

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ УТЕПЛЮВАЧІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто сучасні технології підвищення енергоефективності житлових будинків та використання ефективних теплоізоляційних матеріалів. Проведено аналіз традиційних (пінопласт, мінеральна вата, екструдований пінополістирол) та інноваційних утеплювачів - аерогелі. Підвищення їх ефективності і визначено оптимальні матеріали для різних цілей експлуатації.

Ключові слова: енергоефективність, утеплювачі, теплоізоляція, пінопласт, мінеральна вата, аерогелі, екструдований полістирол.

Abstract

Modern technologies for increasing the energy efficiency of residential buildings and the use of effective thermal insulation materials are considered. An analysis of traditional (foam, mineral wool, extruded polystyrene foam) and innovative insulation materials - aerogels is carried out. Increasing their efficiency and determining the optimal materials for various purposes of operation.

Keywords: energy efficiency, insulation, thermal insulation, polystyrene foam, mineral wool, aerogels, extruded polystyrene.

Вступ

У сучасних умовах одним із основних способів зниження витрат енергії є застосування сучасних утеплювальних матеріалів, які дозволяють значно зменшити тепловтрати. Ефективне утеплення забезпечує комфортні умови для мешканців, знижує витрати на опалення та сприяє збереженню природних ресурсів. Використання таких матеріалів, як пінопласт, мінеральна вата, аерогелі та екструдований полістирол, дозволяє значно покращити теплоізоляцію будівель. У роботі розглядаються основні характеристики утеплювальних матеріалів, їхні переваги та недоліки, зокрема на основі результатів досліджень.

Мета дослідження: аналіз сучасних технологій утеплення житлових будівель, порівняння ефективності різних утеплювачів, а також оцінка їхнього впливу на енергоефективність будівель.

Результат дослідження

Підвищення енергоефективності житлових будинків є важливим напрямом сучасного будівництва, що зазначено у будівельних нормах [1, 2]. Заходи спрямовані на підвищення енергоефективності будівлі допомагають зменшити споживання енергії, зменшити витрати на опалення та мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Однією з найефективніших стратегій досягнення високої енергоефективності є використання теплоізоляційних матеріалів. Правильно підібрана ізоляція зменшує втрати тепла, підвищує комфорт у приміщенні та зменшує залежність від невідновлюваних джерел енергії [3].

Серед утеплювачів житлових будинків найбільш широко використовуються традиційні - мінеральна вата, пінопласт, екструдований пінополістирол [4,5]. Сучасні інновації пропонують альтернативні рішення з покращеними характеристиками - аерогелі. Кожен із цих матеріалів має специфічні властивості, які впливають на їх ефективність і придатність для різних застосувань (табл.1).

Мінеральна вата, виготовлена з природного каміння або промислового шлаку, має високі теплоізоляційні властивості та вогнестійкість, що робить її безпечним вибором для житлового будівництва [5]. Мінеральна вата ефективно знижує тепловіддачу, забезпечуючи хороші звукоізоляційні властивості. Недоліками даного утеплювача є схильність до поглинання вологи, що з часом може знизити його ізоляційну ефективність. Щоб зберегти ефективність мінеральної вати необхідно дотримання технології монтажу з пароізоляцією, влаштування додаткового захисту від вологи у вигляді мембран та герметичних облицювальних матеріалів. Крім того, робота з мінеральною ватою потребує використання засобів захисту, оскільки її волокна можуть

подразнювати шкіру та дихальні шляхи.

Пінопласт, зокрема пінополістирол (EPS), є легким і економічно ефективним ізоляційним матеріалом. Широко використовується в системах зовнішньої ізоляції, теплої підлоги та утеплення фундаменту завдяки своїй малій вазі, водостійкості та доступності. На відміну від мінеральної вати, яка може утримувати вологу, зберігає свої ізоляційні властивості навіть у вологих умовах, що робить його ідеальним для підземних і зовнішніх робіт. Має значні обмеження, він дуже горючий і вимагає додавання антипіренів, щоб зменшити ризик пожежі. Навіть з модифікаціями він залишається горючим і може виділяти токсичні гази при горінні. Має здатність руйнуватися під впливом ультрафіолетового випромінювання та деяких хімічних речовин [5].

