

М.І.Верхола

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО ПЕРЕНАЛАГОДЖЕННЯ АРКУШОРІЗАЛЬНОЇ МАШИНИ З ДВОКАНАЛЬНОЮ КОРЕКЦІЄЮ ШВИДКОСТІ

У процесі роботи над створенням багатодвигунних аркушорізальних машин [1], з метою підвищення їх продуктивності, поліпшення динаміки і спрощення конструкції, розроблена система автоматичного переналагодження (САП) з двоканальною корекцією швидкості (рис.1).

САП працює таким чином. Рулонна аркушорізальна машина приводиться в дію за допомогою задатчика ЗШ, сигнал з якого надходить на вхід системи регулювання швидкості СРШ. Швидкість двигуна D_1 , який приводить у рух мірний циліндр МЦ, що розмотує стрічку з рулону і подає її в зону різання, вимірюється датчиком ID_1 , перетворюється в лічильнику $ЛП_1$ у код N_1 і запам'ятовується в блоці пам'яті $БП_1$ за командою від блока керування $БК$. Сигнал з виходу $БП_1$ подається на вхід блока ділення $БД$, де ділиться на коефіцієнт K_0 , який визначає співвідношення швидкостей D_1, D_2 і задається блоком задання формату БЗФ. Отриманий на виході $БД$ результат N_3 записується в $БП_3$ за командою від $БД$. З виходу $БП_3$ сигнал надходить через цифроаналоговий перетворювач $ЦАП_2$ на другий вхід підсилювача $П$ і на один із входів суматора $СМ_1$. На другий вхід $СМ_1$ подається сигнал зворотного зв'язку по швидкості, який вимірюється датчиком ID_2 і перетворюється в код N_2 за допомогою лічильника $ЛП_2$ і $БК$. Сигнал відхилення дійсної швидкості двигуна D_2 , що надає

