

ЕКОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ТЕПЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПОЗИЦІЙНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

У статті розглядається проблема застосування ефективних теплоізоляційних матеріалів з недефіцитної сировини з високими фізико-технічними характеристиками, а саме композиційних теплоізоляційних матеріалів на основі гірських порід, які є безпечними для екологічного стану навколишнього середовища.

Ключові слова: базальтове волокно, перлітовий пісок, бентонітова глина, напівдегідратовий бентонітовий колоїд.

Згідно з Положенням екологічної програми по Європі (23-25 жовтня 1995 року, м. Софія), основним компонентом екологічного захисту середовища є термоізоляція будівель і споруд, яка викликає теплове забруднення навколишнього середовища.

У зв'язку з цим постає задача впровадження у будівництві нових ефективних конструкційних і теплоізоляційних матеріалів з недефіцитної сировини, з високими фізико-технічними показниками, які підвищують стабільність технологічних процесів, їх продуктивність, знижують питомі витрати теплової енергії, масу та габарити конструкцій, збільшують термін їх служби, покращують умови праці, а також є безпечними для екологічного стану навколишнього середовища.

У світовій практиці основними видами використовуваних теплоізоляційних матеріалів є пористі та волокнисті матеріали на різних в'язуючих, які дозволяють знизити рівень теплового й акустичного забруднення довкілля. Виходячи з видів вживаної сировини, вони поділяються на групи органічних і неорганічних матеріалів.

Органічні матеріали, не дивлячись на їх широке розповсюдження та традиційність, мають обмежений діапазон застосування. Їх основними недоліками є: горючість; схильність до деструкції під впливом біологічних чинників, внаслідок чого вони виділяють шкідливі речовини під час виробництва та експлуатації; недовговічність; мають високу ціну на сировину, що постійно зростає; обмеженість запасів.

Неорганічні матеріали мають більш широкий діапазон застосування. Аналізуючи використання неорганічних теплоізоляційних матеріалів, з погляду вживаної сировини, їх можна розділити на три групи:

- вироби, що виготовляються на основі вторинної сировини, такої як шлаковата, мінераловатні плити, гранульований шлак і т.д.;

- вироби, що виготовляються на основі природної сировини: базальтове волокно, спучений перлітовий пісок і вермикуліт, азбестові вироби (які є канцерогенними), керамзит і т.д.;
- композиційні матеріали, що включають пористий і волокнистий компоненти, при цьому останній виступає в ролі армуючого компоненту, що сприймає основне руйнівне навантаження.

Головна відмінність між вищезгаданими групами полягає у тому, що сировина для першої групи матеріалів має техногенне походження, її запаси обмежені та залежать від рівня діяльності підприємств-виробників.

Використання в якості пористих і волокнистих компонентів штучного походження (керамзит, шлако- і скляне волокно і т.п.) обмежується високою ціною сировини, складністю технології та значними енерговитратами при їх виробництві.

Друга та третя групи матеріалів мають практично невичерпну сировинну базу на території України. Родовища перліту зосереджені, в основному, на території Закарпатської області, базальту – у Рівненській області та Східному Криму (Карадаг). Також можна відзначити значну перевагу матеріалів на основі природної сировини. Вони мають широкий температурний діапазон, високу хімічну стійкість по відношенню до агресивних середовищ, при цьому мають вищі теплозахисні властивості. Композиційні теплоізоляційні матеріали на основі базальтового волокна, спученого перліту та бентонітового в'язучого мають високі фізико-технічні показники, відносно низьку собівартість і широку сферу застосування. Головним недоліком таких матеріалів є низька водостійкість або повна її відсутність, що призводить до осідання теплоізоляції у конструкціях при контакті з водою або водяною парою.

