

## МЕТОД РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ КЕРУВАННЯ АСТАТИЧНИМ ОБ'ЄКТОМ ТРЕТЬОГО ПОРЯДКУ

Згідно теорії автоматичного керування структура регулятора вибирається виходячи з моделі об'єкта керування (ОК). При цьому більш складним ОК відповідають більш складні регулятори.

В переважній більшості в промисловості застосовуються ПІД-регулятори, однак їх структура не завжди може дати необхідну якість регулювання. Для налаштування ПІД-регуляторів можна використовувати загальні алгебраїчні методи теорії автоматичного керування. Незважаючи на різноманітність і складність реальних ОК, при синтезі параметрів ПІД-регулятора використовуються, як правило, тільки дві структури математичних моделей ОК: модель першого порядку із затримкою, та модель другого порядку із затримкою.

Основною причиною, яка обмежує застосування більш складних моделей є неможливість або трудомісткість аналітичного вирішення системи рівнянь, що описують ПІД-регулятор з ОК більш високого порядку.

Розрахунок параметрів регулятора за методом, що розглядається, є наближеним, але дозволяє отримати якісні характеристики при керуванні ОК з передатною функцією виду:

$$W_{OK}(s) = \frac{K}{s(T_1s + 1)(T_2s + 1)}, \quad (1)$$

де  $T_1$  та  $T_2$  – постійні часу ОК,  $K$  – коефіцієнт передачі ОК.

Передатна функція замкнутого контуру «рег-ОК» має вигляд:

$$\frac{W_{per}(s) \cdot W_{OK}(s)}{1 + W_{per}(s) \cdot W_{OK}(s)} = W_K(s), \quad (2)$$

Метою даної задачі є вибір структури та розрахунок параметрів налаштування регулятора, який перетворить замкнутий контур системи (2) у коливальну ланку з малою постійною (бажаною) часу  $T_B$ , та коефіцієнтом передачі, що дорівнює одиниці (3):

$$W_K(s) = \frac{1}{T_B^2 s^2 + 2T_B \xi s + 1}, \quad (3)$$

де  $\xi$  – коефіцієнт загасання коливальних (при умові, що  $\xi > 1$ ).

Згідно з виразами (1 - 3) передатна функція регулятора:

$$W_{per}(s) = \frac{T_1 T_2 s^3 + (T_1 + T_2) s^2 + s}{K T_B^2 s^2 + 2 T_B \xi K s}. \quad (4)$$

При діленні поліному чисельника на поліном знаменника виразу (4), перші три складові отриманого ряду співпадають з математичним описом ідеального ПІД-регулятора:

$$W_{per}(s) = T_D s + K_{\Pi} + \frac{K_I}{s}, \quad (5)$$

де диференціальна складова має вигляд:

$$T_D = \frac{T_1 T_2}{K T_B^2}; \quad (6)$$

пропорційна –

$$K_{\Pi} = \frac{(T_1 + T_2) \cdot T_B - 2 \xi T_1 T_2}{K T_B^3}; \quad (7)$$

інтегральна –

$$K_I = \frac{T_B^2 - 2 \xi \cdot [(T_1 + T_2) \cdot T_B - 2 \xi T_1 T_2]}{K T_B^4}. \quad (8)$$

З (7) випливає, що при  $T_B = \frac{2 \xi T_1 T_2}{(T_1 + T_2)}$  зникає пропорційна складова  $K_{\Pi}$ . Для виконання умови  $K_{\Pi} > 1$ , необхідно

враховувати емпіричний коефіцієнт  $m = 1,3 \dots 1,4$ :

$$T_B = m \frac{2 \xi T_1 T_2}{(T_1 + T_2)}. \quad (9)$$

Аналіз виразу (8) з урахування рекомендацій щодо визначення величини  $T_B$  за виразом (9), показує, що у даному випадку інтегральна складова  $K_I$  буде мати від'ємне значення. Для отримання додатного значення  $K_I$ , емпіричний коефіцієнт  $m$  повинен бути на порядок більше зазначеного, що призведе до затягування процесу керування. Тому для керування астатичним об'єктом третього порядку з астатизмом першого порядку доцільно вилучити інтегральну складову, тобто використовувати пропорційно-диференціальний закон керування.