

## СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ І ВЛАСТИВОСТІ КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВІЮ З ЗАЛІЗОВМІСНИМИ ДОДАТКАМИ

© Солоха І.В., Пона М.Г., Боровець З.І., 2008

**Досліджено вплив залізовмісних добавок на формування структури і властивостей керамзитового гравію. Встановлено позитивний вплив додатків на підвищення кислото-стійкості керамзиту.**

**The influence of the iron containing on the structural formation and properties of the claydite gravel are investigated. It was determined the positive effect of the containing on the claydite gravel with improved acid resistance.**

**Постановка проблеми.** Керамічні хімічно стійкі матеріали широко використовують в різних галузях промисловості. При цьому є потреба в хімічно стійких матеріалах різного призначення, у тому числі пористих, серед яких важливе місце посідає керамзитовий гравій. Ефективне вирішення проблеми розширення сировинної бази виробництва хімічно стійкого керамзитового гравію можливе за рахунок використання мас на основі глин і відходів промисловості, що уможливує регулювати хіміко-мінералогічний склад, ступінь спікання, параметри структури та властивості кераміки. У зв'язку з цим перспективним напрямком отримання керамзиту з підвищеною хімічною стійкістю є використання залізовмісних відходів в масах на основі місцевих полімінеральних глин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Найдоцільніше під час виготовлення керамзитового гравію з підвищеними фізико-механічними і хімічними властивостями використовувати добавки з підвищеним вмістом оксидів заліза та алюмінію з метою направленою регулювання оксидного складу склофази, структури і фазового складу керамзитового гравію [1]. Своєю чергою, хімічна стійкість і, особливо кислотостійкість твердої фази керамзиту, залежить від кількісного співвідношення склоподібної і кристалічної фаз, а також від виду останньої. [2]. З метою прогнозованого вибору оптимальної кількості додатків і розроблення раціональних режимів термічної обробки керамзиту важливим є вивчення зміни структурної в'язкості мас під час нагрівання. Разом з тим комплексне використання залізовмісних відходів і легкотопної глини сьогодні вивчено обмежено. Тому становить науковий і практичний інтерес вивчення особливостей отримання і формування структури керамзитового гравію із мас „глина-каолін-залізовмісні відходи” під час нагрівання.

**Мета роботи** – дослідження можливості отримання керамзитового гравію підвищеної хімічної стійкості за рахунок спрямованого регулювання складів мас та управління процесами структуро- і фазоутворення під час випалу гранул.

**Методи досліджень та матеріали.** Дослідження фізико-хімічних властивостей сировинних матеріалів та експлуатаційних властивостей керамзитового гравію проводилося згідно з чинним ДСТУ.

Для вивчення фізико-хімічних процесів у глинистих масах під час їхньої термообробки та дослідження структури, фазового складу керамзитового гравію використано рентгенофазовий, диференційно-термічний, електронномікроскопічний методи аналізу. Як основну сировину використовували самбірську легкотопну глину, а як добавки – золу і шлак Бурштинської ТЕС та глуховецький каолін мокрою збагачення.

**Результати досліджень.** Для вивчення впливу каоліну, золи і шлаку ТЕС на властивості керамзитового гравію була приготовлена серія дослідних мас за однакового співвідношення глини і шлаку (табл. 1).

Таблиця 1

**Шихтові склади дослідних мас**

№ мас	Склад мас, %			
	самбірська глина	шлак ТЕС	зола ТЕС	каолін
1	100			
2	50	50	-	-
3	46	46	8	-
4	42	42	16	-
5	38	38	24	-
6	43,5	43,5	8	5
7	37	37	16	10
8	30,5	30,5	24	15

Для приготування дослідних мас шлак попередньо розмелювали до залишку 10 % на ситі №08. Маси ретельно перемішували з додаванням води до нормальної формувальної вологості.

Для з'ясування механізму дії додатків каоліну, шлаку і золи ТЕС на процес спучування глинистих мас і формування структури гранул керамзиту були зняті криві зміни структурної в'язкості під час нагрівання вихідної глинистої породи і глинистих мас з додатками. Встановлено, що крива структурної в'язкості самбірської середньоспучувальної глини (рис. 1, крива 1) знаходиться в області значень в'язкості  $7 \cdot 10^7 \dots 2 \cdot 10^{10}$  Па·с. Наявність на кривих структурної в'язкості аномальних ділянок, що характеризують підвищення в'язкості самбірської глини в інтервалі температур 970...1100 °С, обумовлено розкладом карбонатів і перетворенням продуктів дегідратації глин в нові кристалічні фази. За подальшого підвищення температури внаслідок збільшення кількості рідкої фази спостерігається різке падіння структурної в'язкості.

