

ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ УТЕПЛЕННЯ В ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглядаються переваги використання екологічно чистих теплоізоляційних матеріалів у житловому будівництві. Встановлено, що натуральні утеплювачі, такі як льоноволокно, ековата, деревоволокнисті плити та пробка, забезпечують високі теплоізоляційні характеристики при мінімальному впливі на довкілля. Проведено порівняльний аналіз технічних властивостей органічних утеплювачів та традиційних синтетичних матеріалів. Доведено, що екологічні матеріали сприяють підвищенню енергоефективності житлових будівель, зниженню викидів CO₂ і формують здоровий мікроклімат у приміщеннях.

Ключові слова: утеплення, житлове будівництво, екологічні матеріали, енергоефективність, теплоізоляція.

Annotation

The paper considers the advantages of using environmentally friendly insulation materials in residential construction. It is established that natural insulators such as flax fiber, cellulose insulation, wood fiber boards, and cork provide high thermal insulation characteristics with minimal environmental impact. A comparative analysis of the technical properties of organic and traditional synthetic insulation materials was conducted. It is proven that ecological materials contribute to improving the energy efficiency of residential buildings, reducing CO₂ emissions, and creating a healthy indoor microclimate.

Keywords: insulation, residential construction, ecological materials, energy efficiency, thermal insulation.

Вступ

Сучасне житлове будівництво ставить перед проектувальниками та забудовниками завдання забезпечити високий рівень енергоефективності споруд із мінімальним екологічним впливом. Одним із ключових факторів у цьому процесі є вибір теплоізоляційних матеріалів. Традиційні утеплювачі, такі як мінеральна вата або пінополістирол, мають добрі теплоізоляційні властивості, проте їх виробництво та утилізація часто супроводжуються значними викидами шкідливих речовин. У зв'язку з цим зростає інтерес до застосування екологічно чистих матеріалів природного походження, які не лише забезпечують надійне утеплення, а й є безпечними для здоров'я та навколишнього середовища.

Розгляд сучасних досліджень

Використання екологічно чистих матеріалів для утеплення в житловому будівництві сприяє зниженню енергоспоживання, покращенню мікроклімату приміщень та мінімізації негативного впливу на довкілля. Натуральні утеплювачі, зокрема целюлозний, льняний, конопляний, деревоволокнистий та інші біоорієнтовані матеріали, забезпечують ефективну теплоізоляцію, мають високу паропроникність, не виділяють токсичних речовин та є безпечними для здоров'я людини [1-3].

У країнах Європейського Союзу (Німеччина, Швеція, Австрія) використання таких матеріалів є частиною державних стандартів зеленого будівництва та підтримується фінансовими стимулами [4-5]. Наприклад, у Німеччині активно застосовуються утеплювачі на основі целюлози та коноплі, що сертифіковані за екологічними критеріями.

В Україні також зростає інтерес до екологічного утеплення: з'являються вітчизняні виробники натуральних теплоізоляційних матеріалів, а реалізація проєктів енергоефективної модернізації житлового фонду дедалі частіше передбачає використання екологічно безпечних рішень [6]. Зокрема, у деяких регіонах уже реалізовано пілотні проєкти, де замість традиційного мінерального утеплювача використовуються перероблені органічні матеріали [3].

Таким чином, впровадження екологічно чистих утеплювачів є важливим кроком до сталого розвитку будівельної галузі як в Україні, так і за кордоном.

Екологічно чисті утеплювачі мають ряд суттєвих переваг у порівнянні з традиційними матеріалами (табл. 1):

- *Енергоефективність.* Завдяки низькій теплопровідності натуральні утеплювачі сприяють збереженню тепла в будівлі, що дозволяє скоротити витрати на опалення до 20–30%.
- *Екологічна безпека.* Матеріали, такі як льоноволокно, ековата, пробка, не виділяють шкідливих речовин, не подразнюють шкіру й дихальні шляхи, що важливо для здоров'я мешканців.
- *Скорочення викидів CO₂.* Використання переробленої сировини (наприклад, для виробництва ековати) дозволяє зменшити вуглецевий слід будівництва.
- *Біорозкладність та можливість повторного використання.* У разі демонтажу екологічні утеплювачі легко утилізуються без шкоди для довкілля.
- *Підтримка місцевих виробників.* Натуральні матеріали часто виробляються з місцевої сировини, що сприяє розвитку регіональної економіки.

В Україні впровадження екологічно чистих утеплювачів є перспективним напрямком, особливо у проєктах енергоефективного житлового будівництва, модернізації старого житлового фонду, а також при будівництві будинків за стандартами «пасивного дому».

