

УДК: 666.3

DOI: 10.20535/iwccmm2024302947

ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНОГО СОРБЕНТУ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВІЮ

Антоніна БОНДАРЄВА,
PhD, асистент
КПІ ім. Ігоря Сікорського,
a.bondarieva@kpi.ua

Вікторія ТОБІЛКО,
к.т.н., доцент
КПІ ім. Ігоря Сікорського,
vtobilko@gmail.com

Дмитро ШЕЙКО,
студент
КПІ ім. Ігоря Сікорського,
dimaseko2017@gmail.com

Анотація. Актуальність роботи зумовлена необхідністю розширення сировинної бази для виробництва керамзитового гравію. Запропоновано використання відпрацьованого силікатного залізовмісного сорбенту, як одного з компонентів керамзитової шихти. В якості базового складу керамічної маси використовували червону та спонділову глину (Київська обл.) у співвідношенні 3:2. Відпрацьований сорбент додавали до шихти у кількості 15 мас.% для корегування хімічного складу та властивостей керамічної маси. Формування гранул керамзитового гравію проводили пластичним способом (формувальна вологість 20,5 %) з використанням лабораторного екструдера. Досліджено процес спучування зразків в інтервалі температур 1100 – 1150 °С. Встановлено, що додавання відпрацьованого сорбенту дозволяє знизити температуру спучування до 1125 °С та скоротити тривалість процесу до 5 хв.

Ключові слова: місцева сировина, пластичне формування, пористий заповнювач, температура спучування, утилізація.

Abstract. The relevance of the work is due to the need to expand the raw material base for the production of expanded clay gravel. It is proposed to use the spent silicate iron-containing adsorbent as one of the components of the expanded clay charge. The basic composition of the ceramic mass was 2 types of clay (Kyiv region) in a ratio of 3:2. The spent adsorbent was added to the charge in the amount of 15 wt.% to adjust the chemical composition and properties of the ceramic mass. The formation of expanded clay gravel granules was carried out by the plastic method (moulding moisture content of 20.5 %) using a laboratory extruder. The swelling process of samples at temperatures between 1100 °C and 1150 °C was investigated. It was found that the addition of a spent adsorbent can reduce the swelling temperature to 1125 °C and reduce the process duration to 5 min.

Key words: local raw materials, plastic forming, porous aggregate, swelling temperature, utilization.

Керамзитовий гравій – будівельний матеріал, який завдяки своїм технічним характеристикам може використовуватись не лише як заповнювач бетонів, теплоізолюючий або фільтруючий матеріал, а й для будівництва інфраструктурних об'єктів. Наприклад, для створення ізоляції на дорожніх та залізничних насипах, оскільки може витримувати тривалі динамічні навантаження [1].

На території України знаходиться достатня кількість родовищ глинистої сировини, яка придатна для виготовлення керамзитового гравію. Але, станом на сьогодні, значна їх частина знаходиться на тимчасово окупованих російською федерацією територіях або в зоні активних бойових дій. Тому виникає необхідність розширення сировинної бази, яке може бути реалізовано зокрема шляхом часткового використання промислових відходів, що дозволить покращити ефективне використання природних ресурсів, зменшити витрату енергоносіїв та знизити собівартість готової продукції.

Аналіз наукових досліджень показав, що в технології виготовлення будівельних матеріалів та сумішей, перспективним є використання відходів переробки сільськогосподарської продукції, роботи теплоелектростанцій, фармацевтичного скла тощо [2-4]. В роботах [5,6] була розглянута можливість утилізації силікатних сорбентів, після їх використання для очищення забруднених водних систем від сполук Cu(II) та Cr(VI), в технологічному процесі виробництва керамічних будівельних матеріалів (цегли, плитки). При проведенні експериментів з витримки отриманих матеріалів в потенційних середовищах їх експлуатації встановлено, що вторинне забруднення навколишнього середовища іммобілізованими токсикантами відсутнє. Отже, їх можна використовувати в технологіях виготовлення будівельних матеріалів, що передбачають високотемпературну обробку (від 950 °C).

