

МЕТОД КЕРУВАННЯ ПРОФІЛЕМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

Мачужак В.Є.¹⁾, Кочан О.В.²⁾, Кочан В.В.³⁾

Тернопільський національний економічний університет

¹⁾ магістрант; ²⁾ к.т.н., доцент; ³⁾ к.т.н., доцент

I. Вступ

Згідно [1], найнебезпечніша похибкою термопар – від набутої неоднорідності їх електродів, пов'язана з їх деградацією під дією температури та часу експлуатації та проявляється як залежність термо-е.р.с. і від різниці температур гарячого і холодних спаїв і від профілю температурного поля між ними. В [2] запропоновано метод усунення її прояву шляхом створення вздовж електродів головної термопари, що входить в склад термоелектричного перетворювача з керованим профілем температурного поля (ТЕП з КПТП) сталого, незалежного від зовнішнього профілю температурного поля, за допомогою зміщених по осі ТЕП нагрівачів і термопар, що входять у додаткові підсистеми регулювання температури. Така багатозонна конструкція, через сильні внутрішні теплові зв'язки, схильна до самозбудження і вимагає відповідного методу керування профілем температурного поля.

II. Відомі методи керування температурним полем багатозонних об'єктів

Відомі методи ґрунтуються на рішенні систем диференціальних рівнянь, на використанні функцій Гріна, сіткових і сітково-різницевих моделей, моделей полігармонічних впливів, адаптивних та робастних систем [3]. Але ці методи мають велику обчислювальну складність. В [4] запропоновано метод, що базується на двох припущеннях: а) залежність між приростами потужності нагрівачів зон і їх температури лінійна; б) сумуються прирости температури, а не теплових потоків. Ці припущення суперечать термодинаміці, але, при наступних умовах: 1) зміни температури малі (зміна теплоємності матеріалів не проявляється); 2) параметри регулятора визначені індивідуально для заданого профілю температурного поля; 3) зміни потужності реалізуються лише після закінчення перехідного процесу від попередніх змін; дозволяють створити метод керування, що полягає у рішенні методом Гауса системи лінійних рівнянь, кількість яких рівна кількості зон. Цей метод простий (реалізується 8-ми бітним мікроконтролером серії I51) і не схильний до самозбудження. Але він добре працює лише в умовах, що відповідають експериментальним дослідженням і вимагає велику кількість ітерацій.

Метою є розробка методу керування профілем температурного поля ТЕП з КПТП [2], що має обчислювальну складність методу [4], але швидше встановлює профіль при різних температурах.

III. Нейромережевий метод керування температурним полем багатозонного об'єкта

Основна ідея методу полягає у формуванні керуючої дії нейронною мережею (НМ), навченою при різних змінах профілю температурного поля головної термопари і при різних температурах експлуатації ТЕП. Кількість виходів НМ рівна кількості нагрівачів зон.

Пропонована структура системи керування температурним полем головної термопари подана на рис. 1. Вона складається з ТЕП з КПТП (на рис. 1 представлений як набір нагрівачів Н і давачів Д), багатоканальної вимірювальної підсистеми БВП, багатоканальних блоків задання температур зон БЗт°, віднімання БВ і керування БК, а також нейронної мережі НМ. ТЕП з КПТП розміщений в печі, що має окремий регулятор і блок задання температури. Результат вимірювання температури поступає на БВ і НМ, тому НМ має інформацію про потрібну зміну температури кожної зони та інформацію про саму температуру зони, що дозволяє НМ врахувати залежність теплових процесів від температури. Таймер синхронізує роботу БК (виконаних як широтно-імпульсні модулятори) та забезпечує зміну керуючої дії БК лише після закінчення перехідного процесу встановлення температури всіх зон.

IV. Метод навчання нейронної мережі системи керування профілем температурного поля

Нейромережеві регулятори зазвичай навчаються або на відповідній моделі об'єкта керування, або при ввімкненні їх паралельно до об'єкта керування („вчителя”). Перший метод вимагає створення моделі об'єкта керування, яка має високу точність – її похибки повинні бути в декілька разів меншими за допустимі похибки керування. Ідентифікація параметрів високоточних моделей багатозонних об'єктів керування є непростою задачею, яка вимагає значного об'єму експериментальних досліджень.

Паралельне ввімкнення НМ системи керування температурним полем до ТЕП з КПТП вимагає використання регуляторів, які вже забезпечують відповідне індивідуальне керування профілем

температурного поля ТЕП з КПТП, тобто наперед вміють вирішити поставлену задачу.

Щоби не використовувати модель ТЕП з КПТП, пропонується навчати НМ безпосередньо на ТЕП з КПТП. Для цього на час навчання змінюють структуру системи відповідно до рис. 2 – входи БК підключають до блоку задання приростів керуючої дії БЗП, а виходи НМ до блоку БН навчання НМ.