Додавання шлаку істотно змінює характер кривої в'язкості. Так, для глиношлакової маси №2 (рис. 1, крива 2) спостерігається зниження температури початку пластичних деформацій в середньому на 40–60 °С і зміщення аномальних ділянок на кривих в'язкості, характерних для глин, в область нижчих температур. Це можна пояснити активною флюсуючою дією оксидів заліза, особливо FeO шлаку, що сприяє руйнуванню структури глинистих мінералів. Криві в'язкості глиношлакових мас в температурному інтервалі 800–1000°C зміщуються в область більш низьких значень в'язкості порівняно з чистою глиною, що свідчить про більшу легкотопкість системи і наявність більшої кількості рідкої фази. Утворення розплаву за порівняно низьких температур сприяє розширенню температурного інтервалу спучування за рахунок зниження нижньої границі початку спучування і кращої поризації матеріалу в піропластичному стані газоподібними продуктами. У той самий час, різке падіння структурної в'язкості в температурному інтервалі спучування приводить до формування нерівномірно пористої структури заповнювача.

Додаток золи до глиношлакової маси ще більшою мірою змінює характер ходу кривих структурної в'язкості. Так, для глиношлакової маси з вмістом 16 мас. % золи (рис. 1, крива 3) абсолютні значення структурної в'язкості в температурному інтервалі спучування вищі, ніж в чистих глинистих масах. Поява додаткового максимуму на кривих в'язкості глиношлакозольної маси в інтервалі температур 1020–1100 °С обумовлено, очевидно, утворенням нових кристалічних фаз і насиченням рідкої фази оптимальною кількістю алюмосиліційкисневих комплексів, утворених внаслідок топлення золи. Можна припустити, що лужні катіони золи сприяють виникненню в розплаві, крім зв'язків Si–O–Si, також зв'язків Si–O–Al із збільшенням частки  $[AlO_4]$ , а катіони  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$  дроблять комплекси Si–O–Al, переводячи групи  $[AlO_4]$  в  $[AlO_6]$ . Присутність в розплаві силіційкисневих, алюмосиліційкисневих і алюмокисневих комплексів сприяє кристалізації муліту і,

як наслідок, приводить до підвищення міцності та хімічної стійкості матеріалу, що узгоджується з дослідженнями, проведеними в [2].

Для можливості регулювання фазового складу матеріалу під час випалу було приготовлено серію мас з додатками каоліну. Аналіз кривих в'язкості дослідних мас показав, що введення до 10 мас.% каоліну (рис. 1, крива 4) підвищує температуру початку пластичних деформацій і структурну в'язкість матеріалу в температурному інтервалі спучування. Враховуючи аналіз кривих в'язкості, можна зробити висновок, що збільшення вмісту каоліну в масах вище 10 мас.% утруднює спучування гранул внаслідок значного збільшення структурної в'язкості. Підвищення структурної в'язкості глиношлякозольної маси із додатком каоліну в інтервалі температур 1020–1100 °С, пов'язано з пришвидшенням кристалізації у силікатному розплаві шпінелі та муліту, що підтверджується даними РФА спучених мас.

Зіставляючи комплекс технологічних властивостей дослідних мас (табл. 2), структуру спучених гранул (рис. 2) з характером кривих зміни структурної в'язкості під час нагрівання, встановлено вагомий вплив на процес керамзитоутворення величини швидкості падіння в'язкості  $dlg\eta/dt$  в температурному інтервалі спучення. Так, із зменшенням величини  $dlg\eta/dt$  розширюється інтервал спучування мас, зменшується відкрита пористість, формується дрібнопориста структура гранул. На відміну від мас, що містять добавки, різке падіння структурної в'язкості розплаву із самбірської глини призводить до злипання пор, утворення нерівномірно пористої структури гранул. Поряд з цим створюються умови для прориву стінок пор, що веде до збільшення кількості відкритих пор

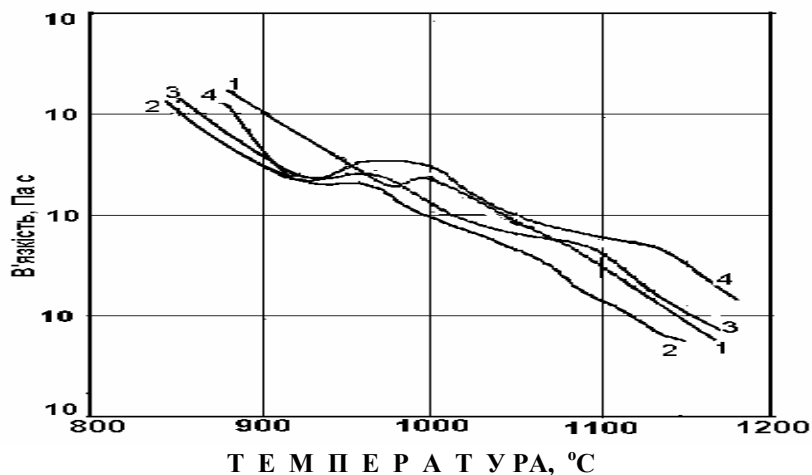


Рис. 1. Вплив додатків на зміну структурної в'язкості самбірської глини залежно від температури: 1 – маса 1; 2 – маса 2; 3 – маса 4; 4 – маса 7

Таблиця 2

**Значення середньої густини, відкритої пористості, температурного інтервалу спучування гранул керамзиту і  $dlg \eta/dT$  з дослідних мас**

