

**І. В. Солоха, О. М. Вахула<sup>1</sup>, М. Г. Пона, З. І. Боровець**  
 Національний університет “Львівська політехніка”,  
 кафедра хімічної технології силікатів,  
<sup>1</sup>кафедра цивільної безпеки

## **ВПЛИВ ПЕРЛІТОВОГО ОСВІТЛЮВАЧА НЕРАФІНОВАНОЇ ОЛІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВІЮ**

© Солоха І. В., Вахула О. М., Пона М. Г., Боровець І. З., 2018

Досліджено вплив додатку відходів перлітового порошку освітлення нерафінованої олії на спучування глинистих мас. На основі диференціально-термічного і електронно-мікроскопічного досліджень, аналізів зміни структурної в'язкості дослідних мас під час нагрівання виявлено взаємозв'язок фізико-хімічних процесів спучування мас і властивостей керамзиту. Фізико-механічними дослідженнями визначені основні якісні показники керамзитового гравію залежно від режимів технологічного процесу. Отримані результати можуть бути використані в технології виробництва керамзитового гравію.

**Ключові слова:** перлітовий спучений порошок, спучування глинистих мас, керамзитовий гравій.

**I. V. Solokha, O. M. Vakhula, M. H. Pona, Z. I. Borovetz**

## **INFLUENCE OF PEARLITIC ILLUMINATOR ON UNREFINED OIL ON THE PROPERTIES OF CLAYDITE GRAVEL**

© Solokha I. V., Vakhula O. M., Pona M. H., Borovetz Z. I., 2018

Influence of the application of waste pearlite powder of illumination of unrefined oil on spillage of clay masses was investigated. On the basis of differential-thermal and electron-microscopic studies, analyzes of changes in the structural viscosity of the test masses during heating, the relationship between the physico-chemical processes of mass flow and the properties of clay expanded was found. Physical and mechanical studies determine the main qualitative parameters of claydite gravel, depending on the modes of the technological process. The obtained results can be used in the technology of production of claydite gravel.

**Key words:** pearlite scattered powder, sloping of clay masses, claydite gravel.

**Постановка проблеми.** У зв'язку з обмеженими запасами або повною відсутністю добре спучуючої глинистої сировини перед чинними керамзитовими заводами гостро стоїть проблема отримання високоякісного керамзитового гравію, що має стабільні показники за насипною густиною та міцністю. З іншого боку, якість керамзитового гравію залежить не тільки від властивостей вихідної глинистої сировини, але й визначається технологічними параметрами його виготовлення: видом і кількістю додатків, які вводять у глиняні маси, температурно-часовими режимами теплової обробки, характером газового середовища.

У покращенні спучуваності глинистих порід, підвищенні міцності, зниженні температури випалу велике значення має застосування різних органо-мінеральних додатків. Враховуючи вирішальну роль органічної складової та оксидного складу на фізико-хімічні процеси спучування глинистої сировини, актуальним є дослідження можливості використання промислових відходів, серед яких заслуговує на увагу перлітовий освітлювач нерафінованої олії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З метою розширення сировинної бази виготовлення керамзитового гравію з підвищеними фізико-механічними властивостями найдоцільніше використовувати добавки з підвищеним вмістом органічних сполук, оксидів заліза та оксидів лужних металів, що дає змогу направлено регулювати оксидний склад склофази, структуру і фазовий склад керамзитового гравію, знизити температуру випалу та розширити температурний інтервал спучування [1–3]. Своєю чергою, марка керамзитового гравію і його міцність залежать від кількісного співвідношення глини та добавок, а також від виду останньої [4]. 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. До того ж комплексне використання відходів перлітового порошку освітлення олії та легкотопкої глини сьогодні вивчено недостатньо.

**Мета роботи** – дослідити вплив додатка відходів перлітового порошку освітлення нерафінованої олії на спучування глинистих мас та фізико-механічні властивості керамзитового гравію.

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

Вивчення фізико-хімічних процесів у глинистих масах під час нагрівання та дослідження структури, фазового складу керамзитового гравію проводили з використанням диференціально-термічного та електронно-мікроскопічного методів аналізу. Як основну сировину використовували самбірську легкотопку глину, а як добавки – відходи порошкового перлітового освітлювача нерафінованої олії ПП “Оліяр”.

**Результати досліджень.** Відходи перлітового порошку згідно з паспортом відходів підприємства належать до четвертого класу небезпечності, за фізичним станом є твердими відходами, придатними для технологічного транспортування. За результатами досліджень ці відходи представлені мінералогічною складовою у формі спученого перлітового порошку у кількості 34...37 % (мас.) та рослинними жирами – у кількості 63...66 % (мас.), а вміст вологи в них не перевищує 1 % (мас.). Розрахований оксидний склад відходів перліту на прожарену речовину наведено у табл. 1.

