

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ БУДІВЛІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі розглядається питання підвищення енергоефективності систем створення мікроклімату будівель шляхом оптимізації теплопостачання та впровадження інноваційних технологій. Досліджено вплив підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій на річне споживання теплоти системою опалення, вплив різних джерел теплової енергії на питоме енергоспоживання системами опалення та охолодження. Проаналізовано наслідки зниження температури води, що надходить у систему опалення, і встановлено переваги низькотемпературних систем створення мікроклімату. Проаналізовано потенційні переваги автоматизації систем створення мікроклімату.

Ключові слова: енергоефективність, теплопостачання, теплонасосні установки, відновлювані джерела енергії, автоматизація, мікроклімат.

Abstract

This paper examines the issue of improving the energy efficiency of building microclimate systems by optimizing heat supply and implementing innovative technologies. The study investigates the impact of increasing the thermal resistance of enclosing structures on the annual heat consumption of the heating system, as well as the influence of different heat energy sources on the specific energy consumption of heating and cooling systems. The consequences of lowering the temperature of water supplied to the heating system are analyzed, highlighting the advantages of low-temperature microclimate systems. Additionally, the potential benefits of automating microclimate control systems are explored.

Keywords: energy efficiency, heat supply, heat pump systems, renewable energy sources, automation, microclimate.

Вступ

Наразі країни Європи, у тому числі і Україна прагне зменшити викиди оксиду вуглецю, щоб досягти вуглецевої нейтральності [1]. Тому напрямок теплової енергетики на використання відновлюваних джерел енергії і підвищення енергоефективності є ефективними шляхами до досягнення цієї мети.

Системи створення мікроклімату відіграють ключову роль у підтриманні комфортних температурних умов у житлових будинках. Останнім часом дедалі більше уваги приділяється енергоефективним системам створення мікроклімату, які дозволяють знизити витрати енергії та зменшити вплив на довкілля [2]. Енергоефективність стала одним із головних пріоритетів у процесі проєктування та експлуатації систем створення мікроклімату. Це передбачає, що система має підтримувати комфортну температуру в будинку, споживаючи при цьому мінімальну кількість енергії.

Метою роботи є зменшення споживання енергії системами створення мікроклімату будівлі шляхом підвищення їх енергоефективності.

Результати дослідження

Енергоефективність систем створення мікроклімату будівель є ключовим фактором у зменшенні енергоспоживання, підвищенні комфорту мешканців та зниженні експлуатаційних витрат. Для досягнення цих цілей використовують різні методи та засоби, які можна умовно поділити на наступні категорії:

- підвищення термічного опору теплоізоляційної оболонки будівлі;
- оптимізація джерел теплоти для систем створення мікроклімату;
- оптимізація систем створення мікроклімату;
- автоматизація і інтелектуальні системи управління;
- раціональне використання енергії.

Теплоізоляція стін, даху та вікон істотно зменшує тепловтрати. Утеплення будівлі є одним із ключових чинників для підтримання комфортної температури в приміщенні та зниження витрат на опалення. Сьогодні доступний широкий вибір матеріалів і технологій для утеплення, які обираються з урахуванням кліматичних умов, типу будівлі, бюджету та інших важливих параметрів. Звичайно, частка огорожувальної поверхні яку займають стіни також має значення. Наприклад, збільшення термічного опору стін у будівлі із 4,48 до 6,91 $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$, шляхом збільшення товщини теплоізоляційного шару (з мінеральної вати) із 150 мм до 250 мм, зменшує річне споживання теплоти системою опалення на 6,11%. У наведеній будівлі частка стін у загальній площі огорожувальних конструкцій складає 24,74%, вікон – 7,2%. Для цієї ж будівлі у випадку підвищення термічного опору вікон у 1,54 рази призведе до зменшення річного споживання теплоти системою опалення на 8,52%.

Енергоспоживання будівлі, а отже і систем створення її мікроклімату суттєво залежить від джерела теплопостачання. Відновлювані джерела енергії, зокрема сонячна, геотермальна та енергія вітру, можуть застосовуватися для обігріву житлових будинків. Це сприяє зменшенню залежності від викопного палива та скороченню викидів парникових газів. Порівняння питомого енергоспоживання системами опалення та охолодження (EP_{use}), визначеного за [3], для будівлі, про яку йшла мова вище показано на рис. 1.

