



## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОЛІГРАФІЧНИХ І ВИДАВНИЧИХ ПРОЦЕСІВ**

УДК 62.83

М. М. ЛУЦКІВ, Я. С. МАРУНЯК,  
І. М. ПЕТРІВ, М. М. КРІЛЬ

### **СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПЕРЕНАЛАДОК ПОТОКОВИХ ЛІНІЙ**

Брошуровально-палітурні поточкові лінії створюють на базі окремих машин, пристроїв і агрегатів [3, 4]. Тепер намітилася тенденція використання автоматичних ліній з закінченим технологічним циклом випуску готової продукції [3]. Об'єднання окремих операційних машин у поточкові лінії зумовлює труднощі, пов'язані з габаритами лінії, багатопозиційністю технологічних процесів при зміні тиражу. Зміна формату й тиражу вимагає трудомістких технологічних переналадок ліній на всіх позиціях обробки і призводить до значних простоїв покотової лінії. При середніх (а тим більше малих) тиражах позациклові втрати часу на технологічні переналадки лінії зростають. Внаслідок цього фактична продуктивність лінії зменшується, питомі простої при переналадках стають домінуючими і ведуть до зниження ефективності використання дорогого устаткування. Техніко-економічний аналіз сучасних машин-автоматів брошуровально-палітурного виробництва показав, що час наладки становить 2...4 год., а в окремих випадках значно більше.

Збільшення робочих швидкостей агрегатів і поточкових ліній не вирішує проблеми скорочення позациклових втрат часу на технологічні переналадки [3]. У зв'язку з цим створення системи автоматизації переналадок поточкових ліній є актуальним завданням, його розв'язання для багатопозиційних машин-автоматів дасть змогу зменшити час на переналадку, підняти ефективність використання поліграфічного устаткування і розширити область його раціонального застосування.

Існують книжкові лінії і машини з централізованою системою технологічних переналадок. Переналадка на товщину та формат здійснюється з допомогою контрольного блока шляхом натискання на кнопку, яка включає виконавчий двигун. Після переналадки двигун від'єднується від датчика позиції при дотику до контрольного блока. Оскільки система розімкнута, то вона має вузькі функціональні можливості, невелику швидкість і точність переналадки. Наявність довгих валопроводів, які з'єднують виконавчий двигун з окремими механізмами лінії і узгоджуваними механічними передачами, затруднюють виготовлення таких систем.

Система автоматизації технологічних переналадок агрегатів, потокових ліній належить до систем позиційного програмного керування, які широко використовують для управління металорізальними верстатами [2]. Об'єктом керування є робочі органи циклових механізмів, що виконують технологічні процеси. Тому до таких систем ставляться спеціальні вимоги. Зокрема, система координат металообробного інструмента і заготовки мають жорстку взаємну орієнтацію, яка забезпечує вибрані бази з відповідною лінійною точністю. Система координат ведених ланок циклових механізмів і пристроїв технологічних машин початково не орієнтована відносно формату чи обсягу видання. Отже, за таких умов доцільно застосовувати систему керування промисловими роботами та маніпуляторами [1, 2, 6], де початкові координати маніпулятора також не орієнтовані відносно об'єкта обслуговування. Тому можна скористатися окремими принципами, на основі яких будують системи керування технологічними переналадками поліграфічних машин.

Існує два основних типи систем керування — цифрові та аналогові. Цифрові системи точні, але більш складні й дорожчі за аналогові. Датчики зворотного зв'язку в цифрових системах складніші від аналогових і вимагають для комутації багатопровідних ліній зв'язку. Крім того, в цифрових системах необхідні спеціальні електроприводи, які б забезпечували потрібну точність позиціонування з кроковими або з двошвидкісними двигунами. Ці двигуни мають складну схему управління. Для автоматизації технологічних переналадок застосовуємо аналогові системи.

Розглянемо проблеми автоматизації переналадок потокової лінії для виготовлення книг і брошур «Темп-1», до складу якої входять: машини для безшвейного скріплення і покриття м'якою обкладинкою БК-11 з листопідборочним пристроєм БЛ-882/2; машина для обрізки блоків *SDI* або 2БРТ-125/450; приймально-комплектуючий пристрій БКУ-350; упаковочна машина ПУА-1-52; дві машини для обв'язки пачок МОП (одна — для поздовжньої, друга — для поперечної).

