

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ДВОМОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЛІ У МІСТІ ВІННИЦЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі обґрунтовано доцільність влаштування двомодульних систем теплопостачання грія громадської будівлі. Розроблена математична модель для оцінки показників енергоефективності та екологічності будівлі для різних джерел теплової енергії. Виявлено джерела теплоти з найкращими показниками по питомому енергоспоживанню, по використанню первинної енергії та викидах парникових газів. Складено сертифікат енергоефективності будівлі, визначено питоме енергоспоживання систем опалення і охолодження будівлі, визначено класу будівлі за енергоспоживанням. Встановлено, що для забезпечення потреб теплопостачання офісної будівлі пропонується використати двомодульну систему на основі реверсивного теплового насоса та електрокотла.

Ключові слова: теплопостачання, тепловий насос, відновлювальні джерела енергії, енергоефективність, енергетична сертифікація.

Abstract

The paper substantiates the feasibility of arranging two-module heat supply systems for a public building. A mathematical model has been developed to assess the energy efficiency and environmental performance of a building for different heat sources. The heat sources with the best performance in terms of specific energy consumption, primary energy use, and greenhouse gas emissions were identified. A building energy efficiency certificate was drawn up, the specific energy consumption of the building's heating and cooling systems was determined, and the building's energy consumption class was determined. It was found that it is proposed to use a two-module system based on a reversible heat pump and an electric boiler to meet the heat supply needs of the office building.

Keywords: heat supply, heat pump, renewable energy sources, energy efficiency, energy certification.

Вступ

Сучасні виклики, пов'язані з енергетичною незалежністю та екологічною стійкістю, змушують шукати інноваційні підходи до організації теплопостачання громадських будівель. Особливо це актуально для міст із помірним кліматом, таких як Вінниця, де ефективне використання енергоресурсів є ключовим фактором для забезпечення комфорту та зниження експлуатаційних витрат. Одним із перспективних рішень є впровадження двомодульних систем теплопостачання, які поєднують традиційні та відновлювані джерела енергії [1].

Двомодульна система теплопостачання передбачає інтеграцію двох незалежних джерел теплоти, що дозволяє оптимізувати енергоспоживання залежно від зовнішніх умов та потреб будівлі. Це не лише забезпечує стабільність теплопостачання, але й значно знижує витрати на енергоносії, особливо в періоди м'якої зими або перехідних сезонів.

Енергетичний аудит будівель є важливим інструментом для зниження експлуатаційних витрат, підвищення комфорту проживання або роботи в приміщенні, а також для зменшення впливу на навколишнє середовище через скорочення викидів парникових газів [2, 3].

Метою роботи є підвищення енергоефективності та екологічності теплопостачання громадської будівлі шляхом її енергетичної сертифікації і впровадження відновлюваних джерел енергії.

Результати дослідження

Проведення енергетичного аудиту громадської будівлі є не лише вимогою часу, але й стратегічним інструментом для досягнення енергетичної незалежності, економії ресурсів та покращення якості життя. Це інвестиція в майбутнє, яка забезпечує довгострокову ефективність та стабільність експлуа-

тації будівлі. Тож розглядувана одноповерхова офісна будівля у м. Вінниця загальною площею 155,4 м² має опалювальний об'єм 419,59 м³, джерелом тепlopостачання на даний момент є низькотемпературний газовий котел. Використовуючи вимоги [4-7], для визначення показників енергоефективності та проведення енергетичної сертифікації будівлі розроблена математична модель. На основі даної моделі розроблено енергетичний сертифікат даної будівлі і встановлено, що розрахункове значення енергоспоживання будівлі 62,1 кВт·год/м³, що відповідає класу енергоефективності будівлі «D», оскільки граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні EP_p = 56,916 кВт·год/м³. З метою підвищення енергоефективності будівлі розглянуті різні можливі джерела тепlopостачання даної будівлі: низькотемпературний газовий котел потужністю для забезпечення потреб системи опалення і використання фреонових систем кондиціонування для охолодження та електричні бойлери для забезпечення потреб системи гарячого водопостачання; конденсаційний газовий котел з температурним режимом (55/45 °C) та для забезпечення потреб системи опалення і використання фреонових систем кондиціонування для охолодження та електричні бойлери для забезпечення потреб системи гарячого водопостачання; реверсивна теплонасосна установка «грунт-вода» для системи опалення та охолодження та електричні бойлери для забезпечення потреб системи гарячого водопостачання; реверсивна теплонасосна установка «повітря-вода» для забезпечення потреб опалення та охолодження та електричні бойлери для забезпечення потреб системи гарячого водопостачання; твердопаливний котел на паливних гранулах з автоматичним механізованим завантаженням для забезпечення потреб системи опалення і використання фреонових систем кондиціонування для охолодження та електричні бойлери для забезпечення потреб системи гарячого водопостачання; централізована система тепlopостачання для забезпечення потреб системи опалення і використання фреонових систем кондиціонування для охолодження та електричні бойлери для забезпечення потреб системи гарячого водопостачання; електричні проточні котли для забезпечення потреб системи опалення і використання фреонових систем кондиціонування для охолодження та електричні бойлери для забезпечення потреб системи гарячого водопостачання.

