

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет гірничо-металургійний
Кафедра безпеки праці та охорони довкілля

АВТОРЕФЕРАТ
кваліфікаційної роботи

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Інноваційні технології та системи
захисту навколишнього середовища»
за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища

**на тему «Використання шлаків металургійного виробництва для
відновлення доріг»**

Здобувач

Олег КОШЕЛЄВ

Кам'янське, 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі безпеки праці та охорони довкілля.

Керівник: Пікареня Дмитро Сергійович, доктор геологічних наук, професор, професор кафедри безпеки праці та охорони довкілля

Захист відбудеться 24 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні екзаменаційної комісії (https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_MWEwMTc5NTgtOWU1Yy00ZTM4LWFjNWEtMmU4OGI4ZjYwYTgz%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7d).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозиторії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 19 січня 2024 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми досліджень. В умовах євроінтеграції України виявлення шляхів зменшення еколого-економічних ризиків у виробничій діяльності підприємств чорної металургії може отримати додатковий поштовх для їх розвитку та конкурентоспроможності на національному та міжнародному ринках. Прикладом підвищення еколого-економічної безпеки підприємств, може стати розгляд відходів виробництва підприємств чорної металургії як вторинних матеріальних ресурсів. Варіант використання шлаків металургійного виробництва для відновлення доріг відомий, має поширену багаторічну практику впровадження у будівельній індустрії, а в сучасних умовах відбудови країни може набути більшої уваги і реалізації, що свідчить про актуальність даних досліджень.

Це підтверджується тим, що у 2015 р. Комісія ЄС прийняла план дій щодо циркулярної економіки, яка спрямована на стимулювання сталого споживання і застосування виробничих моделей з дотриманням зобов'язань ЄС у рамках «Програми сталого розвитку 2030», а також відповідає розпорядженню Кабінету Міністрів України від 04 грудня 2019 року №1420-р «Про застосування відходів виробництва в дорожньому будівництві». Прикладом практичної значущості реалізації шлаку як будівельного матеріалу є те, що у 2020 р. ДП «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» використало 300 тис. м³ доменних шлаків для відновлення доріг.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є оцінити можливість реалізації шлаку в якості вторинних матеріальних ресурсів для відновлення доріг.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні задачі:

1. Дослідити доцільність використання металургійних шлаків як вторинної сировини для відновлення автомобільних доріг з урахуванням забезпечення екологічної безпеки старопромислових районів, на території яких акумульовані дані відвали.

2. Проаналізувати національний та міжнародний досвід щодо шляхів використання металургійних шлаків як вторинної сировини, зокрема під час відновлення автомобільних доріг та з огляду на екологічні фактори впливу їх утилізації у порівнянні з складуванням відвалів.

3. Проаналізувати цінність металургійного шлаку як дорожньо-будівельного матеріалу.

4. Оцінити екологічну безпеку використання металургійних шлаків як заміника природного матеріалу в дорожньому будівництві.

5. Розглянуті мінімальні вимоги щодо безпеки під час зливання шлаку на відвалі та під час грануляції шлаку.

6. Визначити розмір екологічного податку за розміщення відвального шлаку.

Об'єкт досліджень – ефективність використання металургійних шлаків як дорожньо-будівельних матеріалів з урахуванням забезпечення питань екологічної безпеки їх реалізації на окремих етапах життєвого циклу їх перетворення на вторинні будівельні ресурси.

Предмет дослідження – відвальний доменний шлак металургійного виробництва як вторинні матеріальні ресурси.

Методи дослідження. Для реалізації визначених завдань застосовані загальнонаукові методи дослідження: порівняння, аналізу, розрахунку. Для оцінки цінності доменного відвального шлаку як будівельної сировини для відновлення доріг визначені його модуль основності, модуль активності та коефіцієнт якості, проаналізовані фізико-механічні властивості шлакових матеріалів.