Таблиця 1 – Порівняння основних утеплювачів для житлового будівництва

Критерій	Ековата	Льоноволокно	Мінеральна вата	Пінополістирол
Походження	Целюлоза (переробка паперу)	Натуральне рослинне волокно	Синтетичне (мінерали)	Синтетичне (нафта)
Теплопровідність, Вт/м·К	0,036–0,040	0,038–0,042	0,035–0,045	0,030–0,040
Екологічність	Висока	Висока	Середня	Низька
Паропроникність	Висока	Висока	Висока	Низька
Стійкість до вологи	Середня	Середня	Висока	Низька
Перероблюваність	Так	Так	Обмежена	Важка
Вплив на здоров'я	Безпечна	Безпечна	Можливе подразнення	Токсична при горінні
Вартість (відносна)	Середня	Вища	Середня	Низька

На рис. 1 представлено порівняння середніх значень теплопровідності різних утеплювачів [7]. Пінополістирол має найнижче значення теплопровідності, однак екологічні матеріали, такі як ековата та льоноволокно, демонструють лише незначне відхилення при вищому рівні екологічної безпеки.

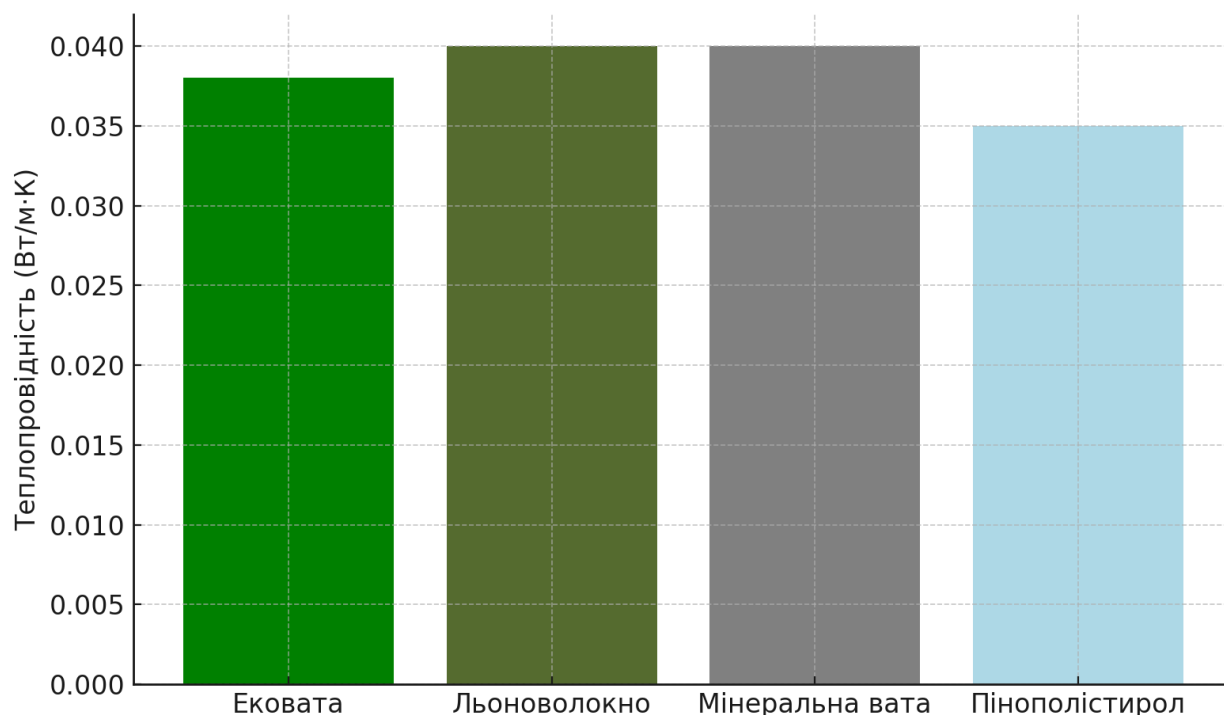


Рисунок 1. Графік порівняння теплопровідності різних утеплювачів

На графіку на рис. 2 наведено умовну оцінку екологічності утеплювачів за шкалою від 1 до 5. Натуральні матеріали, такі як ековата та льоноволокно, мають найвищі показники, тоді як традиційні синтетичні утеплювачі значно поступаються за цим критерієм [8].

