

Р.І. Семен, О.Я. Васишин, Я.Б. Якимечко  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра хімічної технології силікатів

## КЕРАМІЧНІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО СПІКАННЯ

© Семен Р.І., Васишин О.Я., Якимечко Я.Б., 2007

**Досліджено зміни структурної в'язкості керамічних мас системи глина-перліт та системи глина-перліт-склобій. Здійснено випал зразків за швидкісними режимами. Одержано легкий пористий матеріал низькотемпературного спікання.**

**Changes of structural viscosity ceramic mass in system clay-perlite and system clay-perlite – glass breakage are investigated. Roasting samples by a high-speed method is made. The light porous material by a method low-temperature sintering is received.**

**Постановка проблеми.** Розвиток суспільства в сучасних умовах загострює проблему пошуку нових видів теплоізоляційних матеріалів широкого призначення. Аналіз асортименту таких матеріалів показує, що проблему вирішують в декількох напрямках:

- це використання полімерних теплоізоляційних матеріалів, таких як пінопласт тощо;
- це мінераловатна продукція різних структурних типів від сипкої до жорстких блоків.

Враховуючи екологічні аспекти використання теплоізоляційних матеріалів, на ринку схиляються в бік виробництва надійних екологічно чистих пористих силікатних матеріалів, таких як керамзит, перліт, вермикуліт тощо, або таких матеріалів, як піноскло. Ці матеріали характеризуються доволі високими теплоізоляційними показниками, значною довговічністю та екологічною чистотою. При цьому потрібно підкреслити, що з часом їхні властивості не змінюються, а самі матеріали не деструктують.

Однак їх широке використання обмежується економічними показниками та технологічними особливостями виробництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Значення алюмосилікатних матеріалів, що містять у своєму складі молекули води частково досліджено деякими авторами [1], однак широкого висвітлення ця тема немає. Відомо, що такі матеріали одержували винятково з мономінеральних мас за сухими технологіями. Така технологія не дає змоги робити будь-які зміни складу маси і оперує винятково технологічними параметрами: температурою та часом витримки.

У роботі [2] показано можливість впливу цеолітовмісних туфітів та туфоаргеллітів на спучуваність керамзитових мас. Спучення таких мас обумовлює зниження середньої густини, без зниження міцності гранул. Однак потрібно відзначити, що спучення цих мас відбувається при температурах порядку 1100–1175°C.

Тому розроблення складів мас з вмістом водовмісним алюмосилікатів, а також розроблення технологічних параметрів виробництва з використанням нових мас є актуальним як з наукового, так і технологічного погляду.

**Мета роботи.** Розробити керамічні маси низькотемпературного спікання, дослідити зміни структурної в'язкості досліджуваних мас під час нагрівання. Розробити температурні режими випалу мас та дослідити властивості одержаних зразків.

**Експериментальні дослідження і обговорення результатів.** Дослідження проводили на шихтових складах системи глина-перліт та системи глина-перліт-склобій. Склади розроблених мас наведено в таблиці. Використано керамзитову глину Самбірського родовища, перліт Мужівського родовища та зламки віконного скла. Перліт та склобій перед введенням в масу подрібнювали та розмелювали в кульовому млині. Тонина мелення матеріалів характеризувалась 7–

10 % залишком на ситі 008. Зразки готували пластичним способом за формувальної вологості 16–18%. Зразки висушували на повітрі до повітряно-сухого стану з подальшим досушуванням в сушильній шафі при температурі 110<sup>0</sup>С.

Спучування багатьох різновидів глинистої сировини і спеціально шихтованих мас є одним з складних процесів, результат якого залежить від правильного співвідношення та збігу в часі різних фізико-хімічних процесів, що відбуваються в гранулі під час його випалу.

### Склади розроблюваних мас

№ з/п	Шифр маси	Компонент маси та його вміст в мас. %		
		глина	перліт	склобій
1	М – 0	100	–	–
2	М – 1	15	85	–
3	М – 2	30	70	–
4	М – 3	45	55	–
5	М – 4	30	50	20
6	М – 5	30	35	35
7	М – 6	30	20	50

Відомо, що в'язкості розплаву під час спучення відводиться велике значення. Спучування залежить як від абсолютного значення в'язкості, так і від характеру його зміни, а одержані значення дають змогу прогнозувати технологічні режими випалу матеріалу.