*Таблиця 1*

**Оксидний склад відходів перлітового порошку, %(мас)**

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
74,51	14,98	0,51	0,67	0,52	2,03	4,85	1,93

Термічний аналіз перлітового порошку показує наявність на кривій ДТА двох екзотермічних ефектів з максимумом за температур 340...460 °С і одного ендотермічного ефекту в інтервалі температур 80...110 °С. Екзотермічні ефекти з максимумом за 340 і 460 °С зумовлені вигоранням рослинних жирів, що супроводжується втратою маси 62, 8 %.

Ендотермічний ефект в області температур 80...110 °С викликаний виділенням гігроскопічної води та води, зв'язаної з кремнеземом на поверхні зерен перліту. Незначна втрата маси (0,65 %) вище від температури 550 °С проходить за рахунок виділення зв'язаної води, яка знаходиться безпосередньо у склоподібній фазі перліту. Наявність у відходах перлітового порошку значного вмісту органічної складової, яка вигоряє за підвищених температур і в широкому інтервалі температур, а також підвищений вміст лужних оксидів забезпечить утворення рідкої фази за нижчих температур за одночасного значного газотворення.

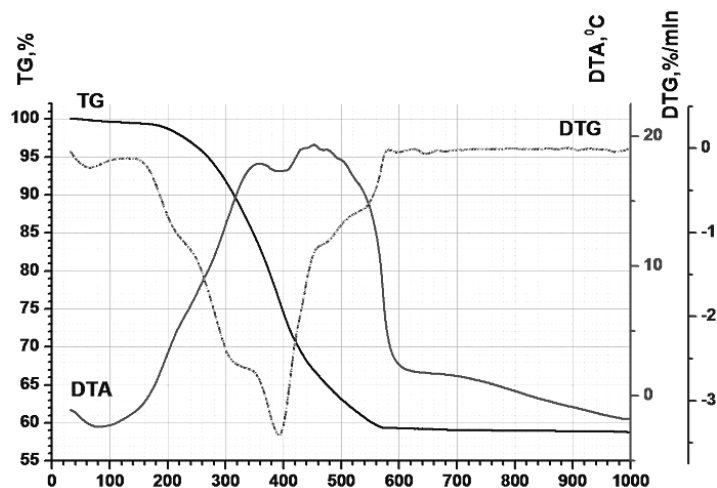
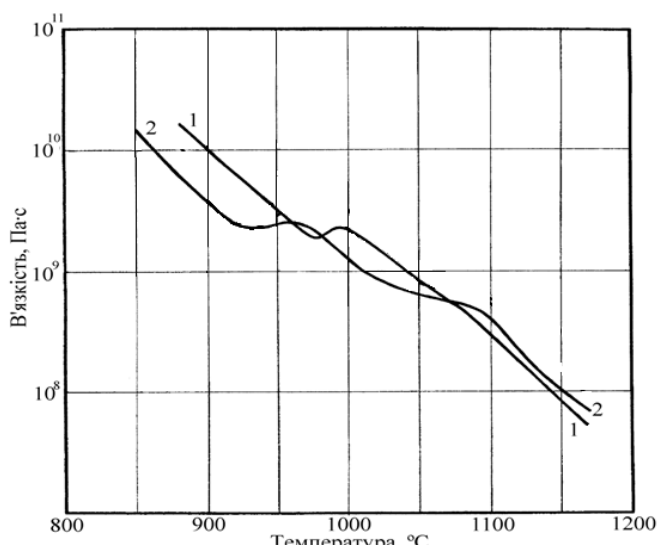


Рис. 1. Термограма відходів перлітового порошку

Одним із важливих показників, що визначає ступінь спучування, формування структури керамзиту і його фізико-механічні показники, є характер зміни структурної в'язкості піропластичного розплаву під час нагрівання. Для з'ясування механізму дії додатка органо-перлітового порошку на процес спучування глинистих мас і формування структури гранул керамзиту були зняті криві зміни структурної в'язкості під час нагрівання самбірської глини та глини з добавкою перліту (рис. 2).



