

С.Кілані

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПАЛІТУРКОРОБНОЮ МАШИНОЮ НА БАЗІ МІКРО-ЕОМ

Для виготовлення палітурок у єдиному технологічному циклі широко розповсюджені палітуркоробні машини КД—Зм [1] потрібно обладнати системою автоматичного управління.

У роботі розглядається цифрова система автоматичного управління палітуркоробною машиною на базі ЕОМ (рис. 1) при виготовленні палітурок із наперед задрукованого обкладинкового матеріалу. Задрукований обкладинковий матеріал з рисунками, текстом і контрольними мітками періодично переміщається від каретки КР, яка здійснює зворотно-поступальний рух від механізму приводу каретки МПК, що приводиться в дію від двигуна М₀, котрий живиться від тиристорного приводу ТП машини.

Машина виконує різні технологічні операції: розмотування обкладинкового матеріалу з ролону Р, проклеювання в клейовому апараті КА, подачу картонок механізмом ПК із самонакладу СН, притискання картонок валиком ПВ, вирубування кутиків ножем Н1, рубання напівфабрикатів ножем Н2, зачінання обкладинки та інші, які здійснюються на певних позиціях.

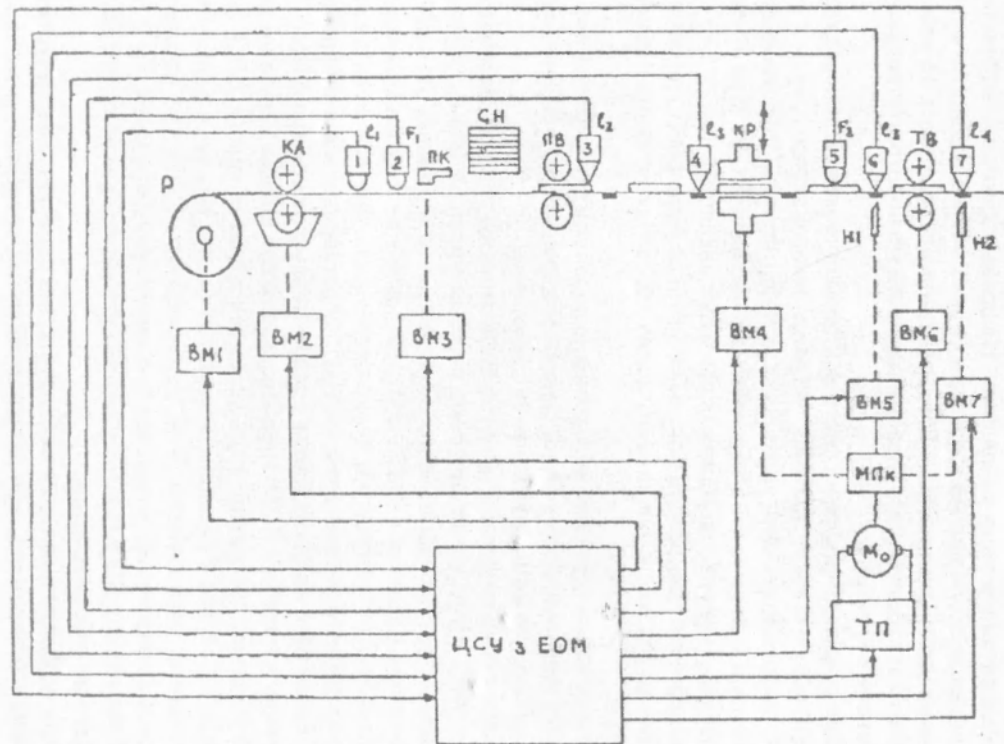


Рис. 1. Схема цифрової системи автоматичного управління.

Інформація з давачів 1—7 регульованих технологічних параметрів (товщина шару нанесеного клею e_1 , суміщення технологічних операцій e_2 — e_5 , сила натягу F_1 , F_2 та ін.) подається на вхід цифрової системи автоматичного управління. На основі отриманої інформації по алгоритму ЕОМ виробляє сигнали управління відповідними виконавчими механізмами ВМ1—ВМ7, які безпосередньо діють на робочі механізми і забезпечують задане виконання технологічних операцій на окремих позиціях.

Для реалізації цифрової системи управління можна використати серійні керуючі мікро-ЕОМ або мікропроцесорні системи.

