

Р.І.Петрів

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ СУМІЩЕННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ НА РУЛОННИХ РОТАЦІЙНИХ ПАЛІТУРКОРОБНИХ МАШИНАХ

У брошурувальньо-палітурному виробництві актуальною проблемою при створенні та вдосконаленні рулонних ротаційних палітуркоробних машин, які працюють із застосуванням попередньо задрукованого обкладинкового матеріалу, є розробка системи автоматичного керування. Виявлено, що з-за динамічних властивостей механізмів і стрічкового обкладинкового матеріалу спостерігається позовжнє зміщення рисунка обкладинки відносно робочих органів машини. Це призводить, нарешті, до погіршення якості і навіть до цілковитого браку готової продукції. Тому для забезпечення необхідної точності суміщення технологічних операцій ротаційних палітуркоробних машин потрібно розробити систему автоматичної приводки.

Розглянемо схему рулонної ротаційної палітуркоробної машини (рис.1). Задрукований обкладинковий матеріал розмотується ведучими валиками транспортера обкладинки з рулону радіусом R_0 зі

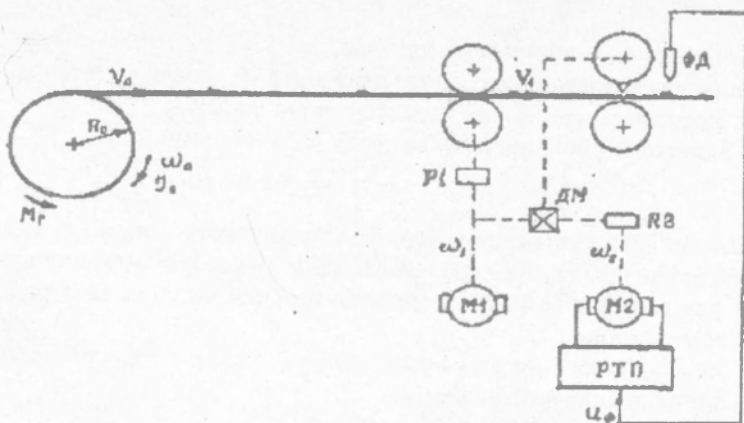


Рис.1. Схема робочої секції машини.

сталою лінійною швидкістю V_0 і подається в зону виконання технологічної операції, наприклад, вирубування кутиків, поперечного рубання тощо.

Запишемо рівняння руху рулону [4]

$$I_0 \frac{d\omega_0}{dt} = M_{P0} - M_{T0} - M_{H0} - M_{\Gamma}, \quad (1)$$

де I_0 і ω_0 — відповідно момент інерції та кутова швидкість рулону; M_{Γ} — гальмівний момент на валу рулону; M_{H0} — сумарний момент навантаження в розмотувальній секції.

Рушійний момент M_{P0} рулону створюється за рахунок сили натягу F обкладинкового матеріалу і визначається

$$M_{P0} = F R_0. \quad (2)$$

Момент сили опору M_{T0} , спричинений силами тертя на валу рулону та технологічними навантаженнями, рахуємо в першому наближенні пропорційним кутовій швидкості рулону

$$M_{T0} = \alpha_0 \omega_0, \quad (3)$$

де α_0 — коефіцієнт пропорційності.

При описі руху робочої секції машини вважатимемо, що електродвигун приводу транспортера обкладинки та робочих механізмів має лінійну механічну характеристику

$$M_{P1} = \beta (\omega_H - \omega_1), \quad (4)$$

де M_{P1} —рушійний момент двигуна; ω_H і ω_1 — кутові швидкості ідеального холостого ходу і вала двигуна; β — коефіцієнт, що враховує жорсткість механічної характеристики двигуна.

Запишемо рівняння руху приводу робочої секції

$$I_1 \frac{d\omega_1}{dt} = M_{P1} - M_{H1} - M_{T1} - F \cdot k_1, \quad (5)$$

де I_1 —приведений момент інерції електродвигуна; M_{H1} — сумарний момент навантаження в робочій секції; k_1 — коефіцієнт, який враховує радіус ведучих валків транспортера обкладинки та передатне число редуктора Р1.

Момент сили опору в приводі ведучих валків транспортера обкладинки визначаємо аналогічно (3):

$$M_{T1} = \alpha_1 \omega_1, \quad (6)$$

де α_1 — коефіцієнт пропорційності.

