

6. Ковальчук О.В. Особливості мікрокліматичних режимів у громадських приміщеннях. Науковий журнал, 2020.

7. Meurer M., Heilmann S., Reddy D., Weber T., Baier P.W. A signature based localization technique relying on covariance matrices. Proceedings of Workshop on Positioning, Navigation and Communication (WPNC), 2005. 175 p.

Автоматизована система керування температурним режимом водогрійного котла

Разживін О. В., Коляденко Д. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Досліджено принципи побудови автоматизованої системи керування температурним режимом водогрійного котла, на основі яких розроблено математичну модель та систему автоматичного регулювання для підвищення стабільності температури теплоносія та енергоефективності роботи теплотехнічного обладнання.

Ключові слова: водогрійний котел, автоматичне керування, температура теплоносія, математична модель, ПІД-регулятор, енергоефективність.

Актуальність дослідження. Під час експлуатації водогрійних котлів виникає проблема нестабільності температурного режиму теплоносія, що призводить до перевитрати палива та зниження енергоефективності роботи теплотехнічного обладнання. Для підвищення стабільності роботи системи теплопостачання необхідно застосовувати сучасні автоматизовані системи керування, здатні оперативно реагувати на зміну теплового навантаження. Для вирішення цих завдань у роботі розроблено модель автоматизованої системи керування температурним режимом водогрійного котла із застосуванням ПІД-регулятора, що забезпечує стабілізацію температури теплоносія та підвищення ефективності роботи котельної установки.

Мета: Розробити автоматизовану систему керування температурним режимом водогрійного котла на основі математичної моделі теплових процесів та ПІД-регулятора для підвищення стабільності температури теплоносія та енергоефективності роботи котельної установки.

Завдання: Розробити модель автоматизованої системи керування водогрійним котлом, що забезпечує стабілізацію температури теплоносія, зменшення енергоспоживання та підвищення ефективності роботи теплотехнічного обладнання.

Водогрійні котли є важливими елементами систем теплопостачання промислових та комунальних об'єктів, забезпечуючи нагрівання води до заданої температури та підтримання необхідного теплового режиму. Основними параметрами, що визначають ефективність роботи котла, є температура теплоносія, витрата палива, кількість повітря для горіння та швидкість циркуляції води в системі [1].

Під час експлуатації котельних установок часто виникають зміни теплового навантаження, що призводить до відхилення температури води від заданого значення. Для забезпечення стабільної роботи системи необхідно застосовувати автоматизовані системи керування, здатні оперативно компенсувати вплив збурюючих факторів та підтримувати оптимальні параметри процесу нагрівання води [2].

Для забезпечення ефективного регулювання температури теплоносія у системі застосовано ПІД-регулятор, який дозволяє формувати керуючий сигнал на основі пропорційної, інтегральної та диференціальної складових відхилення температури від заданого значення. Параметри регулятора були визначені за допомогою автоматичного налаштування у середовищі MATLAB Simulink, що дозволило отримати оптимальні значення коефіцієнтів регулювання [5].

Розроблена модель системи керування була реалізована у середовищі моделювання MATLAB/Simulink, що дало змогу дослідити динамічні характеристики системи та оцінити ефективність застосування автоматичного регулювання. Проведене моделювання дозволило проаналізувати перехідні процеси у системі, визначити швидкість досягнення заданої температури та оцінити стабільність роботи системи у різних режимах навантаження [6].

Результати моделювання показали, що використання ПД-регулятора дозволяє значно зменшити коливання температури теплоносія та скоротити час перехідного процесу. Система автоматичного керування забезпечує більш точне підтримання заданої температури води, що сприяє зниженню витрат природного газу та підвищенню енергоефективності роботи котельної установки [1].

Додатково встановлено, що застосування автоматизованого регулювання дозволяє оперативно реагувати на зміни зовнішніх умов та теплового навантаження, знижуючи ризик виникнення аварійних ситуацій. Швидкість реакції системи та точність підтримання температури залежить від правильного налаштування ПД-регулятора та адекватності математичної моделі об'єкта [2]. Використання моделювання у MATLAB Simulink дозволяє проводити дослідження різних режимів роботи котла ще на етапі проектування, що значно скорочує час та витрати на експлуатаційні випробування [5].

Крім того, аналіз результатів моделювання показав, що інтеграція датчиків температури та швидкості подачі газу і повітря у систему керування дозволяє створити більш гнучку та адаптивну систему. Це сприяє підвищенню стабільності роботи котельної установки навіть при значних коливаннях теплового навантаження та змінних умовах експлуатації [3,4]. Таким чином, розроблена автоматизована система керування є ефективним інструментом підвищення енергоефективності та надійності роботи водогрійного котла.

Література

1. Болтянський В. І. Електроприводи промислових механізмів. Київ: Наукова думка, 2014.
2. Баран М. П. Автоматизація теплотехнічних процесів : навч. посіб. Київ : Техніка, 2019. 256 с.
3. Жук В. І. Теплотехніка та теплові процеси в енергетиці : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 312 с.
4. Лазарєв О. М. Автоматичні системи керування технологічними процесами : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 280 с.
5. Incropera F. P., DeWitt D. P., Bergman T. L., Lavine A. S. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. 7th ed. Hoboken : John Wiley & Sons, 2017. 1048 p.
6. MATLAB/Simulink Documentation. MathWorks Official Documentation. Natick : MathWorks, 2023.
7. Wang L., Zhang Y. Energy-efficient control of industrial boiler systems. *Energy Engineering Journal*. 2021. Vol. 118, No. 3. P. 45–56.