

Я.М.Кавин

ЦИФРОАНАЛОГОВА МОДЕЛЬ РОЗМОТУВАЛЬНОЇ СЕКЦІЇ РУЛОННОЇ МАШИНИ

Продуктивність ротаційних машин та якість друкованої продукції значною мірою залежить від динамічних властивостей розмотувальної секції рулонної машини. Існуючі моделі розмотувальних секцій спрощені і не дозволяють повністю проаналізувати вплив всіх параметрів системи на динаміку машини (1).

На основі функціональної схеми системи (рис. 1) та передаточних функцій ланок побудовано структурну схему спрощеної моделі розмотувальної секції рулонної машини (рис. 2), яка враховує пружні властивості паперової стрічки, жорсткість пружини амортизатора, моменти інерції рулону та ведучих валів.

На структурній схемі $K_c/T_c s + 1$ відповідає передаточній функції ділянки паперової стрічки; $1/J_p s + \alpha_2$ - передаточній функції рулону, з якого змотується паперова стрічка; $1/J_\beta s + \alpha_1$ - передаточній функції ведучих валів; $2/m s + \alpha_\beta$ - передаточній функції амортизатора, де J_p , J_β - моменти інерції відповідно рулону та ведучих валів; α_2 , α_1 , α_β - коефіцієнти, що враховують тертя відповідно в рулоні, приводі ведучих валів та амортизаторі; T_c , K_c - стала часу паперової стрічки та коефіцієнт передачі стрічки.

На основі структурної схеми запишемо залежність сили натягу F_H паперової стрічки від гальмівного моменту рулону

$$F_H(s) = \left[\frac{2 k c k_c}{2 s (J_p s + \alpha_2) (m s + \alpha_3) (T_c s + 1)} + \frac{R k_c}{(J_p s + \alpha_2) (T_c s + 1)} \right] \Delta^{-1}(s) M_I(s), \quad (1)$$

детермінант структурної схеми спрощеної моделі розмотувальної секції рулонної машини

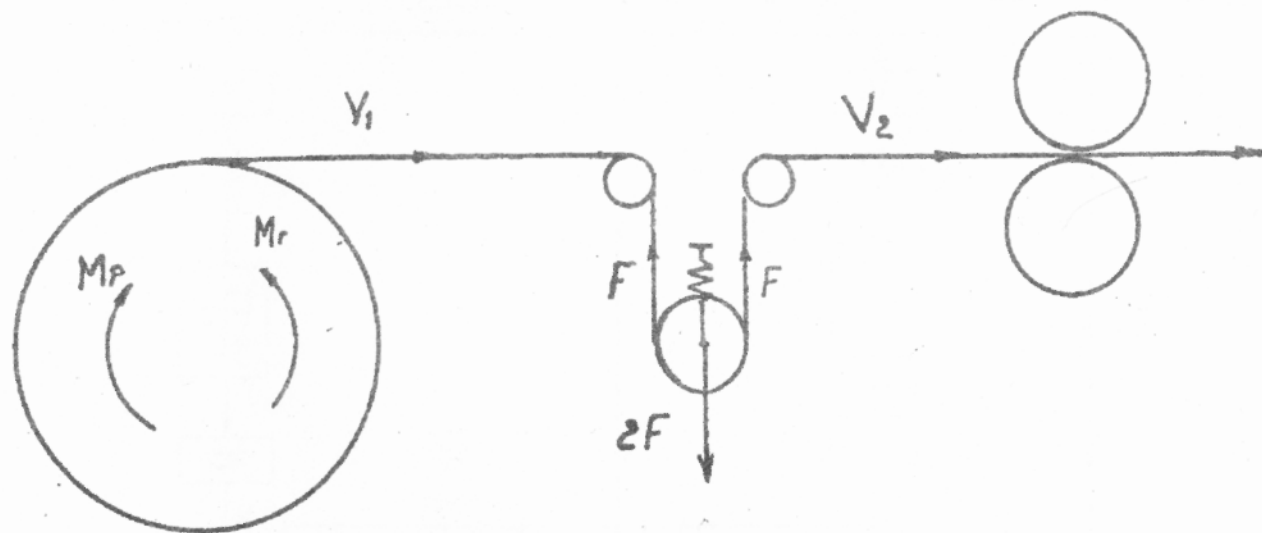


Рис. 1. Функціональна схема розмотувальної секції II.

