

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ПОРИСТОГО ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Вступ. Область застосування теплоізоляційних матеріалів безпосередньо залежить від теплофізичних і механічних властивостей самого матеріалу, які також пов'язані між собою. Механічні властивості визначають поведінку матеріалу при деформації і руйнуванні від дії зовнішніх навантажень і при температурній напрузі. У зв'язку з цим розробка методики визначення функціональної залежності теплофізичних характеристик від структурних параметрів матеріалу залишається актуальним завданням.

Існуючі на даний момент способи отримання пористих теплоізоляційних матеріалів на основі кременистих порід [1, 2] в ряді випадків не забезпечують досягнення необхідних споживчих властивостей, зокрема загальної пористості гранульованого теплоізоляційного матеріалу і високої термостійкості.

Постановка задачі. Задача цієї роботи полягає у вивченні впливу різних режимів термообробки на міцність і теплофізичні характеристики пористих теплоізоляційних матеріалів. Таким чином, завданнями подальших досліджень є вибір методу організації ефективного тепломасообміну, моделювання цих процесів, експериментальна апробація отриманих даних і створення методу визначення основних технологічних і конструктивних параметрів способу отримання нового матеріалу.

Запропонований в [3-5] спосіб отримання пористого теплоізоляційного матеріалу включає в себе наступні етапи: подрібнення активного кремнеземистого матеріалу і мінерального наповнювача, перемішування компонентів сировинної суміші з водним розчином гідроксиду лужного металу, пропарювання приготовленої сировинної суміші в середовищі насиченої водяної пари, грануляцію отриманої суміші і спучування гранул. Пропарювання ведуть при 90-100°C протягом 70-90 хв., а отримані гранули перед спученням підсушують повітрям протягом 10-15 хв. при температурі 100-120°C і спучують при температурі 500-550°C протягом 5-20 хв.

Як встановлено експериментально, істотними факторами керованого впливу на кінетику газоутворення і формування пористої структури є температура і склад компонентів середовища. Процес спучування на стадії оптимальних пластично-в'язких властивостей суміші в поєднанні з запропонованими газоутворювачами інтенсифікує процес газовиділення, який протікає рівномірно у всьому обсязі сировинного матеріалу, забезпечуючи утворення замкнутих пор.

Низькотемпературними газоутворювачами служать: гідратна вода, яка є складовою частиною вихідних компонентів суміші, бікарбонат натрію і глина. Застосування запропонованих газоутворювачів і технологічних режимів сприяє реалізації інтенсивного і керованого процесу виділення нетоксичних і тих, що не викликають корозію, газів. При цьому їх обсяг істотно збільшується в порівнянні з прототипом (приблизно в 1,6 рази). Причому процес газовиділення відповідає періоду максимального розм'якшення матеріалу, що спучується.

Спучування газоутворювачем передбачає, що газ, який виділяється в процесі газоутворення, залишається в гелеподібній пластичній газонепроникній фазі, яка кристалізується при температурі 100-120°C з утворенням пористої структури матеріалу. При цьому з матеріалом послідовно відбуваються такі перетворення:

- утворення гелю, насиченого газоутворювачами, рівномірно розподіленого в обсязі матеріалу;
- застигання гелю без термічної дії;
- гранулювання;

- спучування і утворення монодисперсної пористої структури з фіксованим розміром пор, поверхня якої покрита суцільною плівкою;
- остаточна кристалізація гранули пористого матеріалу при контакті із середньотемпературним теплоносієм.

Результати роботи. При попередньому підсушуванні гранул повітрям з температурою 100-120°C спостерігається активне газоутворення, якому сприяє наявність у вихідній суміші гідратної води, бікарбонату натрію і глини. При цьому в'язкість матеріалу підвищується, врівноважуючи тиск газу в бульбашках. Інтенсивність цього процесу регулюється температурою і часом впливу теплоносія, які підбираються таким чином, щоб газові осередки, збільшуючись до певного заданого розміру, не зливалися і зберігали свою форму. У цьому випадку внутрішні поверхні газових осередків стабілізуються поверхневими силами і тиском усередині пори, а зовнішні поверхні гранул покриваються суцільною плівкою. Час температурного впливу визначає як структурні характеристики (пористість і розмір пор), так і властивості міцності матеріалу і його термостійкість. На рис.1-6 показано вплив температури і часу температурного впливу на міцність і теплофізичні характеристики матеріалу.

