

## Способи теплоізоляції стінових огорожувальних конструкцій із використанням сучасних теплоізоляційних матеріалів

Давид Денисенко, студент<sup>1</sup> (ORCID: 0009-0003-0400-4906)

<sup>1</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

### АНОТАЦІЯ

У даній роботі проведений аналіз існуючих способів теплової ізоляції зовнішніх стін, зокрема ефективних утеплювачів, що сприяють підвищенню енергетичної ефективності будівель та відповідають вимогам держав-членів Європейського Союзу. Також проаналізовано вплив терміну експлуатації на стан та теплофізичні властивості теплоізоляційних матеріалів.

*Ключові слова:* термомодернізація; енергетична ефективність будівель; тепла ізоляція; теплопередача; термічний опір

### 1. ВСТУП

Прогрес людства побудований на прагненні покращити якість і тривалість життя. Для забезпечення цього необхідна інфраструктура, яка буде найбільш енергоефективною і автономною. Недарма держави з високорозвинутою економікою створюють економічні стратегії і програми, які максимально спонукають підприємства та споживачів економити енергоресурси як через пряме зменшення споживання, так і через термомодернізацію будівель. Саме ця тема є однією з ключових у розробці стратегії сталого розвитку ЄС, що для України є фундаментальним як для держави-кандидата, що веде перемовини для вступу до даного співтовариства.

### 2. МЕТА РОБОТИ

Щоб об'єктивно оцінювати інформацію по даній темі варто виділити історію і контекст важливості термомодернізації. Початком відліку є енергетична криза 1973 року що призвела до значного збільшення вартості нафти та природного газу. У держав Євросоюзу значно зменшилась можливість купівлі енергоресурсів, що і є тригером розвитку теплоізоляції будівель. Наступним важелем впливу є глобальне потепління, яке руйнує звичний уклад екосистем, що в свою чергу погіршило сприйняття погодних умов влітку і вимагає покращення мікроклімату всередині будівель. [1] Через це у 1997 році був підписаний міжнародний Кіотський протокол і створена перша версія директиви EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) (2002 рік), яка зобов'язує держави-члени ЄС ввести більш жорсткі вимоги до енергетичних характеристик для нових будівель і тих, що підлягають капітальному ремонту, запровадження сертифікатів енергетичної ефективності, інспекції систем опалення та кондиціонування. Третім стало повномасштабне вторгнення Російської Федерації в Україну у 2022 році. Після цього теплоізоляція інфраструктури стала ще більш важливою, оскільки близько 50% споживання природного газу припадає саме на будівлі, що закріплено у Директиві (ЄС) 2024/1275 Європейського парламенту та Ради від 24 квітня 2024 року щодо енергетичної ефективності будівель. Російська Федерація була головним експортером природного газу в Євросоюзі, що загрожувало безпеці регіону. Як наслідок,

темпи планів термомодернізації Європи збільшилися удвічі. Через це енергоефективність відіграє надважливу роль.

### 3. АНАЛІЗ ТЕПЛОВТРАТ І ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВПЛИВУ БУДІВЕЛЬ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

На сьогодні 75% житлового фонду ЄС не є енергоефективним відповідно до встановлених параметрів. З них 85-95% залишаться в експлуатації до 2050 року. При цьому темпи реновації складають близько 1% щорічно, що займе близько століття для досягнення повної декарбонізації. Щоб прискорити цей процес, заохочуються 'зелені' кредити і пільги для підприємств які термомодернізуються. Згідно з технічним звітом, підготовленим Спільним дослідницьким центром (науково-інженерною службою Європейської комісії), великою перевагою реновації будівель є створення 17-19 нових робочих місць при залученні 1 мільйона євро фінансування.

В Україні близько 90% багатопверхівок потребують термомодернізації. Окремо існують урядові програми по теплової ізоляції житлових будинків такі як ОСББ. До них відносяться 'Енергодім', 'Доступні кредити 5-7-9%' і 'ГрінДім'.

Аналіз значних втрат теплової енергії та природного газу при теплопостачанні житлових та адміністративних будівель свідчить про недосконалість теплової оболонки, оскільки 60-70% будинків зведені ще у роки індустріального будівництва за типовими серіями.

Наразі Україна динамічно прямує до європейських стандартів, що відображається у послідовному рості значень нормативних опорів теплопередачі для огорожувальних конструкцій (рис.1).

У даній роботі проведений аналіз існуючих способів теплової ізоляції зовнішніх стін і, зокрема ефективних утеплювачів, що сприяють підвищенню енергетичної ефективності будівель та відповідають особливим вимогам сьогодення. Енергетична ефективність будівель характеризується класом енергоефективності, який в свою чергу визначається згідно з відсотковою різницею між фактичною та максимально допустимою енергопотребною. Близько 60% загальної енергопотребі будівлі забирає на себе система опалення. Фактично її функцією якої є компенсація тепловтрат через огорожувальні конструкції, що в свою чергу визначається опором теплопередачі теплової оболонки [2].

