

УДК 69.034.9(045)

к.т.н, Скребнева С.М.,
Національний авіаційний університет, м.Київ

ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ НА ОСНОВІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Піднімається 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 та екологічними.

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

Задача впровадження в 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 і габарити конструкцій, збільшують термін їх служби, покращують умови праці, а також є безпечними для екологічного стану навколишнього середовища є актуальною.

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

Органічні матеріали, не дивлячись на їх широке розповсюдження і традиційність, мають обмежений діапазон застосування. Їх основними недоліками є: горючість; схильність до деструкції під впливом біологічних чинників, в наслідок 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 і 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 і значними енерговитратами при їх виробництві.

Друга і третя групи матеріалів мають практично невичерпну сировинну базу на території України. Родовища перліту зосереджені, в основному, на території Закарпатської області, базальту – в Рівненській області і Східному Крими (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 і бентонітового в'язучого мають високі фізико-технічні показники, відносно низьку собівартість і широку галузь 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 і 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.

Бентонітові глини – високодисперсні глини, що складаються переважно з монтморилоніту. У зв'язку з особливостями будови, наявністю великої питомої поверхні, здатністю до набухання, тиксотропії та іонного обміну, бентонітові глини знаходять широке застосування в різних галузях промисловості. Бентоніт застосовуються в багатьох галузях промисловості, що обумовлено його структурою і властивостями. В більшості випадків використовується властивість бентонітів утворювати стійкі суспензії. Залежно від концентрації ці суспензії використовують як сполучні, пластифікуючі добавки і як промивні

рідини. Сполучний агент повинен володіти головним чином адгезійними властивостями, які розвиваються при наявності малої кількості води. В якості сполучного агента бентоніт може застосовуватися в формувальних сумішах ливарних форм, для «гірської шкіри» і для азбестових волокон при виробництві ізоляторів, для освіти пігулок з грубозернистих компонентів, окатишів - з магнетитових концентратів. У всіх випадках треба отримати міцний матеріал з вихідної речовини, що складається з великого числа частинок. Бентоніт, який диспергується водою на виключно дрібні частинки, володіє великою поверхнею і тому забезпечує максимум контактів для інших компонентів. Вода, що додається в малій кількості, повністю зв'язується глинистими частинками, і коли така суміш, що складається з орієнтованої адсорбційно зв'язаної води, розташованої між суміжними частками, додається в якості зв'язки, матеріал набуває високих міцнісних властивостей.

В бентонітовій глині (Са-монтморилоніт), при обробці гострою парою (при температурах близько 100°C) і кальцинованою содою відбувається заміна катіона Ca^{++} на Na^{+} , що переводить водну дисперсію у стан колоїду і 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 приводить до значного обмеження області його застосування.

Проведеними дослідженнями встановлена можливість переводу 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 компоненту в напівдегідратований стан. Відомо, що супертонкі базальтові волокна по своїй структурі наближені до монокристала і мають високі міцнісні характеристики. При дії підвищених температур катіони Fe^{++} переходять в стан Fe^{+++} , що приводить до виникнення кристалізації усередині волокна, порушенню структури монокристала і зниженню його міцності. Паралельно із зниженням міцності елементарного волокна зростає міцність матеріалу за рахунок виникнення склофази, що приводить до збільшення міцності матеріалу в цілому, та визначає доцільність вибраного діапазону термообробки композиції.

У зв'язку з цим, проведені науково-дослідні роботи по встановленню 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^{++} в стан Fe^{+++} , що приводить до виникнення кристалізації усередині волокна, порушенню структури і зниженню 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 формувались зразки матеріалу мокрим способом при співвідношенні перліт : волокно 50 : 50 (% мас.) і незмінній концентрації в'язучого - 6 %, які досліджувались в тих температурних інтервалах, що і пасма базальтового волокна (див. табл. 2).

Таблиця 2.

Залежність міцності матеріалу від температурного інтервалу

Температура прожарення, $^{\circ}\text{C}$	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

В результаті проведених досліджень встановлено, що при підвищенні температури більше чим на 500°C міцність волокна значно знижується і одночасно збільшується міцність перлітоволокнистого матеріалу за рахунок переходу бентонітового в'язучого в евтектичний стан.

