 = K_p K_c R T_n;$$

$$b_0 = K_p K_c R.$$

Прийнявши оператор S рівним нулю, визначимо залежність між натягом і рушійним моментом в усталеному режимі

$$F = \frac{K_p R K_c}{K^2 K_n K_c + K R K_p K_c + 1} M_p. \quad (12)$$

Отже, статичне відхилення натягу стрічкового матеріалу в системі "намотувальний пристрій - стрічкопровідна ділянка - друкарська пара" суттєво залежить від радіуса намотуваного рулону. Наявний внутрішній зворотний зв'язок по натягу є недостатнім, він не може забезпечити необхідного постійного натягу стрічки при намотуванні. Тому для зменшення сили натягу в системі регулювання необхідний додатковий зворотний зв'язок чи по натягу, чи по радіусу намотуваного рулону, чи по інших змінних, які вимірюються прямим або непрямим методом.

Проведений аналіз стрічкоприймальних систем можна використати при проектуванні високоякісних намотувальних пристроїв поліграфічних машин.

І. Дурняк Б.В. Математичні і структурні моделі систем "стрічкопровідна ділянка - друкарська пара" на рулонних друкарських машинах // Тези IV Респ. конф. мол. вчених і спеціалістів "Молодь і розвиток поліграфії" Львів, 1991. С. 48.

Стаття надійшла до редакції 15.01.93.