

НОВІТНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Розглядаються новітні енергоефективні огороджувальні конструкції із матеріалів з високими теплоізоляційними показниками. Аналізуються їх позитивні та негативні властивості, обґрунтовується необхідність подальших досліджень для розширення області їх використання в будівництві

Основна частина. Теплоізоляційні матеріали, що називають «прозора теплоізоляція», ПТІ, відносяться до класу матеріалів, які вільно пропускають сонячне світло. Утеплення фасадів будівель такими матеріалами дозволяє: мінімізувати теплові втрати та отримувати додаткову енергію для опалення приміщень, абсорбуючи і накопичуючи енергію сонячного світла. Аналогічно шкірі білого ведмедя така ізоляція відмінно захищає від холоду, запобігаючи тепловим втратам, і в той же час хутро безперешкодно пропускає сонячне світло до шкіри, зігріваючи його навіть у люті морози.

Поняття ПТІ включає в себе велику групу світлопрозорих матеріалів, наприклад, акрілову піну, капілярне скло, стільниковий полікарбонат. Крім прозорості, загальними властивостями цих матеріалів є пориста або трубчаста структура з дуже дрібним розміром пор, через що в них практично відсутня конвекція повітря. Прозорі теплоізоляційні матеріали приблизно, на 95% складаються з повітря, завдяки чому володіють чудовою теплоізоляцією. Шар такого матеріалу товщиною 20 мм у три рази краще зберігає тепло, ніж цегляна стіна товщиною 510 мм традиційного будинку.

Пасивне використання сонячної енергії при застосуванні «прозорої теплоізоляції» відбувається в кілька етапів. Світлопрозорий верхній шар термоізоляційного матеріалу пропускає сонячне світло до внутрішнього шару світлопровідних трубок. Цей шар можна уявити у вигляді безлічі зв'язаних разом прозорих соломинок. З їх допомогою світло потрапляє на чорний абсорбуючий шар, де воно перетворюється в тепло, яке в свою чергу накопичується в конструкції стіни.

Назва «аерогель» походить від двох латинських слів Aer – повітря і gelatus – заморожений, або як його називають «заморожений димом».

Аерогель вперше був отриманий Стівеном Кістлером із діоксиду кремнію у 1920...1922 роках в Стенфордському університеті. С.Кістлер замінив рідину в

гелі на метанол, а потім нагрівав гель під тиском до температури 240°C, при якій метанол уходив, а об'єм гелю не зменшувався.

Сучасне виробництво аерогелю також складне: спочатку протягом декількох діб гель полімеризується за допомогою хімічних реакцій, потім в автоклаві при високих температурах і тисках видаляється вода.

Найбільше розповсюдження отримали аерогелі на основі кварцу, які мають унікальні теплоізоляційні показники: густина $\rho_0=1,9$ кг/м³, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_p=0,017$ Вт/мК, що в 1,5 рази нижче ніж у повітря. Аерогель на 99,8% складається з повітря, він твердий, прозорий і негорючий. Температура плавлення кварцового аерогелю 1200°C.

Унікальні властивості аерогелю пояснюються його не менш унікальною внутрішньою структурою – це трирозмірний кластер із розмірами елементів близько 4 нМ і пор 10 нМ. Таким чином, макроскопічно аерогель представляється суцільною однорідною речовиною, що вигідно відрізняє його від інших пористих середовищ. Оскільки розмір неоднорідностей в аерогелі менший довжини хвилі видимого світла, аерогель прозорий. Характерний блакитний відтінок йому надає релєївське розсіювання світла, яке, як відомо, обернено пропорційне четвертому ступеню довжини хвилі, а тому набагато сильніше для блакитного діапазону ніж для червоного. Цим же розсіюванням, власне, і пояснюється колір неба.

Оксид кремнію (кварц, скло) – один із найміцніших матеріалів, відомих людству. Тому незважаючи на вкрай розріджену структуру, аерогель досить механічно міцний. Аерогель один із найкращих теплоізоляторів. Вкрай «заплутана» структура затримує тепло краще будь-яких пін або скловат.

Основна сфера використання аерогелю – це космічна промисловість, у тому числі і для теплоізоляції космічних апаратів. У традиційній промисловості та в будівництві аерогелі використовуються, як «сплав» склотканини та аерогелю товщиною 5 і 10 мм в якості теплоізолюючих і теплоутримуючих матеріалів для теплоізоляції: сталевих трубопроводів, різного обладнання з високими і низькими температурними процесами, огорожувальних конструкцій будівель.