№ маси	Середня густина, г/см <sup>3</sup>	Відкрита пористість, %	Інтервал спучування, °С	$\frac{d \lg \eta}{dT} \cdot 10^{-2}$
1	0,54	45,5	80	8,5
2	0,21	44,7	130	6,1
3	0,27	41,5	120	5,3
4	0,36	35,4	120	3,5
5	0,43	33,2	120	3,4
6	0,38	32,8	120	3,5
7	0,41	28,3	120	3,2
8	0,51	25,3	120	3,2

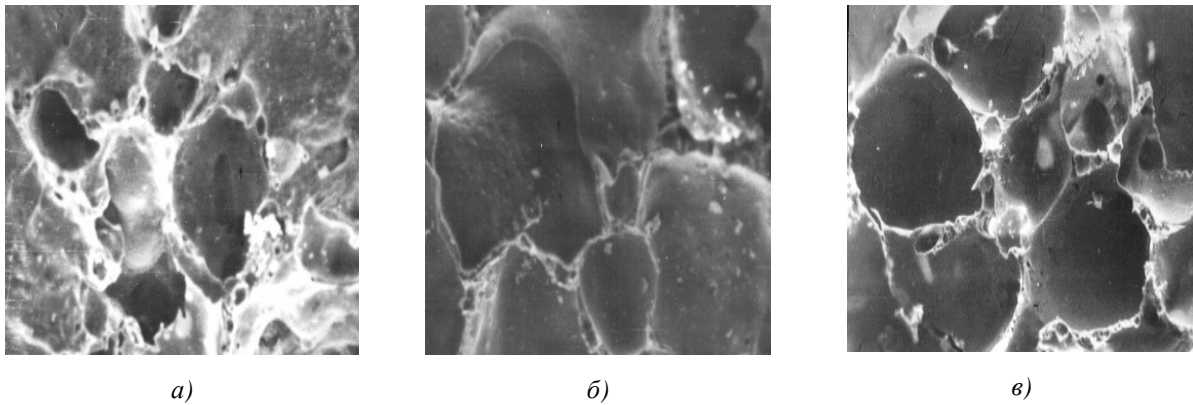


Рис. 2. Мікроструктура гранул керамзиту із дослідних мас:  
а – маса №1; б – маса №2; в – маса № 7 ( $\times 310$ )

Комплексне додавання до глини шлаку, золи і каоліну забезпечує найменші значення швидкості падіння структурної в'язкості з підвищенням температури, що сприяє повнішому утриманню і рівномірному розподіленню газоподібних продуктів в об'ємі матеріалу, і в такий спосіб створюються оптимальні умови для отримання дрібнопористої структури сплучених гранул з максимальною кількістю закритих пор. Крім того, утворення дрібнопористої структури гранул значною мірою сприятиме підвищенню фізико-механічних властивостей і хімічної стійкості керамзитового гравію (рис. 3).

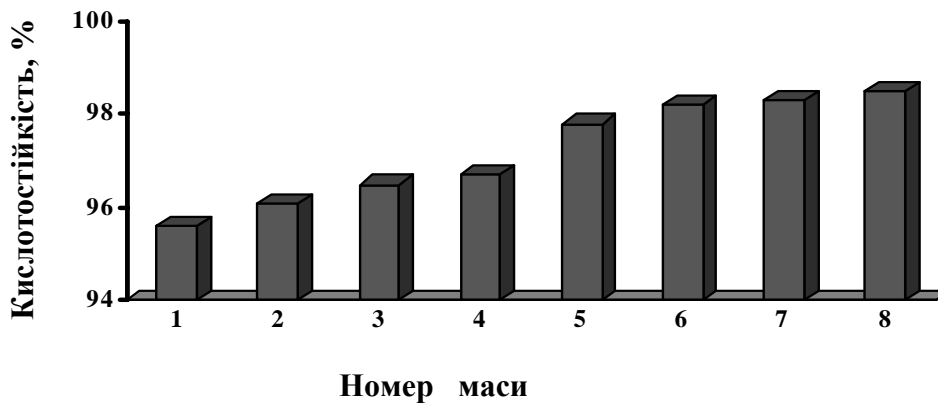


Рис. 3. Кислотостійкість керамзитового гравію з дослідних мас

**Висновки.** Проведеними дослідженнями встановлена можливість отримання керамзитового гравію підвищеної хімічної стійкості за рахунок управління процесами структуро- і фазоутворення під час випалу гранул. Для одержання керамзитового гравію з середньою густиною не вище  $0,5 \text{ г/см}^3$  оптимальним є додаванням в глиношлякові маси близько 16 % золи і 10 % каоліну.

1. Онацкий С.П. Производство керамзита. – 3-е изд. – М.: Стройиздат, 1987. – 333 с.
2. Черняк Л.П. Влияние химико-минералогического состава глины на химическую стойкость керамики // Будівельні матеріали, виробництва та санітарна техніка. – К.: Знання. – 2002. – С. 79–83.