У цифровій системі управління основні функції перетворення інформації і формування керуючих дій виконує ЕОМ. При цьому передбачається виконання таких основних операцій:

почерговий дискретний опис давачів і перетворення їх сигналів у цифровий код, введення на шину даних і запам'ятовування в мікро-ЕОМ;

формування керуючої дії відповідно до алгоритму управління;
перетворення сформованої цифрової керуючої дії в аналоговий сигнал і подача його на виконавчий механізм.

Блок-схема цифрової системи автоматичного управління наведена на рис.2. Спряження цифрової системи управління з палітуркоробною машиною здійснюється за допомогою давачів Д1—Д7 і виконавчих механізмів ВМ1—ВМ7. Сигнали з виходу давачів через мультиплексор (комутатор) періодично підключаються на вхід аналого-цифрового перетворювача АЦП, перетворюються в цифровий код, подаються на шину даних і запам'ятовуються мікро-ЕОМ. По заданому алгоритму ЕОМ виробляє цифровий сигнал керуючої дії, який у вигляді цифрового кода через дешифратор адреси ДША подається на регістр Рг і запам'ятовується на час циклу, а далі — на відповідний цифроаналоговий перетворювач ЦАП (де перетворюється в аналоговий сигнал U_i) і на виконавчий механізм.

Давач циклу ДЦ подає імпульсний сигнал для синхронізації ЕОМ з частотою роботи машини.

Для особливо важливих параметрів, які перевищують допустимі значення (наприклад, при заправці машини, аварійних режимах), надходить сигнал від давача переривань ДП, тимчасово здійснюється переривання основної програми та виконується підпрограма за сигналом ДП.

Цифрові системи автоматичного управління палітуркоробними машинами мають свої особливості:

1. Період квантування є сталим і рівним часові циклу роботи машини, тому його не можна довільно змінювати.

2. Процес несуміщення технологічних операцій на палітуркоробній машині носить інтегральний характер, що може призвести до нестійкості системи.

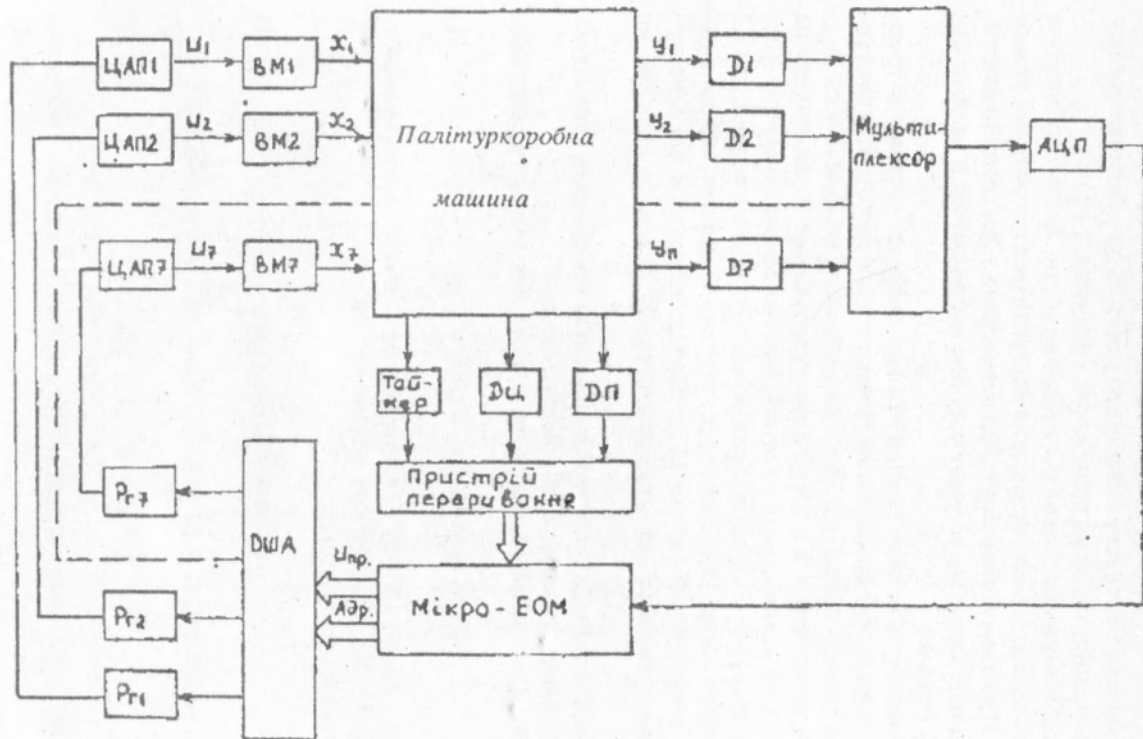


Рис.2. Блок-схема цифрової системи.