Розгалуження структури потокової лінії, багатопозиційний характер процесів ускладнили переналадку на інший вид продукції, форма якої включає зміну таких основних параметрів, як формат (висота та ширина блока) і товщина видання. Відповідно до цього всі виконавчі механізми вимагають переналадки на формат (магазини самонакладів, синхронізуючі пристрої, механізми обрізки з трьох сторін, системи упаковки тощо). При зміні позиції виконавчих органів необхідно здійснити значні лінійні переміщення та забезпечити точність позиціонування, зумовлену технологічними вимогами.

Зміна товщини блока зумовлює регулювання обтискних механічних систем, призначених для транспортування блоків, затиску при обрізці, пакування, обв'язки тощо. Наладка їх на товщину ускладнюється тим, що залежно від фізико-механічних характеристик матеріалу блока (різні властивості паперу, зміна умов і способів фальцювання тощо) деформаційні властивості

значно змінюються. Внаслідок цього необхідне різне зусилля притиску, що зумовлює зміни позиціонування вихідних ланок механізмів переналадок [4]. Функціональна схема системи автоматичної переналадки включає мікродвигуни, передаточні механізми, які змінюють положення виконавчих органів за програмою, занесеною у блок пам'яті. Реверсивні підсилювачі керування моторами дають змогу змінювати напрями руху робочих ланок механізму. Вибір програми проводиться за допомогою блока завдання, який підпорядкований зміні параметрів книги чи брошури.

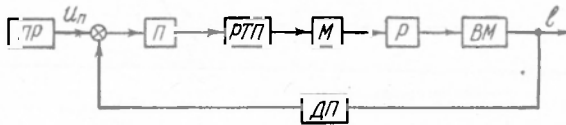


Рис. 1. Функціональна схема слідкуючої системи.

Важливою в системі автоматичної переналадки є слідкуюча система, яка повинна забезпечити не тільки задану точність позиціонування механізмів і пристроїв, але й потрібну швидкість переміщення виконавчих органів. Для автоматизації технологічних переналадок найбільш доцільний тиристорний слідкуючий електропривід постійного струму, який широко використовують у приводах автоматичних систем металорізальних верстатів і маніпуляторів [1, 5, 6]. Інші типи приводів (пневматичний, гідравлічний) в умовах роботи потокової лінії «Темп-1» мають значні недоліки: важко реалізувати точність слідкуючої системи внаслідок високого стиснення повітря в пневмоциліндрі, низького к. к. д., високої прецизійності виготовлення, спеціального обслуговування і т. д.

Система автоматичної переналадки технологічних агрегатів багатоканальна, тому на прикладі одного каналу функціональної схеми системи (рис.1) розглянемо особливості її роботи.

Положення виконавчого механізму задається програмуючим пристроєм у вигляді напруги  $U_n$ . Різниця між цією напругою і напругою зворотного зв'язку  $U_3$  поступає на підсилювач  $П$ , посилюється і подається на вхід реверсивного тиристорного перетворювача  $РПТ$ , з'єднаного з виконавчим мотором  $М$ . Виконавчий мотор через редуктор  $Р$  переміщає виконавчий орган механізму  $ВМ$  у задану програмою позицію.

На основі функціональної схеми (рис. 2) побудована структурна схема слідкуючої системи автоматичної переналадки, згідно з якою передаточна функція замкнутої системи виражається як

$$\Phi / s = \frac{l / s}{l_3 / s} = \frac{K_{д.н} K_n \frac{K_{т.н}}{T_n s + 1} \cdot \frac{K_d}{T_e T_m s^2 + T_m s + 1} \cdot \frac{1/i}{s} K_p}{1 + K_{д.н} K_n \frac{K_{т.н}}{T_n s + 1} \cdot \frac{K_d}{T_e T_m s^2 + T_m s + 1} \cdot \frac{1/i}{s} K_p} \quad (1)$$

де  $K_{д.п}$  — коефіцієнт передачі датчика позиції;  $K_п$  — коефіцієнт передачі підсилювача;  $K_{т.п}$ ,  $T_п$  — коефіцієнти передачі та стала часу реверсивного тиристорного перетворювача;  $K_д$  — коефіцієнт передачі двигуна;  $T_м$  — електромеханічна сила часу двигуна;  $T_e$  — стала часу кола якоря;  $i$  — передаточне число редуктора;  $K_р$  — коефіцієнт передачі механізму, який поретворює обер-

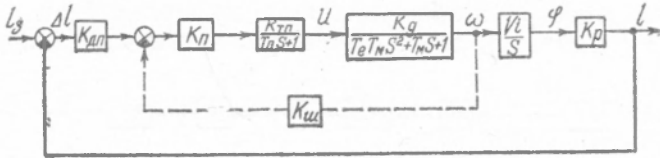


Рис. 2. Структурна схема системи.