Структура кваліфікаційної роботи. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, одного додатку. Загальний обсяг роботи становить 80 сторінок, робота містить 7 рисунків, 17 таблиць. Список використаних джерел складається з 29 джерел.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми кваліфікаційної роботи, сформульована мета і задачі, визначені об'єкт і предмет дослідження. Надана інформація щодо публікацій, апробації кваліфікаційної роботи.

У першому розділі *«Аналітичний огляд використання шлаків металургійного виробництва для відновлення доріг»* розглянуті теоретичні засади підвищення екологічної безпеки у дорожньому будівництві шляхом застосування металургійних шлаків.

Значна протяжність автомобільних доріг загального користування не відповідає вимогам щодо їх міцності та рівності. Підвищення рівня екологічної безпеки за рахунок зниження питомих витрат енергоресурсів і матеріалоемності в проектах розвитку дорожнього господарства може відбуватися шляхом застосування сучасних матеріалів, а також новітніх технологій будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг.

Аналіз інформаційних джерел показав, що у будівництві автомобільних доріг витрати на матеріали, як правило, сягають понад 60 %. Задля підвищення показників ресурсоефективності проектів будівництва необхідно приділяти увагу розширенню асортименту заповнювачів за рахунок використання нетрадиційних матеріалів таких, як відходів промисловості, зокрема доменних шлаків. В умовах зеленої відбудови країни актуалізуються науково-практичні дослідження в галузі технології та організації будівельного виробництва присвячені використанню як вторинної сировини відходів металургійного виробництва.

Вимоги національних стандартів ураховують основні положення європейських норм щодо матеріалів та процесів для влаштування шарів дорожнього одягу, укріплених гідравлічними в'язучими.

Металургійні комбінати реалізують практику розробки і впровадження нормативної документації у вигляді технічних умов (ТУ) задля розширення сфери утилізації металургійних шлаків.

У другому розділі «Визначення цінності доменного шлаку як сировини для дорожньо-будівельних матеріалів» розглядається цінність доменного шлаку як сировини для дорожньо-будівельних матеріалів, зокрема на підставі розрахунку модулю основності, модулю активності, коефіцієнту якості. Аналітичні дослідження виконано на прикладі шлаків доменних відвальних металургійного комбінату.

За даними паспортів відвантаження споживачам доменних шлакових матеріалів за даними цеху переробки шлаків на металургійного комбінату виконано аналіз їх фізичних та хімічних властивостей.

Шлакові матеріали мають кристалічну структуру, агрегатний стан у воді сталий, не розчинні.

Переважаюча більшість проаналізованих проб модуля основності відноситься до середніх, а за модулем активності – до активних.

На підставі аналізу фізико-хімічних показників, гранулометричного складу шлакового матеріалу, виявлена доцільність їх розгляду як вторинних матеріальних ресурсів для відновлення дорожнього полотна автомобільних доріг.

У третьому розділі «Життєвий цикл металургійного шлаку» наведена структура продукційної системи перетворення металургійних відходів в дорожньо-будівельні матеріали та системна модель забезпечення екологічної безпеки при використанні промислових відходів як вторинного будівельного матеріалу.

Концепція оцінки життєвого циклу продукту (Life cycle assessment) з точки зору його впливу на довкілля визначена міжнародними стандартами серії ISO 14040. Життєвий цикл (life cycle) визначається як послідовні та пов'язані між собою ступені системи продукту – від придбання сировини або добування природних ресурсів до остаточного видалення.

На підставі аналітичного огляду виявлено, що останньою фазою життєвого циклу металургійного шлаку як будівельного матеріалу є саме його застосування, наприклад, дорожньому будівництві.

