

ЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ В ПРОЕКТУВАННІ БАГАТОШАРОВИХ СИСТЕМ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено обґрунтування необхідності проектування енергоефективних огороджувальних конструкцій будівель. Розглянуто поняття енергоефективності будівель у світлі вимог нормативно-технічних документів. Запроектовано енергоефективний варіант багатошарової конструкції зовнішньої стіни. Виконано розрахунок кількісних і якісних характеристик показників енергоефективності елементу будівлі. Представлено результати обґрунтування впливу типів і геометрії будівельних матеріалів, порядку чергування шарів на теплотехнічні параметри зовнішньої стіни.

Ключові слова: енергоефективність, ресурсозбереження, огороджувальні конструкції, теплотехнічні характеристики, житлове будівництво, тепловтрати.

Abstract

The necessity of designing energy-efficient building envelope structures is justified. The concept of energy efficiency of buildings is considered in light of the requirements of regulatory and technical documents. An energy-efficient version of a multi-layer exterior wall structure is designed. The quantitative and qualitative characteristics of the energy efficiency indicators of the building element are calculated. The results of the justification of the influence of the types and geometry of building materials, the order of alternation of layers on the thermal parameters of the exterior wall are presented.

Keywords: energy efficiency, resource conservation, enclosing structures, thermal characteristics, residential construction, heat loss.

Вступ

Важливість вирішення проблеми ресурсозбереження обумовлює необхідність пошуків шляхів підвищення енергоефективності у різних сферах життєдіяльності, особливо у житловому будівництві [1]. У контексті глобальних тенденцій підвищення енергоефективності будівель і переходу до принципів сталого будівництва багатошарові огороджувальні конструкції посідають ключове місце серед сучасних інженерно-конструктивних рішень. Їх застосування дозволяє цілеспрямовано формувати необхідні експлуатаційні властивості стінових систем, оптимально поєднуючи теплоізоляційні, конструкційні та захисні шари. Важливим елементом окрім несучого конструкційного шару у багатошаровій конструкції є теплоізоляційний шар. Отже поєднання сумісної роботи різних за фізико-механічними і теплотехнічними характеристиками будівельних матеріалів у подальшому забезпечить потрібні енергоефективні експлуатаційні параметри будівлі.

Результати дослідження

Актуальність впровадження енергоефективних рішень у проектуванні багатошарових огороджувальних конструкцій зумовлена кількома ключовими факторами. Насамперед, зростанням вартості енергоресурсів, що стимулює перехід до будівництва з низьким або нульовим споживанням енергії. Додатковим чинником є нормативно-правова база, яка в Україні поступово гармонізується з європейськими стандартами.

Українське законодавство стосовно забезпечення енергоефективності житлового будівництва майже повністю відповідає вимогам законодавства ЄС та сприяє прогресу у цій сфері. У новому будівництві доцільно запроваджувати найсучасніші технології та переходити на перспективні для країн ЄС стандарти, які можна звести до принципу «трьох нулів» – нульове споживання енергії з міської енергосистеми, нульові викиди забруднюючих речовин з повітря, нульові обсяги відходів при демонтажі після закінчення терміну експлуатації. Це можливо лише за умови комплексного підходу до забезпечення енергоефективності на усіх етапах життєвого циклу об'єктів житлового будівництва [1-4].

Сучасні вимоги до проектування будівель визначають необхідність забезпечення високого рівня енергоефективності та мінімізації тепловтрат у процесі експлуатації. Багат шарові системи огорожувальних конструкцій є одним із найбільш ефективних рішень для досягнення необхідних показників енергоефективності. Вони дозволяють поєднувати матеріали з різними фізико-технічними властивостями, формуючи оптимальну структуру для теплового захисту будівлі. Окрім забезпечення нормованих фізико-механічних характеристик, надійності і довговічності огорожувальної конструкції, актуальними завданнями є забезпечення її високих теплоізоляційних характеристик.

Серед існуючих будівельних практик багат шарові конструкції зовнішніх стін передбачають використання двох типів теплоізоляцій і оздоблення, це технології «мокрого» фасаду і вентильований фасад. Основним теплоізоляційним матеріалом згідно вимог ДБН В 2.6 – 31: 2021 є мінераловатні плити. Разом з тим аналітичними дослідженнями наявних публікацій встановлено, що з часом для таких матеріалів властиве фізичне старіння і зниження теплофізичних характеристик(по дивитись старіння мінеральної вати). Одним із перспективних варіантів багат шарової конструкції зовнішніх стін є запропоноване рішення, представлено на рис. 1.

