

Шепель П.В., студент 4 курсу
Башинський С.І., к.т.н., доц.

Державного університету "Житомирська політехніка"

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОФІЛІТОВОЇ СИРОВИНИ В ЯКОСТІ ТЕРМОГЕНЕРУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Вступ.

Традиційно в теплотехніці та електроопаленні використовуються стандартизовані матеріали, такі як магnezит, шамот або бетон. Однак пошук більш ефективних, екологічних та доступних сировинних баз приводить до вивчення функціональних властивостей метаморфічних мінералів.

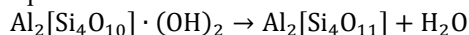
Пірофіліт ($\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$) – шаруватий алюмосилікат групи тальку-каолініту. Ця порода демонструє комплекс унікальних фізико-механічних та термодинамічних властивостей, що виводять її за межі конструкційних або ізоляційних матеріалів. Ключова перевага полягає у її природній високій щільності та специфічній кристалічній структурі. На відміну від аморфних матеріалів, пірофіліт має потенціал для ефективного запасання теплової енергії через фоновий механізм теплопровідності, що робить його ідеальним кандидатом для використання в системах акумуляційного електроопалення.

Основне викладення матеріалу

Перший вектор досліджень, що базується на напрацюваннях українського вченого О.М. Толкача, фокусується на пасивній, але критично важливій функції матеріалу – його здатності до ефективного накопичення та тривалого утримання теплової енергії, що є основою для акумуляційного опалення.

Винятково високі показники об'ємної теплоємності пірофілітовий сланець демонструє не у вихідному, а у термічно модифікованому стані. Високотемпературний випал запускає фазове перетворення, яке радикально змінює макроскопічні характеристики матеріалу:

Дегідроксилювання (реакція при 600-800°C): Відбувається втрата хімічно зв'язаної води у вигляді гідроксильних груп (ОН), згідно з рівнянням:



Цей процес не призводить до повного руйнування шаруватої структури, але викликає її переупаковку.

Ущільнення структури: Внаслідок дегідроксилювання формується метастабільна фаза пірофіліт-ангідриту $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}]$. Ця фаза характеризується значним підвищенням щільності до $\rho \approx 2,85 \text{ г/см}^3$ у порівнянні з вихідною породою.

Саме комбінація високої питомої теплоємності (c_p) та надзвичайної щільності (ρ) забезпечує високу об'ємну теплоємність (c_v). Експериментальні дані О.М. Толкача фіксують c_p у діапазоні 0,84-1,04 кДж/(кг·К), що перевищує показники традиційних теплоакумуляторів (шамот, бетон) на 20-30%. Це дозволяє одному кубічному метру модифікованої пірофілітової породи акумулювати понад 300 кВт·год теплової енергії при нагріві до робочих температур (500-600°C).

Важливою функціональною особливістю пірофіліту є його помірна теплопровідність $\lambda \approx 1,5 - 2,0 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$. Ця властивість створює ефект «теплового демпфера». Матеріал здатен швидко поглинати тепло від внутрішнього джерела завдяки високій c_v , але віддає його в навколишнє середовище повільно і лінійно. Це може знайти застосування в наступному. Згладжування температурних піків – ядро нагрівача може мати високу температуру, тоді як зовнішня поверхня підтримує комфортну температуру. Тривала тепловіддача – система здатна функціонувати як джерело м'якого тепла протягом 6-12 годин після відключення джерела енергії, що є критичним для режиму нічної зарядки або в умовах блекаутів.

Для використання пірофіліту в якості теплонагрівача слід перетворити природний діелектричний пірофіліт на активний електропровідний елемент. Ця задача вирішується шляхом створення композиту з вуглецевим наповнювачем, використовуючи методологію Олександра Мельника. Це вирішується шляхом введення дисперсного графіту в керамічну матрицю пірофіліту з метою досягнення порогу перколяції (протікання) електричного струму. При змішуванні частинки графіту рівномірно розподіляються. При досягненні критичної концентрації (емпірично встановлено близько 9-12% за масою) вони утворюють безперервну, розгалужену тривимірну мережу контактів. У цей момент матеріал демонструє стрибкоподібну зміну властивостей: від ефективного діелектрика до напівпровідника/провідника.

Інтеграція підходів О. Толкача (висока теплоємність матриці) та О. Мельника (електропровідність) дозволяє створити єдиний твердотільний елемент, що поєднує функції генерації та акумуляції тепла, що є критичним для забезпечення енергонезалежності будівель.

Пірофіліт-графітове ядро є повноцінним твердотільним пристроєм, що поєднує дві ключові функції – генерацію тепла (електроопалення) та його тривале зберігання (енергонезалежність). Ця технологія базується виключно на модифікації властивостей доступної гірської породи, пропонуючи надійну та довговічну альтернативу складним електронним або хімічним системам теплоакумуляції.