Дослідження зміни структурної в'язкості мас при нагріванні зразків з мас системи “глина–відходи перлітового порошку” під час випалу дають змогу виявити області температур, у яких відбуваються фізико-хімічні та кристалізаційні процеси, та розробити оптимальні параметри термічної обробки гранул керамзиту. Добавка до глини 4 % (мас.) перлітового порошку призводить до зміщення кривої в'язкості глиноперлітової маси в область нижчих значень в'язкості в інтервалі температур 850...950 °С порівняно з чистою глинистою породою, що свідчить про більшу легкоплавкість системи та підвищену кількість рідкої фази. Разом з початком утворення розплаву за порівняно низьких температур це явище забезпечує розширення температурного інтервалу спучування за рахунок зниження нижньої границі початку спучування та сприяє кращій поризації

додатком перліту абсолютні значення структурної в'язкості у температурному інтервалі спучування 1070...1160 °С є більшими, ніж для зразка з чистої глини. Поява додаткового максимуму на кривих

в'язкості глино-перлітових мас в інтервалі температур 1050...1150 °С зумовлено утворенням нових кристалічних фаз і насиченням рідкої фази оптимальною кількістю алюмосиліційкисневих комплексів, утворених у результаті розтоплення перліту.

Зменшення інтенсивності ліній кварцу на рентгенограмах під час нагрівання зразків із вмістом перліту вище за температури 1050 °С свідчить про безперервне розчинення його у силікатному розплаві.

Насичення рідкої фази аніонами  $[\text{SiO}_4]$  внаслідок розчинення кварцу та групами  $[\text{AlO}_4]$  і  $[\text{AlO}_6]$  з аморфних глинистих мінералів забезпечує можливість утворення нових кристалічних фаз і зумовлює доволі високу в'язкість утвореного розплаву, що сприяє підвищенню фізико-механічних властивостей керамзитового гравію. Можна припустити, що лужні катіони перліту сприяють виникненню у розплаві, крім зв'язків Si–O–Si, також зв'язків Si–O–Al із збільшенням частки  $[\text{AlO}_4]$ , а катіони  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  дроблять комплекси Si–O–Al, переводячи групи  $[\text{AlO}_4]$  в  $[\text{AlO}_6]$ . Присутність у розплаві силіційкисневих, алюмосиліційкисневих і алюмокисневих комплексів сприяє підвищеному вмісту кристалічних фаз у випалюваному матеріалі і, як наслідок, приводить до підвищення міцності матеріалу.

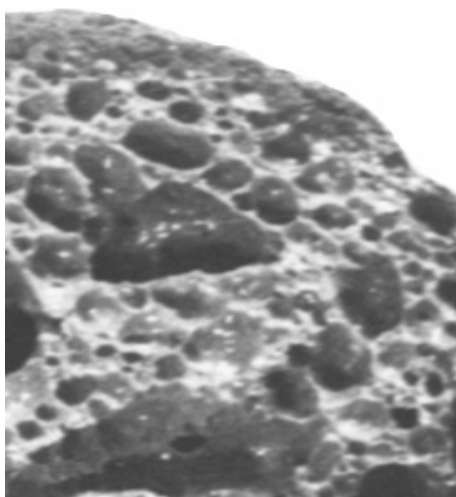
Глинисті маси з додатком перлітових відходів характеризуються найменшими значеннями швидкості падіння структурної в'язкості з підвищенням температури, що забезпечує повніше утримання газоподібних продуктів із залученням їх до процесу спучування під час рівномірного розподілу пор в об'ємі матеріалу. Створення при цьому дрібнопористої структури спучених гранул з максимальною кількістю закритих пор визначає оптимальні умови керамзитоутворення. Формування під час випалу характерної дрібнопористої структури гранул значною мірою сприяє підвищенню фізико-механічних властивостей спученого матеріалу (рис. 3).

З фотографій (рис. 3) бачимо, що гранули, отримані з чистих глинистих порід, характеризуються сполучними порами, нерівномірною пористою структурою. У той самий час рівномірнішим розподілом пор, що мають правильну форму, відрізняються гранули, отримані з глиноперлітових мас.

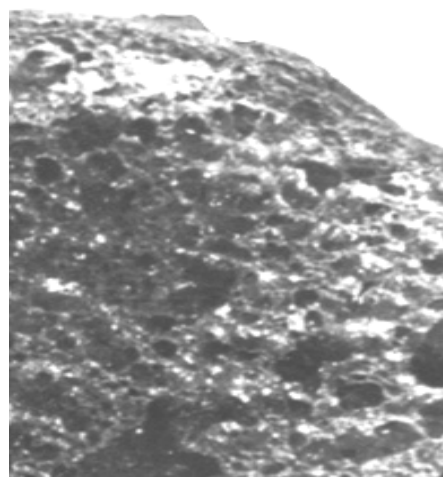
Аналіз мікрофотографій, показаних на рис. 3, б, з, показує, що структура керамзиту із глини без добавок представлена неоднорідною склофазою зі значним вмістом нерозчиненого кварцу, поодинокими зародками кристалічних фаз у вигляді шпінелі, муліту. Додаток перліту до глини приводить до збільшення ступеня закристалізованості розплаву за рахунок утворення під час випалу більшої кількості кристалів шпінелі, муліту, які за рахунок рівномірного розподілу в об'ємі склофази сприяють підвищенню механічних властивостей керамзитового гравію.