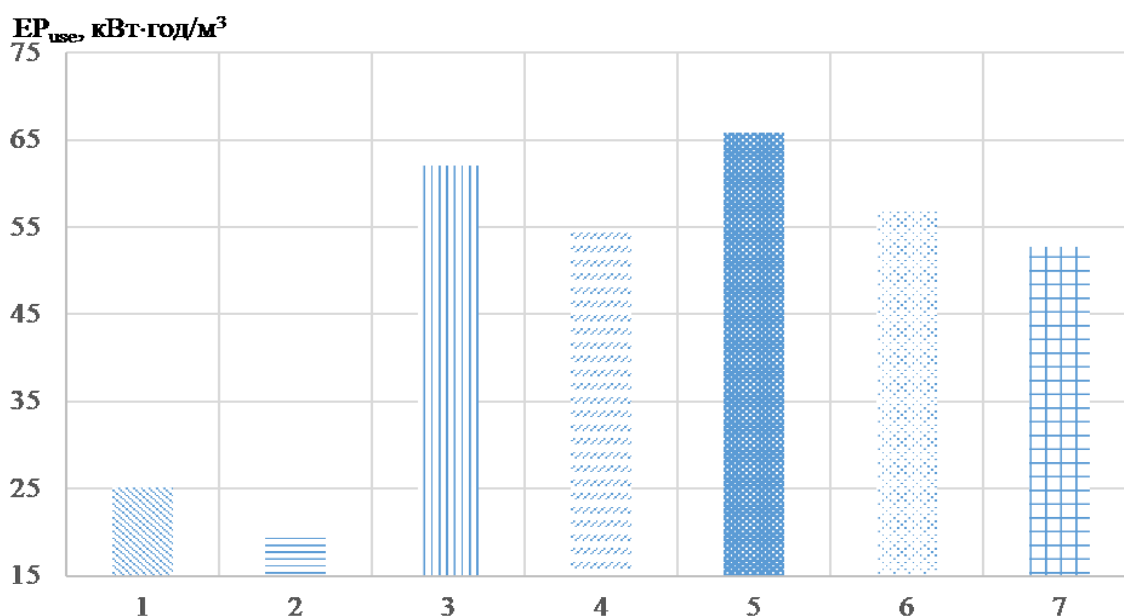


Рисунок 1 - Результати дослідження впливу джерела теплової енергії для опалення (1 – 7) на питоме енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні EP_{use} :
 1 – теплонасосна установка «повітря-вода»; 2 – теплонасосна установка «грунт-вода»;
 3 – низькотемпературний газовий котел; 4 – конденсаційний газовий котел; 5 – твердопаливний котел з механічним завантаженням; 6 – централізована система опалення; 7 – електродкотел

Аналізуючи наведені на рис. 1 дані можна зробити висновок, що найнижче значення питоме енергоспоживання із розглянутих мають системи створення мікроклімату за використання у якості джерел теплоти теплонасосних установок типу «повітря-вода» та «грунт-вода». Також ефективним є поєднання традиційних джерел з відновлюваними, наприклад теплових насосів із газовими котлами, останні використовуються у якості пікових джерел теплоти.

Якщо проаналізувати дані виробників теплових насосів типу «повітря-вода» [4], то можна виявити, що зниження температури води на вході в систему опалення із 55 до 30 $^{\circ}\text{C}$ підвищує коефіцієнт перетворення теплового насосу (за температури зовнішнього повітря 0 $^{\circ}\text{C}$) із 2,12 до 3,57, тобто на 68,4% зменшується споживання електричної енергії для приводу теплонасосної установки. Як висновок – використання низькотемпературних систем створення мікроклімату у комплексі із відновлюваними джерелами енергії підвищує енергетичну ефективність будівлі. Крім того, використання низь-

котемпературних систем опалення (тепла підлога, стінові та стельові панелі) сприяє рівномірному розподілу теплоти по приміщенню [5].

Регулярне обслуговування та модернізація систем створення мікроклімату (чистка теплообмінників, балансування системи, встановлення регулюючих клапанів) покращує тепловіддачу і гідродинамічний режим систем тим самим підвищуючи їх ефективність.

