

ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ДАХІВ МАЛОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ТЕПЛОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Висвітлено проблематику зниження енергоспоживання в малоповерховому житловому будівництві шляхом термомодернізації огорожувальних конструкцій, покриттів і мансардних поверхів. Обґрунтовано технічні рішення з використання волокнистих теплоізоляційних матеріалів, вентилязованих фасадів, енергоефективних вікон та систем рекуперації повітря. Особливу увагу приділено удосконаленню конструкцій скатних дахів і мансардних приміщень, які є критичними зонами тепловтрат.

Ключові слова: еплзоахист, енергоефективність, термомодернізація, вентиляований фасад, скатний дах, мансарда, мінераловатна ізоляція.

Abstracts

The paper highlights the problem of reducing energy consumption in low-rise residential construction through the thermal modernization of enclosing structures, roofs, and attic floors. Technical solutions are substantiated for the use of fibrous thermal insulation materials, ventilated façade systems, energy-efficient windows, and air recovery systems. Special attention is paid to improving the design of pitched roofs and attic spaces, which are the most critical areas of heat loss.

Key words: thermal protection, energy efficiency, thermal modernization, ventilated façade, pitched roof, attic, mineral wool insulation.

Вступ

Зростання вартості енергоресурсів, необхідність скорочення викидів CO₂ та адаптація до європейських норм стимулюють модернізацію житлового фонду України. Особливо це актуально для малоповерхових будинків, що мають значні тепловтрати через застарілі огорожувальні конструкції, віконні заповнення та покриття.

За даними енергетичного аудиту, до 30–35 % втрат припадає на стіни, до 20 % – на покриття і мансардні поверхи, ще 15–20 % – на нещільності у вузлах стиків дахових елементів [1, 2].

Метою роботи є визначення архітектурно-конструктивних рішень, які забезпечують зниження тепловтрат та підвищення енергоефективності малоповерхових будівель через удосконалення фасадів, дахів і мансардних поверхів.

Результати дослідження

1. Архітектурно-конструктивні рішення термомодернізації

Підвищення теплової ефективності досягається комплексним підходом: утепленням зовнішніх стін, покрівлі, підлог над підвалом, герметизацією вузлів і впровадженням інженерних систем керування мікрокліматом [1-3].

Багатошарові фасади з мінераловатним утеплювачем товщиною 120–150 мм забезпечують термічний опір $R=3,2\text{--}3,6 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$. Для зон із підвищеною вологістю доцільно застосовувати вентилязовані системи з алюмінієвими або композитними касетами.

У віконних прорізах рекомендується використовувати енергоощадні склопакети з низькоемісійним покриттям та трикамерними ПВХ-профілями. Зміщення рами в зону утеплювача зменшує тепловтрати через відкоси на 10–15 %.

2. Термомодернізація скатного даху і мансардного поверху

Мансардні поверхи та скатні дахи є найуразливішими щодо тепловтрат через велику площу огорожувальних поверхонь і наявність складних стиків.

Дослідження [4-6] показали, що при традиційному рішенні без додаткового утеплення через покрівлю втрачається до 25 % теплової енергії будівлі (рис. 1).