Рух стрічкового обкладинкового матеріалу на ділянці рулон — ведучі валки транспортера обкладинки описується відомим диференціальним рівнянням натягу [3]

$$T_c \frac{dv}{dt} + F = k_c (V_1 - V_0), \quad (7)$$

де V_0 і V_1 — лінійні швидкості обкладинкового матеріалу відповідно на вході та виході ділянки; T_c і k_c — стала часу і коефіцієнт передачі обкладинкового матеріалу.

Процес зміни лінійної швидкості обкладинкового матеріалу через його деформацію можна описати рівнянням

$$T_c \frac{\Delta V_1}{dt} + \Delta V_1 = V_1 - V_0, \quad (8)$$

де ΔV_1 — приріст лінійної швидкості обкладинкового матеріалу на ділянці внаслідок його деформації.

Повне лінійне переміщення обкладинкового матеріалу в робочій секції з врахуванням його видовження

$$l_0(t) = \int [V_1(t) + \Delta V_1(t)] dt. \quad (9)$$

Лінійне переміщення робочого механізму

$$l_1(t) = \int V_1(t) dt. \quad (10)$$

Для суміщення технологічних операцій привод робочого механізму обладнано диференціальним механізмом ДМ, один із виходів якого здійснює керуючу дію, створюючи додаткове переміщення l_2 робочого механізму за рахунок серводвигуна М2. Припускаючи, що при нульових початкових умовах несуміщення дорівнювало нулю,

запишемо зміщення Δl рисунка обкладинки відносно робочого механізму з врахуванням додаткового переміщення останнього

$$\Delta l(t) = l_0(t) - (l_1(t) + l_2(t)). \quad (11)$$

Процес виконання технологічних операцій здійснюється циклічно, тому для опису їх несуміщення слід використати математичний апарат дискретних функцій [1]

$$\Delta l^*(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \Delta l(nT) \delta(t - nT), \quad (12)$$

де $\Delta l^*(t)$ — імпульсна послідовність несуміщення технологічних операцій за час t роботи машини; $\Delta l(nT)$ — зміщення рисунка обкладинки за час циклу T ; $n = 0; 1; 2; \dots$ — послідовність чисел, яка визначає номер циклу; $\delta(t - nT)$ — зміщена на час nT дельта-функція.

Система автоматичного керування суміщенням технологічних операцій є імпульсною за рахунок дискретного вимірювання фотодавачем ФД величини несуміщення. Сигнал u_ϕ , пропорційний величині несуміщення технологічних операцій у момент їх виконання, запам'ятовується фотодавачем на час циклу T , підсилюється і подається на вхід реверсивного тиристорного перетворювача РТП приводу серводвигуна М2.

Представимо фотодавач ФД у вигляді фіксатора нульового порядку з передатною функцією [2]

$$H_0(s) = \frac{1 - e^{-Ts}}{s}. \quad (13)$$

Передатна функція реверсивного тиристорного перетворювача з підсилювачем

$$W_{ТП}(s) = \frac{u_\lambda(s)}{u_\phi(s)} = \frac{K_{ТП} K_{П}}{T_{ТП} s + 1}, \quad (14)$$

де u_λ — напруга, що подається з виходу РТП на якір серводвигуна; $K_{П}$ — коефіцієнт передачі підсилювача; $K_{ТП}$ і $T_{ТП}$ — коефіцієнт передачі і стала часу тиристорного перетворювача.

Нехтуючи електричною сталою часу, запишемо передатну функцію серводвигуна М2.

$$W_g(s) = \frac{l_2(s)}{u_\lambda(s)} = \frac{K_g}{T_M s + 1} \cdot \frac{K_2}{s}, \quad (15)$$

де K_g і T_M — коефіцієнт передачі і механічна стала часу двигуна; K_2 — коефіцієнт, який враховує радіус барабана робочого механізму та передатне число редуктора Р2.

