

Шуляк А.В., студент 1 курсу ОР «магістр»,
спец. «184 Гірництва», групи РР-49м,
Науковий керівник: Наумов Я.О., асистент кафедри
гірничих технологій та будівництва
ім. проф. Бакка М.Т.,
Державний університет «Житомирська політехніка»

ЕКОЛОГІЧНО ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ПЕРЕРОБКИ ДРІБНОЗЕРНИСТИХ ВІДХОДІВ КАМЕНЕВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЖИТОМИРСЬКОЇ У ВИРОБНИЦТВІ ГЕОПЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

На сучасному етапі економічного розвитку України та світу, суспільство стикається як з новими можливостями, так і з новими загрозами. Більше того, невирішені проблеми, пов'язані з наслідками глобалізації, стають все більш серйозними і потребують нагального вирішення. Серед невирішених проблем сучасного суспільства є питання поводження з промисловими відходами. У деяких випадках питання переробки та утилізації промислових відходів навіть розглядається як частина національної безпеки. В Україні обсяг відходів гірничодобувної промисловості перевищує 25 мільярдів тонн, а їхня площа становить 150 000 га.

Особливе місце в мінерально-сировинному потенціалі Житомирської області займають поклади магматичних інтрузивних порід (граніти, габро, лабрадорити), які забезпечують мінеральну-сировинну базу для гірничих підприємств з видобутку та виробництву декоративно-облицювальної сировини з каменю. Каменеvidобувні та каменеобробні підприємства утворюють велику кількість відходів каменю. З усіх видів відходів вище наведених виробництв, дрібнозернисті відходи найменше піддаються переробці. В цьому дослідженні розглядається використання дрібнозернистих відходів каменю в геополімерних сумішах, які характеризуються високими технічними та екологічними показниками.

На території області користувачам надано 92 родовища природного каменю з загальними запасами 140 млн. м³. Це створює високу концентрацію переробних підприємств у регіоні. Як і будь-які переробні підприємства, каменеобробні також створюють відходи. За окремими оцінками щорічний обсяг утворення відходів під час обробки природного каменю підприємствами у Житомирському регіоні може сягати до 50 тис. м³.

Дрібнодисперсні відходи природного каменю можна розділити за місцем їх утворення:

- на відходи каменеобробного виробництва, що утворюються на підприємствах з обробки природного (блочного) каменю. Вони характеризуються мінливістю якісного складу, що спричинене переробкою різнотипних гірських порід за мінералогічним та хімічним складом;
- на відходи каменеvidобувного виробництва, що утворюються на підприємствах з видобування природного каменю (як блочної, так і було-щебеневої сировини). Які характеризуються переважною сталістю якісного складу, що спричинене незначним коливанням мінералогічного та хімічного складу гірської породи в межах родовища.

Нині існують сучасні тенденції розвитку галузі будівельних матеріалів, що включають у себе акцент на стійкість, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та пошук екологічно-ефективних рішень. Розвиток галузі в напрямку розробки екологічно чистих матеріалів зумовлене зростанням екологічної свідомості населення, обмеженістю природними ресурсами і посиленнями екологічними стандартами в різних країнах.

Одним з найперспективніших напрямків утилізації дрібнодисперсних відходів нерудної будівельної індустрії є геополімерні матеріали, сфера застосування яких є надзвичайно різноманітною. Для визначення сфери застосування геополімерів вивчають хімічний склад їхніх компонентів.

Відповідні властивості, структури та застосування геополімерів залежать від співвідношення Si/Al:

- Si/Al = 1 – матеріали для виготовлення цегли, кераміки та вогнестійких виробів;
- Si/Al = 2 – матеріали для виробництва в'язучих, бетонів з низьким виділенням вуглекислого газу при виробництві, та матеріали для капсулювання отруйних та токсичних відходів;
- Si/Al = 3 – матеріали для виготовлення скловолокна, для виробництва обладнання, що використовується у ливарному виробництві;
- Si/Al > 3 – матеріали для виготовлення герметизуючих покриттів;
- 20 < Si/Al < 35 – матеріали для виготовлення вогнестійких та стійких до впливу високих температур фіброматеріалів.

Було досліджено хімічний склад дрібнодисперсних відходів каменеvidобувного виробництва для найбільш поширеніших видів гірських порід Житомирської області (граніти, габро, лабрадорити) (табл. 1).