3. Різноманітність регульованих параметрів (суміщення технологічних операцій, товщина шару клею, сила натягу і т.ін.).

4. Особливі пріоритети на несуміщення мітки. Якщо несуміщення виходить за задані межі, то система переводиться в особливий режим роботи. При цьому основний канал переходить у форсований режим, а окремі параметри не регулюються або переводяться в налагоджувальний режим.

Розглянемо основний типовий канал цифрової системи автоматичного управління суміщенням технологічних операцій, структурна схема якого дана на рис.3. Різниця вихідного $L(t)$ і задаючого $L_3(t)$ сигналів через ключ К1 з періодом квантування T надходить на цифровий обчислювальний пристрій, який на основі алгоритму формує керуючу дію у вигляді цифрового коду $U(nT)$, що через ключ К2 подається на цифроаналоговий перетворювач, а звідти, перетворившись у неперервний сигнал $U(t)$, потрапляє на вхід виконавчого механізму. Виконавчий механізм створює безпосередню дію на об'єкт.

Проведемо аналіз типового каналу цифрової системи автоматичного управління палітуркоробною машиною.

Приведені неперервна частина об'єкта має передатну функцію [3]

$$W_n(s) = H_0(s) W_M(s) W_0(s), \quad (1)$$

де $H_0(s)$, $W_M(s)$, $W_0(s)$ — передатні функції фіксатора нульового порядку (ЦАП), виконавчого механізму і об'єкта.

Регульована координата

$$L(s) = W_n(s) U^*(s), \quad (2)$$

де $U^*(s)$ — дискретне перетворення Лапласа від керуючої дії

$$U^*(s) = W_p^*(s) \cdot E(s). \quad (3)$$

Тут $W_p^*(s)$ — імпульсна передатна функція цифрового регулятора.

Похибка регулювання

$$E^*(s) = L_3^*(s) - L^*(s). \quad (4)$$

де $E^*(s)$, $L_3^*(s)$, $L^*(s)$ — похибка регулювання, завдання та регульована координата у формі дискретного перетворення Лапласа.

Після підстановки (4) в (1)—(3), перетворень і використання дискретного перетворення Лапласа отримаємо

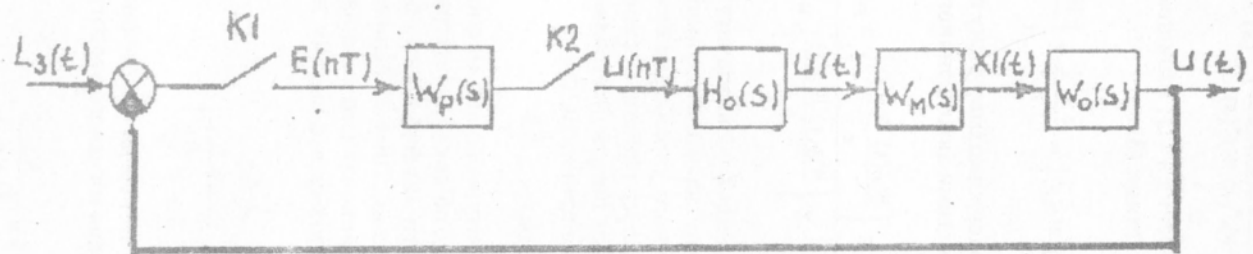


Рис.3. Структурна схема типового каналу цифрової системи.

$$L^*(s) = \frac{W_n^*(s) W_p^*(s)}{1 + W_n^*(s) W_p^*(s)} L_s^*(s). \quad (5)$$

Переходячи до z -перетворення з (1), запишемо імпульсну передатну функцію приведенної частини (3)

$$W_n(z) = z \left\{ H_0(s) W_m(s) W_0(s) \right\} = \frac{z-1}{z} z \left\{ \frac{W_m(s) W_0(s)}{s} \right\}. \quad (6)$$

Підставляючи (6) у (5), одержимо імпульсну передатну функцію типового каналу цифрової системи автоматичного управління палітуркоробної машини

$$W(z) = \frac{L(z)}{L_s(z)} = \frac{\frac{z-1}{z} z \left\{ \frac{W_m(s) W_0(s)}{s} \right\} W_p(z)}{1 + \frac{z-1}{z} z \left\{ \frac{W_m(s) W_0(s)}{s} \right\} W_p(z)}. \quad (7)$$