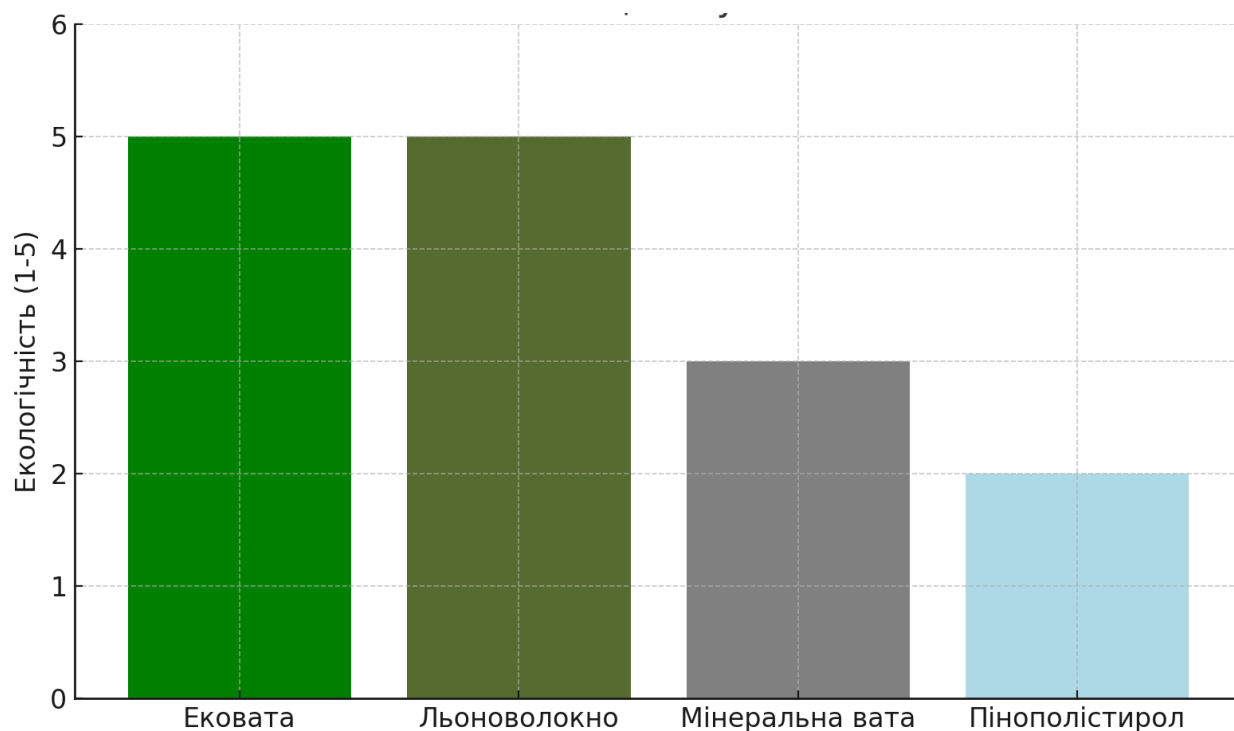


Рисунок 2. Екологічна оцінка утеплювачів

Для комплексної оцінки ефективності застосування екологічно чистих матеріалів для утеплення в житловому будівництві було проаналізовано п'ять ключових критеріїв: теплотехнічна ефективність, економічність, екологічна безпека, довговічність та вплив на здоров'я людини:

1. Теплотехнічна ефективність. Більшість натуральних утеплювачів (ековата, льоноволокно, деревоволокнисті плити) мають теплопровідність на рівні 0,036–0,042 Вт/м·К, що цілком відповідає сучасним вимогам до енергоефективності житла. Вони забезпечують якісне утеплення, зменшуючи теплові втрати через огорожувальні конструкції. Оцінка: висока

2. Економічна ефективність. Вартість екологічних матеріалів часто є вищою за традиційні, проте:

- вони знижують витрати на опалення (до 20–30%);
- мають низьку вартість утилізації або можуть бути перероблені;
- іноді виготовляються з місцевої сировини — зменшення логістичних витрат.

Оцінка: середньо-висока.

3. Екологічна безпека. Ековата, пробка, солом'яні панелі та інші натуральні матеріали мають мінімальний вуглецевий слід, не виділяють шкідливих речовин, не спричиняють алергій чи подразнення. Крім того, вони біорозкладні або перероблювані. Оцінка: дуже висока.

4. Довговічність та експлуатаційні характеристики. Деякі матеріали (наприклад, ековата) можуть бути чутливими до вологи, але за умов правильної інсталяції та захисту служать десятки років. Деревоволокнисті утеплювачі мають гарну структурну стійкість. Оцінка: середньо-висока

5. Вплив на здоров'я людини. Екологічні утеплювачі не містять токсичних речовин, не викликають подразнення шкіри, не виділяють летких органічних сполук, що особливо важливо для внутрішнього утеплення. Оцінка: дуже висока.

За результатами аналізу екологічні матеріали демонструють високий рівень ефективності, особливо у аспектах екологічності та безпечності для здоров'я. Середня загальна оцінка склала 9 з 10 можливих (рис. 3). Отже, екологічні утеплювачі — це ефективне, здорове та стає рішення для сучасного житлового будівництва. При грамотному проектуванні й монтажі вони не поступаються, а іноді навіть перевершують традиційні матеріали.

