

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ РІШЕНЬ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ У МАЛОПОВЕРХОВУ ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто сучасні підходи до підвищення енергоефективності малоповерхових житлових будівель. Аналізуються конструктивні рішення, використання інноваційних матеріалів та систем автономного енергозабезпечення. Наведено результати сучасних досліджень у сфері енергоощадного будівництва, що доводять ефективність впровадження енергоефективних технологій. Окреслено перспективи подальшого розвитку та впровадження енергоефективних рішень у будівництво малоповерхових будівель.

Ключові слова: енергоефективність, малоповерхове будівництво, інноваційні матеріали, автономне енергозабезпечення, тепловтрати.

Annotation

The article examines modern approaches to improving the energy efficiency of low-rise residential buildings. It analyzes structural solutions, the use of innovative materials, and autonomous energy supply systems. The results of recent research in energy-efficient construction prove the effectiveness of implementing energy-saving technologies. Prospects for further development and the introduction of energy-efficient solutions in low-rise construction are outlined.

Keywords: energy efficiency, low-rise construction, innovative materials, autonomous energy supply, heat loss.

Вступ

Проблема енергозбереження та підвищення енергоефективності будівель є однією з ключових у сучасному будівництві. З огляду на зростання тарифів на енергоносії та необхідність скорочення викидів вуглекислого газу, раціональне використання енергії набуває стратегічного значення. Особливо це актуально для малоповерхових житлових будівель, які складають значну частку забудови як у містах, так і в сільських районах. Застосування енергоефективних технологій дозволяє значно зменшити експлуатаційні витрати та підвищити комфорт проживання [1-3].

Актуальність. Малоповерхові житлові будівлі мають значний потенціал для підвищення енергоефективності за рахунок оптимізації конструктивних рішень, вибору відповідних матеріалів та впровадження альтернативних джерел енергії. У сучасних умовах існує нагальна потреба в дослідженні та впровадженні нових технологій для зниження тепловтрат, підвищення ефективності опалення, вентиляції та використання відновлюваних джерел енергії.

Розгляд сучасних досліджень

Сучасні наукові дослідження підтверджують ефективність комплексного підходу до енергозбереження в малоповерхових будівлях [2-6]. Наприклад, застосування інноваційних теплоізоляційних матеріалів, таких як аерогелі, вакуумні панелі та піноскло, дозволяє знизити втрати тепла на 30-50% у порівнянні з традиційними утеплювачами. Використання матеріалів з низьким коефіцієнтом теплопровідності (0,015-0,035 Вт/(м·К)) сприяє ефективнішому утриманню тепла в приміщеннях (табл. 1).

Застосування систем рекуперації повітря дозволяє скоротити витрати на опалення до 40%, а використання теплових насосів забезпечує економію електроенергії до 60%. Наприклад, у скандинавських країнах понад 50% малоповерхових будинків використовують теплові насоси для обігріву приміщень [7-9].

У Німеччині діє програма "Пасивний будинок", яка передбачає зниження споживання енергії до 15 кВт·год/м² на рік [7]. В Україні введено ДБН В.2.6-31:2021, що встановлює жорсткіші вимоги до теплоізоляції будівель, зокрема, збільшення мінімальної товщини утеплювача до 150 мм для фасадів (табл. 2) [7-10].

Крім того, дослідження показують, що використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі, дозволяє скоротити споживання електроенергії будинком до 70%, а гібридні системи (сонячні батареї + вітрові турбіни) забезпечують повну автономність у постачанні електроенергії.