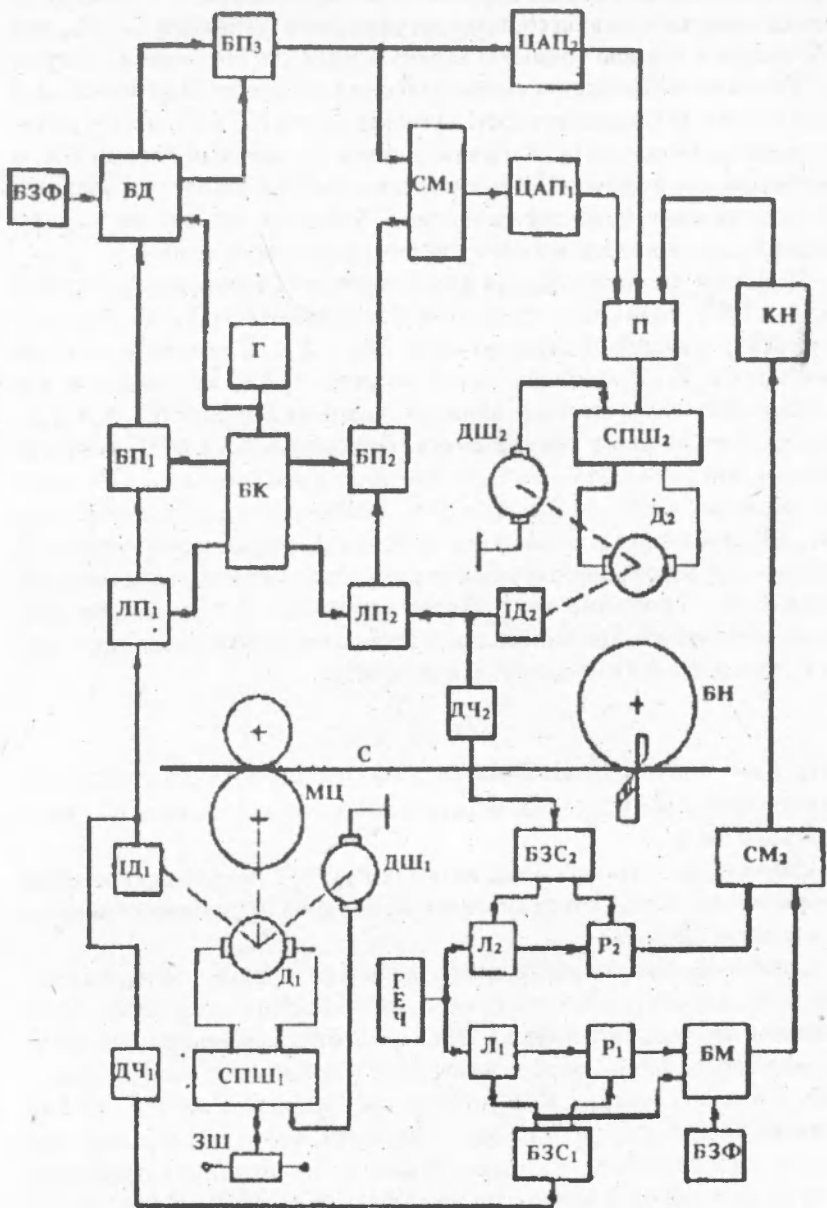


Рис.1. Функціональна схема САП з двоканальною корекцією швидкості.

руху барабанові із закріпленням ножем $БН$, від заданої з виходу $СМ_1$ через $ЦАП_1$ потрапляє на перший вхід підсилювача $П$. З виходу $П$ сигнал подається на вхід системи регулювання швидкості $СРШ_2$, яка забезпечує з певною точністю задану швидкість обертання двигуна $Д_2$. Точність підтримання співвідношення швидкостей двигунів $Д_1$ і $Д_2$ залежатиме від дискретності датчиків $ІД_1$ та $ІД_2$ і швидкості роботи машини. Оскільки період квантування T_3 , заданий блоком $БК$, є постійним, то, очевидно, із зменшенням робочої швидкості машини точність різання буде зменшуватись. Введення ще одного каналу корекції швидкості дає можливість уникнути цього недоліку.

Імпульси частотою N_E , що виробляються генератором еталонної частоти ГЕЧ, подаються на виходи лічильників $Л_1$ і $Л_2$, де перетворюються у відповідні двійкові коди N_{01} , N_{02} . Сигнали з виходів лічильників $Л_1$, $Л_2$ записуються в регістри P_1 і P_2 за командою від блоків формування сигналів запису і скидання $БЗС_1$ і $БЗС_2$, а $Л_1$ і $Л_2$ відразу ж після цього обнулюються. Блоками $БЗС_1$ і $БЗС_2$ керують сигнали, які надходять з виходів датчиків швидкості $ІД_1$, $ІД_2$ через відповідні ділянки частоти $ДЧ_1$, $ДЧ_2$. Коефіцієнти ділення K_0 блоків $ДЧ_1$, $ДЧ_2$ однакові і вибираються з умови, що період переривання T_n аналого-цифрового перетворювача повинен бути на порядок менший від найбільшої постійної часу об'єкта керування [2]. Виконання цієї умови обов'язкове при мінімальній швидкості роботи машини, тому що T_n залежить від швидкості таким чином:

$$T_n = \frac{N_0}{k_0} T_f = \frac{N_0 2\pi}{k_0 N_0 \omega}, \quad (1)$$

де N_0/k_0 — число періодів T_f частотного сигналу датчика швидкості, які наповнюються еталонними імпульсами високої частоти N_E і надходять від ГЕЧ.

Сигнали, що отримуємо на виходах P_1 і P_2 , є по суті результатом вимірювання тривалості певного числа періодів імпульсних сигналів від датчиків $ІД_1$ і $ІД_2$.

