АВТОМАТИЗАЦІЯ І КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК681.382

М.М.Луцків, Р.І.Петрів, Ю.О.Шульжик

СИНТЕЗ СИСТЕМ ПРИВОДКИ ФАРБ З ДИФЕРЕНЦІЮЮЧИМ НА ІНТЕРВАЛІ КОРИГУЮЧИМ ПРИСТРОЄМ

Синтез систем приводки фарб має свої особливості, пов'язані з великим періодом квантування, який рівний часові проходження мітки над давачами, що вимірюють несуміщення фарб. А синтез систем з великим періодом дискретності на основі частотних методів класичної теорії автоматичного керування наштовхується на певні труднощі.

У роботі розглядається більш ефективний метод синтезу систем приводки фарб з диференціюючим на інтервалі коригуючим пристроєм.

Математичну модель об'єкта керування, яка відображає властивості стрічкопровідної системи багатофарбової друкарської машини, використаємо у вигляді, запропонованому в [3]. Для усунення операції диференціювання змінних змінимо форму запису рівняння ділянки стрічки, розміщеної між двома друкарськими секціями з врахуванням керуючої дії. Тоді залежність зміщення фарби (неприводка) $x_{i/i-1}$ від регулюючої дії l_k за рахунок переміщення регістрового валика або фазового переміщення формного циліндра і деформації стрічки l_{i-1} на вході ділянки визначиться рівнянням в операторній формі запису

$$x_{i/i-1} = \frac{1}{T_1 s + 1} l_k + \frac{1}{T_1 s}\left(\frac{1}{T_1 s + 1} - l^{-T_1 s}\right) l_{i-1}, \qquad (1)$$

де T_1 — час проходження стрічки через одну секцію.

Таким чином, ділянка стрічкопровідної системи багатофарбової рулонної друкарської машини відносно регулюючої дії — несуміщення фарб є інерційним об'єктом першого порядку. Праву частину (1) можна розглядати як збурюючу дію на об'єкт, викликану деформацією стрічки. Для створення регулюючої дії можна використати серводвигун, який керується тиристорним перетворювачем, і такий виконавчий механізм у першому наближенні описати передатною функцією

$$W_M(s) = \frac{k}{s}, \tag{2}$$

де k — коефіцієнт передачі виконавчого механізму.

Для підвищення ефективності системи застосуємо диференціюючий на інтервалі коригуючий пристрій, що формує випереджувальний сигнал керування. Структурна схема системи автоматичної приводки з таким пристроєм наведена на рисунку. Вхідний дискретний сигнал (неприводка) $E(n)$ з періодом квантування T надходить на імпульсний елемент коригуючого пристрою з періодом дискретності T/m_0, фіксується і подається на вхід диференціюючої ланки з передатною функцією $G(s)$, яка формує керуючий сигнал $U(n + \frac{m}{m_0})$, що потрапляє на виконавчий механізм системи.

Визначимо дискретну передатну функцію системи. Для цього спочатку запишемо передатну функцію приведеної неперервної частини і фіксатора:

$$W_n(s) = H_0(s) \frac{k}{s(T_1 s + 1)}. \tag{3}$$

Скориставшись формулами z-перетворення [1,4], отримаємо z-перетворення приведеної частини (3)

$$W_n(z) = (1 - z^{-1}) Z \left\{ \frac{1}{s^2(T_1 s + 1)} \right\}. \tag{4}$$

Після розкладу на прості множники матимемо

$$W_n(z) = (1 - z^{-1}) \left\{ \frac{k}{s^2} - \frac{k T_1}{s} + \frac{1}{s + 1/T} \right\}. \tag{5}$$