Остаточне структурування матеріалу відбувається при більш вищій нетривалій термообробці з температурою 500-550°C – спучування матеріалу.

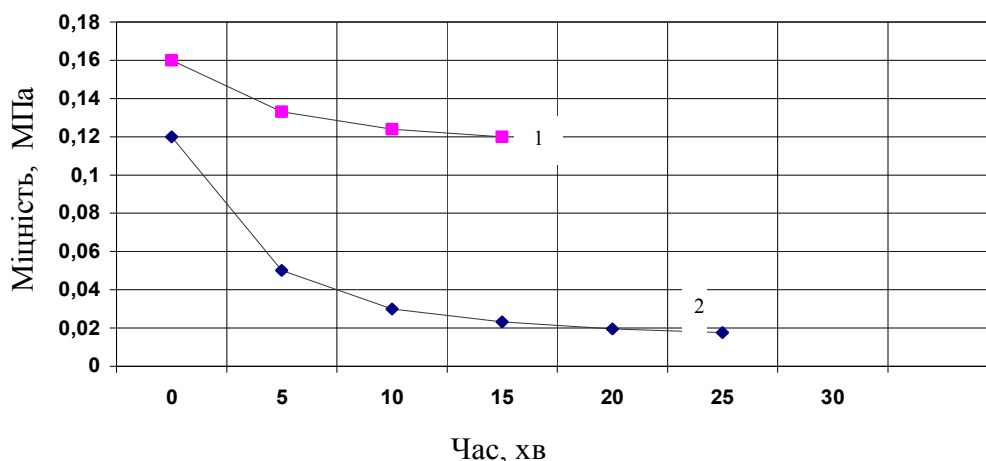


Рисунок 1 – Залежність міцності матеріалу від часу попереднього підсушування (крива 1) та спучування (крива 2)

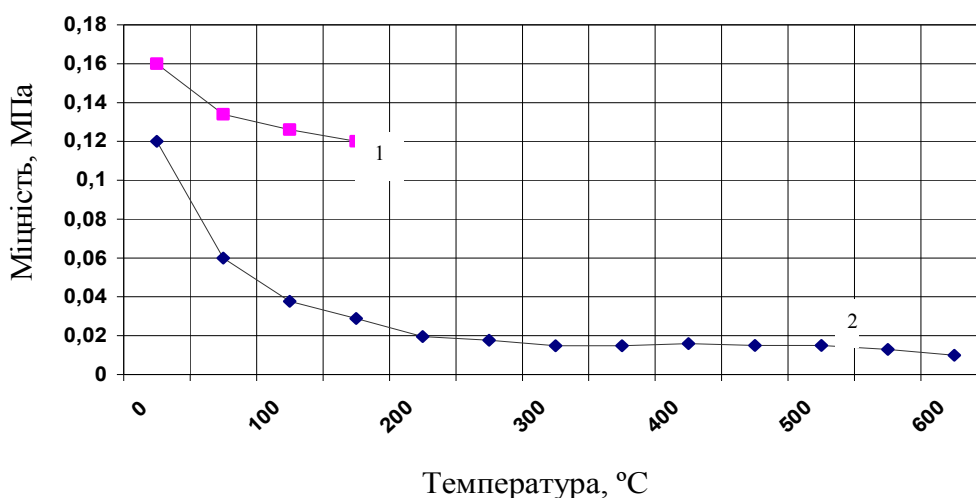


Рисунок 2 – Залежність міцності від температури попереднього підсушування (крива 1) та спучування (крива 2)

