

Наумов Я.О., асистент

Шамрай В.І., к.т.н., доцент

*Кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.,
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ВІДХОДІВ КАМЕНЮ НА ВЛАСТИВОСТІ ГЕОПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛАХ

На сучасному етапі глобалізації та інтенсивного розвитку промисловості питання раціонального використання ресурсів і зниження негативного впливу на навколишнє середовище стає особливо актуальним. В Україні, як і в багатьох інших країнах, проблема накопичення промислових відходів посідає чільне місце серед екологічних викликів. Одним із перспективних рішень є розробка та застосування геополімерних матеріалів, здатних переробляти відходи різних промислових галузей, включаючи каменевидобувну та каменеобробну. Геополімери користуються попитом у будівництві та промисловості завдяки своїм властивостям: високій міцності, термостійкості, а також мінімальним викидам вуглекислого газу при виробництві[1].

Дрібнодисперсні відходи видобування природного каменю (граніту, габро, лабрадориту) мають у своєму складі компоненти, які дозволяють використовувати їх для виготовлення геополімерів. Зокрема, відходи з гірничодобувних підприємств можуть слугувати основою для геополімерних композитів, які відповідають сучасним екологічним стандартам. Дослідження показують, що такі відходи сприяють підвищенню механічних характеристик і довговічності геополімерів, роблячи їх ефективним матеріалом для широкого кола будівельних і промислових застосувань[2].

Прикладом застосування геополімерів є створення екологічно чистих бетонів, придатних для капсулювання токсичних речовин, герметизації поверхонь і виготовлення вогнестійких будівельних матеріалів. Це особливо актуально на тлі зростаючої екологічної свідомості та вимог до сталого розвитку, а також в умовах європейської політики переходу на «зелену» економіку.

Дослідження показують, що геополімери, виготовлені з відходів каменевидобувних підприємств, можуть досягати значної міцності на стиск, порівняної з традиційними бетонами середньої міцності, що відкриває для них широкі перспективи в будівництві. Переважаюча фракція частинок у цих відходах становить від 0,14 до 0,63 мм, що є наслідком технологічних процесів видобування та переробки гірських порід (буріння, різання, дроблення). У випадку дрібнодисперсних відходів каменеобробної промисловості розміри частинок є значно меншими (від 0,05 до 0,1 мм) через процеси шліфування та полірування, які вимагають високої якості поверхні каменю.

Для виготовлення геополімерів у цьому дослідженні використовували дрібнодисперсні відходи Лезниківського родовища граніту. Методика її включала такі кроки:

1. В дослідженні використовувалося 2,2 кг дрібнодисперсних відходів каменевидобувного виробництва, що висушувалися до постійної маси при температурі 105°C.

2. Під час висушення дрібнодисперсних відходів, готувався 2-молярний розчин гідроксиду натрію (NaOH) загальним об'ємом 220 мл (10% до маси висушених дрібнодисперсних відходів). За для цього в 100 мл дистильованої води було розчинено 8 г NaOH. І при взаємодії гідроксиду натрію з дистильованою водою відбувалося виділення тепла. Розчин залишали у скляній колбі на 24 години.

3. До розчину гідроксиду натрію додавалося рідке скло (Na_2SiO_3) з розрахунку 10% до маси висушених дрібнодисперсних відходів. Після додавання рідке скло ретельно змішувалося з розчином луку.

4. У висушені відходи додавали розчин гідроксиду натрію та рідкого скла ($\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{SiO}_3$) і ретельно перемішували до однорідності.

5. Надалі формувалися кубічні зразки розмірами 70×70×70 мм. Для цього суміш укладалася у форми і проводилося пресування із тиском 10 МПа. Слід зауважити, що при виготовленні зразків використовували пергаментний папір для уникнення приставання до форми після затвердіння зразків, у зв'язку з високою адгезією до металічної форми, що дозвляло їх з легкістю виймати і при цьому їх не руйнуючи.

6. Отримані зразки тверділи при поступовій тепловій обробці температури 200 °C, що пришвидшило реакцію геополімеризації.

7. Дані кубічні зразки (рис. 1) випробовувалися на міцність на стиск, які показали непогані результати.

Застосування розчину гідроксиду натрію та рідкого скла дало змогу отримати геополімерні суміші з використанням дрібнодисперсних відходів каменевидобування з міцністю при стиску від 10 до 20 МПа. При цьому геополімерні суміші з дрібнодисперсних відходів каменеобробного виробництва мають меншу міцність на стиск. Характеристики досліджуваних зразків показано в табл. 1.



Рис. 1. Геополімерні зразки, що випробовувалися на міцність

Процеси утилізації відходів можна розглядати як важливий фактор зниження негативного впливу на довкілля та покращення стану промислового виробництва. Важливою умовою для розвитку підприємств з переробки є наявність ефективної державної політики у сфері поводження з відходами, а також стимулювання й підвищення мотивації компаній до зменшення навантаження на природу. Завдання щодо підтримки цієї галузі має стати пріоритетним кроком на шляху до екологічно збалансованого розвитку регіонів.

Таблиця 1.

Характеристика досліджуваних геополімерних сумішей

№ п/п	Тип відходів, маса сухої суміші, кг	Витрата розчину лугу (NaOH + H ₂ O), мл	Витрата рідкого скла (Na ₂ SiO ₃), кг	Міцність при стиску, МПа
1	Дрібнодисперсні відходи каменевидобування, 2,2 кг	220	0,220	17,18
2		220	0,220	14,95
3		220	0,220	14,72

Таким чином, використання дрібнодисперсних відходів каменевидобування та каменеобробного виробництва дає змогу отримати нові матеріали та відкриває нові можливості утилізації відходів каменевидобування у будівельній галузі.

Список використаних джерел:

1. Башинський С.І., Блецко М.І., Панасюк А.В., Припотень Ю.К., Остафійчук Н.М. Дослідження фізико-хімічних властивостей дрібнодисперсних відходів каменеобробних підприємств з метою визначення стратегії поведінки. Технічна інженерія. 2023. Вип. 1 (91). С. 271-279
2. Наумов Я.О., Скиба Г.В. Склад і виготовлення геополімерного бетону із використанням пульпи як наповнювача. Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”. Житомир, 2021. С.29