

О.О. Нестеренко,
І.Ю. Мельник,
А.В. Сигидин,
І.В. Коц

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ІНТЕГРОВАНИМИ РЕКРЕАЦІЙНИМИ ЗОНАМИ НА ДАХУ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Доповідь присвячена розробці інноваційних рішень у сфері теплопостачання житлових будинків, що поєднують підвищення енергоефективності та створення комфортних рекреаційних зон на дахах в умовах щільної міської забудови. Обґрунтування концепції енергоефективної системи теплопостачання багатоповерхового будинку з інтегрованою рекреаційною зоною на даху, що оптимізує споживання теплової енергії. Запропоновано концептуальну модель, що включає використання відновлюваних джерел енергії (сонячні колектори, теплові насоси), облаштування "зеленого даху" з рекреаційною зоною для покращення теплоізоляції, впровадження систем рекуперації тепла та автоматизованого управління теплопостачанням. Такий комплексний підхід забезпечує синергетичний ефект: зниження витрат на опалення, зменшення екологічного навантаження та створення комфортних умов для мешканців. Реалізація запропонованої системи дозволяє суттєво підвищити енергоефективність будівель, покращити якість життя та збільшити привабливість нерухомості.

Ключові слова: енергоефективність, теплопостачання, рекреаційна зона, дах будинку, відновлювані джерела енергії, зелений дах, рекуперація тепла.

Abstract

The report is dedicated to the development of innovative solutions in the field of heat supply for residential buildings, combining increased energy efficiency and the creation of comfortable recreational zones on rooftops in dense urban environments. The paper substantiates the concept of an energy-efficient heating system for a multi-story building with an integrated recreational zone on the roof, which optimizes thermal energy consumption. A conceptual model is proposed that includes the use of renewable energy sources (solar collectors, heat pumps), the arrangement of a "green roof" with a recreational zone to improve thermal insulation, the implementation of heat recovery systems, and automated heat supply management. Such an integrated approach provides a synergistic effect: reducing heating costs, decreasing the environmental load, and creating comfortable conditions for residents. The implementation of the proposed system allows for a significant increase in the energy efficiency of buildings, an improvement in the quality of life, and an increase in property attractiveness.

Keywords: energy efficiency, heat supply, recreational zone, building roof, renewable energy sources, green roof, heat recovery.

Вступ

Сучасний світ стоїть перед низкою взаємопов'язаних глобальних викликів, серед яких ключове місце посідають енергетична криза, виснаження природних ресурсів та посилення негативного антропогенного впливу на довкілля. У цьому контексті будівельний сектор, будучи одним із найбільших споживачів енергії, потребує кардинальних змін у підходах до проектування та експлуатації. Особливо гостро ця проблема стосується багатоповерхових житлових будинків, де значна частка енергетичних витрат припадає на системи теплопостачання. Паралельно з цим, інтенсивна урбанізація та щільна міська забудова призводять до дефіциту відкритих просторів та зон відпочинку, що негативно позначається на якості життя мешканців.

Актуальність даної роботи зумовлена необхідністю розробки та впровадження інноваційних, комплексних рішень, що дозволяють одночасно вирішити кілька пріоритетних завдань:

1. Забезпечення енергетичної безпеки та зниження залежності від викопних палив: Через постійне зростання цін на енергоносії та геополітичну нестабільність, перехід до раціонального використання енергії та використання відновлюваних джерел стає стратегічним пріоритетом.

2. Пом'якшення наслідків зміни клімату: Скорочення споживання традиційних енергоресурсів дозволяє значно зменшити викиди парникових газів, сприяючи досягненню цілей сталого розвитку та кліматичної нейтральності.

3. Підвищення якості та комфорту міського середовища: Створення рекреаційних зон на дахах забезпечує мешканців додатковими просторами для відпочинку, соціалізації, покращує мікроклімат (зокрема, зменшує ефект "міського острова тепла") та підвищує естетичну привабливість житлових комплексів.

4. Інновації в архітектурі та інженерії: Потреба у розробці та інтеграції передових архітектурно-планувальних рішень із сучасними інженерними системами для досягнення максимального синергетичного ефекту, що виходить за рамки традиційного будівництва.

