

УДК 669.181

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ҐРУНТОВИХ ОСНОВ ІЗ МЕТАЛУРГІЙНИХ ШЛАКІВ ДІЄВСЬКОЇ БАЛКИ М. ДНІПРО НА ОСНОВІ ХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ

Сімонов Ю. Ю.¹, аспір.,

Ульянов В. Ю.², асист., Волнянський Ю. Ю.³, зав. лаб.

ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
Українського державного університету науки і технологій

¹simonov.yurii@365.pdaba.edu.ua,

²uluanovvu@gmail.com, ³volnianskyi.yurii@pdaba.edu.ua

Постановка проблеми. Як відомо, металургійні шлаки вкрай рідко використовуються як основа капітальних споруд, у зв'язку з чим інформація щодо їхньої поведінки в такій ролі є обмеженою. На території міста Дніпро значні площі відсипані відходами металургійного виробництва, що накопичувалися протягом понад 100 років. Потужність таких нашарувань у деяких районах досягає понад 23 м. З часом частина цих територій, зокрема й заповнені шлаками міські балки, неминуче перетворюється на будівельні майданчики, а сформовані на них ґрунти — на основу майбутніх будівель і споруд різного призначення, включаючи об'єкти транспортної інфраструктури. Це явище набуває особливої актуальності за умов дефіциту придатних площ під забудову. Водночас поведінка металургійних шлаків у ролі основи будівель залишається маловивченою, хоча деякі її аспекти все ж були відзначені окремими дослідниками [1–5].

Мета дослідження. Метою даного дослідження є встановлення рівня стійкості ґрунтових основ, сформованих із металургійних шлаків у межах Дієвської балки м. Дніпро, шляхом аналізу їх хімічного складу.

Результати дослідження. Нижче наведено результати дослідження металургійних шлаків Дієвської балки міста Дніпро, які використовувалися як основа під деякі будівлі та споруди транспортного призначення. У процесі експлуатації ці об'єкти зазнають помітних деформацій, що й стало підставою для проведення відповідного аналізу. Проби шлаку для спеціальних досліджень були відібрані зі свердловини діаметром 100/80 мм та глибиною 0,5 м, пробуреної в напівпідвальному приміщенні однієї з будівель у зоні максимального прояву негативних експлуатаційних факторів.

Результати хімічного аналізу свідчать, що основними компонентами досліджених шлаків є оксид кальцію (CaO) та кремнезем (SiO_2), сумарний вміст яких перевищує 71 %. Шлаки класифікуються як доменні висококремнеземисті, середньокальцієві ($\text{CaO} + \text{MgO}$ у межах 20–45 %), низькоглиноземисті (вміст Al_2O_3 у межах 2,493–2,713 %) і маломagneзіальні (до 8 % MgO). Такий тип доменних шлаків практично не твердне у відвалах з часом. Особливу небезпеку становить силікатний розпад, характерний для висококальцієвих, маломарганцевих і малоглиноземистих шлаків, наявних на досліджуваній ділянці. Цей процес супроводжується суттєвим набуханням матеріалу, що підтверджується результатами високоточної геодезичної зйомки. Силікатний розпад сприяє підвищенню дисперсності середовища, що в сукупності з іншими чинниками призводить до деформацій, які вже тривалий час спостерігаються на окремих об'єктах досліджуваної території.

Величина магнезіального модуля k_{Mg} для проби шлаку з глибини 0,4 м становить 0,135, що є меншим за граничне значення 0,6, допустиме для влаштування основ. Однак, як зазначалося вище, ця залежність актуальна виключно для електроплавильних шлаків. Щодо доменних шлаків подібні нормативні критерії наразі відсутні. Водночас, стійкість структури шлаку за вмістом оксиду кальцію є задовільною: вміст CaO у пробі становить 27,56 %, що є меншим за граничне значення 55,38 %. Для проб шлаків з глибини 0,48 м значення

магнезіального модуля становлять 0,08 та 0,09 відповідно, що також не перевищує нормативного значення 0,6 і є допустимим для влаштування основ. Стійкість структури за вмістом СаО у цих пробах також забезпечується: зафіксовані значення становлять 34,81 % та 37,601 %, що є меншими за граничне значення 69,38 %.

Висновки. Незважаючи на проведені дослідження, що мали попередній і локальний характер, питання придатності доменних шлаків із досліджуваним хімічним складом і фізико-механічними властивостями як ґрунтової основи залишається відкритим. Зокрема, невизначеним залишається і чисельне вираження цієї придатності у вигляді відповідних коефіцієнтів, які, до того ж, були розроблені для шлаків іншого типу. Актуальність проблеми підтверджується зафіксованими деформаціями будівель і споруд, що пов'язані з набуханням шлакових основ. Це вказує на необхідність проведення подальших спеціалізованих досліджень із метою встановлення чисельних залежностей, специфічних саме для доменних шлаків.

Крім того, досі не з'ясованим залишається можливий зв'язок між окремими показниками гідравлічної активності металургійних шлаків і їхньою придатністю для використання в капітальному будівництві. Водночас, досвід дорожнього будівництва свідчить, що застосування активних шлаків у конструкціях дорожнього полотна, попри їхню цементуючу дію, упродовж кількох років експлуатації призводить до розтріскування покриття та зсуву шарів. Для конструкцій, зведених із використанням неактивних шлаків, подібні процеси не спостерігаються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ Б В.2.7-72-98. Щебінь та гравій із щільних гірських порід та відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи хімічного аналізу. Київ, 1998.
2. ДСТУ 9043:2020. Матеріали щебеневі зі шлаків металургійних для дорожнього будівництва. Технічні умови. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020.
3. Большаков В. І., Бондаренко Г. М., Головка А. І. та ін. Напрямки і перспективи використання відходів металургійної, гірничорудної та хімічної промисловості в будівництві. 2-ге вид., випр. та доп. Дніпропетровськ : Gaudeamus, 2000. 140 с.
4. Bulko R., Masarovičová S., Gago F. Determination of the Basic Geotechnical Parameters of Blast-Furnace Slag from the Kremnica Region. *Materials*. 2023. Vol. 16 (17). P. 5966.
5. Yildirim I. Z. Long-term and accelerated swelling of steel slag-glass powder and steel slag-fly ash mixtures as sustainable geo-materials. *Journal of Cleaner Production*. 2024. P. 467.