Метою даної роботи було отримання керамзитового гравію пластичним способом на основі місцевої сировини (Київської обл.) та відпрацьованого залізовмісного силікатного сорбенту.

Згідно з ДСТУ Б.В.2.7-14-94 [7] глиниста сировина, яка використовується для виробництва керамзитового гравію повинна мати число пластичності не менше 10, а її хімічний склад відповідати вимогам, що наведені в табл.1.

Таблиця 1 – Хімічний склад керамзитової глинистої сировини, мас.%

SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	FeO+Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O+Na ₂ O	SO ₃	F ₂	Cl ₂	Органіка
≤ 70	10-25	0,1-2,0	2,5-12	<6,0	<4,0	1,5-6,0	<1,5	<0,5	<1,5	<3,0

Відомо, що проходження процесу спучування, відбувається за умови одночасного поєднання піропластичного стану глини з інтенсивним газовиділенням всередині гранули. Факторами, які обумовлюють ці процеси є реакції розкладу та відновлення оксидів заліза при взаємодії з органічними сполуками, хімічно зв'язана вода та розкладання слюдистих мінералів.

Базовий склад керамічної маси готувався з червоної та спонділової глини в співвідношенні 3:2 відповідно. Для корегування її хімічного складу (по вмісту Fe₂O₃) та властивостей, в шихту додавали 15 мас.% відпрацьованого сорбенту. Для цього його попередньо висушували до постійної маси при температурі 105°C та подрібнювали до отримання фракції ≤ 0,2 мм. В якості органічної добавки використовували активоване вугілля. Скорочений хімічний склад запропонованої шихти є наступним, мас.‰: 55,62 SiO₂, 15,38 Al₂O₃, 3,87 Fe₂O₃ та 4,30 CaO. За числом пластичності, що дорівнює 21, вона належить до середньопластичної сировини.

Формування керамзитових гранул здійснювали на лабораторному екструдері при формувальній вологості керамічної маси 20,5%. Спучування зразків проводили в інтервалі температур 1100-1150 °C та витримкою 5-10 хв. На рис. 1 представлені фото отриманих зразків керамзитового гравію в розрізі.

Візуальний аналіз отриманих зразків вказує на те, що при температурі 1150 °C та витримці 10 хв, спучування зразку базового складу не відбувається. Для зразку, до складу якого було додано відпрацьований сорбент, за аналогічних умовах спостерігається поява поверхневого металічного блиску, що характерно для розкладання слюдистих мінералів. Пориста структура неоднорідна, а стінки пор крихкі та оскловані.