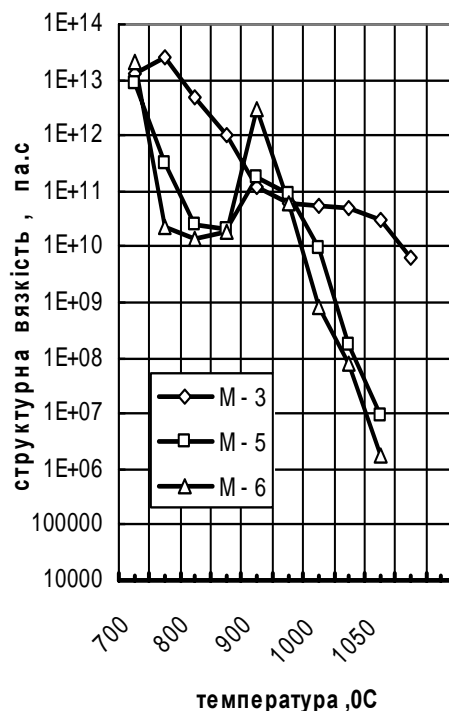


Рис. 1. Зміна структурної в'язкості мас

Результати досліджень показано на рис. 1. Ефективність складу оцінювали абсолютними значеннями структурної в'язкості піропластичного розплаву при максимальній температурі та характером зміни кривої в'язкості при максимальних температурах 900–1100<sup>0</sup>С. За даними рис.1 початок розм'якшення мас настає при температурі 750<sup>0</sup>С, в'язкість систем знаходиться а межах

$14 \cdot 10^{13}$  Па·с. З підвищенням температури в'язкість мас рівномірно знижується до  $1-3 \cdot 10^{10}$  Па·с. Необхідно відзначити, що для маси з вмістом перліту до 55 мас.% швидкість зменшення в'язкості незначна, порівняно з масами, що містять скло. Такий характер зміни в'язкості для маси М-3 можна пояснити незначним вмістом лужних та лужноземельних оксидів, які обумовлюють зниження в'язкості мас. Зростання в'язкості для мас М-5, М-6 при температурі 850 – 950<sup>0</sup>С пов'язано з процесами термічної деструкції породоутворювальних матеріалів, що входять до складу мас [1]. Подальше підвищення температури більше 950<sup>0</sup>С пов'язано з інтенсивним зменшенням в'язкості для мас з вмістом зламків скла (М-5, М-6). Причому тут спостерігається прямо пропорційна залежність, чим більший вміст скла – тим більша швидкість зменшення в'язкості. При максимальній температурі 1050<sup>0</sup>С в'язкість мас М-5, М-6 відповідно становить  $2 \cdot 10^6$  та  $1 \cdot 10^7$  Па·с, що за даними [1] є достатнім для утворення пористих структур при швидкісних режимах випалу за керамзитовими технологіями.

Дослідження спікання здійснювали на зразках – циліндриках ( $d = h = 16$  мм). Відформовані пластичним способом зразки висушували на повітрі до постійної маси, випалювали за комбінованою схемою. Спочатку зразки піддавали термопідготовці при температурі 350<sup>0</sup>С протягом 20 хв. з подальшим швидкісним випалом при температурі 950, 1000, 1150 та 1075<sup>0</sup>С. Тривалість витримки при максимальній температурі – 20 хв.

Результати спікання за рядом фізико-механічних показників подано на рис. 2 і 3.

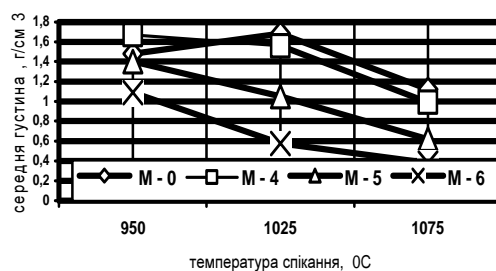


Рис. 2 Кінетика спікання мас М-0, М-4 - М-6

Рис. 2. Кінетика спікання мас М-1, М-4, М-6

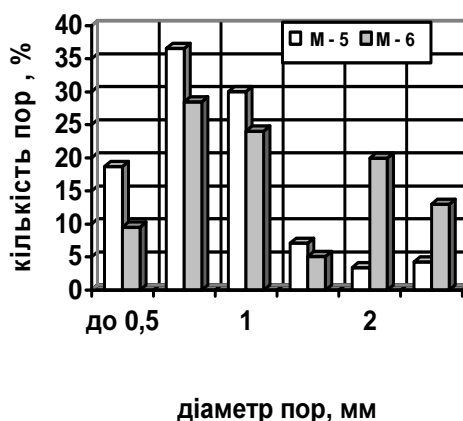


Рис. 3. Гістограма пористості зразків М-5 і М-6 (Т – 10750С)