Таблиця 1. Порівняльні характеристики матеріалів для теплоізоляції

Матеріал	Теплопровідність (Вт/(м·К))	Зменшення тепловтрат (%)
Аерогель	0,015	50%
Вакуумні панелі	0,020	45%
Піноскло	0,035	30%
Базальтова вата	0,040	25%

Таблиця 2. Досвід енергоефективного будівництва у світі

Країна	Споживання енергії (кВт·год/м² на рік)	Основні заходи
Німеччина	15	Пасивний будинок, теплові насоси
Швеція	20	Використання сонячних батарей та рекуперації
Україна	50	Нові ДБН, утеплення фасадів

Графік на рис. 1 показує розподіл тепловтрат у малоповерхових будівлях. Найбільші втрати тепла припадають на стіни (35%), дах (25%) та вікна (15%). Це підтверджує необхідність якісного утеплення фасадів, покрівлі та встановлення енергоефективних вікон.

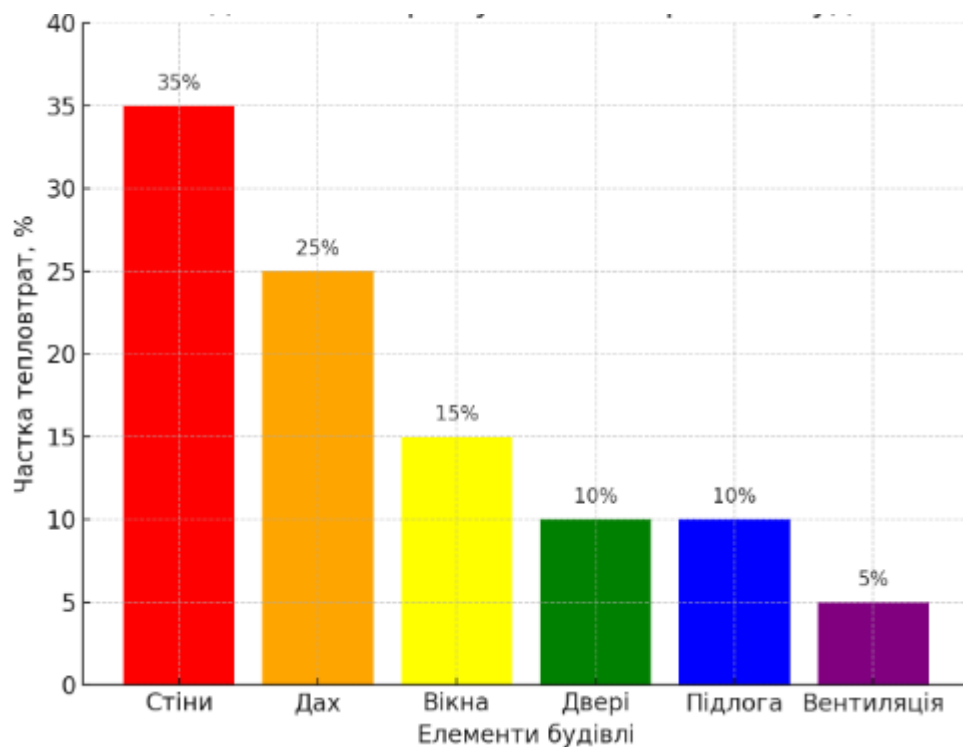


Рисунок 1. Графік розподілу тепловтрат у малоповерхових будівлях

Графік на рис. 2 демонструє зміну тепловтрат у малоповерхових будівлях у семи країнах: Норвегії, Канаді, Німеччині, Україні, Франції, Польщі та Швеції. Порівнюються значення тепловтрат до та після впровадження заходів з енергозбереження. Відображено, як тепловтрати зменшуються після застосування різних ефективних енергозберігаючих технологій.

Країни з холодним кліматом, такі як Норвегія, Канада та Швеція, мають найвищі початкові тепловтрати, що досягають 90-100 Вт/м². Це зумовлено великим перепадом температур між внутрішнім і зовнішнім середовищем у зимовий період. Після застосування енергозберігаючих технологій, зокрема якісного утеплення та сучасних будівельних матеріалів, тепловтрати знижуються приблизно на 40%. Наприклад, у Норвегії вони зменшуються зі 100 до 60 Вт/м², а у Швеції – з 90 до 52 Вт/м².

