

ВІДГУК

рецензента на дисертаційну роботу Філоненка Олександра Володимировича
на тему:

**«Обґрунтування параметрів закладного масиву кар'єрних пустот
на основі металургійних шлаків»,**

яка представлена на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань
18 Виробництво та технології за спеціальністю 184 Гірництво

Відгук складено на основі вивчення дисертаційної роботи, опублікованих здобувачем результатів досліджень, а також матеріалів, що свідчать про реалізацію та впровадження результатів дисертаційних досліджень.

1. Обґрунтування актуальності обраної теми досліджень та зв'язок з науковими програмами, планами і темами

Практично близько 10% промислових відвалів складають відходи переробної промисловості. У цих відходах близько 70% містять рештки металургійного виробництва. Незважаючи на це, в даних накопиченнях знаходиться суттєва кількість корисних компонентів. Фактично, вони слугують родовищами корисних копалин, будівельних та підсипних матеріалів техногенного походження. Проте, рівень утилізації металургійних шлаків в Україні є досить низьким. Це обумовлено не лише відсутністю техніко-технологічного забезпечення виконання таких робіт, але й недосконалістю законодавчої бази. Нині, на законодавчому рівні дані матеріали відносяться до відходів, а не до сировини повторного використання. Такі підходи приводять до ситуації, коли юридично обмежується промислове використання згаданих накопичень. Їх нагромадження на поверхні не лише призводить до економічних втрат, але має також значний негативний екологічний вплив. Відповідно, проведені дисертаційні дослідження є вкрай актуальними, оскільки в умовах логістичної ізоляції та відсутності суттєвого ринку збуту шлакової продукції, доводять доцільність закладання згаданими матеріалами доступного виробленого простору кар'єрів. Причому, виконується це шляхом визначення раціональних технологічних параметрів закладних сумішей та забезпеченням екологічності закладних робіт після відпрацювання запасів корисної копалини.

Слід відзначити зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами та темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі гірничої інженерії та освіти Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» відповідно до «Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року», затвердженої Верховною Радою України, та плану держбюджетних робіт Міністерства освіти і науки України, зокрема тема ГП-482

«Наукове обґрунтування методологічної, технологічної, екологічної і правової бази вилучення корисних компонентів з техногенних родовищ України» (№ 0116U004619), господаровірної НДР «Вирішення питань удосконалення переробки та утилізації доменних шлаків, які утворюються у процесі виробничої діяльності ПрАТ «Маріупольській металургійний комбінат імені Ілліча» (№ 2005/1010198). Автор приймав участь як відповідальний виконавець в усіх названих роботах.

Вище зазначене дає підстави вважати, що актуальність теми дисертаційної роботи є своєчасною та важливою для народного господарства України.

2. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна

Наукові положення, що виносяться на захист здобувачем, повною мірою відображають отримані наукові результати, що вказує на їх достатню обґрунтованість.

Основні нові наукові результати дисертаційної роботи та їх новизна, що встановлені здобувачем особисто:

– вперше науково доведено безпечність контакту закладних матеріалів на основі сталеплавильних шлаків з кар'єрною водою, що підтверджується встановленими поліноміальними закономірностями зміни концентрацій і забруднюючих речовин від їх складу та часу взаємодії;

– вперше встановлено поліноміальні залежності зміни величини усадки закладних матеріалів та їх суміші від прикладеного навантаження та визначено раціональне співвідношення компонентів, при якому покращуються фізико-механічні властивості (щільність, пустотність, усадка);

– виявлено кількісну перевагу величини деформацій поверхні ущільненого закладного масиву над «звичайним відсипанням» закладного матеріалу при дії гравітаційних сил, що складає 28%, а осідання масиву від впливу поверхневих об'єктів лінійно залежить від величини їх навантаження.

Наукові результати та висновки логічно формулюються після обробки комплексу даних комп'ютерних і експериментальних досліджень.

Достовірність отриманих результатів підтверджується коректною постановкою й вирішенням наукових завдань із використанням положень і законів механіки гірських порід та сипучого середовища; використанням апробованих стандартних та нормативних методик визначення фізико-механічних властивостей матеріалів; дотриманням критеріїв подібності при фізичному моделюванні; проведенням чисельних експериментів на науково-обґрунтованих геомеханічних моделях; достатньою збіжністю результатів лабораторних досліджень з чисельним моделюванням (рівень розбіжності 15 – 18%) та порівнянням з науковими роботами багатьох авторів у досліджуваній галузі.