З урахуванням технологічних особливостей матеріалів виникає модель композиту з оптимальними фізико-технічними характеристиками, що включає наступні компоненти:

- пористий компонент на основі спученого перліту;
- волокнистий компонент на основі базальтового волокна;
- суміш вказаних пористого та волокнистого компонентів;
- глинистий колоїд на основі бентонітової глини, в якості в'язучого, з особливостями термообробки, що дозволяє перевести його у водостійкий стан.

Фізико-технічні характеристики цього в'язучого мають вирішальну роль при розробці водостійкої композиції.

Бентонітова глина (Са-монтморрілоніт), досить розповсюджений матеріал, який має достатньо розвинену поверхню. При обробці гострою парою (при температурах близько 100°C) та кальцінованою содою

відбувається заміна катіона Ca^{++} на Na^+ , що переводить водну дисперсію у стан колоїду та значно збільшує питому поверхню в'язучого і значне зростання в'язучих властивостей.

Основним недоліком бентонітового в'язучого є неможливість застосування його за умов підвищеної вологості, внаслідок чого виникає зниження міцності композиційного матеріалу, що призводить до значного обмеження області його застосування.

Проведеними дослідженнями встановлена можливість перевodu бентонітового в'язучого у водостійкий стан шляхом термообробки свіжосформованного матеріалу при підвищених температурах.

Дослідження фізико-хімічних процесів глинистих матеріалів доводять, що їх водостійкість виникає при температурі 520°C (для бентоніта), тобто під час переходу глинистого компонента в напівдегідратований стан. Відомо, що супертонкі базальтові волокна за своєю структурою наближені до монокристала та мають високі міцнісні характеристики. При дії підвищених температур катіони Fe^{++} переходять у стан Fe^{+++} , що призводить до виникнення кристалізації усередині волокна, порушення структури монокристала та зниження його міцності. Паралельно зі зниженням міцності елементарного волокна зростає міцність матеріалу за рахунок виникнення склофази, що призводить до збільшення міцності матеріалу в цілому та визначає доцільність вибраного діапазону термообробки композиції.

У зв'язку з цим проведені науково-дослідні роботи щодо встановлення залежності міцності базальтового волокна від температури термічної обробки.

З цією метою пасма неперервного волокна діаметром 11 мкм однаковою кількістю елементарних волокон (63 одиниці) розташовували в муфельній печі при різних стабілізованих температурних інтервалах. Встановлено, що після досягнення температур вище 550°C починається кристалізація елементарного волокна з одночасним переходом катіонів Fe^{++} у стан Fe^{+++} , що призводить до виникнення кристалізації усередині волокна, порушення структури та зниження його міцності (див. табл. 1).

Таблиця 1

Залежність міцності волокна від температурного інтервалу

Температура прожарення, $^\circ\text{C}$	300	350	400	450	500	550	600	650	700
Границя міцності при розтягу, МПа	1,5	1,3	0,5	0,3	0,4	0,7	0,5	0,35	0,2

Для встановлення можливого температурного інтервалу термообробки формувалися зразки матеріалу мокрим способом при співвідношенні

перліт:волокно 50:50 (% мас.) і незмінній концентрації в'язучого – 6 %, які досліджувались у тих температурних інтервалах, що і пасма базальтового волокна (див. табл. 2).

Таблиця 2

Залежність міцності матеріалу від температурного інтервалу

Температура прожарення, °С	300	350	400	450	500	550	600	650	700
Границя міцності при розтягу, МПа	3,0	3,7	1,45	2,0	7,0	6,8	5,5	7,0	7,5

У результаті проведених досліджень встановлено, що при підвищенні температури більше, ніж на 500°С міцність волокна значно знижується і одночасно збільшується міцність перлітвоволокнистого матеріалу за рахунок переходу бентонітового в'язучого в евтектичний стан.