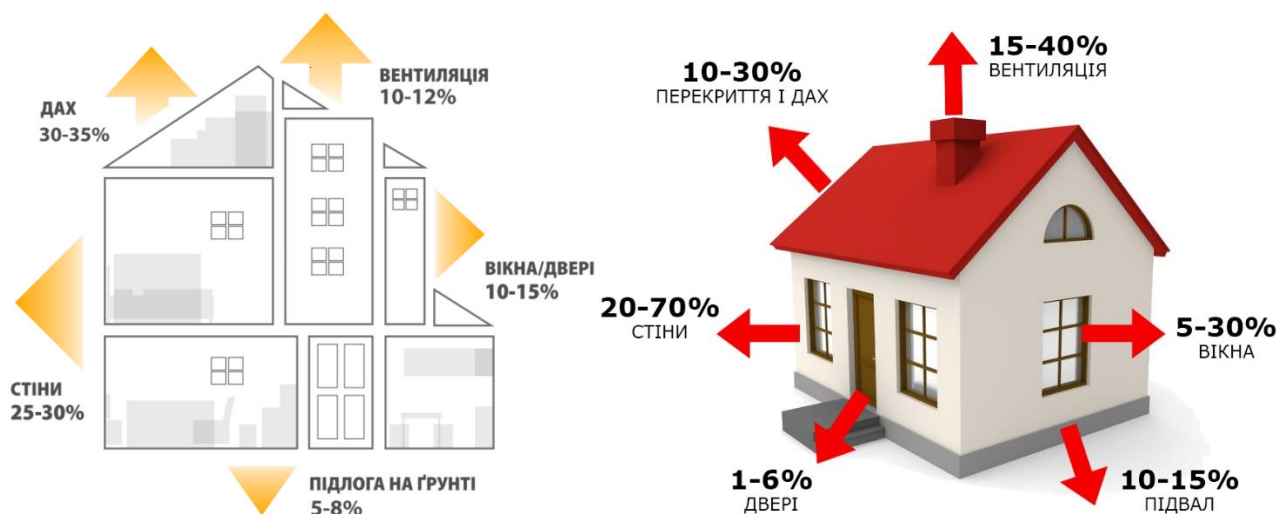


Рис. 1. Тепловтрати через конструкції будівлі

Оптимізація теплотехнічного вузла даху передбачає:

- використання багатошарового утеплення (наприклад, 200 мм мінеральної вати у два шари з перекриттям стиків);
- улаштування вентилязованого підпокрівельного прошарку для видалення конденсату;
- герметизацію стиків у зоні мауерлату, крокв і мансардних вікон;
- застосування пароізоляційної плівки з нахлестом не менше 150 мм і повітронепроникного шару з внутрішнього боку.

Додаткове утеплення перекриття мансарди або скатного даху знижує теплові потоки через дах на 30–40 %, підвищуючи температуру внутрішньої поверхні на 2,5–3,5 °С.

Моделювання температурного поля показало, що використання тришарової конструкції з базальтовою ватою, паро- та гідроізоляційними шарами дозволяє зменшити тепловтрати покрівлі з 28 до 15 Вт/м² [1, 3]. На рис. 2 представлено тепловізію зйомку неутепленого даху (зліва), що має значні тепловтрати – поверхня даху нагріта до +10 °С, хоча зовнішня температура становить –17 °С. Це означає, що тепло зсередини (+22 °С) проходить через покриття, розтоплює сніг, спричиняє утворення конденсату й обмерзання карниза. На тепловізійному зображенні справа – утеплений дах. Температура поверхні даху близька до +2 °С, що свідчить про ефективний теплоізоляційний шар (мінераловата або ековата). Тепловтрати мінімальні: тепло утримується у приміщенні, поверхня даху холодна (сині та зелені тони). Відсутні «містки холоду» у зоні мауерлату та крокв.

Отже, різниця температур між неутепленим і утепленим дахом становить близько 8 °С, що підтверджує ефективність термомодернізації. Теплоізоляційний шар не лише знижує енергоспоживання, а й запобігає утворенню вологи, поліпшуючи довговічність конструкції.

У разі реконструкції мансардного поверху або скатного даху рекомендується використовувати системи “теплого даху” з розміщенням утеплювача над кроквами. Використовувати мінераловатні або базальтові утеплювачі товщиною не менше 200 мм, із двошаровим укладанням та перекриттям стиків. Це забезпечить рівномірність термічного опору покриття. Забезпечити суцільність утеплювача у місцях проходження крокв і мауерлату, застосовувати підкроквяний додатковий шар утеплення 50–100 мм. Це усуває «містки холоду» в зоні дерев’яних елементів і підвищує довговічність покриття.

Також необхідно забезпечити герметичність пароізоляції. Всі стики пароізоляційної плівки мають бути проклеєні спеціальною стрічкою, щоб виключити потрапляння теплого вологого повітря до шару утеплювача.

Щоб улаштувати ефективну вентиляцію підпокрівельного простору необхідно забезпечити вентиляований зазор 40–50 мм між гідроізоляцією та покрівельним покриттям для видалення конденсату.

Покрівельні матеріали з низькою теплопровідністю (металопрофіль із термопрокладками, бітумна черепиця з підкладковим шаром) зменшують теплові втрати.