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

- об'ємна маса, $\text{кг}/\text{м}^3$ 130-180
- границя міцності при розтягу, МПа 0,23-0,28
- теплопровідність при $t\ 25^{\circ}\text{C}$, $\text{Вт}/\text{м}\ \text{К}$ 0,042-0,048
- температурний діапазон застосування, $^{\circ}\text{C}$ -260 - +900
- водостійкість, % 100

Одним із можливих прикладів застосування даного теплоізоляційного матеріалу в промисловому і цивільному будівництві може бути його використання в «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 і збуту, так званих, стендових панелей буде невідмінно зростати. Але існуючі на сьогоднішній день конструкції не відповідають сучасним стандартам протипожежних вимог. В основному ці претензії відносяться до конструкцій з використанням пінополістиролу.

На рис. 1 та рис. 2 наведено системи теплозахисту з використанням утеплювача «ПЕРВОЛІН».

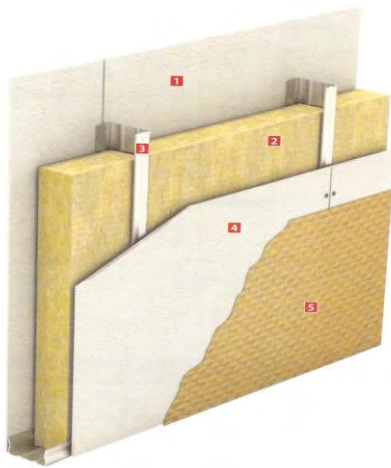


Рис. 1. Система внутрішньої теплозвукоізоляційної перегородки

1 – обшивка ГКЛ; 2 – утеплювач «ПЕРВОЛІН»; 3 – сталевий каркас; 4 – обшивка ГКЛ; 5 – внутрішнє оздоблення

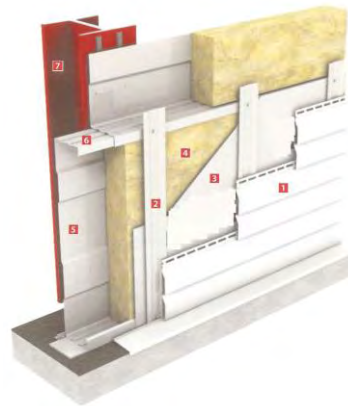


Рис. 2. Фасадна система зі збірних «сендвіч»-панелей

1 – сайдінг; 2 – рейки металеві зі «шляпним» профілем; 3 – плівка гідро-вітрозахисна для скатної покрівлі та фасадів; 4 – утеплювач «ПЕРВОЛІН»; 5 – «сендвіч»-профіль; 6 – пароізоляційна ущільнююча смуга; 7 – несуча рама будівлі

Висновки:

Запропонований на основі гірських порід теплоізоляційний матеріал у вигляді теплоізоляційних плит і виробів відноситься до будівельних матеріалів цивільного і промислового будівництва, використовується для ізоляції енергетичних установок і систем комунікацій в авіа- і суднобудівництві, які

працюють при температурах до 900 °С. Теплоізоляційний матеріал, де в якості в'язучого компоненту використовується запропоноване неорганічне в'язуче на основі глинистих компонентів, є екологічно безпечним, не токсичним, негорючим (температурний діапазон застосування від (- 260⁰ С до + 900⁰ С).

Література

1. Патент на корисну модель № 48181 «Суміш для виготовлення водостійкого теплозвукоізоляційного матеріалу». Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.03.2010.

2. ДБН В.2.6-33:2008 Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.– 20 с.

Аннотація

В работе поднимается проблема применения эффективных теплоизоляционных материалов из недефицитного сырья с высокими физико-техническими характеристиками, а именно композиционных теплоизоляционных материалов на основе горных пород, которые являются безопасными и экологичными.

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

Abstract

The paper raised the problem of effective use of thermal insulation materials with non-deficient material with high physical and technical characteristics, namely composite insulation materials from rocks that are safe and environmentally friendly.

Keywords: Basalt fiber, perlite, bentonite clay, Bentonite colloid napivdehidratovu.