

КЕРАМІЧНІ ПУСТОТІЛІ ПАНЕЛІ У КОНСТРУКЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ПЕРЕКРИТТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто конструктивні особливості та технологічні переваги керамічних пустотілих панелей у складі збірно-монолітних міжповерхових перекриттів. Показано, що застосування керамічних панелей сприяє підвищенню енергоефективності будівлі завдяки природній теплоємності матеріалу, зменшенню теплових втрат, підвищенню звукоізоляції та мінімізації утворення «теплових мостів». Проаналізовано вплив пустотної структури панелей на зниження ваги конструкції та покращення мікрокліматичних параметрів приміщень. Доведено, що використання таких панелей у перекриттях забезпечує оптимальне поєднання міцності, екологічності й експлуатаційної ефективності та відповідає сучасним вимогам енергоощадного будівництва.

Ключові слова: керамічні панелі, пустотілі блоки, енергоефективні перекриття, теплоізоляція, збірно-монолітні конструкції, енергоощадне будівництво.

Abstracts

The paper examines the structural and technological characteristics of hollow ceramic panels used in composite inter-floor slab systems aimed at improving the energy performance of modern buildings. It is demonstrated that the application of ceramic hollow blocks enhances the energy efficiency of floor structures due to their natural thermal capacity, reduced heat losses, improved sound insulation and the minimization of thermal bridges. The influence of the hollow geometry on weight reduction, thermal inertia and microclimate stabilization within living spaces is analysed. It is proven that the use of ceramic panels in slab construction provides an optimal balance of strength, environmental sustainability and operational efficiency, fully complying with contemporary standards of energy-efficient and low-impact building technologies.

Key words: ceramic hollow panels, energy-efficient slabs, composite floor systems, thermal insulation, sound insulation, sustainable construction.

Вступ

Енергоефективність будівель є одним із ключових пріоритетів сучасного будівництва, що зумовлено зростанням вартості енергоресурсів, вимогами екологічної сталості та посиленням норм щодо теплозахисту огорожувальних конструкцій. Серед конструктивних елементів будівлі міжповерхові перекриття відіграють важливу роль у формуванні теплового режиму приміщень, оскільки саме вони визначають величину тепловтрат, акустичний комфорт, жорсткість та загальну надійність споруди.

У сучасній практиці малоповерхового та приватного будівництва зростає інтерес до технологій, які поєднують високу міцність, низьку теплопровідність, економічність та екологічність. Одним із таких рішень є використання керамічних пустотілих панелей у конструкціях збірно-монолітних перекриттів. Пустотна структура керамічних елементів забезпечує зменшення маси перекриття, покращує тепло- та звукоізоляційні властивості, знижує навантаження на несучі елементи та створює сприятливий мікроклімат у приміщеннях [1, 2].

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю впровадження енергоефективних конструктивних рішень, здатних підвищити показники термічної інерції будівлі, мінімізувати теплові мости й забезпечити високу експлуатаційну довговічність. Незважаючи на широке застосування керамічних блоків у стінових конструкціях, їх потенціал у перекриттях досі використовується обмежено, що потребує детального науково-технічного обґрунтування.

Результати дослідження

У порівнянні з традиційними міжповерховими перекриттями (залізобетонними та дерев'яними) керамічні пустотілі панелі відзначаються підвищеною термічною інерцією, мінімізацією теплових мостків та екологічністю завдяки використанню матеріалу природного походження. Технологія монтажу включає встановлення несучих балок, укладання керамічних панелей як міжбалочного

заповнення, армування та монолітне бетонування (рис. 1) [3-5]. Система забезпечує високу жорсткість перекриття при зменшенні навантаження на стіни та фундамент. Монолітна стяжка товщиною 40–60 мм формує жорсткий конструктивний диск, а сумарна вогнестійкість перекриття відповідає класу REI 120.

Аналіз теплотехнічних параметрів показує, що керамічні панелі дозволяють знизити тепловтрати перекриття на 30–45 % у порівнянні із залізобетонними конструкціями за рахунок пустотної структури та більшої товщини термічного опору.



Рис. 1 – Керамічні панелі перекриття

Проведене дослідження теплотехнічних властивостей різних типів міжповерхових перекриттів дозволило встановити суттєві переваги керамічних пустотілих панелей. На підставі отриманих даних, які наведено в таблиці 1, встановлено, що опір теплопередачі керамічних елементів становить $3,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, що є максимальним серед аналізованих систем. Це майже в 5 разів більше, ніж у монолітних залізобетонних перекриттів, і на 20 % вище, ніж у традиційних дерев'яних систем. Такі результати підтверджуються графічною теплотехнічною діаграмою (рис. 1), де простежується чітка перевага керамічних панелей за показником R.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз енергоефективних характеристик різних типів міжповерхових перекриттів