Пінометал – сплав комірчастої структури, який складається з тонких металевих оболонки, заповнених газом. Для його отримання в розплавленій метал вводять гідриди титану, цирконію, алюмінію, магнію тощо. При розпаді гідриду виділяється водень, який вспінує метал, утворюється комірчаста структура, що фіксується швидким охолодженням (рис. 1). Найбільш поширені пінометали на основі сплавів алюмінію і магнію (рис. 2). Пінометали мають наступні властивості:

- низьку щільність (до 50 кг/м³);
- високу жорсткість і гарне шумопоглинання;
- низьку теплопровідність.



Рис. 1. Пінометали



Рис. 2. Пінометал на основі алюмінієвого сплаву

Сфера використання пінометалів: шумозахисні екрани для автомобільних доріг; звукопоглинальні панелі для кіноконцертних залів, стадіонів і житлових будинків; елементи акустичних систем; ущільнюючі та демпфуючі елементи.

Вакуумна ізоляція вперше була створена для цілей космонавтики. Вона представляє собою прямокутні панелі стандартного розміру, обтягнуті фольгою, що мають всередині вакуумний прошарок. Мікропористі кремнієві пластини діоксиду упаковують у газонепроникну вакуумну плівку. Плівка-оболонка, з якої формуються стінки вакуумної панелі, виготовляють із металу на базі алюмінію або сталі з нанесеними шарами пластикового покриття. Для формування оболонки мембранні плівки заварюють по краях. Ефективність досягається завдяки відсутності молекул усередині панелі та неможливості передачі тепла і холоду від однієї стінки панелі до другої. Панелі з вакуумною теплоізоляцією мають надзвичайно низьку теплопровідність. На сьогодні це найефективніша, найдорожча і найскладніша теплова ізоляція.

Недоліки вакуумної теплоізоляції:

- висока ціна;
- неможливість змінювати розміри і використовувати в складних місцях;
- складність ізоляції стиків панелей;
- крихкість, після пошкодження фольги повітря проникає в пластини, що призводить до різкого зменшення теплоізоляційних властивостей, вся панель стає непридатною до подальшого використання.

Для захисту вакуумних панелей від механічних пошкоджень, ударних навантажень і підвищення вогнестійкості плівки-оболонки їх розміщують у тканину із скловолокна або захищають шаром штучного каучуку (рис. 3).

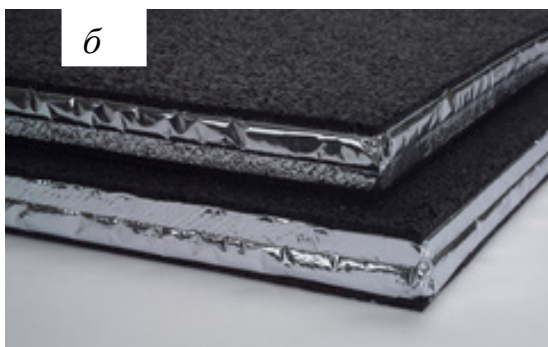
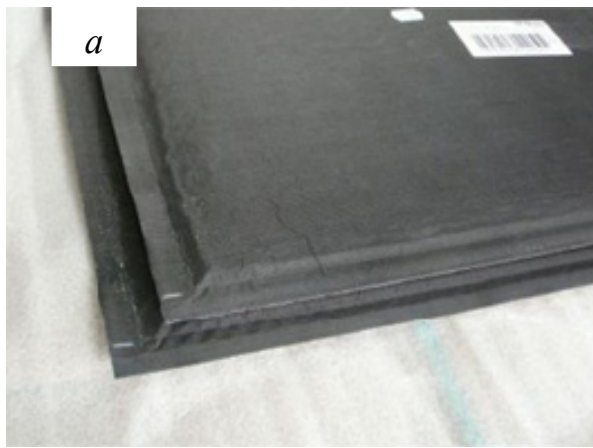


Рис. 3.
Вакуумна ізоляція:
a – в оболонці із склотканини;
б – покриті шаром штучного каучуку

Ризику розгерметизації можна уникнути, якщо використовувати вакуумні панелі в заводських умовах для виробництва фасадних елементів, або сандвіч-панелей.

Вакуумна теплоізоляція не має обмежень за формою. На заводах можуть виготовлятися 3D-поверхні, циліндричні, шарові, круглі форми і панелі різної форми з отворами і зрізами (рис.4).