Сигнал N_{02} з виходу регістра P_2 подається на один із входів суматора $СМ_2$, а код N_{01} з виходу P_1 — на вхід блока множення $БМ$, де за сигналом обнулення від блока $БЗС_1$ здійснюється множення числа N_{01} на коефіцієнт K_0 , виражений також у двійковому коді і заданий $БЗФ$. Сигнал з виходу $БЗФ$ надходить одночасно на $БД$ і $БМ$. Задаючи певний формат за допомогою $БЗФ$, тобто відповідний коефіцієнт, наприклад $K_0 = 2$, отримуємо кутову швидкість обертання двигуна $Д_2$ в два рази меншу від швидкості двигуна $Д_1$. Отже, період переривань T_n для перетворювача аналогового сигналу ω_2 двигуна $Д_2$ в цифровий буде в два рази більший, а сигнал N_{01} — відповідно в два рази менший від N_{02} . Для того, щоб код N_{01} , отриманий на виході регістра P_1 , можна було порівняти з двійковим кодом N_{02} , останній потрібно помножити на K_0 , для чого і служить блок множення $БМ$.

Сигнал з виходу блока множення $N_{03} = K_0 N_{01}$ подається на другий вхід алгебраїчного суматора CM_2 , і з нього вираховується сигнал N_{02} від регістра P_2 . Результуючий сигнал з виходу CM_2 надходить на вхід перетворювача код — напруга KH і далі вже, в аналоговому вигляді, потрапляє на третій вхід підсилювача P . Через підсилювач цей сигнал діє на систему регулювання швидкості $CPШ_2$ двигуна D_2 приводу барабана ножа, зменшуючи відхилення кутової швидкості D_2 від заданої величини.

На основі функціональної схеми (рис. 1) і розгорнутих структурних схем двигунів постійного струму [3] побудовано структурну схему САП аркушорізальної машини з двоканальною корекцією швидкості (рис. 2).

Моменти інерції мірного циліндра $MЦ$ і барабана ножа $БН$, I_1 та I_2 приведені до своїх двигунів. Враховуючи, що кожен з періодів переривань T_3 , T_{01} , T_{02} менший на порядок від найбільшої постійної часу об'єкта керування, згідно з [2] систему автоматичного переналадження можна розглядати як неперервну.

За структурною схемою (рис. 2), використовуючи формулу Мейсона, запишемо залежність кутової швидкості двигуна D_2 від швидкості ведучого двигуна D_1

$$\begin{aligned} \omega_2(S) = & \frac{K_{PШ2} K_{N2} (C_{02}/R_{A2})}{(T_{n2} S + 1) (T_{A2} S + 1) J_2 S} \left[\frac{N_0 T_3}{2\pi} \frac{1}{K_0} (K_1 + K_2) - \frac{2\pi N_E}{\omega_1^2 K_d} K_0 K_3 \right] \times \\ & \times \left[1 + \frac{K_{PШ2} K_{N2} (C_{02}/R_{A2})}{(T_{n2} S + 1) (T_{A2} S + 1) J_2 S} \left(\frac{N_0 T_3}{2\pi} K_1 - \frac{2\pi N_E}{\omega_2 K_d} K_3 + K_{M2} \right) + \right. \\ & \left. + \frac{C_{02}^2/R_{A2}}{(T_{A2} S + 1) J_2 S} \right]^{-1} \omega_1(S), \end{aligned} \quad (2)$$

де K_{M2} , $K_{PШ2}$ — коефіцієнти передачі датчика і регулятора швидкостей; K_{N2} , T_{n2} — коефіцієнт передачі та стала часу тиристорного перетворювача; C_{02} , R_{A2} — коефіцієнт і опір якоря двигуна; K_2 — коефіцієнт передачі псевдоаналогового каналу; K_1 , K_3 — коефіцієнти передачі каналів корекції швидкості.