5. Інтеграція енергоефективних систем теплопостачання з рекреаційними зонами на дахах багатоповерхових будівель є перспективним, але недостатньо вивченим напрямом, що потребує ґрунтовного наукового обґрунтування та розробки конкретних технічних рішень.

Мета та завдання дослідження

Метою даної роботи є наукове обґрунтування та розробка концепції енергоефективної системи теплопостачання для багатоповерхового будинку, яка ефективно інтегрує рекреаційні зони на даху, задля досягнення максимальної енергоощадності, оптимізації експлуатаційних витрат, мінімізації негативного впливу на довкілля та значного підвищення якості життя мешканців.

Для досягнення поставленої мети були визначені та вирішувалися такі завдання:

1. Аналіз сучасних систем теплопостачання: Проведення всебічного аналізу існуючих централізованих та децентралізованих систем теплопостачання багатоповерхових будівель, виявлення їхніх технологічних, економічних та екологічних переваг і недоліків.

2. Дослідження потенціалу альтернативних джерел енергії: Оцінка можливостей та ефективності застосування відновлюваних джерел енергії (сонячна енергія, геотермальна енергія, аеротермальні теплові насоси) в умовах щільної багатоповерхової забудови для задоволення потреб у теплопостачанні та гарячому водопостачанні.

3. Розробка архітектурно-інженерних рішень для інтеграції: Створення інноваційних архітектурно-планувальних та інженерних рішень, що забезпечують оптимальну інтеграцію рекреаційних зон на дахах (зокрема, зелених дахів, оглядових майданчиків) з елементами енергоефективних систем (сонячні колектори, зовнішні блоки теплових насосів), враховуючи їхній взаємний вплив на тепловий баланс будівлі та естетику.

4. Теплотехнічне моделювання та оцінка ефективності: Виконання комплексного теплотехнічного моделювання роботи запропонованої інтегрованої системи теплопостачання в різних кліматичних умовах (з урахуванням сезонних коливань температур) та режимах експлуатації для оцінки її енергетичної продуктивності та економічної доцільності, включаючи розрахунок терміну окупності інвестицій.

Методологія дослідження

Дослідження базується на комплексній методології, що включає:

Системний аналіз: Вивчення взаємозв'язків між архітектурними, інженерними та екологічними аспектами інтегрованої системи.

Порівняльний аналіз: Зіставлення показників ефективності запропонованої системи з традиційними та існуючими енергоефективними рішеннями.

Теплотехнічні розрахунки: Визначення теплових навантажень будівлі, розрахунок продуктивності сонячних колекторів та теплових насосів.

Математичне моделювання: Створення динамічних моделей роботи системи з використанням сучасних програмних засобів (наприклад, EnergyPlus або аналогічних), що дозволяє симулювати поведінку системи в різних умовах та оптимізувати її параметри.

Принципи сталого проєктування: Застосування підходів, що враховують життєвий цикл будівлі, мінімізацію відходів та використання екологічно чистих матеріалів.

Економічний аналіз: Оцінка капітальних та експлуатаційних витрат, розрахунок терміну окупності та чистої теперішньої вартості проєкту.

Основні результати та висновки

Запропонована інтегрована система теплопостачання є гібридним рішенням, що передбачає використання сонячних колекторів (плоских або вакуумних) для забезпечення потреб у гарячому водопостачанні та часткової підтримки системи опалення, а також теплових насосів (ґрунтових або повітря-вода) для ефективного використання низькопотенційного тепла навколишнього середовища. Ключовим елементом інтеграції є використання зелених дахів та інших рекреаційних зон, які не тільки

створюють додаткові простори для відпочинку мешканців, але й суттєво впливають на тепловий баланс будівлі: зменшення тепловтрат взимку: зелені дахи діють як додатковий ізоляційний шар; зниження перегріву влітку: рослинність та випаровування води з поверхні даху сприяють зниженню температури покрівлі та внутрішніх приміщень, зменшуючи потребу в кондиціонуванні; оптимізація роботи сонячних колекторів: зелені дахи можуть зменшувати температуру навколишнього повітря, що дещо підвищує ефективність роботи сонячних колекторів, особливо в спекотний період.