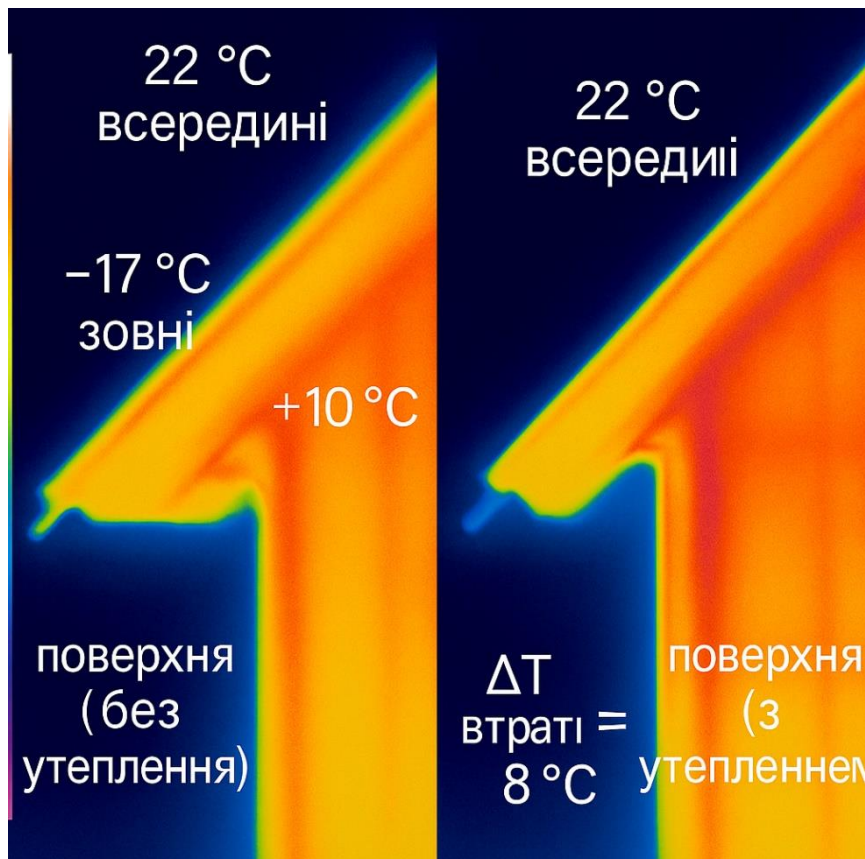


Рис. 2. Порівняльна тепловізійна зйомка двох дахів – неутепленого (ліворуч) і утепленого (праворуч)

Після заходів з утеплення даху необхідно виконати термографічне обстеження. Повторна тепловізійна зйомка дозволить перевірити якість утеплення, герметичність пароізоляції та виявити залишкові зони втрат тепла.

3. Інженерно-енергетичні заходи

Ефективність термомодернізації малоповерхових житлових будівель істотно підвищується завдяки впровадженню сучасних інженерно-енергетичних рішень, спрямованих на раціональне використання теплової енергії та зниження експлуатаційних витрат.

Одним із ключових напрямів є використання систем рекуперації вентиляційного повітря, які забезпечують повернення до 70 % теплоти, що втрачається під час повітрообміну [7]. Це дозволяє підтримувати стабільний мікроклімат у приміщеннях без значних теплових втрат.

Рекуператори доцільно застосовувати у будівлях з повітряною системою опалення або примусовою вентиляцією – особливо у мансардних поверххах, де спостерігається підвищена теплова страта через дахові конструкції.

Другим важливим компонентом є індивідуальні теплові пункти (ІТП) з погодним регулюванням. Такі системи автоматично змінюють подачу теплоносія відповідно до температури зовнішнього повітря, що дозволяє уникнути перевитрат тепла та підтримувати комфортні умови всередині будівлі. ІТП також забезпечують точний облік споживання енергії та можливість віддаленого моніторингу.

Для покращення енергетичного балансу будівель рекомендується застосовувати конденсаційні котли, насоси з частотним регулюванням, системи «розумного» керування опаленням та енергоефективні циркуляційні насоси. Додатковий ефект дає встановлення сонячних колекторів або фотоелектричних панелей, що дозволяє покривати до 15–20 % потреб у гарячій воді та електроенергії.

За результатами реалізованих проектів комплексної термомодернізації будівель бюджетної сфери (дитячих садків, шкіл, лікарень) та житлових об'єктів (рис. 3-4) вдалося знизити питомі втрати тепла до 45–50 кВт·год/м²·рік, що відповідає класу енергоефективності «В» згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2021 [8, 9].

