

В.О. Маєвський¹, А.О. Манзюк², О.М. Маєвська³, О.М. Удовицький⁴, І.М. Матюшенко⁵

¹ Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна,
<http://orcid.org/0000-0001-5820-9454>

² Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна,
<http://orcid.org/0009-0007-2609-9036>

³ Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна,
<https://orcid.org/0000-0003-2071-322X>

⁴ Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна,
<https://orcid.org/0000-0003-2234-806X>

⁵ Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна,
<https://orcid.org/0000-0001-6475-1901>

РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ В УКРАЇНІ У КОНТЕКСТІ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ

Анотація. Досліджено термомодернізацію як інструмент декарбонізації будівельного сектору України з орієнтацією на стандарт «будівель з нульовими викидами» (nZEB) у післявоєнному відновленні. Проаналізовано вплив війни на інфраструктуру та досвід Польщі й Німеччини у впровадженні поетапної термомодернізації. Особливу увагу приділено розробці інноваційного модульного стінового елемента на основі дерев'яного просторового каркаса та целюлозного наповнювача. Доведено, що конструкція забезпечує високу теплоізоляцію та від'ємний показник потенціалу глобального потепління. Це дозволяє стверджувати, що використання таких вуглецево-нейтральних деревинних матеріалів є ключовим фактором декарбонізації галузі та виконання кліматичних зобов'язань України як асоційованого члена ЄС.

Ключові слова: термомодернізація, декарбонізація, енергоефективність, стіновий елемент, потенціал глобального потепління (ППП).

Актуальність та стан будівництва в умовах війни

Проблема енергоефективності в Україні зумовлена значною часткою застарілого житлового фонду, що споживає близько третини всієї кінцевої енергії держави. Використання вичерпаного палива для теплозабезпечення призводить до значних викидів CO₂, що посилює парниковий ефект. Війна внесла критичні корективи: станом на кінець 2024 року пошкоджено понад 236 тисяч споруд, а збитки перевищили 60 млрд доларів США, і ці цифри постійно зростають. Післявоєнна відбудова має базуватися на принципах декарбонізації та досягненні стандарту будівель з «нульовими викидами» (nZEB).

Класифікація та ефективність заходів термомодернізації

Процес оновлення будівель поділяється на три рівні інтенсивності, кожен з яких потребує різного обсягу інвестицій та технічних рішень. Низька модернізація обмежується заміною вікон, тоді як комплексна включає впровадження відновлюваних джерел енергії (рис.1).

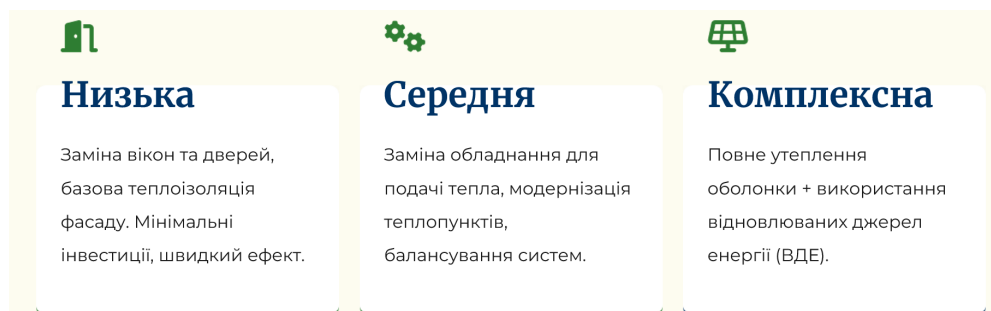


Рис. 1. Схема типів термомодернізації будівель.

Економічний аналіз показує, що витрати на комплексну модернізацію можуть сягати 170 євро/м². Проте це дозволяє досягти суттєвої економії: утеплення стін та даху дає 20–45% економії енергії, а модернізація теплових пунктів – до 30%. У структурі витрат повної термомодернізації 64% бюджету зазвичай припадає саме на утеплення огорожувальних конструкцій.

Світовий досвід та фінансові інструменти

Україні доцільно орієнтуватися на досвід Східної Німеччини та Польщі. У Німеччині темпи модернізації житла досягли 4% на рік, а Польща впроваджує стратегію глибокої термомодернізації до 2030 року. Важливим аспектом є фінансова політика: в ЄС податок на викиди вуглекислого газу становить близько 76\$ за тону, тоді як в Україні він менший за 1\$. Підвищення цього податку та робота Фонду декарбонізації є вкрай важливим для залучення інвестицій у галузь.

