

ВИКОРИСТАННЯ ДРІБНИХ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗНИХ РУД У ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЯХ

Сучасна будівельна галузь стикається з двома основними викликами: забезпечення ресурсоефективного виробництва та зменшення впливу на довкілля. У цьому контексті особливо актуальним стає повторне використання промислових відходів, зокрема дрібних відходів збагачення залізних руд (шламів), які утворюються у великій кількості під час магнітної або флотаційної сепарації. Зазвичай ці відходи накопичуються у відвалах або шламосховищах, займаючи великі площі та створюючи екологічну загрозу через пиловиділення, забруднення ґрунтових і поверхневих вод. За даними досліджень, у складі шламів переважають частинки розміром менше 0,16 мм, з високим вмістом оксидів заліза (до 60%) і кварцу. Такі характеристики дозволяють розглядати їх як потенційно ефективний компонент для бетонів, як активну мінеральну добавку або часткову заміну традиційного дрібного заповнювача (піску).

Використання шламів у бетонних і залізобетонних конструкціях дає змогу покращити ряд фізико-механічних характеристик: зменшити пористість, підвищити щільність, морозостійкість та водонепроникність. Також відзначено, що при правильному підборі складу суміші шлами можуть навіть підвищувати ранню міцність бетону завдяки наявності мікрокремнезему, що бере участь у пуцолановій реакції [1]. Експериментальні дослідження показали, що оптимальний вміст шламів може становити до 15% від маси цементу або до 30% заміни дрібного заповнювача без суттєвого зниження основних показників міцності бетону. Проте при перевищенні цих значень можлива втрата однорідності суміші та зниження показників довговічності, тому важливо проводити попереднє гранулометричне та хімічне аналізування відходів [2].

Криворізький залізорудний басейн є найбільшим в Україні та одним із найбільших у світі, зосереджуючи значні обсяги видобутку та збагачення залізних руд. Внаслідок цих процесів утворюються великі кількості відходів, зокрема шламів, які накопичуються у хвостосховищах регіону. За оцінками, загальний обсяг відходів збагачення бідних залізних руд у хвостосховищах Кривбасу становить від 4 до 6 мільярдів тонн. Зокрема, запаси залізорудних шламів оцінюються приблизно в 2,5 мільярда тонн, із вмістом магнітного заліза від 3,06% до 7,17%, а загального заліза — від 15,7% до 18,6%. Накопичення таких значних обсягів відходів створює екологічні проблеми для регіону, зокрема забруднення ґрунтів та водних ресурсів. Тому питання утилізації та повторного використання цих відходів, наприклад, у будівництві залізобетонних конструкцій, набуває особливої актуальності для зменшення негативного впливу на довкілля та раціонального використання ресурсів. Важливо також зазначити, що впровадження шламів у будівельні технології потребує належного нормативного та технічного регулювання. На сьогодні в Україні відсутні чіткі стандарти щодо використання відходів збагачення залізних руд у бетонних сумішах, що стримує їх широке впровадження в будівельну практику. Розробка відповідної нормативної бази дозволила б забезпечити стабільну якість продукції та безпечні умови експлуатації конструкцій із додаванням шламів. Використання дрібних відходів збагачення залізних руд у складі залізобетонних конструкцій відповідає принципам циркулярної економіки, сприяє скороченню обсягів промислових відходів, економії природних ресурсів та зменшенню викидів CO₂, пов'язаних із виробництвом цементу. Це відкриває нові перспективи для сталого будівництва, особливо в регіонах, де розташовані гірничо-збагачувальні підприємства.

Список літератури

1. Белозьоров В. І., Горелов Ю. М. *Використання промислових відходів у будівництві*. – Київ: Будівельник, 2020.
2. Пономарьов В. С., Клімов С. А. *Мінеральні відходи як компоненти бетонних сумішей* // Вісник будівництва. – 2021. – №3(87). – С. 45–51.
3. Mymrin V. et al. *Utilization of iron ore tailings as fine aggregate in ultra-high performance concrete* // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 270. – 122187.
4. RILEM Technical Committee. *State of the Art Report: Use of Mining and Metallurgical Waste in Concrete*. – Springer, 2019.