товий рух у поступовий рух виконавчого механізму;  $l_3$ ,  $l$  — відповідно задане положення виконавчого механізму та дійсне положення;  $\Delta l$  — похибка переналадки;  $U$  — напруга, яка подається на електродвигун;  $\varphi$  — кут повороту редуктора.

Після перетворень одержуємо:

$$\Phi / |s| = \frac{K}{a_4 s^4 + a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0}, \quad (2)$$

де  $K = a_0 = K_{д.п} K_п K_{т.п} K_д / i K_р$ ;  $a_4 = T_п T_м T_e$ ;

$$a_3 = T_e T_м + T_п T_м; \quad a_2 = T_м + T_п; \quad a_1 = 1.$$

Для забезпечення стійкості та поліпшення динамічних властивостей у систему додатково вводять зворотний зв'язок з урахуванням швидкості виконавчого двигуна, який на рис. 2 показаний пунктиром. Передаточна функція замкнутої системи із зворотним зв'язком за швидкістю

$$\Phi / |s| = \frac{K_{д.п} K_п \frac{K_{т.п}}{T_п s + 1} \cdot \frac{K_д}{T_e T_м s^2 + T_м s + 1} \cdot \frac{1/i}{s} K_р}{1 + K_{д.п} K_п \frac{K_{т.п}}{T_п s + 1} \cdot \frac{K_д}{T_e T_м s^2 + T_м s + 1} \cdot \frac{1/i}{s} K_р + \frac{K_п K_{т.п}}{T_п s + 1} \cdot \frac{K_д K_{ш}}{T_e T_м s^2 + T_м s + 1}}, \quad (3)$$

де  $K_{ш}$  — коефіцієнт передачі датчика швидкості.

Після перетворень маємо

$$\Phi / |s| = \frac{K}{a_4 s^4 + a_3 s^3 + a_2 s^2 + b_1 s + a_0}, \quad (4)$$

де  $b_1 = 1 + K_п K_{т.п} K_д K_{ш}$ .

Для забезпечення заданої статичної точності переналадки з формули (1) визначаємо коефіцієнт передачі підсилювача

$$K_{II} = \frac{U_{II}}{2K_{д.п} K_{т.п} \Delta l}, \quad (5)$$

де  $U_{II}$  — номінальна напруга живлення електродвигуна.

Згідно з прийнятим часом переналадок і урахуванням оптимальних техніко-економічних характеристик ведеться проектування системи автоматичної переналадки потокової лінії «Темп-1».

Розглянутий принцип побудови системи розширить її функціональні можливості, підвищить продуктивність поточкових ліній і зменшить час на їх переналадку.

**Список літератури:** 1. *Андреев С. Н., Ворошилов М. С., Петров Б. А.* и др. Проектирование приводов манипуляторов. — Л.: Машиностроение, 1975. — 420 с. 2. *Белянин П. Н.* Промышленные роботы. — М.: Машиностроение, 1975. — 400 с. 3. *Волчков Л. И., Кузнецов М. М., Усов Б. А.* Автоматы и автоматические линии. — М.: Высш. шк., 1976. — 230 с. 4. *Дичина Г. К., Толоченко В. А., Хмылко В. Ф.* Автоматические линии в брошюровочно-переплетном производстве. — М.: Книга, 1978. — 60 с. 5. *Лебедев А. М., Найдис В. А., Орлова Р. Т. и др.* Тиристорный следящий электропривод. — М.: Энергия, 1972. — 128 с. 6. *Макаров Н. М., Чиганов В. А.* Управляющие системы промышленных роботов. — М.: Машиностроение, 1984. — 288 с.

The paper reviews the principles of making up systems of automatic rearrangement of book conveyer lines depending on the volume and size of editions. The functional and structural schemes of the system have been built. The main dependences for the definitions of strengthening of the coefficient system, providing the proper accuracy of positioning.

Стаття надійшла до редколегії 11. 04. 85