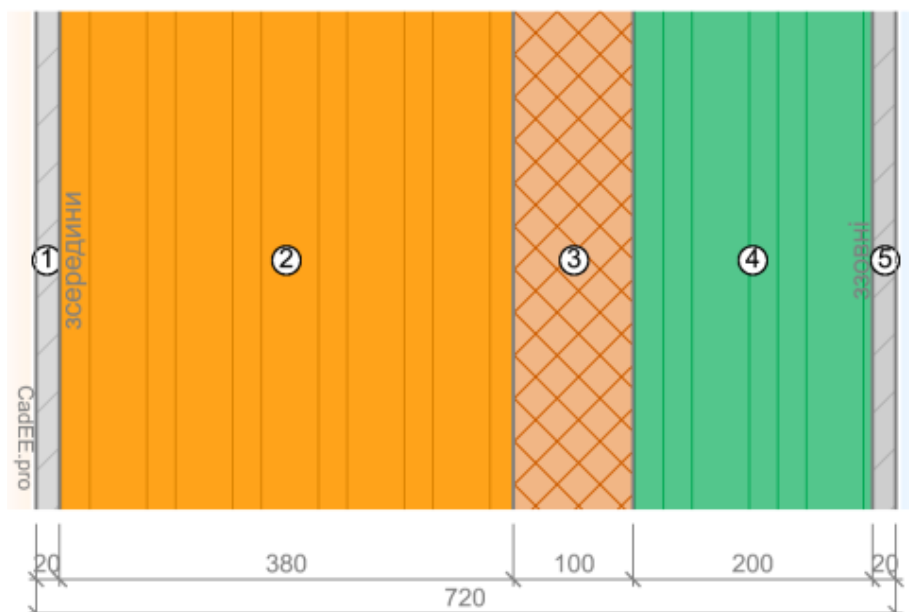


Рис. 1. Запропонований варіант енергоефективної багат шарової конструкції зовнішньої стіни

Відповідно до нормативно-інформаційних матеріалів ДСТУ - Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», згідно карти температурних зон м. Вінниця відноситься до I температурної зони. Нормоване значення опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій стін для даної зони повинно бути не менше $R^H=4 \text{ м}^2\cdot\text{с}/\text{Вт}$. Наведені на рис. 1 конструктивні шари зовнішньої огорожувальної конструкції будівлі характеризуються наступними фізичними характеристиками:

№	Назва шару	Товщина, (м)	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Тепловий опір, (м²К)/Вт	Коеф. паропроникності, мг/(м²·год·Па)	Опір паропроникності, м²·год·Па/мг
1	Розчин вапняно-піщаний	0.02	0.81	0.02469	0.12	0.1667
2	Цегляна кладка з керамічної порожнистої цегли $\rho=1400 \text{ кг/м}^3$ (брutto) на цементно-піщаному розчині	0.38	0.64	0.618	0.14	2.881
3	Екструдований пінополістирол $\rho=30 \text{ кг/м}^3$	0.1	0.036	3.396	0.008	15.381
4	Газозолобетон $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$	0.2	0.5	3.796	0.098	17.422
5	Розчин цементно-піщаний	0.02	0.93	3.818	0.09	17.644

Загальний термічний опір теплопередачі зовнішньої стіни визначають за формулою:

$$R_{es} = \frac{d_1}{\delta_1} + \frac{d_2}{\delta_2} + \frac{d_3}{\delta_3} + \frac{d_4}{\delta_4} + \frac{d_5}{\delta_5} = \frac{0.02}{0.12} + \frac{0.38}{0.14} + \frac{0.1}{0.008} + \frac{0.2}{0.098} + \frac{0.02}{0.09} = 17.644 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$$

Температура в площинах на межі шарів : ----

$$\begin{aligned}\theta_0 &= \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \cdot \frac{1}{h_{si}} = 20 - \frac{20 - (-4)}{3.976} \cdot \frac{1}{8.7} = 19.306^\circ\text{C} \\ \theta_1 &= \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left(\frac{1}{h_{si}} + R_1 \right) = 20 - \frac{20 - (-4)}{3.976} \cdot \left(\frac{1}{8.7} + 0.02469 \right) = 19.157^\circ\text{C} \\ \theta_2 &= \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left(\frac{1}{h_{si}} + R_2 \right) = 20 - \frac{20 - (-4)}{3.976} \cdot \left(\frac{1}{8.7} + 0.618 \right) = 15.573^\circ\text{C} \\ \theta_3 &= \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left(\frac{1}{h_{si}} + R_3 \right) = 20 - \frac{20 - (-4)}{3.976} \cdot \left(\frac{1}{8.7} + 3.396 \right) = -1.193^\circ\text{C} \\ \theta_4 &= \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left(\frac{1}{h_{si}} + R_4 \right) = 20 - \frac{20 - (-4)}{3.976} \cdot \left(\frac{1}{8.7} + 3.796 \right) = -3.608^\circ\text{C} \\ \theta_5 &= \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_s} \left(\frac{1}{h_{si}} + R_5 \right) = 20 - \frac{20 - (-4)}{3.976} \cdot \left(\frac{1}{8.7} + 3.818 \right) = -3.738^\circ\text{C}\end{aligned}$$