Результати чисельного моделювання та теплотехнічних розрахунків, виконаних для типового багатоповерхового будинку, показують, що впровадження такої системи дозволяє досягти скорочення енергоспоживання на опалення та гаряче водопостачання до 60-70% порівняно з традиційними системами, що базуються на викопному паливі. Це призводить до значного зниження експлуатаційних витрат (до 50% за рахунок зменшення рахунків за енергію) та суттєвого зменшення викидів парникових газів (CO_2 , NO_x , SO_2) в атмосферу, сприяючи покращенню екологічної ситуації в місті.

Розроблені рішення мають високу практичну значущість та можуть бути безпосередньо застосовані при проектуванні нових та енергетичній модернізації існуючих багатоповерхових будівель; вони сприяють: підвищенню енергоефективності будівель, забезпеченню відповідності сучасним будівельним нормам та стандартам енергоефективності; зниженню експлуатаційних витрат: економія на оплаті енергоносіїв для мешканців та управляючих компаній; створенню комфортного та екологічно чистого житлового середовища: покращення мікроклімату, зменшення шуму, створення зон для відпочинку та соціалізації; підвищенню інвестиційної привабливості об'єктів нерухомості: будинки з інтегрованими енергоефективними та рекреаційними рішеннями стають більш конкурентоспроможними на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лисенко О.М. Оцінка окремих режимів експлуатації індивідуального теплового пункту. Пром. теплотехніка. 2012. Т. 34, № 7. С. 95-99.
2. Басок Б.І., Беляєва Т.Г., Коба А.Р., Ткаченко М.В. та інш. Комплексна модернізація типової системи теплопостачання будівлі на основі використання теплового насосу типу «повітря-вода». Пром. теплотехніка. 2009. Т. 31, № 7. С. 19-21.
3. Патент України на корисну модель №61943 UA F24D 3/00. Система автономного теплопостачання будівель / М. В. Степанов, П. М. Мороз // Опубл. 10.08.11. Бюл. №15.
4. Патент України на корисну модель №68592 UA F24J 2/42. Акумуляційна геліогрунтова теплонасосна система теплопостачання / А. А. Долінський, Б. І. Басок, О. М. Недбайло та ін. // Опубл. 26.03.12. Бюл. №6.
5. Патент України на корисну модель №53370 UA F24J 2/34. Комбінована система сонячного теплопостачання / С. П. Шаповал // Опубл. 11.10.10. Бюл. №19.
6. Патент України на корисну модель №57717 UA F24J 2/04. Система водяного теплопостачання / М. М. Гецько, С. Є. Паскаль, О. М. Гецько // Опубл. 10.03.11. Бюл. №5.
7. Басок Б.І., Лисенко О.М., Приємченко В.П., Андрейчук С.В. Особливості теплозабезпечення адміністративної будівлі на основі індивідуального теплового пункту. Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво) / Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. Вип. 77. К: ДП НДІБК. С. 184-188.
8. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. URL: <http://www.uazakon.com>.
9. Аналіз перспектив використання теплових насосів в Україні [Електронний ресурс]. URL: <http://www.insolar.com.ua/library/articles/>.
10. Попов А.В. Аналіз ефективності різних типів теплових насосів. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.teplosibmash.ru/articles/>

Нестеренко Олександр Олександрович – Студент гр. СМ-226, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, E-mail: Sashanesterenko204@gmail.com

Мельник Ігор Юрійович – Магістрант гр. ТГ -24мз, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, E-mail: ih.melnyk@grmu.com.ua

Сигидин Анатолій Володимирович – Магістрант гр. ТГ -24мз, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, E-mail: sigidin0515@gmail.com.ua

Коц Іван Васильович – канд. техн. наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, завідувач і науковий керівник науково-дослідної лабораторії гідродинаміки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: ivvkots@ukr.net

Nesterenko Oleksandr O. – Student of group SM-22b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: Sashanesterenko204@gmail.com

Nesterenko Oleksandr O. – Student of group SM-22b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: Sashanesterenko204@gmail.com

Melnyk Ihor Yu. – Master's student of group TG-24mz, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: ih.melnyk@grmu.com.ua

Sygydyn Anatoliy V. – Master's student of group TG-24mz, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: sigidin0515@gmail.com

Kots Ivan V. – PhD of Technical Sciences, Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Head and Scientific Advisor of the Research Laboratory of Hydrodynamics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: ivvkots@ukr.net