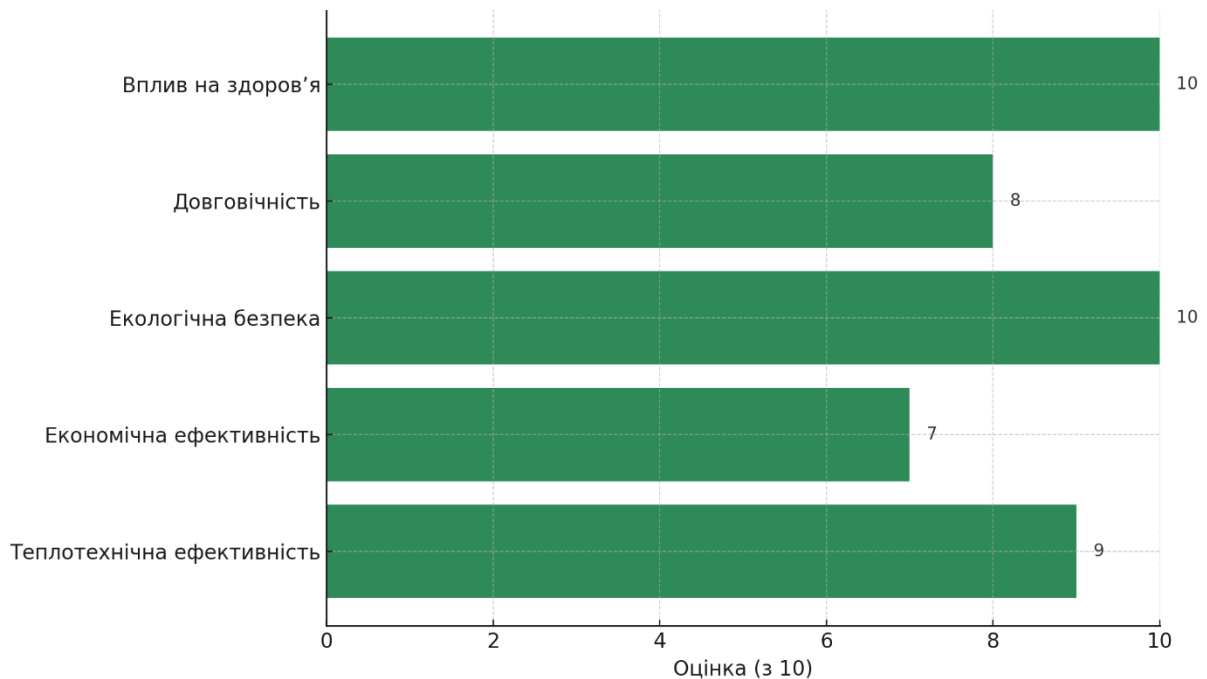


Рисунок 3. Оцінка ефективності застосування екологічно чистих матеріалів

Висновки

Застосування екологічно чистих матеріалів для утеплення у житловому будівництві є важливим кроком на шляху до сталого розвитку. Такі матеріали забезпечують необхідні теплоізоляційні властивості, знижують енергоспоживання будівель, позитивно впливають на здоров'я мешканців та суттєво зменшують негативний вплив на довкілля. Подальше дослідження властивостей натуральних утеплювачів та стимулювання їх використання в будівництві можуть значно покращити екологічний баланс і сприяти формуванню безпечного житлового середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сучасні українські будівельні матеріали / За ред. К.К. Пушкарьової. К.: Асоціація «ВСВБМВ», 2012. 664 с.
2. Дворкін Л.Й., МIRONENKO A.B. Будівельні матеріали з відходів. Рівне: НУВГП, 2019. 298 с.
3. Гасан Ю.Г., Суханевич М.В. Будівельні матеріали з відходів. К.: КНУБА, 2009. 152 с.
4. Eco-friendly insulation materials. URL: <https://constructive-voices.com/eco-friendly-insulation-materials-redefining-thermal-efficiency/>
5. Energy Performance of Buildings Directive (EU) 2018/844. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj/eng>
6. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель та енергоефективність будівель. [Чинні від 2022-09-01]. Київ : Міністерство розвитку громад та території України, 2022. 27 с.
7. Бікс Ю. С., Ратушняк Г. С. Термічно неоднорідні енергоощадні огорожувальні конструкції малоповерхових будівель : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2019. 76 с.
8. Будівельні матеріали та екологія: вплив, стандарти, перспективи. URL: <https://pic-pk.ua/budivelni-materialy-ta-ekologiya-ta-vplyv-standarty-perspektyvy/>

Фурман Олександр Іванович – магістр групи Б-23мз, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Науковий керівник: Бікс Юрій Семенович – к.т.н., доц. кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: biks@vntu.edu.ua

Furman Oleksandr Ivanovych – Master of Group B-23mz, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: Biks Yuriy Semenovich – Ph.D., Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: biks@vntu.edu.ua