Автоматизація дає змогу налаштовувати температуру відповідно до змін погодних умов і часу доби. Розумні системи управління (типу «Розумний будинок») підвищують енергоефективність, аналізуючи дані про енергоспоживання та автоматично оптимізуючи роботу опалювальної системи, а також роблять їх зручнішими та комфортнішими у використанні.

Рациональне використання енергії системами створення мікроклімату, а саме використання енергоефективних приладів класу A+++, замінення традиційного освітлення на LED-лампи, дотримання раціональних режимів вентиляції, провітрювання та кондиціонування приміщень, використання систем рекуперації теплоти, що зменшують втрати енергії при вентиляції, використовуючи теплоту витяжного повітря, в комплексі і окремо можуть суттєво знизити енергоспоживання будівлі.

Висновки

Сучасні будівлі потребують енергоефективних, екологічних і зручних у використанні систем мікроклімату. Досягти цього можна завдяки впровадженню інноваційних технологій та комплексній оптимізації енергоспоживання. Важливу роль у підвищенні енергоефективності відіграє якісне утеплення будівель, що знижує тепловтрати та зменшує витрати на опалення. Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів та технологій сприяє підтриманню комфортного мікроклімату та підвищенню загальної енергоефективності.

Джерела тепlopостачання мають вирішальний вплив на рівень енергоспоживання. Розглянуті варіанти джерел теплоти таких як : теплонасосна установка «повітря-вода», теплонасосна установка «грунт-вода», низькотемпературний газовий котел, конденсаційний газовий котел, твердопаливний котел з механічним завантаженням, централізована система опалення, електрокотел. Встановлено, що найвищу ефективність серед розглянутих варіантів демонструють теплові насоси типу «повітря-вода» та «грунт-вода». Поєднання їх із газовими котлами також є доцільним, оскільки газові котли можуть слугувати піковими джерелами тепла, покращуючи економічність та надійність системи.

Автоматизація та інтелектуальні системи управління дозволяють ефективно регулювати роботу систем мікроклімату відповідно до змін погодних умов і часу доби, що сприяє зниженню витрат енергії та підвищенню комфорту користувачів. Використання низькотемпературних систем опалення, таких як «тепла підлога» або стельові панелі, забезпечує рівномірний розподіл теплоти та скорочує споживання енергії тепловими насосами.

Регулярне обслуговування та модернізація інженерних систем також є важливим фактором їх ефективності. Очищення теплообмінників, балансування системи та впровадження регулюючих клапанів покращують тепловіддачу та підвищують загальну продуктивність обладнання.

Результати дослідження підтвердили, що використання відновлюваних джерел енергії, підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій, використання сучасних опалювальних приладів у комплексі із низькотемпературними системами створення мікроклімату дозволяє суттєво знизити рівень енергоспоживання, скоротити викиди парникових газів та підвищити загальну енергоефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Matúš Mišík, Veronika Oravcová, Radka Vicenová. Energy efficiency of buildings in Central and Eastern Europe: room for improvement. *Energy Efficiency*. Volume 17, article number 32, (2024). URL : <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-024-10215-y> (дата звернення 20.02.2025 р.).
2. Arash Shahee, Mahmood Abdoos, Alireza Aslani & Rahim Zahedi. Reducing the energy consumption of buildings by implementing insulation scenarios and using renewable energies. *Energy Informatics*, 7, Article number: 18 (2024). URL : <https://energyinformatics.springeropen.com/articles/10.1186/s42162-024-00311-9> (дата звернення 20.02.2025 р.).
3. ДСТУ 9190–2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. [Електронний ресурс]: – URL : https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_a_2_2_12/5-1-0-1781. (дата звернення: 20.02.2025 р.).
4. Water chillers. Heat pumps. AQUACIAT POWER. URL: <https://surl.li/flhjgk> (дата звернення 20.02.2025 р.).
5. Снісарчук Д. М., Степанова Н.Д. Доцільність впровадження низькотемпературних систем створення мікроклімату будівель. Матеріали ЛІІІ Науково-технічної конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії ВНТУ,

20 – 22 березня 2024 р., Вінниця: ВНТУ, URL : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20817/17234> (дата звернення 20.02.2025 р.).

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

Снісарчук Дмитро Михайлович – аспірант групи 144-23а, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, snisarchuk1992@gmail.com

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

Snisarchuk Dmytro M. – postgraduate student, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: snisarchuk1992@gmail.com