

УДК 681.5:004.94

МОДУЛЬНА ПРОГРАМНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ В ПРОЦЕСАХ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Карпович І.О., студент

Київський національний університет технологій та дизайну

Лебеденко Ю.О., кандидат технічних наук, доцент

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: температурний моніторинг, програмна модель, термічна камера, автоматизація, візуалізація, сигналізація.

Контроль температурного режиму є критично важливою складовою роботи лабораторних камер термічної обробки. Під час нагрівання, витримки, охолодження, відпалу та інших видів термічного впливу навіть незначне відхилення температури від заданих значень може призвести до спотворення результатів експерименту, зміни властивостей матеріалу або порушення технологічного процесу. Саме тому системи моніторингу температури повинні забезпечувати безперервне спостереження за станом камери, своєчасне виявлення відхилень і наочне представлення даних оператору [1].

У реальних промислових умовах задачі такого типу вирішуються за допомогою промислових контролерів, систем збору даних, спеціалізованих регуляторів та SCADA-платформ. Однак для навчальних і дослідницьких цілей використання повноцінного апаратного комплексу часто є економічно недоцільним або технічно недоступним. У такому випадку доцільним є застосування програмної моделі, яка дозволяє відтворити логіку функціонування системи моніторингу, протестувати різні сценарії зміни температури та оцінити роботу алгоритмів без необхідності використання фізичного обладнання [1, 2].

Метою роботи є розробка програмної моделі системи моніторингу температурного режиму лабораторної камери термічної обробки, яка забезпечує формування температурних даних, їх обробку, візуалізацію та сигналізацію при виході параметрів за допустимі межі. Для досягнення поставленої мети визначено такі задачі: провести аналіз існуючих підходів до моніторингу температурного режиму; сформулювати функціональні вимоги до системи; розробити структуру програмної моделі; описати алгоритм її роботи; підготувати графічне подання основних елементів системи.

У роботі обґрунтовано вибір саме програмної моделі як найбільш доцільного рішення для навчально-дослідної задачі. На відміну від систем на базі ПЛК, мікроконтролерів або повноцінних SCADA-рішень, програмна модель не потребує реального обладнання, дає змогу гнучко змінювати сценарії роботи камери, аналізувати поведінку системи в різних умовах і водночас забезпечує високу наочність та низьку вартість реалізації [2, 3].

Розроблена програмна модель побудована за модульним принципом, що забезпечує її гнучкість та масштабованість. До складу системи входять кілька функціональних блоків, кожен із яких виконує окрему роль у загальній архітектурі (рис. 1).



Рисунок 1 – Структурна схема програмної моделі системи моніторингу температурного режиму

Модуль задання параметрів дозволяє користувачу визначати допустимі межі температури та сценарії роботи камери, що формує основу для подальшого моделювання. Модуль формування температурного профілю генерує динаміку зміни температури відповідно до заданих умов, імітуючи реальні процеси нагрівання, витримки чи охолодження. Модуль збору даних відповідає за накопичення інформації про поточні значення температури, створюючи базу для аналізу. Далі модуль обробки та аналізу виконує порівняння отриманих даних із заданими межами, визначає відхилення та формує висновки щодо стабільності процесу. Модуль журналювання забезпечує збереження історії вимірювань, що дозволяє відстежувати тенденції та здійснювати ретроспективний аналіз. Модуль візуалізації надає оператору наочне представлення даних у вигляді графіків чи таблиць, підвищуючи зрозумілість результатів. Нарешті, модуль сигналізації виконує критично важливу функцію – інформує користувача про вихід параметрів за допустимі межі, що дозволяє оперативно реагувати на потенційні проблеми. Така модульна структура не

лише спрощує розробку та налагодження системи, але й створює можливості для подальшого розширення, наприклад інтеграції нових алгоритмів аналізу чи підключення реальних сенсорів. У результаті модель стає універсальним інструментом для навчальних, дослідницьких та демонстраційних цілей, забезпечуючи комплексне відтворення логіки роботи системи моніторингу температурного режиму.

Алгоритм функціонування моделі має циклічний характер (рис. 2).



Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму роботи програмної моделі

Після запуску програми виконується ініціалізація параметрів, що включає встановлення допустимих меж температури та вибір режиму моделювання відповідно до поставлених завдань. Далі система формує поточне значення температури згідно з обраним сценарієм роботи камери, записує його до журналу та здійснює порівняння з установленими межами. Якщо температура перебуває в межах норми, інтерфейс користувача оновлюється у режимі реального часу, забезпечуючи наочність процесу [3].

У випадку виходу параметра за допустимий діапазон система формує попереджувальний сигнал та відображає зміну стану, що дозволяє оперативно реагувати на відхилення.

Програмна реалізація моделі дає змогу імітувати як стандартний режим роботи лабораторної камери, так і нештатні ситуації, зокрема перегрів, недогрів або нестабільні коливання температури. Це відкриває можливість дослідження поведінки системи моніторингу в різних умовах, перевірки коректності алгоритмів контролю та аналізу результатів у режимі, наближеному до реального часу.

Додатковою перевагою є можливість швидкого внесення змін до параметрів моделі та повторного запуску сценаріїв без необхідності використання фізичного обладнання, що значно знижує витрати та підвищує гнучкість досліджень [4].

Отже, розроблена програмна модель системи моніторингу температурного режиму лабораторної камери термічної обробки відтворює ключові функції реальної системи контролю: формування даних, їх аналіз, візуалізацію, журналювання та сигналізацію при відхиленнях. Запропоноване рішення може застосовуватися як навчальний, демонстраційний і дослідницький інструмент, а також слугувати основою для подальшої програмно-апаратної реалізації системи моніторингу на базі реальних датчиків і контролерів [4, 5].

Список використаних джерел

1. Автоматизація технологічних процесів і виробництв : навч. посіб. / О. М. Пупена та ін. Київ : Ліра-К, 2020. 376 с.
2. Промислові контролери : навч. посіб. / І. В. Козак, С. О. Когут. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 220 с.
3. Програмне забезпечення автоматизованих систем управління : навч. посіб. / Б. І. Мокін. Вінниця : ВНТУ, 2019. 192 с.
4. IEC 60068-3-5:2018. Environmental testing – Part 3-5: Supporting documentation and guidance – Confirmation of the performance of temperature chambers. Geneva : IEC, 2018.
5. IEC 60068-2-14:2023. Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature. Geneva : IEC, 2023.