

*О.В.Нікандров, к.т.н. (Інститут екології,
економіки і права, Україна),
С.М.Скрєбнева (Національний авіаційний
університет, Україна)*

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ПЕРЛІТОВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦІЙ НА ОСНОВІ ВОЛОКОН ІЗ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Разом з прискоренням розробки і впровадженням енергозберігаючих технологій, ефективних способів теплоізоляції, збільшується номенклатура теплоізоляційних матеріалів. Ефективна теплоізоляція підвищує стабільність технологічних процесів, їх продуктивність, знижує питомі витрати теплової енергії, масу і габарити конструкцій, збільшує термін їх служби. У зв'язку з цим зростає потреба у використанні ефективних конструкційних і теплоізоляційних матеріалів з недефіцитної сировини. У світовій практиці основними видами використовуваних теплоізоляційних матеріалів є пористі і волокнисті матеріали на різних в'язуючих.

Органічні матеріали, не дивлячись на їх широке розповсюдження і традиційність, мають обмежений діапазон застосування, виходячи з властивостей використовуваної сировини. Їх основними недоліками є: горючість, схильність до деструкції під впливом біологічних чинників, недовговічність, ціна, що постійно росте, на сировину, обмеженість її 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, керамзит і т.д.;
- композиційні матеріали, що включають пористий і волокнистий компоненти, при цьому волокнисте виступає в ролі армуючого компоненту, що сприймає основне руйнівне навантаження.

Основна відмінність між вищезгаданими групами полягає у тому, що сировина для першої групи матеріалів має техногенне походження, його 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 енергозатратами 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).

Як відомо, перші спроби отримання волокна з базальтових порід були проведені ще в 1939 році. Але перші ефективні технології його виробництва були розроблені і впроваджені в промисловість лише в 70-х роках минулого століття.

При цьому була освоєна промислова технологія одержання базальтових неперервних та супертонких штапельних волокон.

Сировиною були гірські породи вулканічного походження (андезито-базальти, базальти, габро, діабазити, амфіболіти, порфірити, вулканічні шлаки).

Волокна, отримані по цим технологіям, мали високі експлуатаційні характеристики. Неперервні волокна – високий модуль пружності, хімічну стійкість, штапельні супертонкі –

високі теплозвукоізоляційні властивості у широкому температурному інтервалі (від -269°C до $+900^{\circ}\text{C}$), високу вібростійкість, стійкість до агресивних середовищ, високі звукопоглинаючі характеристики в області середніх і високих частот.

Але, незважаючи на такі явні переваги, об'єм виробництва базальтових волокон за останні 10 років не тільки не збільшився, а навіть зменшився.

Головною причиною цього є висока вартість базальтових волокон, складність процесів формування волокон, високі вимоги до обладнання, ступені автоматизації та технологічних режимів їх виробництва.

Теплоізоляційні вироби на основі спученого перліту відрізняються високими теплозахисними властивостями і простотою технології, проте широке використання їх стримується із-за низької міцності.

Тому найбільш перспективними являються розробки технологій матеріалів з використанням композицій на основі спученого перліту і базальтового волокна, в якості армуючого компоненту.

Вироби на основі базальтового волокна і спученого перліту з використанням неорганічних в'язучих (портландцементу, вапна, рідкого скла) не знайли широкого застосування у зв'язку з тим, що з часом спостерігається зниження міцності армуючого компоненту у результаті взаємодії з лужним середовищем в'язучого.

Одним із способів захисту армуючих волокон є введення до складу матеріалу компонентів, що активно взаємодіють з лугами, що в свою чергу призводить до зниження ефективності використання вказаних в'язучих.

В якості такого компоненту можливо використання спученого перліту. Тому найбільш ефективними були технології отримання композицій на основі спученого перліту і базальтового волокна, в яких в якості в'язучого компоненту використовується бентоколоїд.

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, але основним недоліком їх є повна відсутність водостійкості, що призводить до осідання теплоізоляції у конструкціях при контакті з водою або водяною парою.

Основні галузі застосування подібних матеріалів – металургія, енергетика, транспорт, авіація, хімічна промисловість, будівництво.

Одними з основних факторів, які впливають на міцність композиції, де базальтове волокно використовується в якості армуючого компоненту, є довжина волокна і його структура.

Завданням даного дослідження є вивчення особливостей фізико-технічних властивостей базальтових волокон при зміні режимів попередньої механічної і термічної обробки при використанні їх як армуючого компоненту.

Розплави гірських порід характеризуються реологічними властивостями, які відрізняються від розплавів стекол, з яких отримують неперервні волокна, різко вираженою температурною залежністю виникнення кристалізаційних структур.

Вказані особливості різко змінюють фізико-технічні властивості волокон, що впливає на основні характеристики матеріалів виготовлених на їх основі.

Відомо, що супертонкі базальтові волокна по своїй структурі наближені до монокристалу і мають високі міцнісні характеристики.

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. *таблицю 1*).

Таблиця 1.