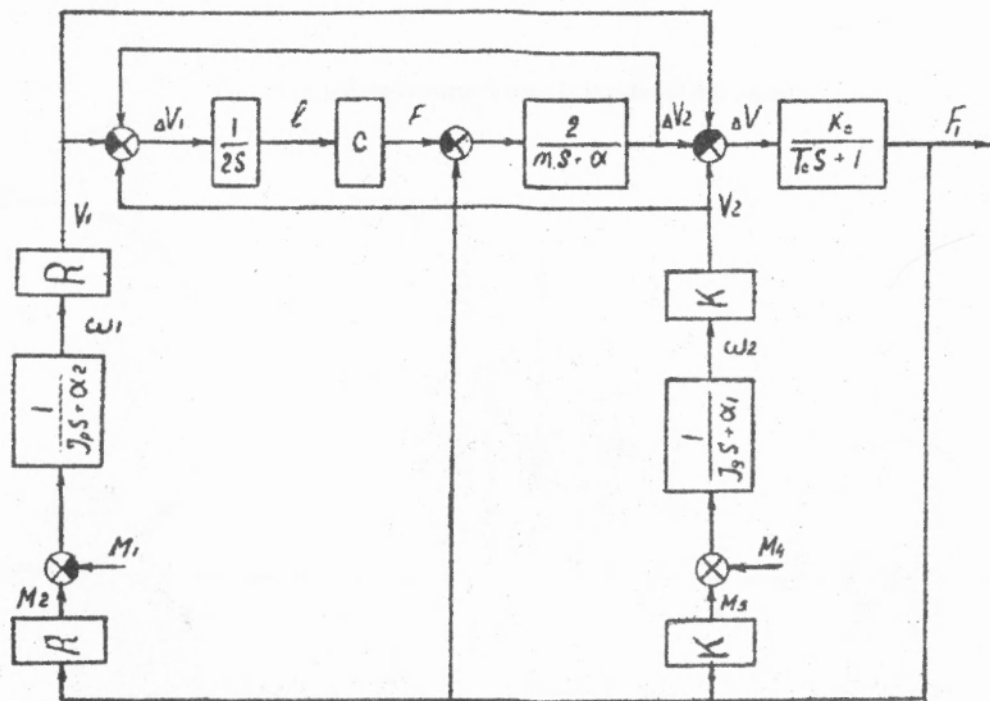


Рис. 2. Структурна схема розмтовальної секції.

$\Delta(s) = 1 + w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 + w_1 w_4$,
де передаточні функції схем контурної частини

$$w_1 = \frac{2c}{2s(ms + \alpha_3)}; \quad w_2 = \frac{kc}{(ms + \alpha_3)(Tcs + 1)};$$

$$w_3 = \frac{2R^2kc}{2s(Jps + \alpha_3)(ms + \alpha_3)(Tcs + 1)};$$

$$w_5 = \frac{2ck_c k^2}{2s(ms + \alpha_3)(Tcs + 1)(Jgs + \alpha_1)};$$

$$w_4 = \frac{2ck_c k^2}{(Tcs + 1)(Jgs + \alpha_1)}; \quad w_6 = \frac{2R^2kc}{(Jps + \alpha_2)(Tcs + 1)};$$

після перетворень

$$F_H(s) = \frac{b_3 s^2 + b_2 s + b_0}{a_5 s^5 + a_4 s^4 + a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0} M_\Gamma(s), \quad (2)$$

де $b_3 = J_q R k_c m$; $b_2 = J_q R k_c \alpha_3 + R k_c m \alpha_1$;

$b_1 = J_q R k_c c + R k_c \alpha_3 \alpha_1$; $b_0 = R c k_c \alpha_1$;

$a_5 = J_p J_q T_c m$;

$a_4 = J_p T_c \alpha_1 m + J_p J_q T_c \alpha_3 + J_p T_c \alpha_1 m + J_p J_q m$;

$a_3 = J_q T_c \alpha_3 \alpha_2 + T_c m \alpha_2 \alpha_1 + J_p T_c \alpha_3 \alpha_1 + J_p J_q \alpha_3 +$

$+ J_p \alpha_1 m + T_c J_p J_q c + 2 J_p J_q k_c + m J_p k_c k^2 + J_q R^2 m k_c$;

$a_2 = \alpha_3 \alpha_2 \alpha_1 T_c + J_q \alpha_3 \alpha_2 + m \alpha_2 \alpha_1 + J_p \alpha_3 \alpha_1 + T_c J_q \alpha_2 c +$

$+ J_q J_p c + J_p \alpha_1 T_c c + 2 J_p \alpha_1 k_c + 2 J_q \alpha_2 k_c + m \alpha_2 k_c k^2 +$

$+ J_p \alpha_3 k_c k^2 + J_p \alpha_3 R^2 k_c + m \alpha_1 R^2 k_c$;

$a_1 = \alpha_3 \alpha_2 \alpha_1 + J_q \alpha_2 c + T_c \alpha_2 \alpha_1 c + J_p \alpha_1 c + 2 \alpha_1 \alpha_2 k_c +$

$+ R^2 c k_c J_q + \alpha_3 \alpha_2 k_c k^2 + 2 c k^2 k_c J_p + R^2 k_c \alpha_1 \alpha_3$;

$a_0 = \alpha_2 \alpha_1 c + R^2 c k_c \alpha_1 + 2 c k^2 k_c \alpha_2$.

Приймаючи, що оператор s дорівнює нулеві, визначимо статичну залежність F_H від гальмівного моменту рулону M_Γ

$$F_H = \frac{R k_c \alpha_1}{\alpha_1 \alpha_2 + R k_c \alpha_1 + 2 k^2 k_c \alpha_2} M_\Gamma. \quad (3)$$

Таким чином, статичне відхилення сили натягу паперової стрічки F_H викликане зміною гальмівного моменту рулону, визначається радіусом рулону, коефіцієнтом передачі стрічки і ведучих валів та силами тертя відповідно в рулоні та приводі ведучих валів.

Запишемо залежність сили натягу паперової стрічки від рушійного моменту ведучих валів

$$F_H(s) = \left[\frac{k k_c}{(J_q s + \alpha_1)(T_c s + 1)} + \right.$$

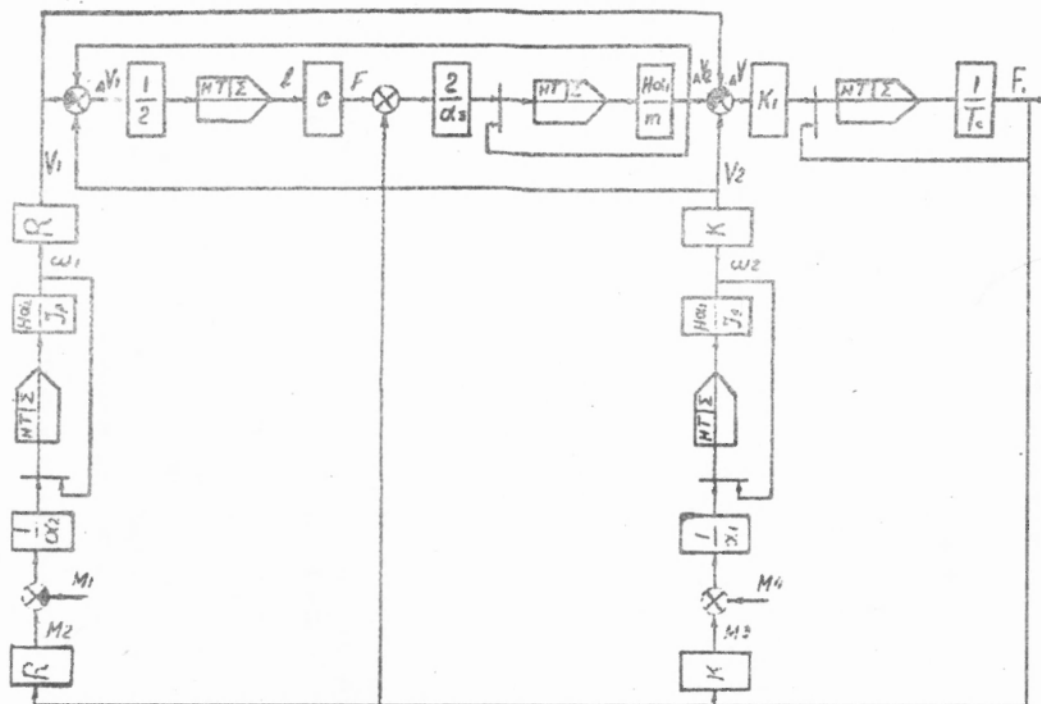


Рис. 3. Цифрово-аналогова модель розмотувальної секції І.

$$+ \frac{2 k_c k_e}{(J_q s + \alpha_1) (m s + \alpha_3) (T_c s + 1) 2 s} \Delta^2(s) M_p(s), \quad (4)$$

після перетворень

$$F_H(s) = \frac{b_3 s^2 + b_2 s^2 + b_1 s + b_0}{a_5 s^5 + a_4 s^4 + a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0} M_p(s). \quad (5)$$

З виразу (5) знаходимо статичну залежність сили натягу від рушійного моменту ведучих валів

$$F_H = \frac{k k_c \alpha_2}{\alpha_1 \alpha_2 + R^2 k_c \alpha_1 + 2 k^2 k_c \alpha_2} M_p. \quad (6)$$

Отже, статичне відхилення сили натягу F_H , викликане зміною рушійного моменту ведучих валів, визначається радіусом рулону, коефіцієнтом передачі стрічки і ведучих валів, силами тертя в рулоні та приводі ведучих валів.

Для більш детального аналізу залежностей сили натягу паперової стрічки від дії різноманітних збурень, що виникають у різних вузлах системи, та підтвердження результатів, одержаних теоретично, доцільно застосовувати метод цифроаналогового моделювання. Цей метод простий, має чіткий фізичний зміст і дозволяє одночасно розрахувати необхідні змінні системи при дії збурень та варіації параметрів моделі. На базі структурної моделі побудовано цифроаналогову модель розмотувальної секції рулонної машини (рис. 3). Використовуючи основні процедури цифроаналогового моделювання, складено програму машинною мовою БЕЙСІК для дослідження на ЕОМ динамічних властивостей системи. Результати роботи знайдуть застосування для аналізу та вибору оптимальних параметрів розмотувальної секції рулонної машини.

1. Казакевич В.В. Избицкий Э.И. Системы автоматического управления полиграфическими процессами. М., 1978. 2. Ажогин В.Г. Моделирование на аналоговых и цифровых ЭВМ. К., 1986.

Стаття надійшла до редакції 15.01.93.