УДК 681.515.8:666.3/.7

Кучеренко Б.В., студент. гр. 151м-22-1
Науковий керівник: Трипутень М.М., к. т. н., доцент кафедри кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ САР ПРОЦЕСУ ВИПАЛЮВАННЯ КЕРАМІЧНИХ БЛОКІВ

За динамічними властивостями процес випалювання керамічних блоків по каналу керування «потужність пальника – температура газоповітряної суміші» є інерційною ланкою другого порядку із запізненням, передаточна функція якого має вигляд:

$$W(p)=\frac{10,36}{(237p+1)(265p+1)}e^{-14p} \quad (1)$$

Аналіз областей стійкості САР процесом випалювання керамічних блоків без коригувальних пристроїв в координатах $[T_1;K]$ та $[T_2;K]$ показав, що вона є стійкою з критичним коефіцієнтом запізнення $\tau_{кр}=51,93$ с. Тут: K, T_1 та T_2 – коефіцієнт підсилення та постійні часу аперіодичної ланки другого порядку (1) відповідно. Перехідний процес має коливальний характер з величиною перерегулювання $\sigma=47\%$ та кількістю коливань $m=3$. Зазначені показники якості для даного процесу неприпустимі. Регулювання даним процесом потребує введення коригувального пристрою.

Для обґрунтування типу регулятора та визначення його параметрів здійснено зниження порядку моделі (1). Передаточну функцію процесу представлено у вигляді:

$$W(p)=\frac{10,36}{T_0}e^{-(14+\tau_0)p} \quad (2)$$

де T_0 та τ_0 – постійна часу та час чистого запізнення відповідно.

Невідомі параметри моделі (2) визначені за принципом налагоджувальної моделі. На вхід моделей (1) та (2) подавався один і той же ступінчастий вплив і за час моделювання розраховувався інтеграл квадрату різниць значень вихідних величин. Надалі у відповідності до алгоритму оптимізації Гауса-Зейделя здійснювалися цілеспрямовані зміни шуканих параметрів таким чином, щоб розбіжність між перехідними процесами була мінімальною. Мінімальна розбіжність була досягнута при $T_0=398$ с, $\tau_0=119$ с.

Визначення коригувального пристрою здійснено по значенню відношення ν часу чистого запізнення τ до часу перехідного процесу $t_п$ в об'єкті керування. Час перехідного процесу об'єкту першого порядку дорівнює $t_п\approx 5T\approx 2000$ с, тому $\nu\approx 0,076$. При $0,05<\nu<0,2$ використовується ПІД-регулятор [1]. ПІД-регулятор розраховано і налагоджено за методом Циглера-Нікольса [2]:

$$W_{ПІД}(p)=0,4+\frac{0,0007}{p}+25p \quad (3)$$

Структурна схема САР з ПІД-регулятором і об'єктом другого порядку з запізненням наведена на рис.1, а на рис. 2 показано графік перехідного процесу. Неважко бачити, що коливання вихідної величини відсутні. При цьому величина перерегулювання склала 10%. В таблиці 1 наведені оцінки показників якості перехідного процесу в САР процесом випалювання керамічних блоків з ПІД-регулятором.

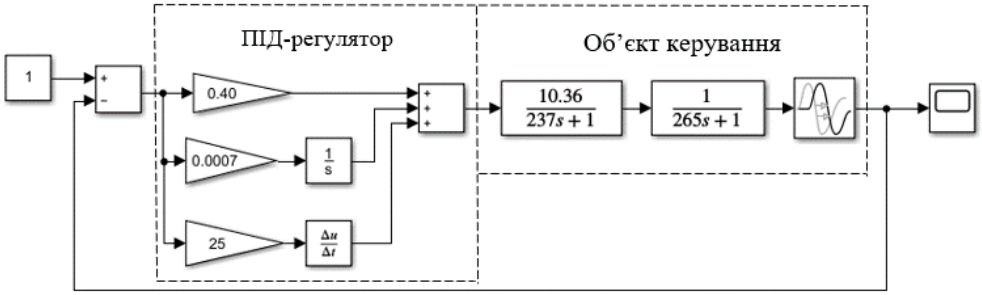

Рисунок 1 – Система автоматичного регулювання процесом випалення керамічних блоків

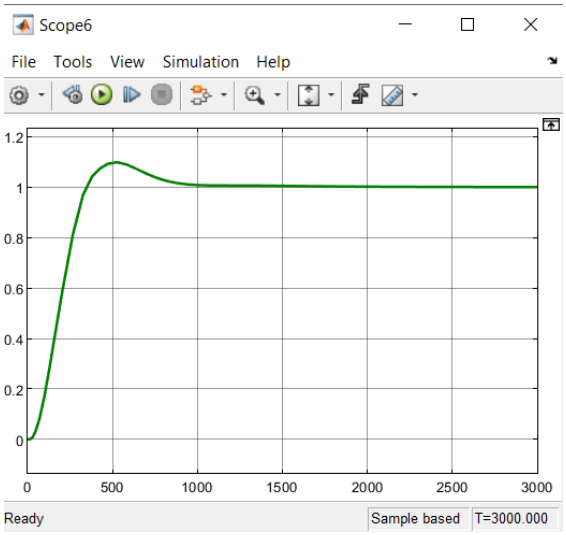

Рисунок 2 – Перехідний процес в САР з ПІД-регулятором

Таблиця 1

Результати обчислювального експерименту

Ступінь стійкості	Статична похибка	Час регулювання, с	Перерегулювання, %	Коливання
0,004	0	750	10	0

Список використаних джерел

1. Сучасна теорія управління. Частина 2. Прикладні аспекти сучасної теорії управління [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізацій «Автоматизоване управління технологічними процесами», «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва» / Ю. М. Ковриго, О. В. Степанець, Т. Г. Баган, О. С. Бунке ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,98 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 155 с.

2. Ala Eldin Abdallah Awouda and Rosbi bin Mamat. New PID Tuning Rule Using ITAE Criteria. International Journal of Engineering (IJE). Vol. 3. Issue 6. January 2010. P. 597–608.