

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Моделирование процесса охлаждения мотка сортового проката / В.Н. Куваев, В.А. Чигринский, Д.А. Иванов, И.В. Политов, Я.Г. Куваев, В.И. Щур // Обработка материалов давлением: Сб. науч. тр.-ов. – 2008. – №1(19) – С.99-104..
- 2.Королев А.А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов // М.: Металлургия,1987. – 480с.
- 3.Чекмарев А.П., Спиридонов Н.П., Куцыгин М.Д. Аналитическое определение технологических коэффициентов влияния натяжения и различных возмущений на параметры непрерывной прокатки. – В кн.: Прокатное производство (МЧМ), т.ХХХУ, – М.: Металлургия, 1971, с. 216-227.
- 4.Чекмарев А.П., Побегайло Г.Г. Точная прокатка сортовых профилей. – М.: Металлургия, 1968, 235с.
- 5.Прокатные станы. Справочник в 3-х томах. Т. 2. Средне-, мелкосортные и специальные станы / В.Г. Антипин, С.В. Тимофеев, Д.К. Нестеров, Н.Ф. Грицук, В.А. Степанов, В.В. Пудинов, В.И. Григорьев, Е.Л. Орлов, И.Е. Пацека, В.И. Меляков, В.В. Ланько. 2-е изд., перераб. и допол. – М.: Металлургия, 1992. – 496 с.

УДК: 681.5.011(075.8)

### **СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО КОРИГУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ТЕПЛОВИМ ОБ'ЄКТОМ НА ОСНОВІ ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРУ**

М.М. Трипутень

(Україна, Дніпро, ДВНЗ «Національний гірничий університет»)

**Постановка проблеми.** Підготовка кваліфікованих кадрів, що володіють сучасними знаннями і практичними навичками синтезу і аналізу систем автоматичного керування (САК) технологічними процесами потребує наявність в учбових аудиторіях реальних об'єктів керування або їх фізичних моделей, новітніх програмно-апаратних керуючих приладів. Наявність в учбовому процесі фізичних моделей САК, дозволить глибше і якісніше вивчити положення теорії автоматичного керування і, зокрема, питань що до розробки оптимальних систем керування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій з даної проблеми.** Аналіз лабораторної бази університетів України показав, що для підготовки фахівців за спеціальностями, пов'язаних з контролем та керуванням технологічними об'єктами, чи не єдиним шансом оновити лабораторне обладнання в сучасних умовах є застосування технічної продукції відомих світових фірм, таких як Siemens, ABB, Moeller, Shneider electric / 1 /. Використання в лабораторних практикумах сучасних приладів дозволяє готувати конкурентно-спроможних на ринку труда майбутніх інженерів в області автоматизації. Але створені таким чином лабораторії мають недоліки – низьку адаптацію до навчального процесу і відсутність методичного супроводження.

**Формулювання цілей.** Підвищення ефективності використання лабораторного обладнання у навчальному процесі за рахунок адаптації його до розв'язання задач синтезу оптимальних коригувальних пристроїв.

На кафедрі автоматизації і комп'ютерних систем Національного гірничого університету впроваджений в учбовий процес лабораторний стенд, що є апаратно-програмним комплексом і складається із теплового об'єкту керування, програмного і апаратного забезпечення САК.

Апаратна частина системи автоматичного керування створена на базі програмного логічного контролера (ПЛК) VIPA System 200 V. ПЛК в системі автоматичного керування виступає модулем віддаленого введення-виведення аналогового сигналу. Програмна частина САК забезпечує організацію обчислювальних процесів і організацію людино-машинного інтерфейсу із застосуванням персонального комп'ютера, виконаного на базі HMI/SCADA системи zenon Supervisor 7.0.

Даний стенд дозволяє вирішувати широке коло задач, пов'язаних з вивченням технічних засобів автоматизації, дослідженням законів керування технологічними об'єктами, отриманням практичних навиків програмування систем автоматизації в реальному масштабі часу. Проте базові апаратно-програмні засоби не дозволяють досліджувати оптимальні САК.

В даній роботі показана можливість створення оптимальної по швидкодії САК тепловим об'єктом на основі принципу максимуму Понтрягіна для вирішення учбових задач.