Після перетворень (2) отримаємо

$$\begin{aligned} \omega_2(S) = & K_{PШ2} K_{N2} (C_{02}/R_{A2}) \left[\frac{N_0 T_3}{2\pi} \frac{1}{K_0} (K_1 + K_2) - \frac{2\pi N_E}{\omega_1^2 K_d} K_0 K_3 \right] \omega_1(S) \\ & \cdot \left(J_2 S (T_{n2} S + 1) (T_{A2} S + 1) + \frac{C_{02}^2}{K_{A2}} (T_{n2} S + 1) + K_{PШ2} K_{N2} \frac{C_{02}}{R_{A2}} \left(\frac{N_0 T_3}{2\pi} K_1 - \frac{2\pi N_E}{\omega_1^2 K_d} K_3 + K_{M2} \right) \right)^{-1}. \end{aligned} \quad (3)$$

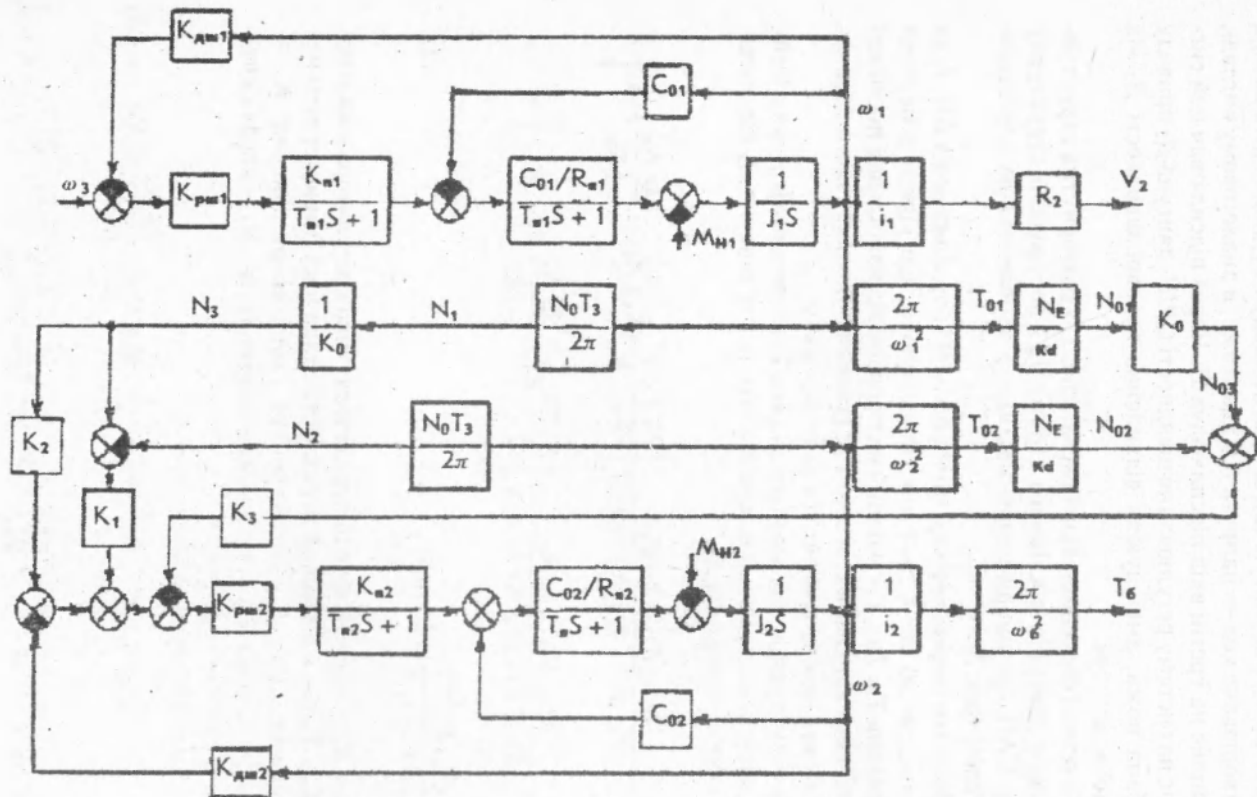


Рис. 2. Структурна схема моделі САПІ з двоканальною корекцією швидкості.