3. Оцінка змісту роботи та повнота викладу положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків; містить 66 рисунків та 38 таблиць, 4 додатки на 16 сторінках. Основний текст дисертації становить 174 сторінки, загальний обсяг дисертації – 190 сторінок.

Структурно-логічна побудова дисертаційної роботи Філоненка О.В. є загальноприйнятою та виконана за класичною схемою: виконується критичний аналіз наявних робіт, вибирається методологія та методи досліджень, виконуються теоретичні й експериментальні дослідження, обґрунтовуються параметри та промислова апробація отриманих результатів. Текст дисертації містить вступ, чотири розділи, основні висновки, список використаних джерел і додатки.

У *першому розділі* виконано аналіз проблем накопичення металургійних шлаків, систематизовано якісні та кількісні показники їх формування та рівня їх використання. Проаналізовано різні відомі напрями використання металургійних шлаків у різних галузях народного господарства. Обґрунтовано новий актуальний напрям використання металургійних шлаків формування закладного масиву кар'єрних пустот на основі металургійних шлаків. Далі в роботі обґрунтовуються раціональні параметри закладного масиву.

У *другому розділі* автор розробляє та пропонує власну методологію досліджень процесів формування закладного масиву із застосуванням експериментальних досліджень взаємодії кар'єрних вод з різними типами металургійних шлаків, фізичного моделювання та комп'ютерного моделювання осідань поверхні закладного масиву. Як закладний матеріал розглядається металургійні шлаки. Таким чином з'являється науково-методичний інструментарій для досягнення мети та поставлених наукових завдань.

Третій розділ містить результати тестових та польових експериментальних досліджень. Автором проведена оцінка обсягів взаємодії кар'єрних вод та закладного матеріалу у кар'єрних пустотах; встановлено закономірності зміни концентрації хімічних елементів та забруднюючих речовин при взаємодії закладного матеріалу з кар'єрними водами; проведено оцінку проникності атмосферних опадів при формуванні донного закладного шару зі сталеплавильних шлаків. У цьому розділі наведено результати дослідження фізико-механічних та деформаційних властивостей закладного матеріалу з металургійних шлаків. Автором виконано чисельне моделювання деформацій закладного масиву з металургійних шлаків та оцінено напружено-деформований стан гірського масиву.

У *четвертому розділі* розроблено технологію закладання виробленого простору кар'єру на основі результатів аналітичних та тестових досліджень. Автором наведено рекомендації раціональних параметрів закладання виробленого простору кар'єру металургійними шлаками. Визначено економічну ефективність утилізації металургійних шлаків при формуванні закладного масиву кар'єрних пустот та екологічні аспекти запропонованих техніко-технологічних рішень.

У додатках досить широко представлено широкий спектр матеріалів досліджень, також містяться документи, що підтверджують впровадження

результатів досліджень. Дисертація викладена грамотною технічною мовою, спеціалізована термінологія представлена якісною українською мовою і відповідає вимогам МОН щодо оформлення.

Основний зміст дисертації розкрито у 13 наукових працях, з яких 4 – у наукових фахових виданнях, що входять до переліку МОН України, 1 – у виданнях, що індексуються в наукометричних базах даних Scopus і Web of Science, 1 – у виданні іноземної держави, яка входить до складу ОЕС, 2 – у виданнях, в яких додатково відображено зміст дисертації, 5 – у матеріалах конференцій. Участь у міжнародних та всеукраїнських конференціях свідчить про ознайомлення наукової спільноти результатами дисертаційних досліджень. Кількість опублікованих праць відповідає встановленим вимогам.

4. Значення роботи для науки та практики та суспільства

Наукове значення роботи полягає у встановленні раніше невідомих закономірностей зміни кількісних, якісних параметрів продуктів закладних матеріалів у взаємодії з кар'єрною водою та характеру зміни їх фізико-механічних характеристик під впливом механічного ущільнення, що забезпечує безпечність та мінімізацію деформацій при формуванні закладного масиву у виробленому просторі кар'єрів.

