

УДК 681.5

Казурова А.Є.¹, Чуйко А.Г.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-712 НУ «Запорізька політехніка»

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДЛЯ НАГРІВАЧА ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ РЕВЕРСИВНОГО ЗСУВУ

Сьогодні практично у всіх галузях промисловості існує необхідність у контрольованому нагріванні та точній підтримці температури. Обігрів приміщень, виплавка і термообробка металів на металургійних виробництвах, підтримання постійної температури реакцій на хімічних виробництвах, ректифікація та дистиляція в лабораторіях та домашньому господарстві – ось лише мала частина процесів, що потребують систем контролю температури. Такі системи повинні відповідати списку вимог, що включає в себе точне вимірювання поточної температури об'єкта, що нагрівається, правильне обчислення необхідного впливу на нього і можливість регулювання потужності, що подається в нагрівач і може складати від одиниць Вт до сотень кВт. При цьому усі перераховані вище дії повинні виконуватись системою регулювання досить швидко для того, щоб встигати реагувати на зміну температури системи, що викликана втратами у зовнішнє середовище, внесенням додаткової порції матеріалу з відмінною температурою, зниженням напруги живлення (для електричних нагрівачів) тощо. У ряді випадків додаткова складність обумовлюється тим, що між нагрівальним елементом і тілом, що нагрівається, присутнє середовище, яке чинить опір нагріву, або проміжний теплоносіє. В такому випадку температура нагрівального елемента в момент часу може значно відрізнятись від температури об'єкта, який нагрівається, що в ряді випадків може призвести до негативних наслідків, таким як, наприклад, перегрів нагрівального елемента і вихід його з ладу.

Метою даної роботи є дослідження режиму роботи нагрівача прес-форми для обробки металів методом реверсивного зсуву і створення для нього системи керування, що враховує особливості об'єкта.

Специфіка даної системи полягає в тому, що кінцевою метою нагрівання є металевий зразок, який поміщено в середину масивної сталеві

прес-форми, що закріплена на станині гідравлічного преса. При цьому нагрівання всієї описаної вище системи здійснюється керамічною нагрівальною манжетою з граничною припустимою температурою 500°C. Манжета обертає прес-форму зовні і для нагрівання зразка до заданої температури повинна, в тому числі, прогрівати метал прес-форми, а також кріплення матриці, що притягують її до станини. З метою зменшення втрат матриця встановлюється на станину через спеціальні теплоізолюючі прокладки, а також вся система з матриці нагрівача та кріплення максимально теплоізолюються спеціальними високотемпературними утеплювачами на основі мінеральної вати. Але, не дивлячись на всі ці заходи для прогріву всієї теплової маси, нагрівач повинен мати значний запас потужності. Також варто відзначити, що температура, до якої необхідно нагрівати зразки, становить, в залежності від конкретного матеріалу, до понад 350°C, що наближається до максимально припустимих для нагрівача 500°C. Сукупність цих умов і потужність нагрівача створюють умови, при яких, якщо на нагрівач протягом тривалого часу буде подаватися сто відсотків потужності, його температура гарантовано перевищить максимально припустимі для нього 500°C. Це призведе до значного зниження терміну експлуатації нагрівача, а потім і до виходу його з ладу. Розроблювана система керування повинна мати можливість передавати ключові параметри процесу на персональний комп'ютер у цифровому вигляді і дозволяти тонко налаштовувати свою роботу на основі аналізу переданих даних, а також можливість незалежного вимірювання температури як об'єкта, що нагрівається, так і безпосередньо спіралі нагрівача, обчислення потужності, що подається на нагрівач, з урахуванням перебування останнього в безпечних для нього рамках під час роботи.

Для вирішення даних завдань було запропоновано використовувати двокаскадний ПІД-регулятор, що складається з ведучого (master) та веденого (slave) регуляторів. Ведений регулятор на виході обчислює безпосередньо значення потужності, що подається на нагрівач у кожний момент часу, а вхідним параметром (уставкою) і сигналом зворотного зв'язку є температура нагрівального елемента. Ведучий регулятор в якості вхідного значення має задану температуру зразка, що нагрівається, а в якості сигналу зворотного зв'язку – поточні показання датчика температури зі зразка. На виході ведучий регулятор видає значення температури нагрівального елемента, яке служить уставкою для веденого регулятора. При цьому максимальне значення на виході master-регулятора обмежено безпечною для нагрівального елемента температурою в 480°C. Таким чином, при правильному підборі коефіцієнтів, при яких відсутнє перерегулювання у веденому регуляторі, і штатній роботі регуляторів повністю виключається ситуація, коли нагрівач може вийти з ладу через перегрівання.