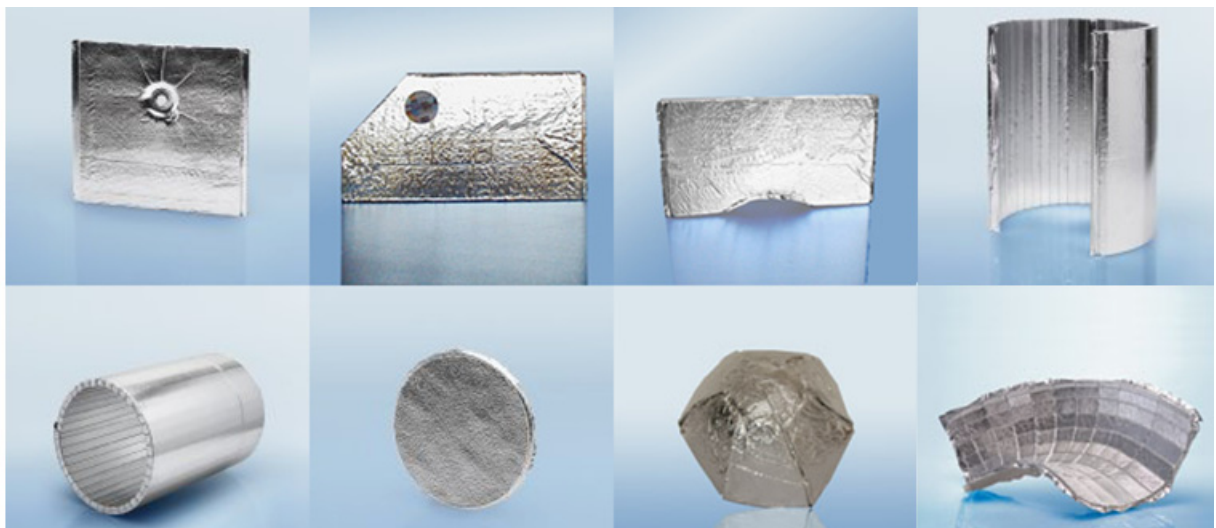


Рис. 4.
Вакуумні панелі різної форми

Сучасні конструктивні рішення сандвіч-панелей з інтегрованою вакуумною теплоізоляцією дозволяють уникати ряду недоліків. У результаті виробництва таких панелей в заводських умовах можна створити фасадні

системи малої товщини з високими теплоізоляційними властивостями, придатними для пасивних будинків (рис. 5).



Рис. 5.
Утеплення фасадів житлового будинку
вакуумними панелями

Вакуумні ізоляційні панелі (ВІП) для будівель мають коефіцієнт теплопровідності $\lambda_p = 0,004$ Вт/мК. Їх коефіцієнт ізоляції в п'ятдесят разів вище порівняно з традиційним ізоляційним матеріалом тієї ж товщини. Типовий мікропористий базовий матеріал стійкий до тиску і має низьку теплопровідність. Металева фольга або сталева оболонка забезпечують дуже повільне збільшення тиску і теплопровідності: результати досліджень показали, що через 50 років експлуатації теплопровідність збільшиться до 0,006 Вт/(мК).

Вищезазначені показники теплопровідності дійсні тільки в ситуації, якщо центральна область ВІП не порушена. Через високу теплопровідність металевих шарів по краях панелей з'являються теплові містки, які призводять до збільшення загального коефіцієнта теплопровідності конструкцій, зокрема для малорозмірних панелей з товстими металевими шарами або з повністю сталевим покриттям. Не тільки теплові містки, викликані оболонкою панелі, але і ті, які викликані методом установки (підгонкою) відіграють важливу роль.

Висновки. У цілому можна зробити висновок, що дуже гарні теплоізоляційні показники вакуумних ізоляційних панелей суттєво знижуються крайовими тепловими містками, а тому для широкого використання вакуумних ізоляційних панелей в будівництві необхідно виконати експериментальні та теоретичні дослідження із розробкою рекомендацій для обчислення впливів теплових містків на загальну енергетичну ефективність огорожувальних конструкцій будівель.

Література

1. Гетун Г.В. Архітектура будівель та споруд. Книга 1. Основи проектування: Підручник/ Гетун Г.В. – К.: КОНДОР, 2011. – 378 с.
2. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2006. – 65 с.

3. *Фаренюк Г.Г.* Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій: монографія/ Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт. – 2009. – 211бс.

Анотация

Рассматриваются новые энергоэффективные ограждающие конструкции из материалов с высокими теплоизоляционными показателями. Анализируются их положительные и отрицательные свойства, обосновывается необходимость дальнейших исследований для расширения области их использования в строительстве.

Annotation

We consider the new energy-efficient building envelope made of materials with high thermal insulation performance. Analyzes their positive and negative characteristics, the necessity of further studies to expand the scope of their use in construction.