Реалізацію металургійного шлаку як дорожньо-будівельного матеріалу слід розглядати з двох позицій: по-перше, забезпечення екологічної безпеки при управлінні відходами металургійного виробництва; по-друге, забезпечення екологічної безпеки при проектуванні конструкції дорожнього одягу з альтернативними матеріалами. При цьому слід звернути увагу на перший варіант, з огляду збереження природного матеріалу за рахунок використання конструкції дорожнього одягу з найбільшим вмістом металургійного шлаку.

У четвертому розділі *«Мінімальні вимоги безпеки у відвальному господарстві»* розділі наведені мінімальні вимоги щодо безпеки під час зливання шлаку на відвалі та під час грануляції шлаку у відповідності до «Мінімальні вимоги щодо безпеки та здоров'я на роботі у доменному виробництві», які затверджені Наказом Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України 19 березня 2021 року № 568.

Мінімальні вимоги щодо безпеки та здоров'я на роботі у доменному виробництві є обов'язковими для всіх суб'єктів господарювання, які використовують найману працю, що пов'язана з монтажем, налагодженням, ремонтом, обстеженням, технічним діагностуванням і експлуатацією устаткування доменних цехів (печей) на металургійних підприємствах.

В роботі розглянуті саме мінімальні вимоги щодо безпеки під час зливання шлаку на відвалі та мінімальні вимоги щодо безпеки під час грануляції шлаку.

У п'ятому розділі *«Економічне обґрунтування доцільності використання металургійних шлаків як дорожньо-будівельних матеріалів»* розраховано розмір екологічного податку за розміщення 1 т відвального шлаку та для середньої щорічної кількості обсягів нереалізованих шлакових матеріалів металургійного комбінату у спеціально відведених для цього місцях (за даними попередніх років).

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі поставлена і вирішена актуальна науково-практична задача, що полягає в обґрунтуванні ефективності реалізації шлаку в якості вторинних матеріальних ресурсів для відновлення доріг з урахуванням забезпечення питань екологічної безпеки їх реалізації на окремих етапах життєвого циклу їх перетворення на вторинні будівельні ресурси в умовах «зеленої» відбудови країни.

На основі результатів проведеної роботи зроблені наступні висновки.

1. Використання металургійних шлаків як вторинної сировини для відновлення автомобільних доріг, оскільки спрямоване на вирішення наступних актуальних питань: забезпечення економії природних сировинних ресурсів в умовах загальних вимог щодо зменшення обсягів видобування мінеральних корисних копалин; відповідає світовим рекомендаціям щодо досягнення екологічних показників «зеленого» будівництва; зменшення техногенного навантаження старопромислових районів; зменшення потреб у відведенні земельних ділянок під відвалоутворення.

2. В Україні наявне технологічне і практичне підґрунтя для утилізації металургійних шлаків, але рівень їх використання як вторинної сировини низький у порівнянні з іншими країнами. Доменні шлаки в багатьох розвинених країнах навіть не мають статусу відходів, а відносяться до вторинної сировини. На заводі впровадження циркулярного підходу в галузі шлакопереробки стає низка проблем, зокрема правові та логістичні.

3. Показана цінність металургійного шлаку як дорожньо-будівельного матеріалу, на прикладі шлаку доменного відвального металургійного комбінату на підставі визначення модуля основності, модуля активності та коефіцієнту якості, а також з урахуванням аналізу хімічного складу, фізико-хімічних та фізико-механічних властивостей шлакових матеріалів.

4. Розглянута системна модель оцінювання екологічної безпеки використання металургійних шлаків як заміника природного матеріалу в дорожньо-

му будівництві, яка включає моделі підсистем поводження з відходами та будівництва доріг, описує основні процеси життєвого циклу перетворення металургійних шлаків в ланцюзі «відходи – сировина – матеріал – елемент конструкції дорожнього одягу», вхідні і вихідні параметри процесів та зворотні зв'язки, які дозволяють реалізувати усі фази життєвого циклу металургійного шлаку.