З метою визначення раціонального часу механічної обробки волокна, що забезпечує рівномірність його розподілу в перлітвоволокнистих матеріалах, вивчався вплив часу механічної обробки волокон на щільність лабораторних зразків матеріалу. Обробка базальтового супертонкого волокна проводилася у лабораторному ролі Валлея, в інтервалі від 1 до 10 хвилин при ваговому співвідношенні волокнистий компонент:вода – 1:20.

З волокон, підданих механічній обробці у вказаному часовому інтервалі, виготовлялися зразки із суспензій при співвідношенні перліт:волокно – 50:50 при постійному вмісті в'язучого, що дорівнював 4% і 6%, методом вакуумування, при постійному розрядженні подальшою термообробкою у лабораторному сушилі при температурі 110°С.

Результати експерименту представлені на рисунку 1.

Отриманий таким чином композиційний матеріал характеризується високими фізико-технічними характеристиками:

- об'ємна маса, кг/м³ 130-180
- границя міцності при розтягу, МПа 0,23-0,28
- теплопровідність при t 25°С, Вт/м К 0,042-0,048
- температурний діапазон застосування, °С –260 – +900
- водостійкість,% 100

Одним із можливих прикладів застосування даного теплоізоляційного матеріалу в промисловому та цивільному будівництві може бути його використання у «сендвіч»-панелях. Ринок «сендвіч»-панелей у будівництві існує більше 40 років, але в Україні вони з'явилися досить недавно, за прогнозами спеціалістів, збільшення частки виробництва та збуту так званих стендових панелей буде невинно зростати. Але існуючі на сьогодні конструкції не відповідають сучасним стандартам протипожежних вимог. В

основному ці претензії стосуються конструкцій з використанням пінополістиролу.