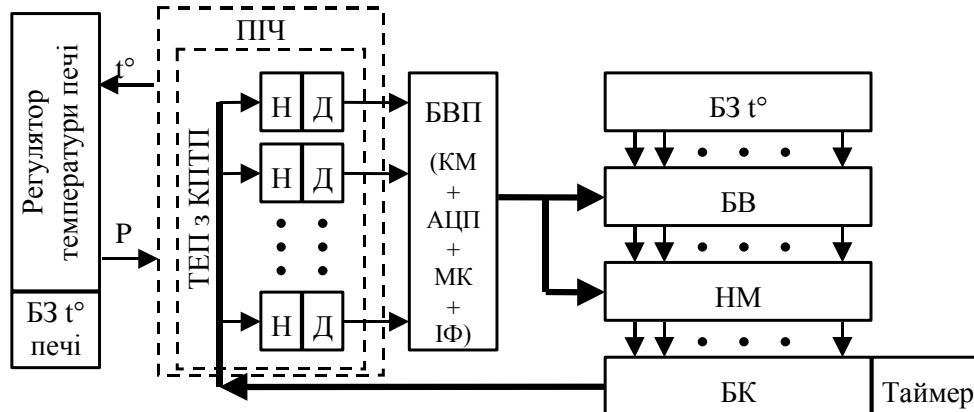


Рисунок 1 - Структура системи керування температурним полем головної термопари

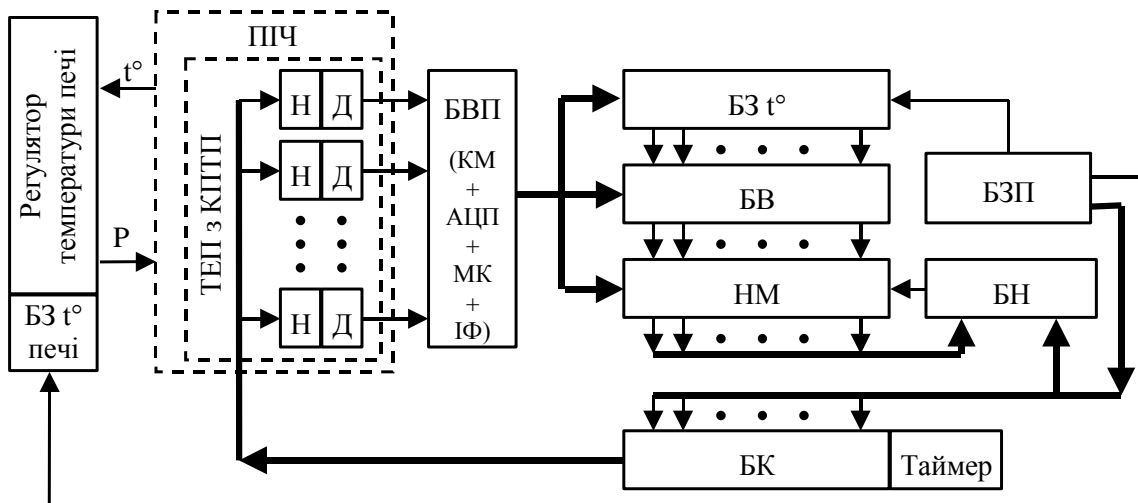


Рисунок 2 - Навчання нейронної мережі системи керування температурним полем головної термопари

Під час навчання БЗП дає BZt° сигнал запам'ятати поточну температуру і формує для БК додатні та від'ємні (випадкові) прирости потужності нагрівачів Н. Після закінчення нагріву або охолодження зон БВП вимірює їх температуру та подає її на БВ і НМ. Навчена НМ мала б сформувати прирости потужності, які би повернули температуру зон до початкового значення (відповідали приростам, сформованим БЗП). Якщо прирости не рівні потрібним, то БН змінює ваги і зміщення нейронів для наближення формованих НМ приростів до бажаних. Метод вимагає 25-30 тестових змін потужності при різних температурах, далі НМ може навчатися на цих отриманих експериментальних даних.

V. Висновки

Пропонований метод керування не схильний до самозбудження, має вищу точність і менший час встановлення профілю температурного поля за [4] і має не більшу обчислювальну складність.

Список використаних джерел

1. Васильків Н.М. Підвищення точності вимірювання температури термомпарами в процесі експлуатації автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.11.04 / Н.М. Васильків . – Львів, 2011. – 20 с.
2. Соболев А. В. Повышение точности регулирования температурного поля путем совершенствования алгоритма управления многозонным термическим объектом : дис. ... кандидата. техн. наук: 05.13.06 / Соболев А.В. – Рыбинск, 2004 – 159 с.
3. Пат. № 97464 Україна, МПК G01K 15/00. Термоелектричний перетворювач / Кочан О.В., Кочан Р.В. - заявл. 22.02.2007.
4. Кочан О.В. Мікроконтролерний метод керування профілем температурного поля /О.В. Кочан , Р.В. Кочан // Вісник НУ "Львівська Політехніка". Комп'ютерні системи та мережі. – 2008. - № 630. - С. 67-76.