Прирівнявши оператор Лапласа S до нуля, визначимо залежність швидкості двигуна D_2 приводу барабана з ножем БН від швидкості ведучого двигуна D_1 :

$$\omega_2 = \frac{\frac{N_0 T_3}{2\pi K_0} (K_1 + K_2) - \frac{2\pi}{\omega_1} \cdot \frac{N_E}{K_\partial} K_0 K_3}{\frac{C_{02}}{K_{\partial\omega_2} K_{n2}} + \left(\frac{N_0 T_3}{2\pi} K_1 - \frac{2\pi N_E}{\omega_1 K_\partial} K_3 + K_{\partial\omega_2} \right)} \omega_1. \quad (4)$$

Використовуючи формулу (1), визначимо періоди перетворень (квантувань) для цифрового перетворення аналогових сигналів швидкостей ω_1 і ω_2 двигунів D_1, D_2 :

$$T_{01} = \frac{2\pi}{K_\partial \omega_1}; \quad T_{02} = \frac{2\pi}{K_\partial \omega_2}. \quad (5)$$

Підставляючи вирази (5) у формулу (4) і враховуючи, що $\frac{C_{02}}{K_{\partial\omega_2} K_{n2}} \ll 1$, отримаємо залежність

$$\omega_2 = \frac{N_0 T_3 (K_1 + K_2) / K_0 - T_{01} N_E K_0 K_3 \cdot 2\pi / \omega_1}{N_0 T_3 K_1 + 2\pi (K_{\partial\omega_2} - T_{02} N_E K_3 / \omega_2)} \omega_1. \quad (6)$$

З виразів (4) і (6) випливає, що точність підтримання співвідношення швидкостей двигунів D_1, D_2 , а відповідно і точність різання в усталеному режимі залежить від дискретності датчиків ID_1, ID_2 частоти надходження імпульсів N_E від генератора ГЕЧ, коефіцієнта ділення K_0 та оптимальності підбору коефіцієнтів передачі каналів K_1, K_2, K_3 .

Як відомо, із зниженням швидкості роботи машини кількість імпульсів від датчиків ID_1 і ID_2 , які фіксуються в блоках пам'яті $БП_1, БП_2$, за період квантування T_3 зменшується пропорційно швидкості, що призводить до зниження точності різання.

Визначимо, як залежать сигнали (коди) N_{01} і N_{02} , отримані на виходах реєстрів P_1 і P_2 , від кутових швидкостей двигунів D_1, D_2 :

$$N_{01} = T_{01} N_E; \quad N_{02} = T_{02} N_E. \quad (7)$$

Підставляючи в ці вирази значення періодів переривань, визначені в (5), отримаємо

$$N_{01} = T_{01} N_E = \frac{N_E 2\pi}{K_\partial \omega_1}; \quad N_{02} = \frac{N_E 2\pi}{K_\partial \omega_2}. \quad (8)$$

Побудувати генератор з високою частотою генерації N_E нескладно, отже, можна отримати великі значення N_{01} , N_{02} . Крім того, як видно з формул (8), значення N_{01} , N_{02} із зниженням швидкості роботи машини, тобто із зменшенням ω_1 , ω_2 , збільшується.

Таким чином, введення ще одного каналу корекції швидкості підвищує точність різання при низьких робочих швидкостях машини з використанням як датчиків $ІД_1$ і $ІД_2$ стандартних датчиків, які виготовляються серійно [5].

Розроблена САП аркушорізальної машини з двоканальною корекцією швидкості дає можливість одержувати будь-які значення співвідношень швидкостей двох двигунів при забезпеченні високої точності підтримання цих співвідношень. Отже, вона може успішно використовуватись не тільки в поліграфії, а й у металургійній, хімічній і папероробній галузях промисловості.

1. Верхола М.И., Луцкив М.М. Устройство для управления переналадкой листорезальной машины: Пол.реш. по заявке на изобр. №4722404. 2. Гольфарб С.С., Балтрушевич А.В., Нетушил А.В. и др. Теория автоматического управления. М., 1976.
3. Ключев В.Н. Теория электропривода. М., 1985. 4. Слежановский О.В., Бирюков А.В., Хуторецкий В.М. Устройства унифицированной блочной системы регулирования дискретного типа (УБСРД). М., 1975.

Стаття надійшла до редколегії 20.01.95.