5. Розглянуті мінімальні вимоги щодо безпеки під час зливання шлаку на відвалі та під час грануляції шлаку у відповідності до «Мінімальні вимоги щодо безпеки та здоров'я на роботі у доменному виробництві», які затверджені Наказом Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України 19 березня 2021 року № 568.

6. Визначено розмір екологічного податку за розміщення 1 т відвального шлаку та для середньої щорічної кількості обсягів нереалізованих шлакових матеріалів металургійного комбінату у спеціально відведених для цього місцях (за даними попередніх років).

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Кошелєв О.О. Огляд доцільності реалізації шлаків металургійного виробництва у будівельній галузі в умовах відновлення країни / *XI Міжнародній науково-практичній конференції “MODERN PROBLEMS OF SCIENCE, EDUCATION AND SOCIETY”*, 8-10.01.2024, Київ. С. 414-417.

АНОТАЦІЯ

Кошелєв О.О. Використання шлаків металургійного виробництва для відновлення доріг.

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища.

Робота присвячена розгляду питань реалізації шлаку, зокрема доменного, як матеріалу для відновлення доріг з урахуванням забезпечення питань екологічної безпеки.

Використання шлаків металургії для відновлення доріг відомий, має поширену багаторічну практику впровадження у будівельній галузі, а в умовах «зеленої» відбудови країни набуває ще більшої актуалізації. На підставі аналізу гранулометричного складу шлакового матеріалу та фізико-хімічних показників, виявлена доцільність розгляду досліджуваного доменного відвального шлаку як ресурсу для відновлення дорожнього полотна автомобільних доріг. Реалізація металургійного шлаку як будівельного матеріалу є останньою фазою його життєвого циклу відповідно до ISO 14040. Доцільність використання шлаку як будівельного матеріалу додатково підкреслюється сучасними міжнародними тенденціями щодо підвищення вимог управління промисловими відходами та поступового збільшення ставок екологічного оподаткування за їх розміщення у спеціально відведених для цього місцях. Застосування металургійних шлаків як будівельного матеріалу сприятиме запобіганню забруднення довкілля шляхом утилізації відходів промисловості, а не складування їх у відвалах; дозволить отримати економію матеріально-технічних ресурсів, тим самим знизивши вартість робіт без зниження якості їх виконання.

Ключові слова: екологічна безпека, металургійні шлаки, вторинні матеріальні ресурси, дорожньо-будівельний матеріал, модуль основності, модуль активності, коефіцієнт якості, життєвий цикл металургійного шлаку, мінімальні вимоги безпеки у відвальному господарстві, екологічний податок за розміщення відходів у спеціально відведених місцях.

ABSTRACT

Kosheliev O. The use of slags of metallurgical production for the restoration of roads.

Qualification work for a master's degree in specialty 183 Environmental Protection Technology.

The work is devoted to the consideration of issues of selling slag, in particular blast furnace, as a material for road restoration, taking into account environmental safety issues.

The use of metallurgy slags for road restoration is known, has been widely implemented for many years in the construction industry, and in the context of the country's "green" recovery is becoming even more relevant. Based on the analysis of the granulometric composition of the slag material and physical and chemical indicators, the feasibility of considering the studied blast furnace dump slag as a resource for restoring the road surface of highways was revealed. Использование металлургического шлака в качестве строительного материала является последней фазой его жизненного цикла согласно ISO 14040. The feasibility of using slag as a construction material is further emphasized by modern international trends towards increasing requirements for industrial waste management and a gradual increase in environmental tax rates for their placement in specially designated areas. The use of metallurgical slag as a construction material will help prevent environmental pollution by recycling industrial waste rather than storing it; will allow you to save material and technical resources, thereby reducing the cost of work without reducing the quality of their implementation.

Keywords: environmental safety, metallurgical slag, secondary material resources, road building material, basicity module, activity module, quality coefficient, life cycle of metallurgical slag, minimum safety requirements in a waste disposal facility, environmental tax for waste disposal in specially designated areas.