Для вивчення впливу перлітового порошку на властивості керамзитового гравію була виготовлена серія дослідних мас (табл. 2). Їх готували за пластичною технологією ретельним перемішуванням порошоків глини та перліту з додаванням води до нормальної формувальної вологості. Випал зразків у вигляді відформованих гранул проводили в електричній муфельній печі за температури 1120...1150 °С.

Результати проведених досліджень підтверджують теоретичні дослідження і показують, що введення до глини відходів перлітового порошку у кількості до 6 % (мас.) позитивно впливає на зменшення середньої густини гранул і підвищення міцності та величини коефіцієнта конструктивної якості (ККЯ) керамзиту. Максимальне значення ККЯ гранул становить для мас з використанням додатка перліту у кількості 2...4 мас.% (маси № 3, 4). За збільшення додатка перліту більше як 6 % (мас.) поряд із підвищенням міцності керамзитового гравію спостерігається зниження його ККЯ, що пов'язано зі збільшенням середньої густини гранул за рахунок надмірного вмісту органічної складової у складі маси. Оптимальний вміст органо-мінерального додатку забезпечує можливість максимального ступеня кристалізації системи під час випалу з утворенням розтопу за структурної в'язкості у межах  $1,3 \cdot 10^8 \dots 6,0 \cdot 10^8$ , що у комплексі значно покращує якісні показники керамзитового гравію, розширює сировинну базу та ефективно утилізує промислові відходи олійного виробництва.



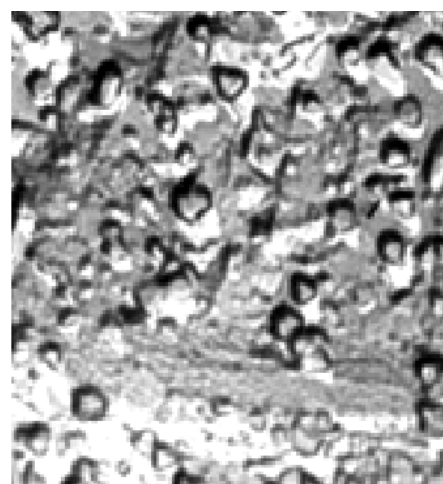
а ×8



в ×8



б ×24200



г ×24200

Рис. 3. Макро- і мікроструктура гранул керамзиту з мас на основі самбірської глини складу:  
а – глина самбірська; б – глина самбірська 95 % і перліт 4 %.

Таблиця 2

### Шихтові склади дослідних мас

Маса, №	% вміст компонентів		Властивості керамзиту		
	самбірська глина	перлітовий порошок	середня густина, г/см <sup>3</sup>	границя міцності за стиску, МПа	ККЯ
1	100	0	0,53	1,26	2,38
2	98	2	0,51	1,31	2,56
3	96	4	0,46	1,42	3,08
4	94	6	0,43	1,44	3,34
5	92	8	0,61	1,47	2,40

**Висновки.** У результаті досліджень вивчено вплив додатку відпрацьованого перлітового порошку освітлення нерафінованої олії на процеси структуро- і фазоутворення під час спучення керамзиту. Виявлено позитивний вплив додатку перлітового порошку на формування фазового

складу та мікроструктури гранул керамзиту, що забезпечує підвищені фізико-механічні показники керамзитового гравію.

1. Онацкий С. П. Производство керамзита. – 3-е изд. – М.: Стройиздат, 1987. – 333 с.
2. Расширение сырьевой базы в производстве керамзита / Л. Г. Шпынова, Н. В. Чубатюк, И. В. Солоха, В. П. Осейчук // Строительные материалы. – 1982. – № 11. – С. 19–20.
3. Применение шлаков ТЭС для изготовления керамзита / Л. Д. Антоненко, Г. М. Бигильдеева, В. А. Гостева, А. Е. Ханин // Промышленность керамических стеновых материалов и пористых заполнителей: Реф. информ. / ВНИИЭСМ. – 1980. – Вып. 6. – С. 5–6.
4. Еременко В. В., Лукоянчева Т. П., Кригсман Ф. Б. Влияние кремнеземистых и железистых добавок на прочность керамзита // Проблемы повышения прочности пористых заполнителей: Тез. докл. науч.-техн. конф. – Куйбышев, 1972. – С. 35–37.