Імпульсна передатна функція $Z(\cdot)$ визначається відомими методами (3). Визначимо імпульсну передатну функцію типового каналу цифрової системи автоматичного управління суміщенням технологічних операцій. Як відзначалось раніше, несуміщення технологічних операцій (приводка мітки) носить інтегральний характер, тому в першому наближенні можна прийняти, що

$$W_0(s) = \frac{K_0}{s}. \quad (8)$$

Виконавчий механізм палітуркоробної машини має вигляд серводвигуна з редуктором. Якщо об'єкт (8) є інтегруючим, то виконавчий механізм не може бути інтегруючим, бо це призведе до структурної нестійкості системи. Тому здійснимо місцевий зворотний зв'язок по переміщенню виконавчого механізму. Тоді передатну функцію виконавчого механізму в першому наближенні можна прийняти як

$$W_m(s) = \frac{\frac{K_m}{s}}{1 + \beta \frac{K_m}{s}}, \quad (9)$$

де K_m — швидкісний коефіцієнт передачі серводвигуна з редуктором; β — коефіцієнт передачі давача місцевого зворотного зв'язку.

Після перетворення

$$W_m(s) = \frac{K_1}{T_1 s + 1}, \quad (10)$$

де коефіцієнт K_1 і стала часу T_1 ,

$$K_1 = \frac{1}{\beta}; \quad T_1 = \frac{1}{\beta K_1}.$$

Тоді z-перетворення

$$Z \left\{ \frac{W_m(s) W_0(s)}{s} \right\} = Z \left\{ \frac{K_1 K_0}{s^2 (T_1 s + 1)} \right\}. \quad (11)$$

Розкладемо вираз у дужках на прості дроби

$$\frac{K_1 K_0}{s^2 (T_1 s + 1)} = K_1 K_0 \left[\frac{1}{s^2} - \frac{T_1}{s} + \frac{T_1^2}{T_1 s + 1} \right]. \quad (12)$$

Відповідно до таблиці z-перетворень [3] отримаємо

$$W_n(z) = K_1 K_0 \left\{ \frac{z-1}{z} \cdot Z \left[\frac{1}{s^2} - \frac{T_1}{s} + \frac{T_1^2}{T_1 s + 1} \right] \right\}. \quad (13)$$

Взявши z-перетворення від виразу в квадратних дужках, після перетворень матимемо

$$W_n(z) = \frac{K_1 K_0 \left[\frac{T}{z-1} - T_1 (1 - e^{-T_1 T}) \right]}{z - e^{-T_1 T}}. \quad (14)$$

Для спрощення імпульсної передатної функції приймаємо $W_p(z) = K_p$, і запізнення, яке вносить цифровий обчислювальний пристрій, відсутнє. Тоді імпульсна передатна функція цифрової системи після підстановки (14) у (15)

$$W(z) = \frac{K_1 K_0 K_p \left[\frac{T}{z-1} - T_1 (1 - e^{-T_1 T}) \right]}{z - e^{-T_1 T}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{K_1 K_0 K_p \left[\frac{T}{z-1} - T_1 (1 - e^{-T_1 T}) \right]}{z - e^{-T_1 T}}}. \quad (15)$$

Після перетворень

$$W_n(z) = \frac{K_1 K_0 K_p \left[\frac{T}{z-1} + T_1 (1 - e^{-T_1 T}) \right]}{z - e^{-T_1 T} + K_1 K_0 K_p \left[\frac{T}{z-1} - T_1 (1 - e^{-T_1 T}) \right]}. \quad (16)$$

Різні канали можуть мати неоднакові передатні функції виконавчих механізмів і об'єкта. За аналогією можна отримати імпульсні передатні функції інших каналів цифрової системи управління.

Одержані результати є основою для аналізу й розрахунку цифрових систем автоматичного управління палітуркоробною машиною.

1. Кошелев Е.Н., Пергамент Д.А., Филипов В.П. Брошюровочно-переплетные машины. М., 1985. 2. Луцків М.М., Музичін О.Е. Математичні та структурні моделі процесу задрукування та позиціонування покривного матеріалу на палітуркоробній машині // Поліграфія і видавнича справа. 1987. №23. С.69—73. 3. Созонник Г.Д., Стеклов В.К. Цифровые системы управления. К., 1991.

Стаття надійшла до редколегії 15.12.94.