УДК 697.1:621-52

О. Д. Панкевич
В. Л. Сметанський

ГІДРАВЛІЧНЕ БАЛАНСУВАННЯ ТА АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЯК ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ БУДІВЛІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто можливості підвищення енергоефективності системи опалення адміністративної будівлі шляхом впровадження автоматичного регулювання та гідравлічного балансування. Проаналізовано роль рівномірного розподілу теплоносія між опалювальними приладами та регулювання тепловіддачі відповідно до фактичної потреби приміщень у теплоті. Запропоновано підхід до порівняльного оцінювання базового режиму роботи системи опалення та режиму з використанням балансувальної арматури й засобів автоматичного регулювання. Обґрунтовано доцільність комплексного застосування зазначених заходів для раціонального використання теплової енергії та забезпечення нормативних параметрів мікроклімату адміністративних будівель.

Ключові слова: енергоефективність, система опалення, автоматичне регулювання, гідравлічне балансування, теплове навантаження, теплова енергія.

Abstract

The paper examines the possibilities of improving the energy efficiency of a heating system in an administrative building through hydraulic balancing and automatic control. The design parameters of a two-pipe horizontal heating system are analyzed, including the calculated flow rate, velocity and pressure losses in a selected pipeline section. The role of hydraulic balancing in ensuring the required distribution of the heat carrier and the application of thermostatic radiator valves for room temperature control are considered. The proposed measures can improve the controllability of the heating system and create conditions for reducing excessive heat supply.

Keywords: energy efficiency, heating system, automatic control, hydraulic balancing, thermostatic radiator valve, heat carrier.

Вступ

Ефективність використання теплової енергії в громадських та адміністративних будівлях залежить не лише від теплозахисних характеристик огороджувальних конструкцій, а й від особливостей роботи інженерних систем, зокрема систем опалення. Однією з важливих умов їх ефективного функціонування є забезпечення розрахункових витрат теплоносія через опалювальні прилади та регулювання їхньої тепловіддачі відповідно до теплових потреб окремих приміщень [1- 4].

У процесі експлуатації систем опалення відхилення фактичних витрат теплоносія від розрахункових можуть спричиняти порушення гідравлічного режиму. Зокрема, за відсутності належного балансування окремі гілки системи можуть отримувати надлишкову або недостатню кількість теплоносія. Це призводить до нерівномірного прогрівання приміщень, погіршення умов регулювання та можливого перегрівання окремих зон будівлі [2, 3, 5]. Тому поєднання балансування трубопроводів із засобами автоматичного регулювання є одним із практичних заходів підвищення ефективності роботи системи опалення.

Мета роботи - проаналізувати гідравлічні параметри проєктного рішення системи опалення адміністративної будівлі та обґрунтувати застосування гідравлічного балансування й автоматичного регулювання тепловіддачі опалювальних приладів як взаємопов'язаних заходів підвищення ефективності її роботи

Результати дослідження

Гідравлічне балансування та автоматичне регулювання виконують різні, але взаємопов'язані функції в забезпеченні ефективної роботи системи опалення. Балансування спрямоване на забезпечення розрахункового розподілу теплоносія між гілками системи та опалювальними

приладами, тоді як автоматичне регулювання дає змогу змінювати їхню тепловіддачу залежно від температури повітря в приміщеннях. Спільне застосування цих заходів створює умови для узгодженої роботи системи опалення та раціональнішого використання теплової енергії.

Об’єктом дослідження є двотрубна горизонтальна система опалення з нижньою розводкою, запроєктована для чотириповерхової адміністративної будівлі. Як опалювальні прилади передбачено панельні сталеві радіатори з нижнім підключенням. Для оцінювання гідравлічних характеристик системи використано дані розрахункової таблиці трубопроводів, наведеної в матеріалах дипломного проєкту. Як приклад проаналізовано розрахункові параметри окремої ділянки. Її характеристики наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Розрахункові параметри ділянки трубопроводу

Показник	Значення
Теплове навантаження, Вт	167 937
Масова витрата теплоносія, кг/год	7219,6
Довжина ділянки, м	12,4
Діаметр трубопроводу, мм	DN 50
Швидкість руху теплоносія, м/с	0,925
Питомі втрати тиску на тертя, Па/м	240
Сумарні втрати тиску, Па	8109,8

За результатами аналізу встановлено, що швидкість руху теплоносія на цій ділянці не перевищує зазначеної в проєкті граничної межі 1 м/с, проте є вищою за рекомендований діапазон 0,5–0,6 м/с. Питомі втрати тиску на тертя становлять 240 Па/м, що наближається до прийнятого в розрахунку обмеження 250 Па/м. Наведені показники свідчать про необхідність урахування гідравлічних характеристик трубопроводів під час оцінювання режимів роботи системи. Водночас відповідність зазначених параметрів розрахунковим критеріям має визначатися з урахуванням прийнятої методики розрахунку та характеристик конкретної системи. Зазначимо, що наведені параметри характеризують окрему ділянку трубопроводу і самі по собі не дають підстав для висновку про наявність гідравлічного дисбалансу в усій системі опалення. Для його встановлення необхідно зіставити розрахункові та фактичні витрати теплоносія в окремих гілках і циркуляційних кільцях, а також оцінити наявні перепади тиску..