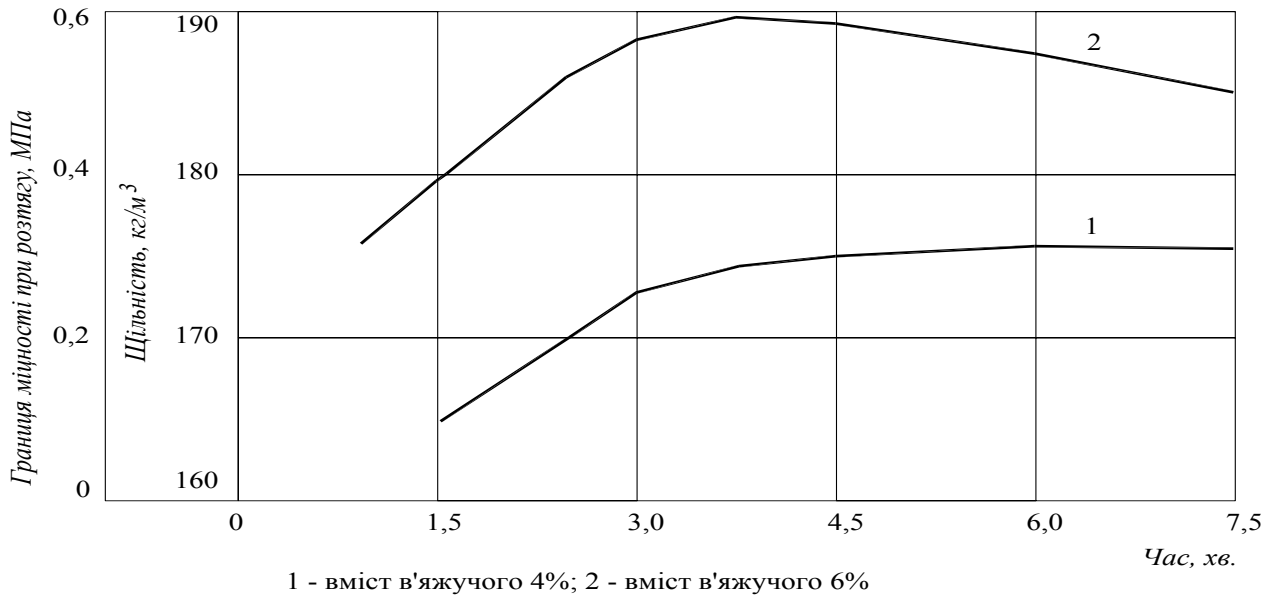


Рис. 1. Вплив часу механічної обробки волокна на властивості матеріалу

Треба зазначити, що в Україні введені більш жорсткі обмеження у використанні подібних елементів порівняно з іншими країнами світу, що суттєво впливає на підвищення вартості будівництва. Стіна з такого матеріалу, згідно з державними стандартами України, має бути вогнетривкою протягом 1 години, водночас, згідно з європейськими нормами – 15 хвилин.

Зараз вітчизняні виробники почали широко впроваджувати закордонні технології з виробництва великогабаритних будівельних конструкцій у вигляді легких багатошарових елементів. Вони перевищують традиційні матеріали за матеріалоємністю та теплозахисними характеристиками, але не відповідають протипожежним вимогам. У зв'язку з цим виробники зосередили свою увагу на виробництві «сендвіч»-панелей на основі мінеральних волокон на синтетичному в'язучому на основі фенолформальдегідних та інших видів смол. Незважаючи на певні переваги, органічні компоненти, які входять у структуру матеріалу, не повністю відповідають протипожежним вимогам, крім того, у результаті деструкції в'язучих компонентів під час експлуатації постійно виділяються шкідливі домішки. Вказані недоліки відсутні у матеріалів, де в якості в'язучого компоненту використовується запропоноване неорганічне в'язуче на основі глинистих компонентів.

Висновки

Проведені експериментальні роботи дають можливість установити залежності зміни міцності базальтових волокон від впливу температурних факторів, знайти оптимальні параметри термо- та механічної обробки армуючого компоненту перлітоволоконистих матеріалів з метою підвищення їх фізико-технічних характеристик і розширення галузі використання за рахунок значного зниження енергетичних витрат порівняно з випалювальними матеріалами, а також тому, що їх складові – природні матеріали, які не виділяють шкідливих викидів в атмосферу, тим самим не забруднюють екологічний стан навколишнього середовища.

Запропонований на основі гірських порід водостійкий теплоізоляційний матеріал у вигляді теплоізоляційних плит і виробів відноситься до будівельних матеріалів цивільного та промислового будівництва, використовується для ізоляції енергетичних установок і систем комунікацій в авіа- та суднобудуванні, які працюють при температурах до 900°C.

Список використаних джерел

1. *Пелех Б.Л., Махова М.Ф., Джигирис Д.Д.* Методы исследований базальтовых волокон и их физико-химические свойства.// Базальтоволоконистые композиционные материалы и конструкции. – К: Наукова думка, 1980. – С. 20-27.
2. *Новицкий А.Г.* Высокотемпературные изоляционные материалы на основе волокон из горных пород типа базальтов.// Новые огнеупоры. – М., 2003. – №9. – 73 с.
3. *Новицкий А.Г., Ефремов М.В.* Исследование механизма растекания расплава базальта по поверхности фильерных пластин из жаропрочных сплавов при производстве термостойкого волокна.// Новые огнеупоры. – М., 2007. – С. 43-47.

Аннотация

В статье рассматривается проблема применения эффективных теплоизоляционных материалов из недефицитного сырья с высокими физико-техническими характеристиками, а именно композиционных теплоизоляционных материалов на основе горных пород, являющихся безопасными для экологического состояния окружающей среды.

Ключевые слова: базальтовое волокно, перлитовый песок, бентонитовая глина, полугидратированный бентонитовый коллоид.

Annotation

In the article is examined the problem of application of effective heat-insulation materials from unscarce raw material with high physical and technical descriptions, namely composition heat-insulation materials on the basis of mountain breeds being safe for the ecological state of environment.

Keywords: basaltic fibre, pearlitic sand, bentonite clay, half-hydrated bentonite colloid.