На основі розробленої моделі проаналізовано вплив вибору джерела теплової енергії для забезпечення потреб опалення на питоме енергоспоживання (рис. 1), споживання первинної енергії та питомі викиди парникових газів.

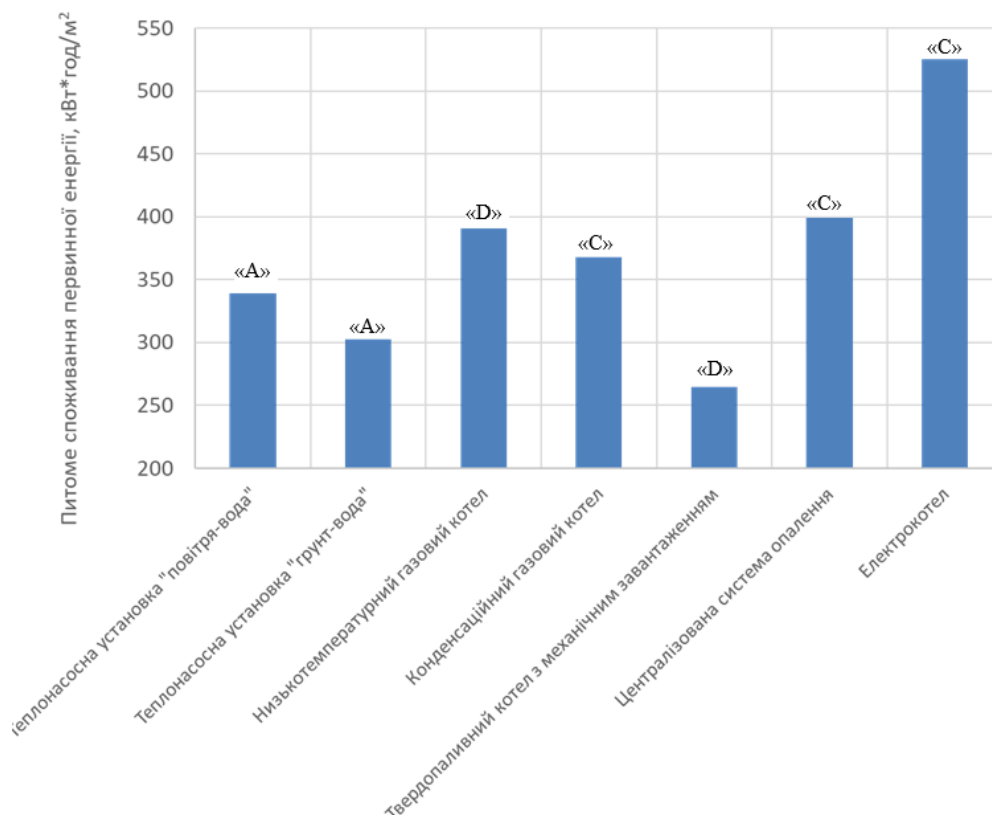


Рисунок 1 – Результати дослідження впливу джерела теплової енергії для опалення на питоме енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні

Як видно з результатів досліджень на рис. 1, найвищу енергоефективність мають варіанти з тепловими насосами «повітря-вода» та «грунт-вода» (клас енергоефективності «А»). Найнижчу енергоефективність мають варіанти з котлом на гранулах та низькотемпературним газовим котлом (клас «D»).

