

## СУЧАСНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА КОНСТРУКЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Розглянуто область застосування сучасних енергоефективних будівельних матеріалів та конструкцій. Проаналізовано велику кількість факторів, що впливають на енергетичну ефективність будівель, а також необхідність обліку всіх видів енергетичних ресурсів, що споживаються та виробляються будівлею як єдиною енергетичною системою, що зумовило необхідність аналізу та класифікації показників енергетичної ефективності будівель.*

**Ключові слова:** будівельний матеріал, конструкція, композиційний, геосинтетичний, теплоізоляційний, енергоефективність.

### Abstract

*The scope of application of modern energy-efficient building materials and structures is considered. A large number of factors affecting the energy efficiency of buildings were analyzed, as well as the need to account for all types of energy resources consumed and produced by the building as a single energy system, which led to the need to analyze and classify indicators of energy efficiency of buildings.*

**Keywords:** building material, construction, composite, geosynthetic, thermal insulation, energy efficiency.

### Вступ

Системний підхід до енергоефективності будівель протягом їх життєвого циклу передбачає управління факторами, що визначають енергозберігаючі характеристики та енергоефективність будівель. Життєвий цикл будівлі безпосередньо залежить від життєвого циклу матеріалів, що використовуються при її будівництві. Будівництво є однією з найбільш матеріаломістких галузей національної економіки [1,3,8]. Вартість матеріалів, що використовуються безпосередньо при зведенні будівель і споруд, становить більше половини загальної вартості будівельно-монтажних робіт. Будівництво споживає понад 30 % всієї матеріальної продукції. Будівельні матеріали та конструкції майбутніх будівель визначаються на етапі проектування. Важливим критерієм вибору є енергоефективність, зокрема споживання енергії, необхідної для їх виробництва. Основними будівельними матеріалами, що використовуються в будівництві, є бетон, цегла (керамічна та силікатна) і деревина. Технічні процеси виробництва будівельних матеріалів, виробів і конструкцій вимагають значних витрат енергії, особливо для енергоємних матеріалів, таких як бетон, скло і металеві вироби [2,5,9].

### Результати досліджень

Перехід на енергозберігаючі технології в будівництві дозволить не лише зменшити споживання тепла на одиницю продукції, але й підвищити продуктивність праці в секторі. Водночас слід враховувати, що енергоємність, теплозахист і довговічність будівельних виробів тісно пов'язані між собою, а отже, енергоефективність галузі в цілому залежить від загального енергоспоживання будівлі під час будівництва та експлуатації. У деяких випадках заміна огорожувальних конструкцій з високою енергоємністю на менш енергоємні може мати позитивний ефект [4]. І навпаки, заміна низькоенергоємної конструкції на менш енергоємну і більш довговічну може заощадити енергію. Впровадження енергозберігаючих технологій зазвичай вимагає додаткових капітальних та енергетичних витрат. Енергозбереження можна досягти лише тоді, коли враховується загальний ефект від енергоємності, довговічності та теплозахисту будівельних компонентів протягом тривалого (>100 років) терміну експлуатації будівлі [6].

21 століття – це століття композитних матеріалів. Натуральні і навіть синтетичні матеріали в їхньому природному стані вже не можуть повністю задовольнити вимоги дизайнерів, архітекторів та інженерів. Суть композитних матеріалів полягає в поєднанні різних матеріалів, щоб виявити їх найкращі сторони в тій мірі, в якій це необхідно для кожного конкретного застосування. Використання композитних будівельних матеріалів підвищує енергоефективність будівель протягом усього їхнього життєвого циклу, залежно від ряду факторів [4]:

- композитні будівельні матеріали виробляються з кращим тепловим захистом у порівнянні зі звичайними матеріалами, що підвищує клас енергоефективності будівлі;
- у виробництві композитних будівельних матеріалів часто використовуються промислові відходи, що зменшує вплив на навколишнє середовище та енергоємність життєвого циклу матеріалу;
- композитні будівельні матеріали мають тривалий термін служби і можуть бути перероблені.

Те, як проектується і будуються будівельні об'єкти, впливає не лише на споживання ресурсів та енергії, але й на ресурсоємність виробничого процесу. Одним з найвпливовіших напрямків є пошук нових будівельних матеріалів, конструкцій і технологій, що дозволяють заощаджувати ресурси та енергію, і геоматеріали є яскравим прикладом цього. Геосинтетичні матеріали вже давно використовуються у всьому світі, основними споживачами є транспорт, промисловість та гідротехнічне будівництво. Термін "геосинтетичні матеріали" охоплює широку групу матеріалів, в яких принаймні один з компонентів складається з синтетичних або природних полімерів або матеріалів плоскої, рулонної або тривимірної структури, що використовуються в геотехніці та інших сферах будівництва, які контактують з ґрунтом та/або іншими будівельними матеріалами. Геосинтетичні полімерні матеріали, виготовлені з синтетичних або природних полімерів, широко застосовуються в будівництві у вигляді плоских форм, стрічок або тривимірних структур. Ткані геотекстилі використовуються як армуючі, розділові та дренажні шари в дорожньому будівництві, будівництві продуктопроводів і зведенні геотехнічних споруд у всіх видах будівництва. Використання геотекстилю дозволяє економити матеріальні ресурси та енергію, а також підвищує інноваційність організаційно-технічних рішень. Крім того, використання геотекстилю при будівництві піщаних подушок запобігає інфільтрації ґрунту подушки і продовжує термін служби фундаментів. Використання текстильного геотекстилю дозволяє економити матеріальні та енергетичні ресурси, а також підвищує інноваційність організаційних і технічних рішень [1-4].