На рисунку 2 наведено графічні інтерпретації результатів розрахунків теплотехнічних характеристик запропонованого варіанту огорожувальної конструкції будівлі.

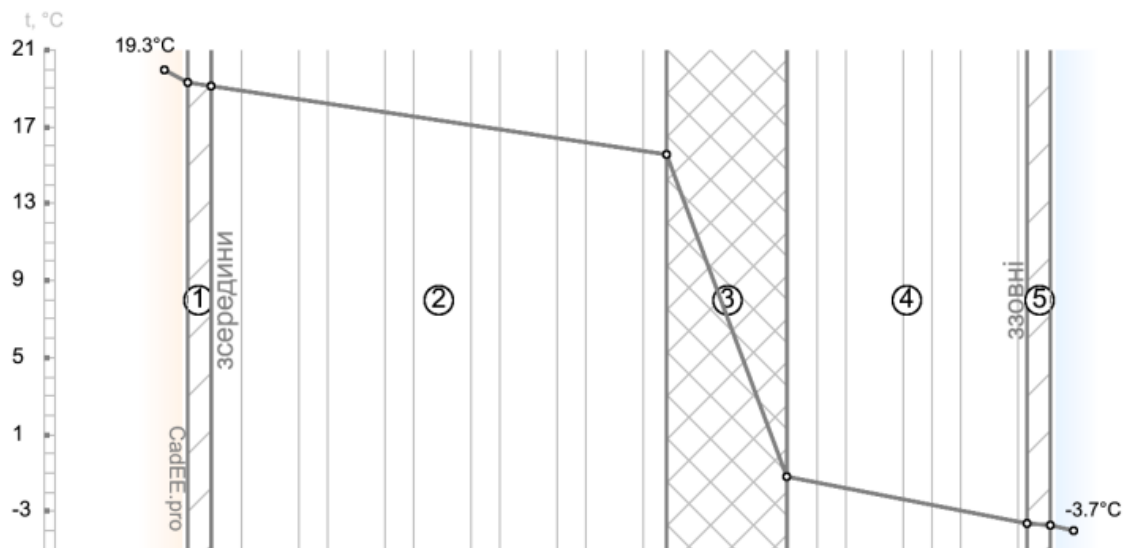


Рис. 2 Розподіл температур у товщині огорожувальної конструкції (січень)

Висновки

Встановлено, що на сьогоднішній день енергоефективні багат шарові огорожувальні конструкції розглядаються не лише як інженерно-технічне рішення, а й як один із визначальних чинників скорочення енергоспоживання для об'єктів нерухомості. Разом з тим використання у будівельній практиці інноваційних рішень з проектування енергоефективних огорожувальних конструкцій забезпечить вирішення важливих економічних, екологічних і соціальних задач, які постають перед Україною. На етапі розробки проектних рішень важливим чинником є наукове обґрунтування ефективних варіантів конструювання елементів огорожувальних конструкцій будівель та оптимізація отриманих результатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козик, В., Марко, О. (2025). Організаційні засади формування енергоефективності об'єктів житлового будівництва. Сталий розвиток економіки, (4(51), 435-440. <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-51-62>.
2. ДБН В 2.6 – 31: 2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. URL: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2022/08/DBN-V_2_6-31-2021.pdf/
3. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2018. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78182
4. ДБН В 1.2 – 11: 2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98036/

Повзун Анастасія Євгенівна — студентка групи 1Б-23б, факультет будівництва цивільної і екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: povzunnanya@gmail.com

Сидоренко Владислава Федорівна — студентка групи АДВ-23б, факультет будівництва цивільної і екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sydorenko.vladyslavaa@gmail.com

Христич Олександр Володимирович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dockhristich@i.ua.

Povzun Anastasiia Y. — student of group 1B-23b, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: povzunnanya@gmail.com

Sydorenko Vladyslava F. — student of group ADV-23b, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sydorenko.vladyslavaa@gmail.com

Khristich Alexander V.— Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Urban and Architecture of Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia, e-mail: dockhristich@i.ua.