Інноваційні екологічні конструкції: стінова дерев'яна конструкція каркасного типу

З огляду на вимогу швидкого і якісного спорудження нового житла, потреба у нових енергоефективних конструкціях з деревини для малоповерхового будівництва набуває особливо важливого значення, оскільки сучасні підходи до термомодернізації вимагають швидких, точних та екологічно чистих рішень. Деревина, що є природним матеріалом, не тільки має достатні теплоізоляційні властивості, що мінімізують втрати енергії та сприяють досягненню стандартів nZEB (Nearly Zero Energy Buildings), але й є вуглецево-нейтральним рішенням. Для швидкого відновлення житла пропонується використання дерев'яних каркасних систем. Деревина як відновлюваний матеріал дозволяє мінімізувати «втілений» вуглець. Розроблений модульний елемент стінової дерев'яної конструкції каркасного типу (СДККТ) (рис. 2) складається з дерев'яного каркасу, целюлозного наповнювача (ековата) та елемента фасаду (натуральна деревина або плитні матеріали).

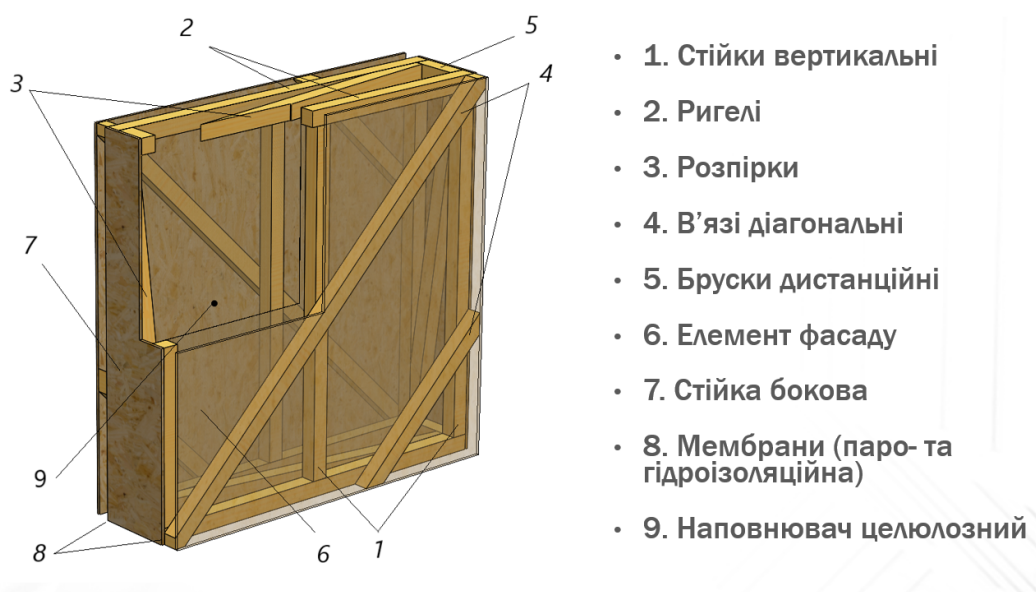


Рис. 2. Конструкційна схема стінового елемента.

Результати розрахунків енергоефективності та ПГП

За допомогою ПЗ U-WERT було проведено моделювання теплотехнічних характеристик за екстремальних умов (внутрішня температура 25°C, зовнішня –20°C). Результати підтвердили високу ефективність конструкції: показник теплопровідності значно нижчий за нормативні параметри.

Від'ємний показник потенціалу глобального потепління означає, що при виготовленні цього стінового елемента з атмосфери вилучено більше парникових газів, ніж додано, а отже таку стінову конструкцію можна вважати такою, що є близькою до нульового енергоспоживання, та відповідною до стандартів nZEB.

Висновки

Масштабна термомодернізація із застосуванням екологічних матеріалів на основі деревини є перспективним шляхом до виконання зобов'язань України перед ЄС щодо декарбонізації. На основі проведеного дослідження стінової дерев'яної конструкції каркасного типу з целюлозним наповнювачем можна стверджувати, що вона забезпечує цілісність та довговічність енергоефективного модуля. Застосування целюлозного наповнювача (ековати) у дерев'яному каркасі дає змогу створювати будівлі з високим рівнем енергозбереження, а сама технологія СДККТ є оптимальною для швидкого зведення будинків. Впровадження каркасних модулів забезпечує не лише енергоефективність, а й активну боротьбу зі змінами клімату завдяки секвестрації вуглецю в будівельних конструкціях.

Список використаних джерел

1. Довгострокова стратегія термомодернізації будівель на період до 2050 року // <https://mtu.gov.ua/files> (з додатками)
2. Збитки України від війни зросли до \$170 млрд – KSE // <https://finclub.net/news/zbytky-ukrainy-vid-viiny-zrosly-do-usd170-mlrd-kse.html>
3. ВРІЕ (Європейський інститут ефективностібудівель) (2024). Розробка критеріїв прийнятності для фінансування «зеленої» реконструкції будівель в Україні. Режим доступу: <https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2024/03/Reconstruction-of-Ukraine-Ukrainian.pdf>
4. Rotational Stiffness and Carrying Capacity of Timber Frame Corners with Dowel Type Connections / M. Johanides et al. Materials. 2021. Vol. 14, no. 23. P. 7429. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14237429>.
5. ДБН В.2.6-31:20XX. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.