У країнах із помірним кліматом, таких як Німеччина, Франція та Польща, початкові тепловтрати нижчі – у межах 78–85 Вт/м². Це пояснюється не лише більш сприятливими кліматичними умовами, а й тим, що ці країни вже давно впроваджують стандарти енергоефективності в будівництві. Після проведення заходів з енергозбереження показники тепловтрат знижуються приблизно до 50 Вт/м², що свідчить про високу ефективність утеплення.

Україна демонструє досить високий рівень початкових тепловтрат – 75 Вт/м², що зумовлено як кліматичними особливостями, так і значною часткою застарілого житлового фонду. Проте після термомодернізації тепловтрати скорочуються до 45 Вт/м², що підтверджує ефективність утеплення фасадів, дахів, встановлення енергоефективних вікон та модернізації опалювальних систем.

Загалом, у всіх розглянутих країнах заходи з енергозбереження дозволяють зменшити тепловтрати на 35-45%, що значно скорочує витрати на опалення та підвищує загальну енергоефективність будівель. Це особливо актуально у світлі сучасних екологічних вимог і необхідності зменшення викидів парникових газів.

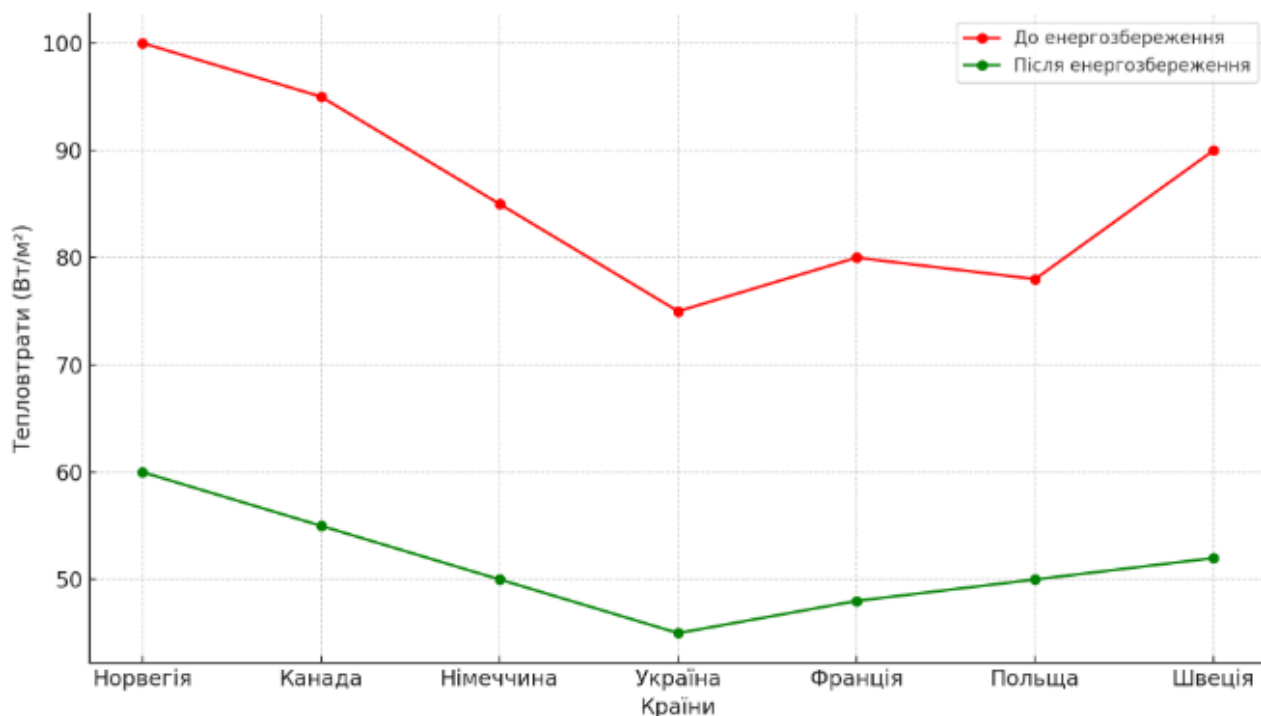


Рисунок 2. Графік зміни тепловтрат в малоповерховому будівництві до і після впровадження заходів з енергозбереження