Хімічний склад дрібнодисперсних відходів каменевидобувного виробництва

Компонент	Бистрівське родовище габро, wt. %	Невіривське родовище лабрадориту, wt. %	Лезниківське родовище граніту, wt %
SiO ₂	51,530	50,790	69,290
Al ₂ O ₃	15,764	19,300	14,030
Fe ₂ O ₃	12,329	9,310	4,950
CaO	8,950	9,710	1,830
Na ₂ O	2,785	3,700	2,780
MgO	4,185	3,470	0,526
K ₂ O	1,214	0,861	5,300
TiO ₂	2,011	1,890	0,407
P ₂ O ₅	0,604	0,277	0,283
SO ₃	0,273	0,191	0,013
Mn ₂ O ₃	0,211	0,121	0,064
SrO	0,065	0,065	0,018
ZnO	-	0,012	0,021
Cr ₂ O ₃	-	0,021	0,035
As ₂ O ₃	-	0,088	0,060
Cl	-	0,052	0,051
Всього:	99,921	99,858	99,657
Si/Al	3,27	2,63	4,94

Отже як було показано в табл. 1, дрібнодисперсні відходи каменевидобувного виробництва можна використовувати при виготовленні геополімерів для герметизуючих покриттів. Але при дослідженні відходів з Невіривського лабрадориту було виявлено, що відношення Si/Al не відповідає жодному складу компонентів геополімерної суміші, що використовується при виготовленні відповідного матеріалу. Тому для використання відходів лабрадориту у геополімерних сумішах необхідно детально дослідити їх експлуатаційні характеристики.

Список використаних джерел:

1. Aralovna, O. G., Nurillaevich, O. B., Ayonovna, A. S., & Manzarov, Y. K. (2023). Ecological globalization and its social place in the globalization system of processes. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 10(1S), 5000-5006. <https://sifisheriessciences.com/journal/index.php/journal/article/view/1815>
2. Шамрай В.І., Мельник-Шамрай В.В., Темченко А.Г., Махно А.М., Ігнатюк Р.М. Дослідження якісних властивостей відходів каменевидобування та каменеобробки з метою їх використання як сировини для виготовлення геополімерного бетону. *Технічна інженерія*. 2023. Вип. 1(91). С. 385–397. [https://doi.org/10.26642/ten-2023-1\(91\)-385-397](https://doi.org/10.26642/ten-2023-1(91)-385-397)
3. Terrones-Saeta JM, Suárez-Macías J, Corpas-Iglesias FA, Korobiichuk V, Shamrai V. Development of Ceramic Materials for the Manufacture of Bricks with Stone Cutting Sludge from Granite. *Minerals*. 2020; 10(7):621. <https://doi.org/10.3390/min10070621>
4. Нестеровський, В., Деревська, К., & Руденко, К. (2021). Проблеми та шляхи оптимізації використання відходів облицювального каміння в Україні. *Збірник матеріалів XI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння»*, 04–05 листопада 2021 року. С. 39-41.
5. Studinski, V., & Dynyak, S. (2021). Economic and ecological aspects of granite mining in Zhytomyr region: problems and prospects. *University Economic Bulletin*, (51), 90-95. <https://doi.org/10.31470/2306-546X-2021-51-90-95>
6. Oyejobi, D. O., Firoozi, A. A., Fernandez, D. B., & Avudaiappan, S. (2024). Integrating Circular Economy Principles into Concrete Technology: Enhancing Sustainability Through Industrial Waste Utilization. *Results in Engineering*, 102846. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102846>
7. J. Davidovits, Geopolymers: Ceramic-Like Inorganic Polymers, *Journal of Ceramic Science and Technology*, 8, 3, 2017, 335-350.
8. Gupta, L. K., & Vyas, A. K. (2018). Impact on mechanical properties of cement sand mortar containing waste granite powder. *Construction and Building Materials*, 191, 155-164. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.203>
9. Munir, Q., Abdulkareem, M., Horttanainen, M., & Kärki, T. (2023). A comparative cradle-to-gate life cycle assessment of geopolymer concrete produced from industrial side streams in comparison with traditional concrete. *Science of The Total Environment*, 865, 161230. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161230>