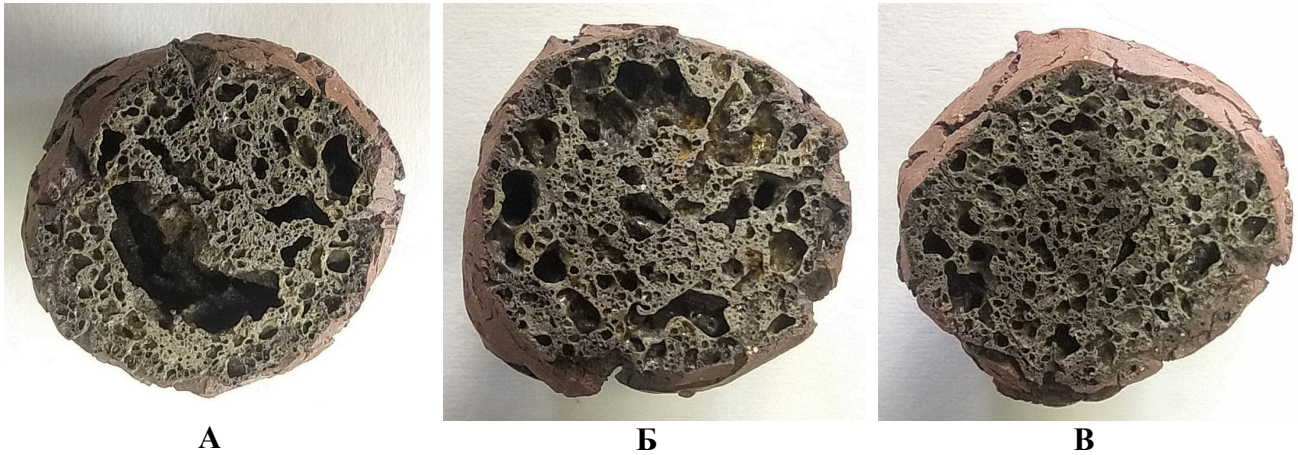


Рис. 1. Отримані зразки керамзитового гравію при різних умовах спучування (А – 5 хв при 1150 °С, Б – 10 хв при 1125 °С, В – 5 хв при 1125 °С)

При зменшенні часу спучування на 5 хв (рис. 1а) отриманий керамзитовий гравій має кращу пористу структуру, оплавлення стінок пор майже не спостерігається. Водночас, процеси спучування відбуваються достатньо активно, тому пори переважно крупні, що дозволяє зробити припущення про доцільність зменшення температури спучування. Так, при зниженні температури до 1125 °С, незалежно від часу витримки, керамзит-сирець збільшується в об'ємі вдвічі. Найбільш однорідна та розвинена пориста структура спостерігається для зразку, витримку якого проводили 5 хв (рис. 1в). При наступному зниженні температури до 1100 °С основні фізико-хімічні процеси утворення керамзиту не проходять.

ВИСНОВКИ

У роботі проведено дослідження щодо доцільності використання відпрацьованого залізовмісного силікатного сорбенту в технології виробництва керамзитового гравію на основі глинистої сировини Київської області. Встановлено, що його додавання у кількості 15 мас.% покращує хімічний склад шихти, зокрема встановлює вміст Fe_2O_3 на оптимальному для проходження процесу спучування рівні. Показано, що спучування керамічної маси запропонованого хімічного складу відбувається вже при температурі 1125 °С.

Список літератури

1. Furuberg, T., Watn, A., & Amundsgård, K. O. (2000). Effects of Leca insulation in roads and railways. *Ground Freezing 2000-Frost Action in Soils* (pp. 203-207). CRC Press. Retrieved from <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003078654-43/effects-leca-insulation-roads-railways-furuberg-watn-amundsg%C3%A5rd>
2. Дорогань, Н. (2023). Питання утилізації відходів промисловості в хімічній технології цементу. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*, 34(73), 8–14. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.2.2/02>
3. Федоренко, О.Ю., Самойленко, Н.М., Баранова, А.О., Лісачук, Г.В. & Кривобок, Р.В. (2023). Розробка складу матової поливи з використанням фармацевтичних скловідходів для виробництва карамограніту. *Питання хімії та хімічної технології*, 5, 123-134. <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2023-150-5-123-134>
4. Хоменко, О.С., Срібняк, Н.М., Грецай, С.О., Телющенко, І.Ф., Івченко, В.Д., & Душин, В.В. (2019). Розробка комплексної вигоряючої добавки для виробництва поризованої будівельної кераміки з підвищеною міцністю. *Питання хімії та хімічної технології*, 3, 166-175. <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2019-124-3-166-175>
5. Spasonova, L., Subbota I., & Sholom A. (2021). Devising technology for utilizing water treatment waste to produce ceramic building materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(10(109)), 14–22. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225256>
6. Bondarieva, A., & Tobilko, V. (2023). Utilization of spent adsorbent in a ceramic matrix. *Engineering Proceedings*, 56(1):138. <https://doi.org/10.3390/ASEC2023-15906>
7. ДСТУ Б.В.2.7-14-94. Будівельні матеріали. Сировина глиниста для виробництва керамзитового гравію та піску. Технічні умови.