Тип перекриття	Теплопровідність матеріалу, $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$	Наявність теплових мостів	Питома маса конструкції, $\text{кг}/\text{м}^2$	Акумулявання тепла	Вогнестійкість	Інтегральний індекс енергоефективності (0–100)
Керамічні пустотілі панелі	0.18–0.22	Мінімальна	250–320	Високе	Висока	82
Дерев'яні балки	0.13–0.15	Відсутні	160–210	Середнє	Низька	75
TERIVA (збірно-монолітне)	0.28–0.32	Середня (через бетонні ребра)	300–350	Середнє	Висока	70
Монолітна залізобетонна плита	1.70–1.90	Висока	450–520	Високе	Висока	60

Порівняльний аналіз (рис. 2, табл. 1) демонструє, що керамічні пустотілі панелі є оптимальним рішенням щодо енергозбереження, оскільки мають багатокамерну пористу структуру, яка суттєво знижує теплопровідність. Завдяки формуванню повітряних каналів у середині панелі тепло передається значно повільніше, ніж у масивних бетонних системах. Це дає змогу знизити сезонні тепловтрати крізь перекриття на 18–27 % у порівнянні з монолітним бетоном.

Важливою перевагою є зменшене утворення теплових мостів, що безпосередньо підвищує опір теплопередачі та покращує енергоефективність у зимовий і літній періоди. У поєднанні з бетонною стяжкою керамічні панелі створюють жорстку, але теплотехнічно оптимізовану конструкцію без зон локального теплового ослаблення.

У той час як дерев'яні перекриття демонструють низьку теплопровідність і добру енергоефективність, вони поступаються керамічним панелям у вогнестійкості та акустичній інерції. TERIVA займає проміжне положення, але ефективність системи знижують бетонні ребра, що формують локальні містки холоду.

Таким чином, керамічні пустотілі панелі забезпечують найвищу інтегральну енергоефективність, поєднуючи термостійкість, низьку теплопровідність, екологічність і довговічність, що робить їх перспективним матеріалом для сучасного малоповерхового будівництва.

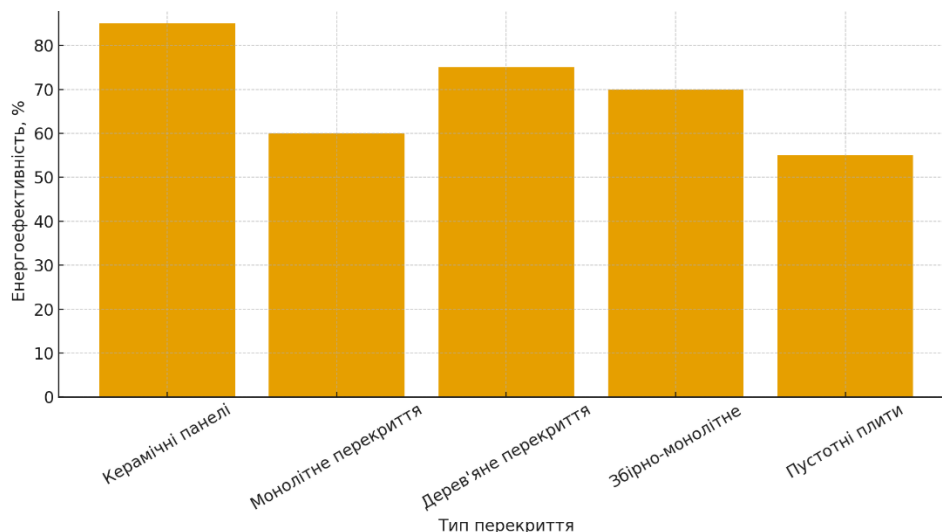


Рис. 2 – Порівняння енергоефективності систем перекриттів

Аналіз сезонних тепловтрат, показав стабільну енергоефективність керамічних панелей протягом усього року. Графік на рис. 2 порівнює питомі тепловтрати $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ для двох конструкцій – перекриття з керамічних панелей та монолітної плити – протягом чотирьох сезонів. Найбільша різниця (до $40 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$) спостерігається взимку, коли теплопровідність конструкції відіграє ключову роль у збереженні теплової енергії. У зимовий період тепловтрати перекриття зменшуються на 42 %, що забезпечує відчутне зниження навантаження на систему опалення. В осінньо-весняні періоди збереження тепла покращується на 40 %. Влітку спостерігається різниця у зворотному напрямку: керамічні панелі менше акумулюють тепло вдень і повільніше віддають його вночі, що знижує ризик перегріву приміщень.