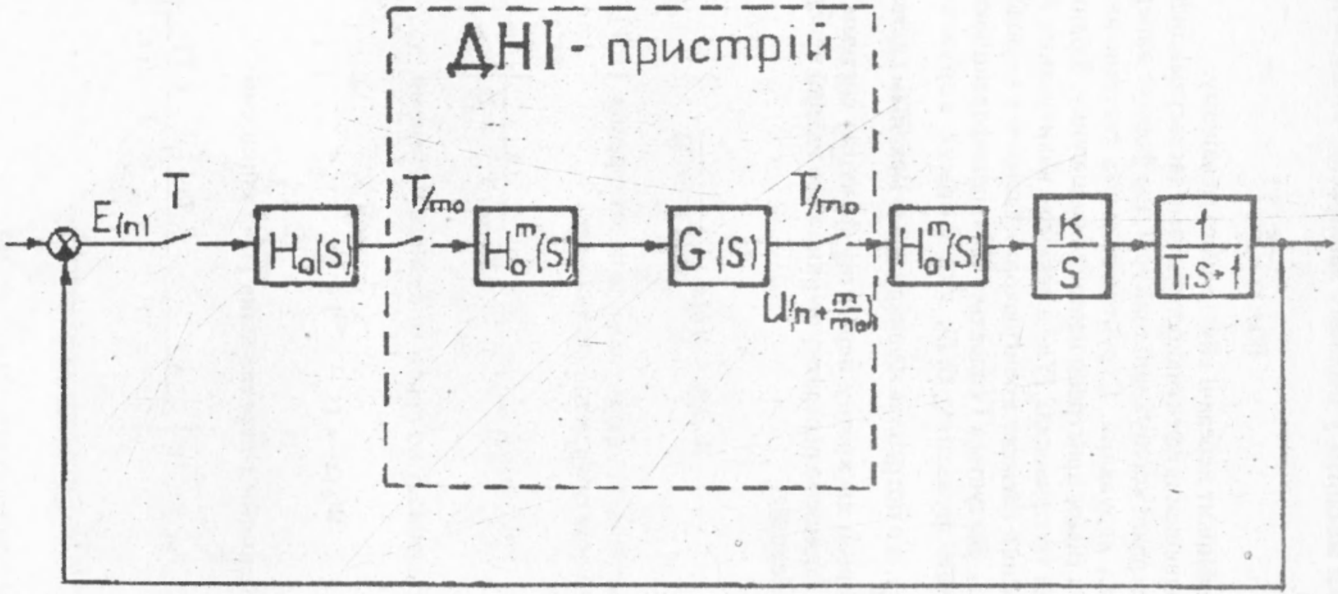
За таблицями z-перетворення [1,4] запишемо

$$W_n(z) = (1 - z^{-1}) \left\{ \frac{k T}{(1 - z^{-1})^2} - \frac{k T_1}{1 - z^{-1}} + \frac{k T_1}{1 - d_1 z^{-1}} \right\}, \tag{6}$$

де $d_1 = e^{-T/T_1}$.

Після перетворення (6) дістанемо

$$W_n(z) = \frac{b_2 z^{-2} + b_1 z^{-1} + b_0}{a_2 z^{-2} + a_1 z^{-1} + a_0}, \tag{7}$$



Структурна схема системи.

де $b_2 = k d_1 T_1$; $\quad a_2 = d_1$;

$b_1 = k d_1 T_1 + k T_1 - k d_1 T$; $\quad a_1 = - d_1 + 1$;

$b_0 = k T - k T_1$; $\quad a_0 = 1$.

Дискретна передатна функція приведеної неперервної частини системи визначається з (7) на основі z-перетворення з кратним періодом квантування [2]

$$W_n(z, m_0) = W_n(z) \mid_{z = z^{1/m_0}}, \tag{8}$$

де m_0 — кратність періоду квантування.

Після підстановки в (7) отримаємо

$$W_n(z, m_0) = \frac{b_2 z^{-2/m_0} + b_1 z^{-1/m_0} + b_0}{a_2 z^{-2/m_0} + a_1 z^{-1/m_0} + a_0}. \tag{9}$$

Диференціюючий пристрій візьмемо у вигляді диференціюючої ланки, що описується передатною функцією

$$G(s) = \frac{d_0 T_0 s}{T_0 s + 1}, \tag{10}$$

де d_0 — коефіцієнт передачі фотодавача і ланки; T_0 — стала часу диференціюючої ланки.

Використовуючи таблиці z-перетворень, одержимо дискретну передатну функцію диференціюючої ланки

$$G_n(z) = \frac{d_0(1 - z^{-1})}{1 - c z^{-1}}, \tag{11}$$

де $c = e^{-T/T_0}$.

На основі z-перетворень з кратним періодом [2] отримаємо дискретну передатну функцію диференціюючого на інтервалі коригуючого пристрою

$$G_n(z, m_0) = \sum_{m=0}^{m_0-1} G_n(z) \Bigg|_{\substack{z = z^{1/m_0} \\ T = T\frac{m}{m_0}}}. \tag{12}$$

Після підстановки в (11) і перетворень матимемо

$$G_n(z, m_0) = d_0 \sum_{m=0}^{m_0-1} \frac{1 - z^{-m/m_0}}{1 - c_m z^{-m/m_0}}, \tag{13}$$

де $c_m = e^{-\frac{m}{m_0}\frac{T}{T_0}}$.

Головними параметрами налагодження диференціюючого на інтервалі коригуючого пристрою є стала часу T_0 та період кратності m_0.

Проведений аналіз показав, що сталу часу потрібно вибирати з умови $T_0 = T$, а період кратності m_0 рівним 4 або 8.

На основі дискретної передатної функції приведеної неперервної частини системи (9) і диференціюючого на інтервалі коригуючого пристрою (13) запишемо дискретну передатну функцію розімкнутої системи з послідовним диференціюючим на інтервалі коригуючим пристроєм:

$$W(z, m_0) = H_0(z)\, G_n(z, m_0)\, W_n(z, m_0)\,. \tag{14}$$

Після підстановки

$$W(z, m_0) = (1 - z^{-1})\, d_0 \sum_{m=0}^{m_0-1} \frac{1 - z^{-m/m_0}}{1 - C_m z^{-m/m_0}} \cdot \frac{b_2 z^{-2/m_0} + b_1 z^{-1/m_0} + b_0}{a_2 z^{-2/m_0} + a_1 z^{-1/m_0} + a_0}. \tag{15}$$

Дробний степінь z в останніх виразах утруднює подальший аналіз. Тому введемо нову змінну, прийнявши кратність $m_0 = 4$:

$$z_4^{-1} = z^{-1/4}. \tag{16}$$

Тоді вираз (15) набуде вигляду

$$W(z)_4 = (1 - z_4^{-4})\, d_0 \sum_{m=0}^{3} \frac{1 - z_4^{-m}}{1 - C_m z_4^{-m}} \cdot \frac{b_2 z_4^{-2} + b_1 z_4^{-1} + b_0}{a_2 z_4^{-2} + a_1 z_4^{-1} + a_0}. \tag{17}$$

Маючи передатну функцію розімкнутої, визначимо дискретну передатну функцію замкнутої системи з послідовним диференціюючим на інтервалі коригуючим пристроєм:

$$\Phi(z)_4 = \frac{W(z)_4}{1 + W(z)_4}. \tag{18}$$

Після підстановки отримаємо

$$\Phi(z)_4 = \left[d_0(1-z_4^{-4}) \sum_{m=0}^{3} \frac{1-z_4^{-m}}{1-C_m z_4^{-m}} \cdot \frac{b_2 z_4^{-2}+b_1 z_4^{-1}+b_0}{a_2 z_4^{-2}+a_1 z_4^{-1}+a_0}\right] \cdot$$

$$\left[1 + d_0(1-z_4^{-4}) \sum_{m=0}^{3} \frac{1-z_4^{-m}}{1-C_m z_4^{-m}} \cdot \frac{b_2 z_4^{-2}+b_1 z_4^{-1}+b_0}{a_2 z_4^{-2}+a_1 z_4^{-1}+a_0}\right]^{-1}. \quad (19)$$

Таким чином, визначено дискретну передатну функцію системи автоматичної приводки фарб з послідовним диференціюючим на інтервалі коригуючим пристроєм.

Коригуючий пристрій може бути виконаний програмно чи апаратно у вигляді підсилювача з перемінним коефіцієнтом передачі на основі операційного підсилювача з дільниками і комутатором.

Проведені на стенді дослідження дискретної системи приводки фарб з диференціюючим на інтервалі коригуючим пристроєм показали, що швидкодія дискретної системи близька до швидкодії неперервної системи. Отже, доведено ефективність нового методу коригування дискретних систем.

1. Бойко Н.П., Стеклов В.К. Системы автоматического управления на базе микро-ЭВМ. К., 1989. 2. Иванов В.А., Ющенко А.С. Теория дискретных систем автоматического управления. М., 1983. 3. Казакевич В.В., Избицкий Э.И. Системы автоматического управления полиграфическими процессами. М., 1978. 4. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления. М., 1986.

Стаття надійшла до редколегії 16.01.95.