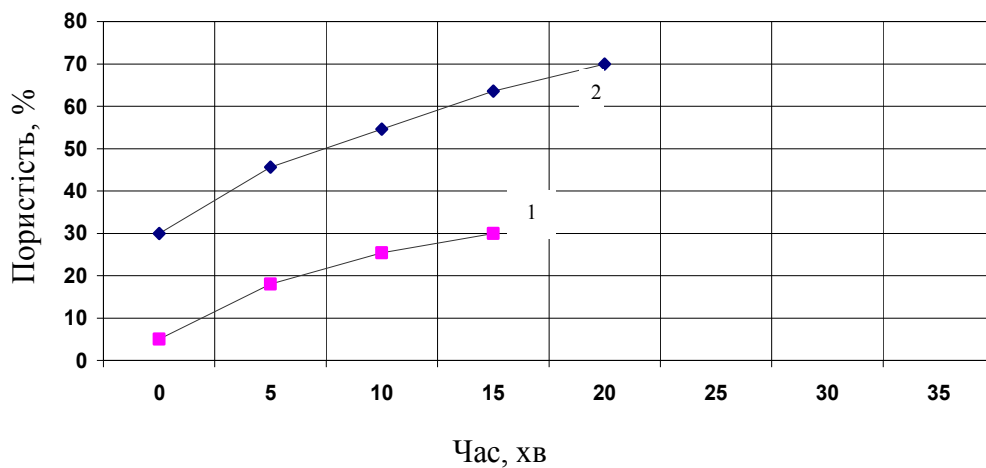


Рисунок 3 – Залежність пористості матеріалу від часу попереднього підсушування (крива 1) та спучування (крива 2)

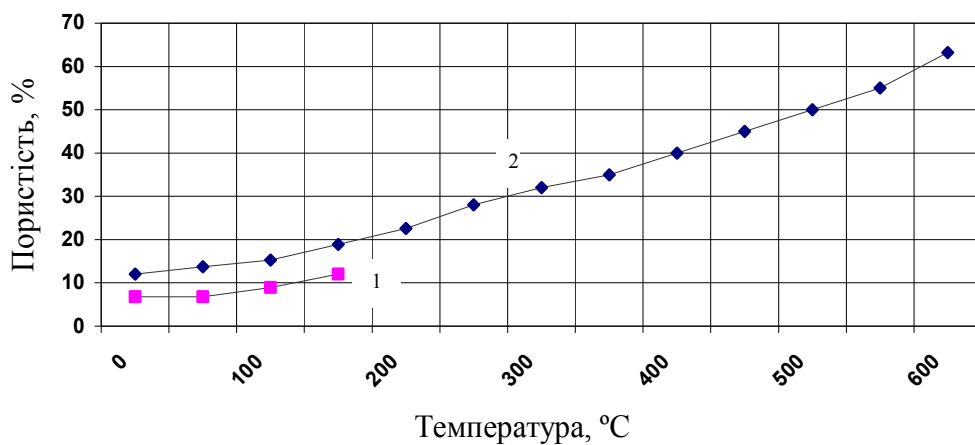


Рисунок 4 – Залежність пористості матеріалу від температури попереднього підсушування (крива 1) та спучування (крива 2)

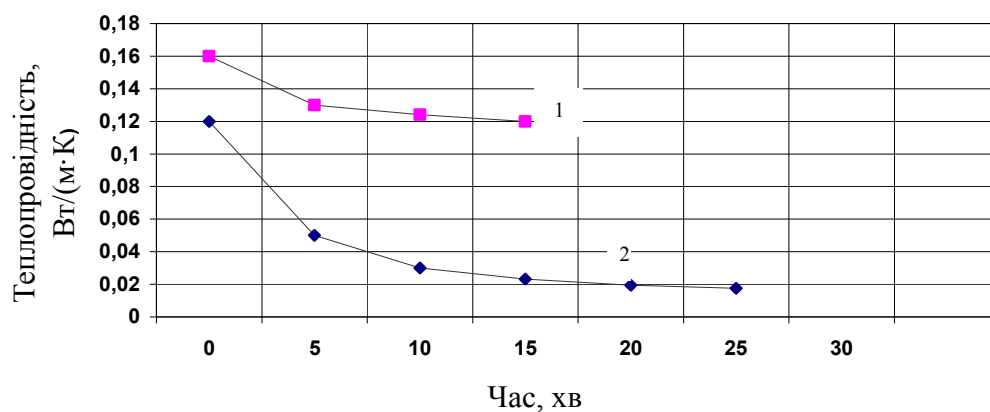


Рисунок 5 – Залежність теплопровідності матеріалу від часу попереднього підсушування (крива 1) та спучування (крива 2)