Аналіз результатів показує, що з підвищенням температури інтенсифікується спікання досліджуваних мас, особливо при температурі 1025<sup>0</sup> С. Середня густина зразків (М-1–М-3)

знаходиться в межах  $1,62 - 1,73 \text{ г/см}^3$ . Подальше підвищення температури випалу до  $1075^\circ\text{C}$  супроводжується процесом поризування зразків із всіх мас. Необхідно відзначити, що з збільшенням вмісту перліту інтенсивність поризування зростає, особливо це характерно для маси М – 3, середня густина цього зразка дорівнює  $1,02 \text{ г/см}^3$ , що відповідає насипній густині –  $620 \text{ кг/м}^3$  ( $T - 1075^\circ\text{C}$ ).

Характер зміни середньої густини зразків із мас М – 4–М – 6 (рис. 2) показує, що з підвищенням температури вони поризуються без попередньої стадії спікання, що є їх характерною особливістю. Середня густина зразків із цих мас ( $T - 1075^\circ\text{C}$ ) відповідно становить  $1,0, 0,62$  та  $0,38 \text{ г/см}^3$ , що відповідає насипній густині відповідно  $620, 80$  та  $60 \text{ кг/м}^3$ .

Поверхня зразків М – 5, М – 6 ( $T - 1075^\circ\text{C}$ ) блідо сірого кольору, без ознак обтоплення. Для зразка з маси М-6 поверхня щільна короподібної структури, що ймовірно пов'язано з більшою інтенсивністю її спікання і як наслідок утрудненого рівномірного розширення в стані піропластичного розплаву.

Внутрішня частина гранул обох зразків дуже поризована. Колір маси сірий, причому його інтенсивність до середини посилюється, що ймовірно пов'язано з окисно-відновними процесами в середині гранули. Дослідження порової структури проведеного методом оптичної мікроскопії (рис. 3.) показує, що зразки із обох мас мають дрібнопористу, більш-менш рівномірну структуру.

Найбільшу кількість займають пори розміром  $0,5$  та  $1,0 \text{ мм}$  відповідно по  $36,54$  і  $28,48 \%$  та  $30,02$  і  $24,05 \%$  відповідно для мас М – 5 і М – 6. Наявність  $19,94\%$  пор діаметром  $2 \text{ мм}$  для маси М – 6 пов'язано з процесами зростання пор меншого діаметра, про що свідчить їх незначна кількість –  $5,06\%$  для пор діаметром  $1,5 \text{ мм}$ .

**Висновки.** Отже, на основі проведених досліджень встановлено, що:

– шихтові склади на основі системи глина-перліт здатні при температурах порядку  $1000-1100^\circ\text{C}$  утворювати в'язкі піропластичні розплави, однак саме значення цього розплаву ( $1 \cdot 10^{10} \text{ Па}\cdot\text{с}$ ) є завеликим для одержання пористої структури матеріалу;

– шихтові склади на основі системи глина-перліт-склобій здатні при цих же температурах утворювати піропластичні розплави структурною в'язкістю  $2 \cdot 10^6 - 1 \cdot 10^7 \text{ Па}\cdot\text{с}$ , що обумовлює їх поризування;

– випал зразків на основі системи глина-перліт-склобій за швидкісним режимом ( $T - 1075^\circ\text{C}$ ) дає змогу отримати дрібнопористий черепок середньою густиною  $0,380, 62 \text{ г/см}^3$ .

*1. Физико-химические основы получения пористых материалов из вулканических стекол / А.А. Крупа. – К.: Вища школа, 1978. – 136 с. 2. Семеген Р.И. Легкие заполнители для бетонов из цеолитсодержащих пород Карпат. Автореф... дис. канд. техн. наук. – Львов, 1990.*