Таблиця 1 - Основні характеристики теплоізоляційних матеріалів

Параметр	Мінеральна вата	Пінополістирол	Аерогелева ізоляція
Теплопровідність, Вт/(м·К)	0,032–0,040	0,030–0,040	0,013–0,018
Щільність, кг/м ³	30–100	10–35	70–150
Паропроникність, мг/(м·ч·Па)	0,3–0,6	0,05	5–10
Вогнестійкість	Висока	Низька	Висока
Термін служби, років	30–50	20–30	50+
Вартість, грн/м ²	50–100	40–80	500–1000

Аерогелі ці матеріали отримують із силікагелів, до 99% їх об'єму складається з повітря, що надає аерогелям виняткові ізоляційні властивості, зберігаючи їх легкість. На відміну від мінеральної вати та пенополістиролу, аерогелі забезпечують чудову термостійкість у значно тоншому шарі, що робить їх ідеальними для застосувань у обмеженому просторі. Їх гідрофобні властивості запобігають поглинанню вологи, забезпечуючи довгострокову теплоізоляцію навіть у вологому середовищі [6, 8]. Аерогелі пропонують найвищий термічний опір серед ізоляційних матеріалів, що робить їх ідеальними для енергоефективних будівель. Ще однією важливою перевагою аерогелів є їх гідрофобність, вони відштовхують воду, але пропускають пару, запобігаючи проблемам, пов'язаним з конденсацією. Аерогелеві матеріали демонструють у 2–7 разів вищу ізоляційну ефективність порівняно з традиційними утеплювачами.

Екструдований полістирол створений методом екструзії, при якому гранули полістиролу піддаються високотемпературному плавленню та спіненню за допомогою газів, зі структурою з рівномірно розподіленими закритими комірками, що забезпечує низьку теплопровідність, високу міцність і вологостійкість. Головною перевагою є надзвичайно низька теплопровідність, його закритопориста структура запобігає проникненню вологи, тому матеріал не втрачає своїх ізоляційних властивостей навіть при безпосередньому контакті з водою. Завдяки цьому екструдований полістирол широко використовується для утеплення фундаментів, підземних споруд, цокольних поверхів і дахів, де рівень вологості є підвищеним. Однак матеріал має і певні недоліки, є горючим і може виділяти токсичні речовини при згорянні, тому його необхідно застосовувати разом із негорючими облицювальними матеріалами або спеціальними антипіренами.

Окрім аерогелів, сучасні технології пропонують вакуумні ізоляційні панелі (VIP) та матеріали з фазовим переходом (PCM). VIP мають надзвичайно низьку теплопровідність завдяки вакууму всередині панелі, тоді як PCM здатні акумулювати та віддавати тепло під час фазових переходів, забезпечуючи стабільність температури в приміщенні. Використання інноваційних утеплювачів, таких як аерогелева теплоізоляція, вакуумні панелі та матеріали з фазовим переходом, дозволяє суттєво підвищити енергоефективність житлових будівель. Хоча вартість таких матеріалів може бути вищою порівняно з традиційними, їхні переваги у вигляді зменшення тепловтрат, підвищення комфорту та довговічності роблять їх перспективними для широкого застосування в сучасному будівництві.

Висновки

В результаті дослідження було розглянуто основні сучасні утеплювальні матеріали: мінеральну вату, пінопласт, аерогелі та екструдований полістирол. Аналіз їхніх властивостей дозволив визначити переваги, недоліки та сфери оптимального застосування для підвищення енергоефективності будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будівлі. Основні положення. Зі зміною №1. Київ, 2022. Чинний від 01.09.2022. 43 с.
2. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ, 2022. Чинний від 01.09.2022. 27 с.
3. Панкевич, В. В., Ратушняк, Г. С. (2021) Оцінювання теплоізоляційних показників огорожувальних конструкцій будівель лінгвістичними змінними. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві, вип. 29, вип. 2, с. 77–86
4. Юзькова, Є. П., Очеретний, В. П., Ковальський, В. П. (2020) Аналіз різних видів утеплювачів по термічним та економічним показникам. Матеріали науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ) URI:<https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/28895/9556.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
5. Anastasiya Humenchuk, Olga Pankevych (2024) Analysis of thermal insulation materials and their use in construction. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)», Вінниця, 2024. URI: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/viewFile/19787>.
6. Інновації в утепленні будівель: аерогелева теплоізоляція та перевірені технології // ПІК : вебсайт. URI: <https://pic-pk.ua/innovatsii-v-uteplenni-budivel-aeroheleva-teploizoliatsiia-ta-perevireni-tekhnolohii/>
7. Бікс Ю. С., Ратушняк О. Г (2017) Аналіз економічної доцільності утеплення будинків в контексті енергетичної ефективності на прикладі міст України та Європи // Вісник Хмельницького національного університету 2017, № 3, Том 1
8. Меть І.М., Стасюк І.В. Сучасні технології утеплення фасадів з використанням аерогелю. Матеріали науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ) URI: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/30424/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%8E%D0%BA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Сметанський Вадим Леонідович – студент групи СМ-21Б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету

Панкевич Ольга Дмитрівна - к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет e-mail: pankevich@vntu.edu.ua

Smetansky Vadim Leonidovych – student of group SM-21B of the Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering of Vinnytsia National Technical University

Pankevych Olga - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University e-mail: pankevich@vntu.edu.ua