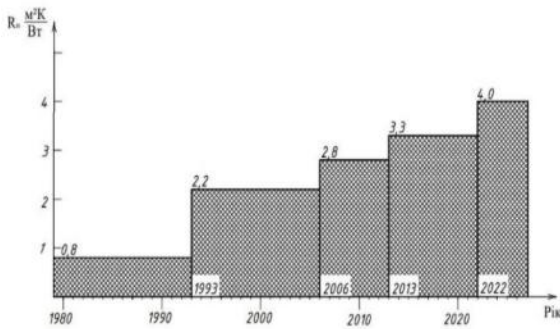


Рисунок 1. Динаміка підвищення нормативного опору теплопередачі для зовнішніх стін будівель, що розміщені у I температурній зоні

На сьогодні 58% ринку теплоізоляційних матеріалів складають скловата та базальтова вата, що пояснюється помірною вартістю і оптимальними показниками теплопровідності, біостійкістю, відповідністю нормам пожежної безпеки і здатністю зберігати свої властивості впродовж тривалого терміну. Відповідно, найпопулярнішими в ЄС по динаміці використання є пінополістирол (EPS), екструдований пінополістирол (XPS), поліізоціанурат (PIR), поліуретан (PUR).

#### 4. ІННОВАЦІЇ

Існують суперізоляційні матеріали, які переважають традиційні утеплювачі по показникам термічного опору такі як аерогелі, надтонкі вакуумні панелі, органічного походження на основі коноплі. Особливість аерогеля у тому, що він більше ніж на 98% складається із повітря. Але головним недоліком є його вартість - близько 20 тисяч євро за фунт (0,454 кілограма) маси. Вакуумні панелі (VIP) є також недефективним матеріалом, його низька маса та тонкий профіль дозволяє використовувати його у тимчасових і легких конструкціях. Але його недоліком так само є висока вартість і крихкість матеріалу, що вимагає особливої обережності при застосуванні.

Конопляний утеплювач - єдиний із перелічених матеріалів виробляється в Україні. Через особливості волокон рослини даний матеріал має унікальну властивість поглинати і віддавати вологу, що в свою чергу запобігає конденсації і розвитку мікроорганізмів. Головним недоліком є вартість та потенційне осідання матеріалу.

#### 5. ЕКСПЛУАТАЦІЯ

З часом теплоізоляційні матеріали втрачають свої теплоізоляційні характеристики. Опади, перепади температур, сонячна радіація впливають на структуру матеріалу. Оскільки, однією з найважливіших характеристик матеріалу є властивість зберігати свої показники впродовж тривалого терміну експлуатації - це потребує дослідження. Такі дослідження проводились в Інституті технічної теплофізики НАН України впродовж 9 років. Досліджувалось як змінюються теплофізичні властивості різних теплоізоляційних матеріалів впродовж цього періоду (рисунок 2). Зовнішні стіни будівлі теплоізолювані наступними шарами: пінополістирольними плитами марки ППС-15, ППС-25 і ППС-35; екструзійним пінополістиролом; базальтовою ватою на різних типах

зв'язуючих; вермикуліто-перлітова штукатурка, наплення пінополіуритану. [3] Нижче наведені порівняльні дані по утеплювачам за 2013 і 2022.

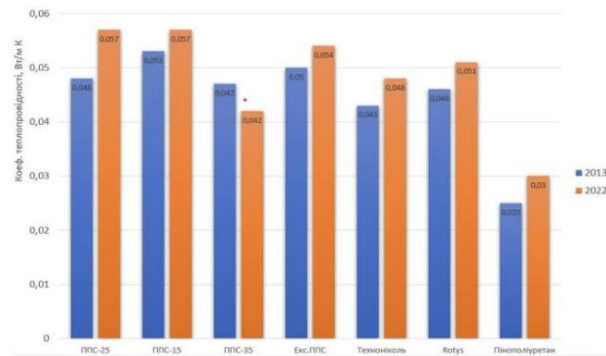


Рисунок 2. Динаміка зміни коефіцієнта теплопровідності для різних матеріалів

З наведених даних можна зробити висновок, що найбільш стійким є пінополістирол ППС-15. Його коефіцієнт теплопровідності збільшився лише на 7,02%, Найменш стійкий є PUR (поліуретан) - його коефіцієнт збільшився на 16,67%. Однак, варто відмітити, що задана теплопровідність PUR є найнижчою порівняно з іншими матеріалами.

#### 6. ВИСНОВОК

Оскільки кожного року на ринку з'являються нові утеплювальні матеріали, є важливим проведення подібних досліджень для визначення як вони будуть зберігати свої властивості впродовж життєвого циклу будівлі.

#### Список літератури

- [1] Basok, B., Baseyev, Y., & Dubovskoy, S. On the problem of adaptation of communal energy to global warming (review). *Thermophysics and Thermal Power Engineering*, 2020, 42(2), 48-59. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2020.5>
- [2] Фаренюк Г.Г. Енергетична ефективність підвищення теплотехнічних показників основних елементів теплоізоляційної оболонки будинків. *Будівництво України*. 2008. №8, с12-14, URL: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=uk&user=YMBYuCsAAAAJ&citation\\_for\\_view=YM BYuCsAAAAJ:rO6llke54NcC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=YMBYuCsAAAAJ&citation_for_view=YM BYuCsAAAAJ:rO6llke54NcC)
- [3] Басок Б.І., Давиденко Б.В., Гончарук С.М. Різноваріантна термореновація огорожувальних конструкцій частини поверху існуючої адміністративної будівлі та моніторинг тепловтрат при її тривалій експлуатації. *Наука та інновації*. 2013, 9(2), С.18–21 DOI: <https://doi.org/10.15407/scin9.02.018>

<sup>i</sup> Робота виконана під керівництвом канд. техн. наук, доц. Олїї Кольчик.