Тепловий об'єкт з передаточною функцією  $W(p) = 0,845 / (3,362p^2 + 3,677p + 1)$  необхідно перевести із початкового стану  $y_n$  в момент часу  $t = 0$  в кінцевий стан  $y_k$  за мінімальний час з використанням релейного керуючого впливу. Оскільки динамічний тепловий об'єкт описується динамічним рівнянням другого порядку, то для керування ним достатньо двох інтервалів. Виходячи із того, що мінімальне значення керуючого впливу  $U_{\min} = 0$ , а максимальне  $U_{\max} = 20$ , були отримані трансцендентні системи рівнянь для визначення моментів переключення керуючого впливу  $U$ :

$$\begin{cases} \left(1 - \frac{y_n}{16,9}\right) + \frac{y_k e^{0,59t_2}}{16,9} - e^{0,59t_1} = 0 \\ \left(1 - \frac{y_n}{16,9}\right) + \frac{y_k e^{0,51t_2}}{16,9} - e^{0,51t_1} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \left(1 - \frac{y_k}{16,9}\right) e^{0,59t_2} - e^{0,59t_1} + \frac{y_n}{16,9} = 0 \\ \left(1 - \frac{y_k}{16,9}\right) e^{0,51t_2} - e^{0,51t_1} + \frac{y_n}{16,9} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Система рівнянь (1) отримана для випадку коли  $y_k > y_n$ , а система рівнянь (2) – для випадку коли  $y_k < y_n$ . В кінці другого інтервалу керування вихідна величина  $y$  приймає задане значення  $y_k$ , а керуюча величина – значення

$$U_k = \frac{y_k}{0,845}.$$

Для перевірки отриманих математичних виразів було проведено експеримент, в ході якого температуру теплового об'єкту з  $19^{\circ}\text{C}$  двічі збільшували на  $5^{\circ}\text{C}$ , а потім зменшили на  $3^{\circ}\text{C}$ . В табл.1 наведені оптимальні моменти переключення керуючого впливу.

Таблиця 1

Вихідні дані для проведення експерименту

Збільшення $T$ на $5^{\circ}\text{C}$				Збільшення $T$ на $5^{\circ}\text{C}$				Зменшення $T$ на $3^{\circ}\text{C}$			
$t_1$ , хв	$t_2$ , хв	$\Delta t$ , хв	$i_k$ , mA	$t_1$ , хв	$t_2$ , хв	$\Delta t$ , хв	$i_k$ , хв	$t_1$ , хв	$t_2$ , хв	$\Delta t$ , хв	$i_k$ , хв
1,51	2,69	2,31	5,92	2,37	2,9	2,07	11,8	1,77	2,29	2,7	8,2
					3		3			2	8

На рис. 1 наведені результати, зареєстровані безпосередньо на об'єкті керування.

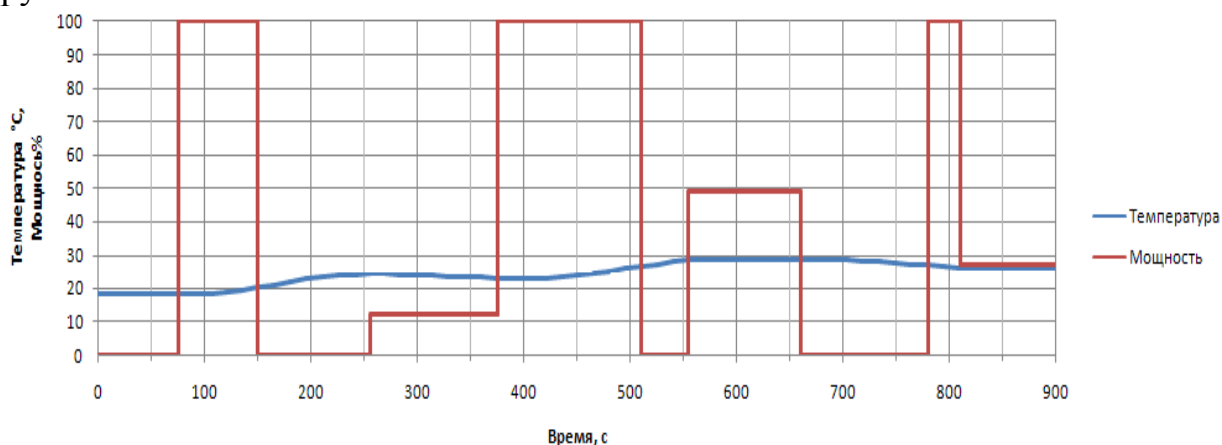


Рис.1 Графіки зміни потужності і температури об'єкту в ході експерименту

Результати експерименту свідчать про їхню добру узгодженість із даними розрахунків. По закінченні другого інтервалу керування в усіх трьох випадках зміни керованої величини відсутні. Значення вихідної величини по закінченню перехідних процесів відповідають розрахунковим.

**Висновки і перспективи подальшої роботи у даному напрямку.** Наведені дослідження оптимального по швидкодії регулятора при керуванні тепловим об'єктом можуть бути включені в методичне забезпечення лабораторних робіт при вивченні теорії автоматичного керування. У подальшому планується розглянути можливість синтезу і дослідження адаптивних пристроїв при керуванні тепловим об'єктом за неповної апріорної інформації про умови роботи системи.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Прітченко О.В. Концепція побудови малогабаритних лабораторних стендів / О.В. Прітченко, А.П. Калінов, В.О. Мельников, О.В. Скрипников // Щоквартальний науково-виробничий журнал «Електромеханічні і енергозберігаючі системи». Вип. 2. Кременчук: КДПУ, 2010. С. 56-61.