Чинні будівельні норми в різних країнах встановлюють споживання енергії лише на рівні 80-100 кВт-год/м<sup>2</sup> на рік. Нове покоління будинків, спроектованих і побудованих за концепцією Passivhaus, може знизити споживання енергії до 15-30 кВт-год/м<sup>2</sup> на рік, залежно від площі будівлі. Ключовим елементом у досягненні цього стандарту є використання ефективної ізоляції в конструкції будівлі. Сучасна промисловість пропонує широкий асортимент ізоляційних матеріалів з різними сферами застосування, технічними та якісними характеристиками. Скловолокно та кам'яна вата є найпоширенішими ізоляційними матеріалами, на які припадає 38% та 37% відповідно. Велику частку (близько 22%) має пінополістирол, в тому числі екструдований полістирол (5,3%).

Основними факторами, які допомагають знизити енергоспоживання будівлі до мінімального рівня 15-30 кВт-год/(м<sup>2</sup>/рік), є [6-10]

- підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій до максимально технічно можливого рівня;
- максимізація термічного опору світлопрозорих конструкцій до максимально технічно можливого рівня;
- мінімізація теплових містків;

- забезпечення необхідної герметичності будівлі від проникнення зовнішнього повітря;
- встановлення систем примусової вентиляції з рекуперацією тепла з вентиляційного повітря
- оптимізація форми і розташування будівлі з урахуванням впливу вітру і потенціалу використання сонячної радіації.

Поєднання вищезазначених факторів мінімізує енергоспоживання будівель. Водночас, вирішальним фактором підвищення енергоефективності будівель є збільшення термічного опору конструктивних елементів.

#### **Висновок**

Зменшення енергоспоживання при експлуатації існуючих будівель та будівництві нових наразі є дуже важливим питанням. Одним з основних шляхів вирішення цієї проблеми є значне підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій. За рахунок поліпшення теплового захисту будівель можна знизити енергоспоживання більш ніж на 35% і забезпечити тепловий комфорт в будівлях навіть при низькій температурі теплоносія, що подається.

Основними технічними та експлуатаційними перевагами використання сучасних енергоефективних матеріалів і конструкцій є: збереження зовнішнього вигляду будівлі з плином часу; подовження терміну служби будівлі; можливість ремонту фасаду та заміни окремих елементів без руйнування зовнішньої конструкції стін; зміна архітектурного вигляду фасаду шляхом зміни матеріалу облицювання, його форми та кольору; низькі експлуатаційні витрати; забезпечення здорового мікроклімату в приміщеннях, оскільки не перешкоджається дифузія водяної пари.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Чистяков В.В., Гасан Ю.Г. Сучасні теплоізоляційні матеріали: Конспект лекцій / О.М. Петропавловський. – К.: КНУБА, 2007. – 28 с.
2. Технологія опоряджувальних робіт та захист споруд: навч. пос. / О.Ф. Шмаль – Любешів: ЛНТУ, 2013. – 278 с.
3. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. - Київ: Гама-Принт, 2009. - 216 с.
4. Шаповал С. В. Конспект лекцій з курсу «Сучасні будівельні матеріали і технології» (для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціальності – Архітектура та містобудування) / С. В. Шаповал, А. А. Баранова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 97 с.
5. В. А. Лісенко, В. Г. Суханов, Ю. О. Закорчемний, С. Є. Верьовкіна. Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд. – Одеса: Вид-во «Optimum», 2015. – 254 с.
6. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації: ДБН В.2.6-33:2018. – К.: Мінбудархітектури України, 2018. – 24 с. . – ( Державні будівельні норми України).
7. Теоретичні засади та загальна концепція енергоефективного будівництва / О.І. Ободяньська, Р.І. Пономаров // L науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11845>.
8. Інноваційні технології для внутрішнього утеплення будівель / О.І. Ободяньська, І.О. Забіяка, В.В. Грибик // L науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11925>.
9. Енергоефективні будинки та споруди / О.І. Ободяньська, В.В. Грибик, А.Я. Панченко // Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/view/14058>.
10. Енергоефективність багатоквартирних будівель/ О.І. Ободяньська // LI науково-технічна конференція ФБЦЕІ ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15243>.

**Ободяньська Ольга Ігорівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

**Блеянюк Артем Олегович** – студент групи БТ-206, факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, email: bleyanyuk2004@gmail.com.

**Obodyanska Olha** – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

**Bleianiuk Artem** – student group BT-20b Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University.