Основні проблеми впровадження заходів з енергозбереження в малоповерховому будівництві в Україні [1, 2, 4-6]:

1. Висока вартість енергоефективних технологій. Інноваційні утеплювачі, рекупераційні системи та альтернативні джерела енергії потребують значних фінансових вкладень, що обмежує їх широке впровадження.
2. Низька обізнаність населення. Багато забудовників та власників будинків не знають про сучасні технології та їх економічні переваги.
3. Недостатність державних стимулів. Відсутність дієвих програм підтримки, таких як субсидії та пільгові кредити, уповільнює масове впровадження енергоефективних рішень.
4. Застарілі підходи до проектування. Часто застосовуються традиційні методи будівництва, що не враховують сучасні вимоги до енергозбереження.
5. Нестача кваліфікованих спеціалістів. Інженери, архітектори та будівельники не завжди мають достатній рівень знань щодо впровадження новітніх технологій.

Висновки

Рациональні рішення для підвищення енергоефективності малоповерхових житлових будівель включають використання інноваційних матеріалів, оптимізацію конструктивних рішень та впровадження альтернативних джерел енергії. Впровадження цих заходів дозволяє не тільки знизити енергоспоживання, а й підвищити комфорт проживання, зменшити витрати на експлуатацію будівель та сприяти екологічній безпеці. Подальші дослідження у цій сфері мають бути спрямовані на розробку

доступних і ефективних технологій, які забезпечать сталість розвитку будівельної галузі та сприятимуть збереженню природних ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Джеджула В. В., Єпіфанова І. Ю. Енергозбереження як напрям підвищення безпеки критичних систем житлових будинків. Вісник Хмельницького національного університету. 2022. №2. Т. 1. С. 72-76.
2. Мандрика А. С. Енергоефективні технології : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2021. 330 с.
3. Бікс Ю. С., Ратушняк Г. С. Термічно неоднорідні енергоощадні огорожувальні конструкції малоповерхових будівель : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2019. 76 с.
4. Шишкін Е. А., Гайко Ю. І. Інноваційні планувальні та конструктивні рішення сучасних будівель і споруд : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. 40 с.
5. Пластун О. М. Технології енергоефективного будівництва для малоповерхових житлових будівель. Вісник будівництва. 2021. Т. 37, № 3. С. 45-49.
6. Зайко О. М., Заяць Є. І. Аналіз організаційно-технологічних рішень будівництва малоповерхових житлових будівель з урахуванням раціонального споживання енергоресурсів. Український журнал будівництва та архітектури. 2025. № 1 (025). С. 97-105.
7. Міжнародне енергетичне агентство (МЕА). Енергоефективність 2020. Париж: Публікації МЕА, 2020. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2020>
8. Директива 2010/31/ЄС про енергетичну ефективність будівель. Брюссель: Європейська комісія, 2010. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj>
9. Шведське енергетичне агентство Energimyndigheten. «Політика енергоефективності Швеції». Стокгольм: Шведське енергетичне агентство, 2020. URL: <https://www.energimyndigheten.se/>
10. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель та енергоефективність будівель. [Чинні від 2022-09-01]. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 27 с.

Адамова Оксана Іванівна – магістр групи Б-23мз, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: djedjulavv@gmail.com

Науковий керівник: Джеджула В'ячеслав Васильович – д.е.н., проф., Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: djedjulavv@gmail.com

Adamova Oksana – Master of Group B-23mz, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: Dzhedzhula Vyacheslav – Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: djedjulavv@gmail.com