Практичне значення отриманих результатів:

– розроблені рекомендації щодо раціональних параметрів формування закладного масиву на основі металургійних шлаків у виробленому просторі кар'єру;

– вперше запропоновано геомеханічну модель виробленого простору кар'єру, що містить закладний масив, ефективність якої підтверджена обчислювальними експериментами;

– запропоновано склад основної наповнювальної закладної суміші кар'єрних пустот, що складається зі сталеплавильних і доменних шлаків.

Важливим аспектом роботи є те, що автором отримано конкретний практичний результат, який підтверджено проведенням комплексом експериментальних, лабораторних досліджень та комп'ютерного моделювання. Автором розроблено нормативний документ ТУ У 08.1-00191158-002:2020 «Суміші закладні із металургійних шлаків ПрАТ «МК «Азовсталь» та ПрАТ «ММК ім. Ілліча» для технічної рекультивациі техногенно порушених земель»; розроблено рекомендації з технології закладання та рекультивациі виробленого простору кар'єру №2 ДПП «Каранський кар'єр» металургійними шлаками ПрАТ «ММК ім. Ілліча» (затверджені 21.11.2021 р.). Економічний ефект досягається при варіанті формування закладного масиву з металургійних шлаків, який вигідніше на 7,27 грн/т (або на 8,2%), ніж варіант із розміщенням шлакових матеріалів у новому місці видалення відходів.

5. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

Аналіз матеріалу дисертаційної роботи показав, що порушень академічної доброчесності не було виявлено. При цитуванні інших вчених зроблено відповідні посилання. Рівень оригінальності тексту складає близько 92%.

6. Дискусійні положення

Під час ознайомлення із роботою у рецензента виникли наступні зауваження до викладеного матеріалу дисертації.

1. Незрозуміло яким чином корелюються між собою дані наведені на рис. 1.1 та 1.5 першого розділу роботи.

2. Наведені дані на рис. 1.6 (розділ 1) не корелюються із викладками наведеними автором у вступі дисертації.

3. Викладений обсяг розділу 1 дисертації є завеликим і міг би бути скороченим без шкоди для загального розуміння роботи.

4. У розділі 2 необхідно було б більш детально навести використані методи моделювання, принципи та механізми, що використовувалися при проведенні досліджень.

5. Наведені результати на рис. 2.10 (розділ 2) мали би мати посилання на джерело звідки вони взяті.

6. Приведені аналітичні підходи та математичні механізми щодо формування закладного масиву, що використовуються для опису процесу використання відходів, варто було б частково навести у розділі 2, оскільки дані викладки відносяться до методів та методик моделювання.

7. Не до кінця зрозуміло, яким чином проводилася оцінка відповідності кінцевих результатів та їх порівняння із деформаціями незайманого гірського масиву.

8. Варто було більш конкретизувати межі застосування запропонованих технологічних рішень при створенні штучних закладних масивів.

9. Необхідно було б більш чітко пояснити яким чином отримана економічна ефективність від проведених робіт, щоб встановити ефективність запропонованих заходів за окремими типами відходів.

Зазначені зауваження та дискусійні моменти не знижують наукового рівня та загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи. Результати роботи є новими та оригінальними.

7. Загальний висновок щодо дисертаційної роботи

Дисертація виконана на високому науковому рівні. Всі отримані в дисертаційній роботі результати є новими і належать безпосередньо автору, а результати досліджень інших авторів наведені з відповідними посиланнями на них, що відповідає вимогам академічної доброчесності.

Вважаю, що дисертаційна робота Філоненка Олександра Володимировича *«Обґрунтування параметрів закладного масиву кар'єрних пустот на основі металургійних шлаків»* задовольняє всім вимогам, що передбачені постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії...» (пункти 5, 6, 8).

За вирішення актуального науково-практичного завдання й отримання нових закономірностей зміни величини усадки закладних матеріалів та їх сумішей від прикладеного навантаження і визначення раціональних параметрів виконання закладних робіт у кар'єрних пустотах, **Філоненко Олександр Володимирович** заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 18 Виробництво та технології за спеціальністю 184 Гірництво.

Рецензент:

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри гірничої
інженерії та освіти
НТУ «Дніпровська політехніка»



Роман ДИЧКОВСЬКИЙ



Діпис *Дичковського Р.*
засвідчую:
зав. канцелярії НТУ «ДП»
19 » *08* 20*22*