Гідравлічне балансування системи опалення передбачає узгодження витрат теплоносія в окремих гілках і через опалювальні прилади відповідно до їхніх розрахункових теплових навантажень. Для цього застосовують балансувальні клапани, які дають змогу обмежувати та налаштовувати витрату теплоносія. Тип арматури, її пропускну здатність і місце встановлення визначають за результатами гідравлічного розрахунку з урахуванням конфігурації системи та необхідних перепадів тиску. [2, 5].

Наступним етапом є застосування термостатичних клапанів, що дають змогу автоматично регулювати витрату теплоносія через радіатори залежно від температури повітря в приміщеннях. Таке поєднання заходів сприяє підтриманню заданого температурного режиму та запобігає надлишковому нагріванню приміщень. Послідовність реалізації запропонованого підходу наведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Послідовність реалізації заходів з підвищення ефективності системи опалення

Завершальним етапом є гідравлічне та теплове налагодження системи [1, 7,8], під час якого перевіряють витрати теплоносія в окремих гілках, налаштування балансувальної арматури та роботу термостатичних клапанів. За результатами перевірки оцінюють відповідність фактичних параметрів розрахунковим значенням і здатність системи підтримувати заданий температурний режим у приміщеннях. Такий підхід дає змогу узгодити роботу окремих елементів системи опалення та створити умови для раціональнішого використання теплової енергії.

Висновки

За результатами аналізу проєктних параметрів двотрубної горизонтальної системи опалення адміністративної будівлі встановлено, що ефективність її роботи залежить не лише від правильного вибору діаметрів трубопроводів, а й від забезпечення розрахункового розподілу теплоносія між окремими гілками та опалювальними приладами.

Поєднання гідравлічного балансування з установленням термостатичних клапанів може підвищити керованість системи опалення, забезпечити рівномірніший розподіл теплоти та створити передумови для зменшення надлишкового теплопостачання. Кількісне визначення очікуваної економії потребує додаткового розрахунку порівняльних режимів роботи системи з урахуванням характеристик регулювальної арматури та режимів теплового навантаження. Подальше вдосконалення проєктного рішення доцільно пов’язати з уточненням гідравлічних параметрів системи та розробленням заходів з її автоматичного регулювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2013-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 144 с.
2. Caleffi. Evolution of Hydronic Balancing. idronics. Spring 2024. № 34. URL: https://www.caleffi.com/en-us/magazine/34-evolution-hydronic-balancing-valves
3. Панкевич О. Д., Білостенний В. Підвищення енергоефективності систем опалення житлових багатоповерхових будівель.// Матеріали LIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 20-22 березня 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. URI: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20612.
4. Панкевич О. Д. , Патлатий А. О. Заходи з енергозбереження в системах опалення та вентиляції громадських будівель // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023)», Вінниця, 22 червня 2023 р.: Електрон. текст. дані. 2023. URI:https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2023/paper/view/16968.
5. Ash G. An Installers’ Guide to Hydronic Balancing. Danfoss Heating. 1 February 2021. URL: https://danfossheating.ourpressoffice.com/2021/installers-guide-hydronic-balancing/.
6. ДСТУ EN 215:2022 Термостатичні радіаторні клапани. Вимоги та методи випробувань (EN 215:2019, IDT)
7. ДСТУ EN 14336:2017 Системи опалення будівель. Монтування та введення в експлуатацію систем опалення на водній основі (EN 14336:2004, IDT)
8. Danfoss. Hydronic Balancing Application Guide. URL: https://www.danfoss.com/en-gb/service-and-support/downloads/dhs/hydronic-balancing-application-guide/.

Ольга Дмитрівна Панкевич **–** к.т.н,, доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, e-mail: pankevich@vntu.edu.ua.

Вадим Леонідович Сметанський – студент групи ТГ-25м факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, smetasnkiyvadym@gmail.com.

Olga Pankevych *– Cand. Sc. (Eng.), Ass. Prof. of the Department of Engineering Systems in Construction. Vinnytsia National Technical University e-mail: pankevich@vntu.edu.ua.*

Vadym Smetanskiy *– student of the TG-25m group of the Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:* smetasnkiyvadym@gmail.com.