Варіанти з конденсаційним газовим котлом, централізованим тепlopостачанням та електричним котлом мають середні значення енергоефективності і забезпечують клас «С» будівлі, що в свою чергу задовільняє мінімальним вимогам.

Дещо інша картина з питомим споживанням первинної енергії (див. рис. 2.3). Найбільш ефективними варіантами є котел на гранулах та теплові насоси «повітря-вода» та «грунт-вода» 264,4, 339 та 302,4 кВт·год/м².

Найгірший показник споживання первинної енергії має варіант з електрокотлом 525,3 кВт·год/м².

Централізоване тепlopостачання та використання низькотемпературних газових котлів дає середні результати.

Аналогічна ситуація з показниками питомих викидів парникових газів: котел на гранулах 45,4 кг/м², тепловий насос «повітря-вода» 57 кг/м², а «грунт-вода» 50,8 кг/м².

Таким чином, для забезпечення потреб опалення, охолодження, гарячого водopостачання даної будівлі пропонується використати тепловий насос з відповідним розрашуванням приладів в кожному опалюваному приміщенні. Як резервне джерело теплоти пропонується електрокотел.

Висновки

В даній роботі проведено енергетичну сертифікацію та моделювання основних показників енергоефективності і викидів парникових газів для офісної будівлі у м. Вінниця.

Складено сертифікат енергоефективності будівлі, визначено питоме енергоспоживання систем опалення і охолодження будівлі, яке склало 62,1 кВт·год / м³.

Визначено, що будівля відноситься до класу «D» за енергоспоживанням.

Розроблена математична модель для оцінки показників енергоефективності та екологічності будівлі для різних джерел теплової енергії, на основі якої проаналізовано вплив вибору джерела теплової енергії для забезпечення потреб опалення на питоме енергоспоживання, споживання первинної енергії та питоми викиди парникових газів.

Виявлено, що найкращі показники по питомому енергоспоживанню мають теплонасосні установки «повітря-вода» та «грунт-вода» 25,2 та 19,7 кВт·год/м³, що забезпечують клас будівлі «А».

Найкращі показники по використанню первинної енергії та викидах парникових газів мають варіанти з використанням твердопаливного котла на гранулах та теплові насоси «повітря-вода» та «грунт-вода».

Найгірші результати по споживанню первинної енергії та викидах парникових газів має варіант з електрокотлом 525,336 кВт·год/м² та 88,2 кг/м². Варіанти з централізованим опаленням, газовим низькотемпературним та газовим конденсаційним котлами мають середні результати енергоефективності, споживання первинної енергії та викидів парникових газів.

Таким чином, для забезпечення потреб опалення, охолодження та гарячого водopостачання офісної будівлі пропонується використати двомодульну систему на основі реверсивного теплового насоса та електрокотла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дерев'яно Д. Г., Беспала Н. Г., Богойко І. І., Колодяжна А. О. Перспективи застосування відновлювальних джерел енергії для тепlopостачання громадських і житлових будівель в Україні. Енергетика: економіка, технології, екологія. 2022. №2. С. 41 – 47.

2. Степанов Д., Степанова Н., Оникієнко С., Мартиненко В. Показники енергоефективності громадської будівлі», Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві, вип. 34, вип. 1, с. 134–139, Сер 2023.

3. Бабенко О. В., Степанов Д. В., Степанова Н. Д. Моделювання енергоефективності житлової будівлі за умов різних джерел теплової енергії. Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки». 2024. №3, т. 2. С. 27–32.

4. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ №169 від 11.07.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/z0822-18#Text>. (дата звернення: 11.02.2025 р.).

5. ДСТУ 9190–2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водopостачанні. [Електронний ресурс]: – URL : https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_a_2_2_12/5-1-0-1781. (дата звернення: 11.02.2025 р.).

6. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель. К.: Мінрегіонбуд України, 2012 р. Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/dbn-v.2.6-31.pdf> (дата звернення: 11.02.2025 р.).

7. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. К.: Мінрегіонбуд України, 2014 р.

Іванюк Максим Миколайович, студент групи ТЕ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 02-23-391.stud@vntu.edu.ua.

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovand@i.ua

Ivaniuk Maksym M., student of TE-23m group, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 02-23-391.stud@vntu.edu.ua

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovand@i.ua