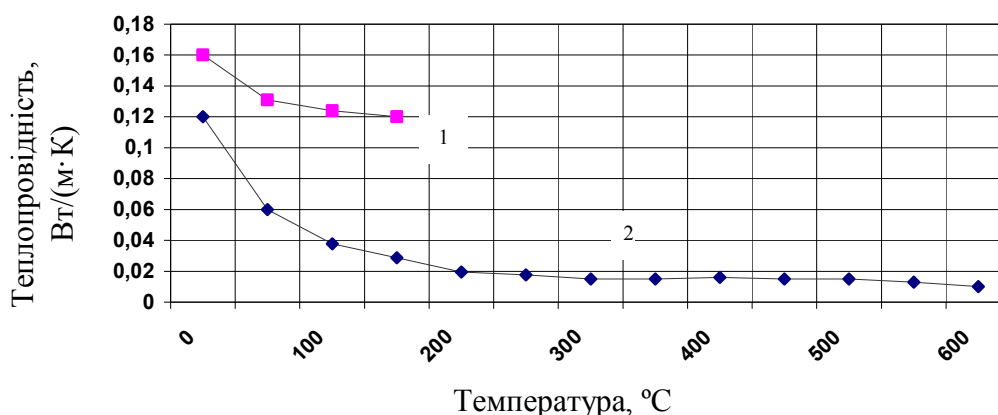


Рисунок 6 – Залежність теплопровідності матеріалу від температури попереднього підсушування (крива 1) та спучування (крива 2)

Висновки. Виходячи з наведених вище залежностей, можна зробити наступні висновки: зі збільшенням тривалості та інтенсивності температурного впливу погіршуються характеристики міцності матеріалу, збільшується пористість, але в той же час зменшується теплопровідність.

Отже, для отримання матеріалу з необхідними характеристиками міцності і необхідної теплопровідністю потрібно підібрати оптимальний технологічний режим обробки пористого теплоізоляційного матеріалу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горлов В.Н. Технология производства теплоизоляционных материалов / Горлов В.Н., Мерлин А.И. – М.: Химия, 1987. – 236с.
2. Майзель И.Л. Технология теплоизоляционных материалов / Майзель И.Л., Сандлер В.Г. – М.: Высшая школа, 1988. – 448с.
3. Пат. 25862 Україна, МПК С 04 В 14/00. Сировинна суміш для пористого теплоізоляційного матеріалу / Кошлак Г.В., Павленко А.М, Соколовська І.Є.; заявник та патентовласник Дніпродзерж. держ. техн. ун-т. – № 2007 03899; заявл. 10.04.2007; опубл. 27.08.2007, Бюл. №13.
4. Пат. 85285 Україна, МПК С 04В 14/00, С 04В 14/04, С 04В 14/06, С 04В 14/10, С 04В 14/26. Сировинна суміш для пористого теплоізоляційного матеріалу і спосіб його одержання / Кошлак Г.В., Павленко А.М., Соколовська І.Є.; заявник та патентовласник Дніпродзерж. держ. техн. ун-т. – № 2007 03901; заявл. 10.04.2007; опубл. 12.01.2009, Бюл. №1.
5. Пат. 26821 Україна, МПК F 26 В 17/10. Пристрій для отримання гранульованого наповнювача теплоізоляційного матеріалу / Павленко А.М., Соколовська І.Є., Кошлак Г.В., Клімов Р.А.; заявник та патентовласник Дніпродзерж. держ. техн. ун-т. – № 2007 05035; заявл. 07.05.2007; опубл. 10.10.2007, Бюл. №16.

Надійшла до редколегії 29.10.2018.