Після впровадження комплексу інженерно-енергетичних заходів спостерігається суттєве підвищення енергоефективності будівлі, представленої на рис. 4. Клас енергоефективності змінився з

найнижчого «G» до «E», що свідчить про значне зниження питомого енергоспоживання. Згідно з розрахунковими даними, питеме споживання енергії будівлі зменшилося більш ніж на 45 %, а розрахункове енергоспоживання системи опалення – приблизно на 50 %. Це досягнуто завдяки утепленню покрівлі, стін і перекриттів, встановленню енергоефективних вікон, впровадженню системи рекуперації повітря та індивідуального теплового пункту з погодним регулюванням [10].



Рис. 3. Приклад термомодернізації панельних дев'ятиповерхівок 1986 та 1992 років побудови у м. Новояворівськ Львівської обл.



Рис. 4. Приклад термомодернізації цегляної п'ятиповерхівки у м. Новояворівськ Львівської обл.

Окрім зниження споживання енергії, термомодернізація сприяла скороченню питомих викидів вуглекислого газу (CO₂) на 25 %. Це відповідає екологічним вимогам ЄС щодо зменшення вуглецевого сліду будівельного фонду та підтверджує ефективність заходів як у технічному, так і в екологічному аспектах.

Висновки

Найбільший потенціал енергозбереження у малоповерхових будівлях пов'язаний з термомодернізацією фасадів, скатних дахів та мансардних поверхів.

Застосування багатошарової системи утеплення даху з вентиляльованим прошарком і пароізоляцією знижує тепловтрати через покрівлю до 40 %.

Оптимізація теплотехнічних вузлів у зоні мауерлата та мансардних вікон запобігає утворенню «містків холоду» й конденсату.

Комплексна термомодернізація (фасад + дах + індивідуальний тепловий пункт + рекуперація) забезпечує скорочення витрат енергії на опалення до 50 % і сприяє реалізації стандартів енергоефективності у житловому будівництві України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мандрика А. С. Енергоефективні технології : навчальний посібник. Сумський державний університет, 2021. 330 с.
2. Бахтін Д. Впровадження енергоефективних технологій при будівництві нової комерційної нерухомості в Україні. Вісник НУ «Львівська політехніка». Серія: Архітектура, 2020, №2(4), с. 8–18.
3. Коваленко Ю. Л., Полив'ячук А. П., Маляренко В. А., Пономаренко Є. Г. Підвищення енергоефективності будівель оздобленням зовнішніх огорожувальних конструкцій теплопоглинальним покриттям. Вісник Вінницького політехнічного інституту, № 2, 2025, с. 23-31. DOI: 10.31649/1997-9266-2025-179-2-23-31.
4. Як покрівля впливає на енергоефективність будинку. URL: <https://vash-master.com.ua/yak-pokrivlya-vplivae-na-energoefektivnist-budinku>
5. Енергоефективність будівель в Україні. Енергетична ефективність будівлі. URL: <https://dergbud.org.ua/enerhoefektyvnist-budivlua.html>
6. Покрівля та енергоефективність: як зовнішній вигляд поєднується з користю. URL: <https://fainemisto.km.ua/pokrivlya-ta-energoefektyvnist-yak-zovnishnij-vyglyad-poyednuetsya-z-korystyu/>
7. Гетун Г., Кошева В., Гамоцький Р., Гончаренко А. Вплив повітрообміну на енергоефективність багатоквартирних житлових будинків. Енергоефективність в будівництві та архітектурі, 2019, вип. 13, с. 58–68.
8. Термомодернізація двох будинків ОСББ «ЛІСНА-1». URL: <https://eefund.org.ua/novyny/termomodernizacziya-dvoh-budynkiv-osbb-lisna-1/>
9. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний з 2022-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2021. 108 с.
10. ОСББ “Липи 2” отримало фінальну частину гранту на впровадження енергоефективних заходів від Фонду енергоефективності. URL: <https://upravbud.info/novyny/osbb-lypy-2-otrymalo-finalnu-chastynu-grantu-na-vprovadzhennya-energoefektyvnyh-zahodiv-vid-fondu-energoefektyvnosti/>

Мартинов Ілля Сергійович – студент групи 1Б-24м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Хороша Оксана Іванівна – кандидат архітектури, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: korosha@vntu.edu.ua

Martynov Ilya – student of group 1B-24m, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Khorosha Oksana – candidate of architecture, associate professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: korosha@vntu.edu.ua