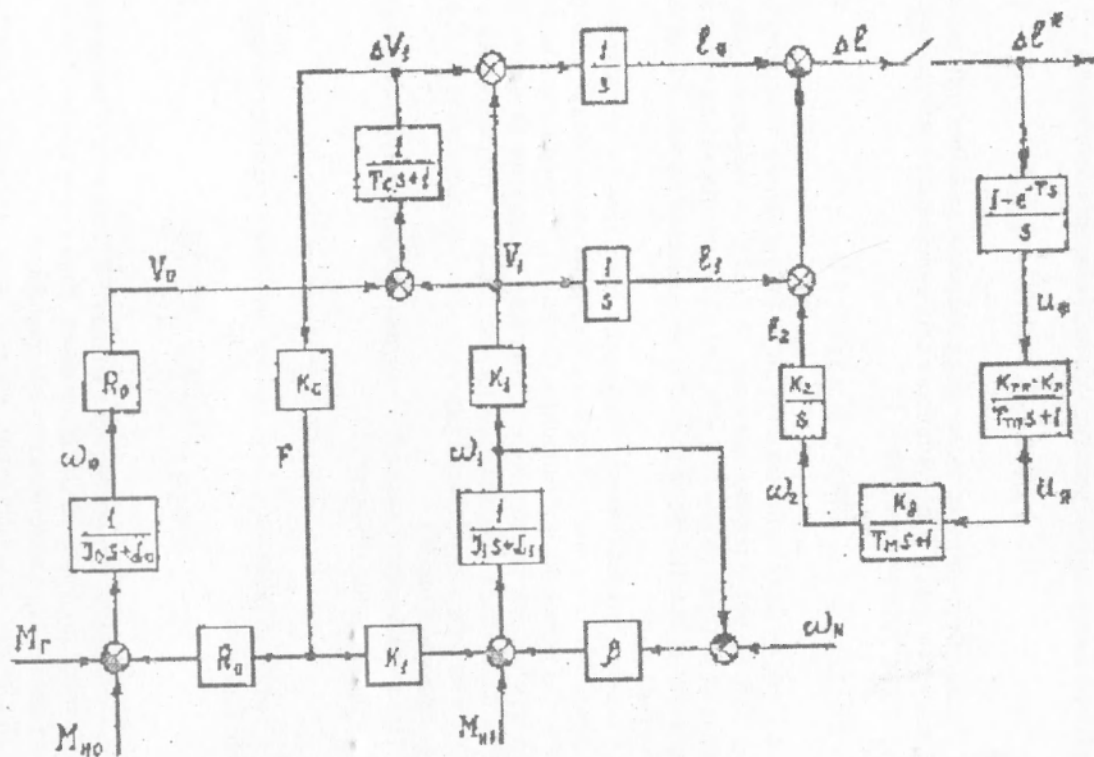


Рис.2. Структурна схема системи автоматичного керування суміщенням технологічних операцій.

Перейшовши до операторної форми запису, на основі (1) — (15) побудуємо структурну схему (рис.2) моделі рулонної ротаційної палітуркоробної машини з системою автоматичного керування суміщенням технологічних операцій.

Подальший аналіз моделі з системою автоматичного керування за структурною схемою є громіздким. Несуміщення технологічних операцій на окремих робочих секціях машини, обладнаної системою автоматичного керування, буде незначним. Тому в структурній схемі (рис.2) можна окремо розглядати та аналізувати систему суміщення без цілого об'єкта регулювання, умовно приймаючи за завдання лінійне переміщення l_1 робочого механізму, а за збурення — приріст лінійної швидкості ΔV_1 обкладинкового матеріалу.

Запишемо імпульсну передатну функцію системи автоматичного керування суміщенням технологічних операцій відносно похибки в z -перетвореннях [2]

$$W(z) = \frac{\Delta l(z)}{l_1(z)} = \frac{1}{1 + z \{H_0(S) \cdot W_{TP}(S) \cdot W_g(S)\}}. \quad (16)$$

Провівши необхідні підстановки та використавши таблиці z -перетворень, отримаємо

$$W(z) = \frac{1}{1 + \frac{z-1}{z} K_P K_{TP} K_g K_2 \left[\frac{z}{z-1} + \frac{T_{TP}}{T_M - T_{TP}} \cdot \frac{z}{z - e^{-T/T_{TP}}} - \frac{T}{T_M - T} \cdot \frac{z}{z - e^{-T/T_M}} \right]}. \quad (17)$$

Одержані результати є основою для подальшого аналізу за допомогою ЕОМ і розробки системи автоматичного керування суміщенням технологічних операцій рулонних ротаційних палітуркоробних машин.

1. Иванов В.А., Ющенко А.С. Теория дискретных систем автоматического управления. М. 1983. 2. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. М. 1978. 3. Луцків М.М. Автоматика, телемеханіка і системи керування в поліграфічній промисловості. Львів, 1971. 4. Луцків М.М. Системи автоматичного керування ротаційними машинами з пружними зв'язками. К. 1991. (Нове в науці і техніці — студентам і учням; Вип.24).

Стаття надійшла до редколегії 15.01.94.