Залежність міцності волокна від температурного інтервалу

Температура прожарення, °С	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. таблицю 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

В результаті проведених досліджень встановлено, при підвищенні температури більше 500⁰ С міцність волокна значно знижується і одночасно збільшується міцність перлітоволокнистого матеріалу за рахунок переходу бентонітового в'язучого в евтектичний стан.

З метою визначення раціонального часу механічної обробки волокна, що забезпечує рівномірність його розподілу в перлітоволокнистих матеріалах, вивчався вплив часу механічної обробки волокон на щільність лабораторних зразків матеріалу.

Обробка базальтового супертонкого волокна проводилася в лабораторному роллі Валлея, в інтервалі від 1 до 10 хвилин при вагому співвідношенні волокнистий компонент : вода 1 : 20.

З волокон, підданих механічній обробці у вказаному тимчасовому інтервалі виготовлялися зразки з суспензій при співвідношенні перліт:волокно, – 50:50 при постійному вмісті в'язучого, рівному 4 % і 6% , методом вакуумування, при постійному розрядженні подальшою термообробкою у лабораторному сушилі при температурі 110⁰С.

Результати експерименту представлені на рисунку 1.

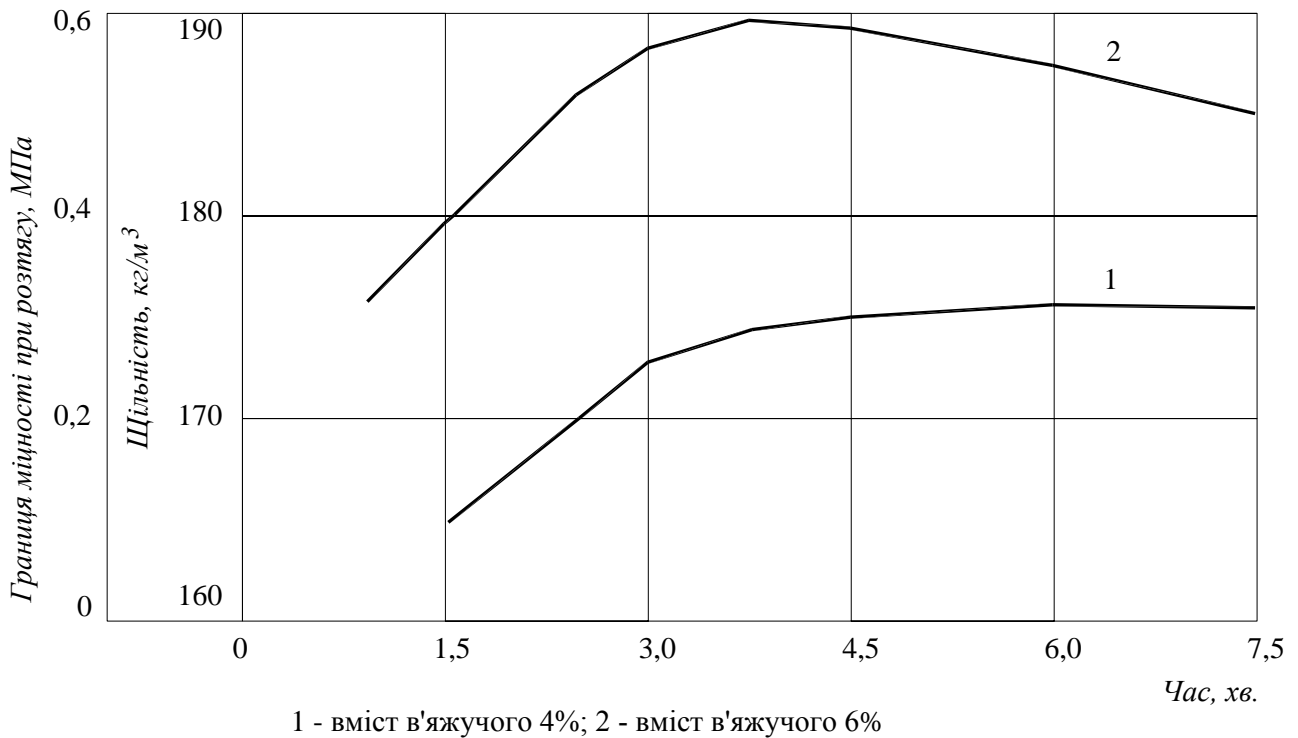


Рис. 1. Вплив часу механічної обробки волокна на властивості матеріалу

Висновки

Проведені експериментальні роботи дають можливість встановити залежності зміни міцності волокон від впливу температурних факторів, знайти оптимальні параметри термо- і механічної обробки армуючого компоненту перлітоволокнистих матеріалів з метою підвищення фізико-технічних характеристик і розширення галузі їх використання.

Список літератури

1. Пелех Б.Л., Махова М.Ф., Джигирис Д.Д. Методы исследований базальтовых волокон и их физико-химические свойства.// Базальтоволокнистые 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.– Москва., 2003. – №9. – 73 с.
3. Новицкий А.Г., Ефремов М.В. Исследование механизма растекания расплава базальта по поверхности фильтрных пластин из жаропрочных сплавов при производстве термостойкого волокна.// Новые огнеупоры.– Москва., 2007. – С. 43-47.