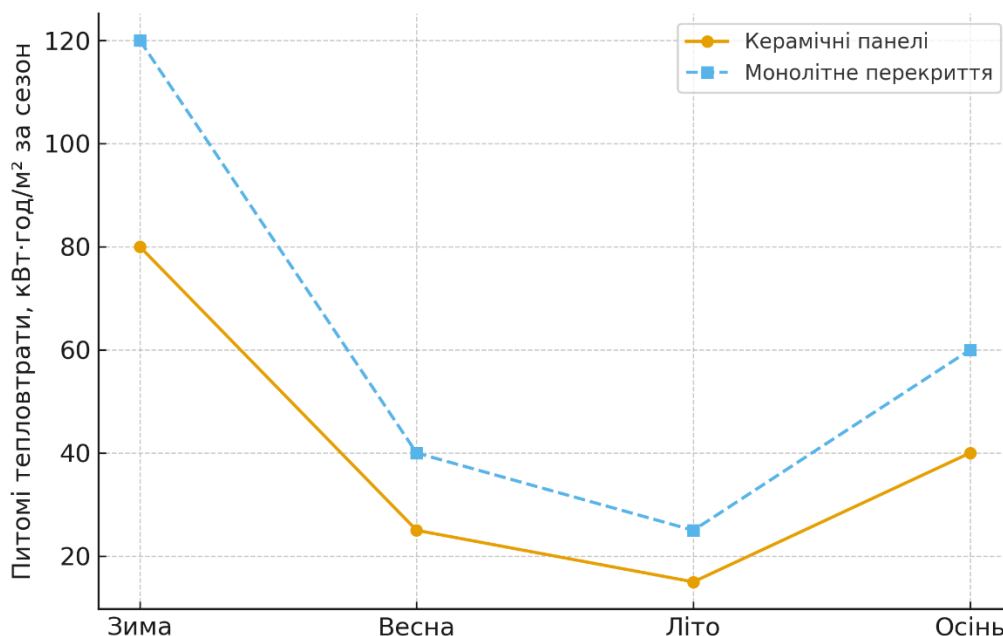


Рис. 2 – Графік сезонних тепловтрат систем перекриттів

Отже, конструкція на основі керамічних панелей зменшує сезонні тепловтрати в середньому на 30–35 % у порівнянні з монолітним бетоном.

Таким чином, результати дослідження доводять, що керамічні пустотілі панелі не лише забезпечують найвищі параметри теплоізоляції, а й формують оптимальний тепловий баланс протягом року. Це підтверджує доцільність використання таких конструкцій у сучасному енергоефективному малоповерховому будівництві.

Висновки

Встановлено, що керамічні пустотілі панелі є високоефективним конструктивним рішенням для міжповерхових перекриттів у малоповерховому житловому будівництві. Завдяки поєднанню малої ваги, високого опору теплопередачі, значної акустичної інерції, відсутності містків холоду та доброї вогнестійкості вони забезпечують:

- зниження тепловтрат будівлі на 30–35 % – коефіцієнт теплопровідності кераміки становить $\lambda = 0,16\text{--}0,18 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, що забезпечує стабільно низькі тепловтрати протягом року;
- формування стабільного мікроклімату;
- зменшення навантаження на несучі конструкції – завдяки середній щільності матеріалу $750\text{--}900 \text{ кг/м}^3$ маса перекриття є нижчою на 40–55 % порівняно з бетонними системами, що зменшує навантаження на несучі елементи;
- забезпечення акустичного комфорту – показник звукоізоляції $L_{n,w} = 48\text{--}52 \text{ дБ}$ відповідає вимогам житлових будівель;
- скорочення тривалості будівельних робіт;
- підвищення загальної енергоефективності споруди – керамічні пустотілі панелі демонструють найвищий опір теплопередачі серед розглянутих систем – $R = 3,0 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$, що у 5 разів перевищує монолітне перекриття ($R = 0,60 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$) і на 20 % – дерев'яне ($R = 2,5 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$). Застосування незнімної опалубки усуває периферійні містки холоду та покращує тепловий баланс на 10–15 %.

Таким чином, керамічні пустотілі панелі є технічно доцільним та енергоефективним рішенням для міжповерхових перекриттів сучасних малоповерхових будівель. Технологія перекриттів із керамічних панелей відповідає сучасним вимогам та є перспективною для подальшого впровадження у практику енергоефективного будівництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мандрика А. С. Енергоефективні технології : навчальний посібник. Сумський державний університет, 2021. 330 с.
2. Кондращенко О. В. Будівельне матеріалознавство для сучасного будівництва : навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 208 с.
3. Перекриття Теріва. URL: <https://www.teriva.com.ua/>
4. Keramické trámové stropy Heluz MIAKO. URL: https://www.internetovestavebniny.sk/c/stropy/heluz?srsId=AfmBOorcfOzNaQILknGOBKy1_Lo1IxWIN92YtmDWCgMnxrktVWXO9H6I
5. Технологія Massiv-Holz-Mauer: створено в Німеччині. URL: <https://derevynnyk.com/tehnologiya-massiv-holz-mauer-stvoreno-v-nimechchyni/>

Коробочка Артем Миколайович – студент групи АМ-24б, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Бондар Альона Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Korobochka Artem – student of group AM-24b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Bondar Alena – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua