

## ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук  
Біляєва Миколи Миколайовича на дисертаційну роботу

**Медведевої Ольги Олексіївни**

«Розвиток наукових основ ресурсозберігаючих технологій гідромеханізованої розробки техногенних родовищ», яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнича механіка»

Детальний аналіз дисертації Медведевої О.О. «Розвиток наукових основ ресурсозберігаючих технологій гідромеханізованої розробки техногенних родовищ» дозволив визначити наступні висновки щодо актуальності, ступеня обґрунтованості основних наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки роботи.

**Актуальність теми дисертаційної роботи** обумовлена тим, що подовження терміну експлуатації з поновленням акумулюючої здатності сховищ є актуальною науковою проблемою, яка має важливе значення для ефективності функціонування гірничо-збагачувальних комбінатів, в роботі вирішено за рахунок розвитку наукових основ ресурсозберігаючих технологій гідромеханізованої розробки техногенних родовищ шляхом встановлення закономірностей процесів гідромеханізації та складування продуктів переробки мінеральної сировини з урахуванням властивостей твердої та рідкої фаз при визначенні параметрів техногенних родовищ, як масивів сипучих тіл.

Проблеми розробки техногенних родовищ, переробки промислових відходів і збагачення окислених руд Кривбасу є надзвичайно актуальними. Їх особливість полягає в тому, що шахти, кар'єри та хвостосховища, які розташовані по всій території міста Кривого Рогу та його прилеглих районів, де відсутні вільні ділянки землі для складування продуктів переробки мінеральної сировини. Для вирішення проблем розробки техногенних родовищ з урахуванням прогнозних запасів залізорудної сировини в Україні, що оцінюються приблизно в 30 млрд т, повинні бути розроблені нові, раціональні способи видобутку, удосконалені технології гідромеханізованої розробки і переробки руди, а також складування продуктів переробки мінеральної сировини. Це можливо шляхом супутнього видобутку цінного компонента з придамбових ділянок пляжу в сховищах спільно з технологією комбінованого складування відходів, що забезпечить виробничу потужність гірничих підприємств за рахунок видобування частини цінного компонента, яка залишилася в продуктах переробки мінеральної сировини.

Однак, до теперішнього часу, дослідження по встановленню закономірностей та визначенню параметрів техногенних родовищ, як масивів сипучих тіл, з урахуванням властивостей твердої та рідкої фаз, що сформовані при експлуатації штучних сховищ продуктів переробки мінеральної сировини,

проводились недостатньо.

Тому дисертаційна робота Медведєвої О.О., що присвячена розвитку наукових основ ресурсозберігаючих технологій гідромеханізованої розробки техногенних родовищ з метою забезпечення сталого та надійного розвитку залізородного басейну Кривбасу є актуальною науковою проблемою.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел – 315 найменувань на 36 сторінках, містить 396 сторінок машинописного тексту, з яких 46 таблиць та 169 рисунків, з яких 44 на окремих сторінках (основна частина 294 сторінок), додатків на 69 сторінках.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана в рамках державних бюджетних тем Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України: III-20-13 Г «Дослідження екологічних проблем складування відходів на гірничо-збагачувальних комбінатах» (№ДР 0113U005467), за якою авторка є керівницею; III-55-10 «Наукове обґрунтування методів розрахунку параметрів процесів гідромеханізації при розробці родовищ корисних копалин» (№ДР 0110U002634), III-65-15 «Наукове обґрунтування параметрів ресурсозберігаючих технологій розробки та експлуатації техногенних родовищ корисних копалин» (№ДР 0115U002534), III-72-19 «Розвиток методологічних основ оцінки ризиків функціонування хвостосховищ» (№ДР 0119U001349) за якими авторка є відповідальною виконавицею.

**Аналіз основного змісту, наукової новизни, практичної значимості достовірності та обґрунтованості отриманих результатів.**

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами, планами і темами, сформульовано мету роботи, завдання та методи досліджень, висвітлено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, а також наведено відомості щодо апробації роботи, її структури та обсягу публікацій.

У першому розділі розглянуто технології гідромеханізації, які використовуються при розробці корисних копалин та складуванні продуктів мінеральної сировини у штучні сховища, проаналізовано стан сховищ такого типу, їх геометричні параметри, ступінь заповнення та перспективи подальшої експлуатації. За результатами проведених досліджень встановлено, що технології експлуатації сховищ продуктів переробки досягнули нового рівня, який відповідає переходу до інтенсивного шляху розвитку, коли місце під нові обсяги продуктів переробки буде забезпечуватися за рахунок більш ефективного використання існуючих ємностей, інтенсифікації процесу освітлення зворотної води і попутного видобутку корисних копалин, які залишилися. Видобуток техногенних покладів є засобом отримання додаткової корисної копалини та розглядається як інструмент забезпечення надійності функціонування підприємства за рахунок звільнення додаткового простору.

Встановлено, що параметри техногенних родовищ, як масивів сипучих тіл, з урахуванням твердої та рідкої фаз, є головними факторами при визначенні

режимів процесів гідротранспортування та складування продуктів переробки мінеральної сировини, що виконуються з метою подовження терміну експлуатації сховищ та поновлення їх акумулюючої здатності. Виходячи з цього сформульовані мета роботи, задачі і методи їх досліджень.

**У другому розділі** обґрунтовані параметри технологій гідромеханізації для відновлення акумулюючої здатності сховищ продуктів переробки мінеральної сировини, раціонального складування техногенних покладів та розглянуті особливості розрахунку параметрів магістралей для технологій гідромеханізації в умовах сховищ, що дозволило отримати нові залежності для розрахунку продуктивності напірних та безнапірних гідротранспортних установок, а також обґрунтувати параметри технології пульпоприготування, які засновані на процесах змішування та всмоктування, з урахуванням особливостей їх залежностей від параметру пульпоутворення.

Отримані результати дозволяють здійснювати процеси всмоктування гідросуміші і утворення воронки розмиву в двох різних режимах. Перший режим реалізується коли гідросуміш надходить в насос гарантовано без виникнення критичного режиму течії у всмоктуючому трубопроводі земснаряда. Концентрація гідросуміші в цьому режимі течії не перевищує критичного значення і визначається співвідношенням швидкості всмоктування до розмиваючої швидкості в степені  $3/2$ . Другий режим реалізується коли гідросуміш надходить в насос з високою ймовірністю виникнення критичного режиму течії у всмоктуючому трубопроводі земснаряда. В даному режимі в області утворення воронки розмиву є надлишок твердих частинок, тому вони надходять у всмоктувальний трубопровід з концентрацією близькою до критичного значення.

**У третьому розділі** розроблені моделі процесів формування техногенних покладів у сховищах при надводному та підводному намиві, розглядаються особливості процесів та технологій при використанні екстенсивних, роз'єднувальних та інтенсивних методів, досліджується управління параметрами техногенних покладів за рахунок зміни параметрів процесів течії продуктів переробки з трубопроводу і фракціонування їх при течії по пляжу намиву.

Обґрунтовано, що геометричні параметри залягання техногенних покладів, як відстані вздовж пляжу, що відраховуються від дамби обвалування, обумовлюються довжиною пляжу, шириною карти і довжиною фронту намивання, а також законом розподілу по довжині пляжу цінного компонента, визначаються сумою з таких складових

**У четвертому розділі** розглянуто технології гідромеханізації для відновлення акумулюючої здатності сховищ продуктів переробки мінеральної сировини, обґрунтовано параметри технології супутнього видобутку техногенних покладів, експериментально досліджено особливості формування пляжу в придамбовій зоні карти.

За результатами аналізу методів відновлення акумулюючої здатності сховищ продуктів переробки рекомендована технологія супутнього видобутку техногенних покладів як найбільш перспективна. Для обґрунтування використання тимчасового ставу в картах намиву для акумулювання і освітлення зворотної води експериментально досліджено особливості

формування пляжу в придамбовій зоні біля внутрішнього укусу, встановлено профіль пляжу намівання біля основи дамби, наявність процесу фракціонування по довжині карти та відстань від основи дамби, на яку будуть віднесені тверді частинки цінного компонента, визначено залежності товщини шару та ухилу ярусу намівання від концентрації гідросуміші.

**У п'ятому розділі** розглянуто методи керування акумуляційною здатністю сховищ продуктів переробки під час їх експлуатації, при проектуванні та після завершення нарощування дамб обвалування. Досліджено особливості освітлення технічної води в ставі та вказано на довжину шляху освітлення як на основний параметр, що визначає ефективність її освітлення.

### **Наукова новизна отриманих результатів.**

У результаті виконання теоретичних та практичних досліджень щодо використання гідроімпульсної дії авторкою:

1. Вперше науково обґрунтовано залежність фактичного значення швидкості гідросуміші при напірному та безнапірному гідротранспортуванні техногенних покладів, які видобуто в штучних сховищах продуктів переробки мінеральної сировини, від густини та концентрації частинок твердої фракції, кута нахилу трубопроводу до горизонту, діючого напору, параметрів насосного обладнання, а також співвідношення діаметрів твердих частинок та трубопроводу.

2. Вперше досліджено взаємозалежність між питомою витратою води на пульпоутворення та критичним діаметром трубопроводу гідротранспортної установки, що дозволяє визначити діаметри трубопроводу з урахуванням особливостей технології пульпоутворення, характеристик матеріалу, що транспортується, та режиму гідротранспортування.

3. Удосконалено метод В.А. Мелентьєва розрахунку параметрів процесу фракціонування ППМС, в якому враховується відмінність густини частинок техногенного розсипу від середньозваженого значення густини складованих продуктів переробки, що дозволяє оцінити найближчу та найвіддаленішу межі техногенного покладу.

4. Вперше науково обґрунтована відстань в горизонтальному напрямку, в межах якої накопичуються тверді частинки продуктів переробки при формуванні підводного укусу, що дозволяє обчислити місце акумулювання твердих частинок конкретних фракцій при визначенні параметрів технологій видобутку техногенних покладів в залежності від їх діаметру та густини, а також технологічних параметрів процесу складування.

5. Вперше науково обґрунтована залежність діаметру випуску з розподільного трубопроводу від витрати та його геометричних параметрів, який забезпечує відведення гідросуміші з частинками пилюватих, глинистих та крейדיяних фракцій з заданою витратою в верхній треті поперечного перерізу трубопроводу, що дозволяє визначити параметри випусків, які забезпечують накопичення в розподільному трубопроводі частинок техногенного покладу з одночасним складуванням інших в ставку під шаром рідини.

6. На основі експериментальних досліджень вперше встановлено

залежність між кутом нахилу намитого пляжу до горизонту від об'ємної концентрації складованої пульпи при використанні карти наживу для акумулювання та освітлення зворотної води.

### **Практичне значення одержаних результатів.**

Розроблено та впроваджено: «Методика розрахунку параметрів напірної та безнапірної течії пульп з концентрацією пасти»; «Рекомендації по обґрунтуванню параметрів процесів відновлення акумулюючої здатності прудка з використанням процесів гідромеханізації»; «Методика визначення раціональних геометричних параметрів сховищ відходів збагачення»; «Рекомендації по використанню методів керування параметрами техногенних родовищ при складуванні пульп високої концентрації»; «Методика визначення обсягів продуктів переробки мінеральної сировини, що складовано, геометричних параметрів пляжу, ставку та ємності сховища відходів, що доступна, при нарощуванні дамб»; «Науково-методичне забезпечення розрахунків параметрів техногенних родовищ, які формуються при складуванні відходів збагачення»; «Методика розрахунку параметрів гідротранспорту висококонцентрованих гідросумішей».

Результати науково-дослідних робіт впроваджені у вигляді методик, рекомендацій та науково-методичного забезпечення: ДП «ДП «Кривбаспроект» (довідка про використання наукових розробок від 12.12.2018 р.), ДП «УкрНДІВуглезбагачення» (акт впровадження наукових результатів від 18.10.2013 р.), Національний університет водного господарства та природокористування МОН України (довідка про використання наукових розробок від 21.09.2019 р.), ТОВ «Вирівський кар'єр», ТзОВ «Технобуд» (довідка про використання наукових розробок від 27.09.2018 р.). Очікуваний річний економічний ефект від впровадження наукових розробок складає 7,01 млн. грн., частка авторки при використанні рекомендацій, науково-методичних, технологічних та інженерно-технічних рішень складає 15 % від загального економічного ефекту, тобто 1,05 млн. грн.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі** забезпечується коректністю постановки задач, використанням апробованих методів дослідження; збіжністю результатів теоретичних і експериментальних досліджень щодо визначення об'ємів та геометричних параметрів техногенних покладів, які сформовані під час експлуатації хвостосховищ, з похибкою, що не перевищує 15%, та позитивними результатами впровадження.

Отримані авторкою акти апробації та впровадження результатів досліджень підтверджують обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації.

**Оцінка ідентичності змісту автореферату та основних положень дисертації.** Зміст та структура автореферату ідентично відображають викладені в дисертації дослідження, основні наукові результати та висновки.

## **Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях.**

Основні результати досліджень опубліковані в 38 наукових працях, з яких: 27 наукових статей у фахових виданнях, 7 з яких входять до наукометричних баз та надруковані у іноземних журналах, 11 матеріалів конференцій і тез доповідей, 9 робіт без співавторів.

**Редакційний аналіз.** Робота викладена грамотно, з використанням сучасної термінології, є послідовно і логічно завершеною. Оформлення роботи відповідає вимогам ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання». Назва роботи цілком відповідає її змісту. Обсяг дисертації та автореферату відповідає встановленим нормам.

## **Дискусійні положення та зауваження по дисертаційній роботі.**

Позитивно оцінюючи в цілому виконану роботу, вважаю необхідним зробити ряд зауважень і поставити декілька запитань, з приводу яких хотілося б почути думку автора:

1. При побудові математичної моделі освітлення зворотної води в ставку сховища відходів збагачення авторка не враховує вплив турбулентних течій та течій рідини, що обумовлені нерівномірністю розподілу густини рідини по висоті ставу.

2. При розробці методів розрахунку концентрації реагентів, які використовуються для флокуляції твердих частинок в зворотній рідині, авторка враховує зміну гідравлічної крупності твердих частинок, але не враховує вплив реагентів на інтенсивність турбулентних пульсацій рідини.

3. Розглядаючи процес руху твердих частинок в нерухомій рідині авторка роботи без достатнього обґрунтування вважає частинки твердої фази ідеальними сферами.

4. При удосконаленні методів розрахунку параметрів надводного та підводного укусу авторка не враховує силу тертя між частинками твердої фази та тілом укусу.

5. Використання авторкою степеневого закону для обчислення залежності коефіцієнту гідравлічного опору від числа Рейнольдса потребує додаткового обґрунтування в частині відповідності інтервалів постійних значень коефіцієнту та показника степеня для цього закону.

Крім зазначених зауважень у роботі мають місце незначні неточності і помилки друку.

Проте зазначені недоліки та зауваження принципово не впливають на ступінь наукової новизни та практичної значимості результатів, що отримані в дисертаційній роботі. Зроблені авторкою висновки і положення, що виносяться на захист, добре обґрунтовані, логічно впливають із отриманих даних і відповідають поставленій меті й завданням дослідження.

Наукові положення та результати наукових досліджень кандидатської дисертації Медведєвої О.О. на тему «Управління виробничою потужністю глибоких залізрудних кар'єрів на основі формування їх робочої зони», що

представлена за спеціальністю 05.15.03 – «Відкрита розробка родовищ корисних копалин», не виносяться на захист у її докторській дисертації

### **Загальний висновок по дисертаційній роботі.**

Дисертаційна робота Медведєвої О.О. «Розвиток наукових основ ресурсозберігаючих технологій гідромеханізованої розробки техногенних родовищ», являє собою закінчене наукове дослідження, виконане авторкою самостійно на актуальну тему, що містить нове розв'язання важливої наукової проблеми в галузі геотехнічної і гірничої механіки – встановлення закономірностей процесу фракціонування при формуванні та розподілу фракцій різної крупності та густини цінного компоненту в складі намитого ґрунту з відходів збагачення по довжині укосу пляжу, середньої крупності та гідравлічних характеристик потоку пульпи на укосі намивання, що дозволило відновити акумуляційну здатність сховищ відходів збагачення та подовжити термін їх експлуатації без відведення додаткових земельних ділянок за рахунок використання технологій та засобів гідромеханізації при гідротранспортуванні і складуванні відходів збагачення для забезпечення виробничої потужності гірничо-металургійних комбінатів і зниження екологічного навантаження в районі їх розташування.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями досліджень дисертаційна робота відповідає формулі та паспорту спеціальності 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка» (технічні науки).

Наведені результати можна класифікувати як нові і обґрунтовані, вони мають наукове і практичне значення для сталого розвитку Кривбасу з урахуванням встановлених закономірностей параметрів техногенних родовищ з метою забезпечення продуктивності гірничо-збагачувальних комбінатів, відновлення акумулюючої здатності сховищ та подовження терміну їх експлуатації для забезпечення ефективної та надійної експлуатації залізородних родовищ Кривбасу.

За актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, рівнем та обсягом проведених досліджень, якістю оформлення, дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 10 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, а її авторка **Медведєва Ольга Олексіївна** присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка».

За вирішення актуальної наукової проблеми розвитку наукових основ ресурсозберігаючих технологій гідромеханізованої розробки техногенних родовищ шляхом встановлення закономірностей процесу фракціонування при формуванні та розподілу фракцій різної крупності та густини цінного компоненту в складі намитого ґрунту з відходів збагачення по довжині укосу пляжу, середньої крупності та гідравлічних характеристик потоку пульпи на укосі намивання, що дозволило відновити акумуляційну здатність сховищ відходів збагачення та подовжити термін їх експлуатації без відведення додаткових земельних ділянок за рахунок використання технологій та засобів гідромеханізації при

гідротранспортуванні і складуванні відходів збагачення для забезпечення виробничої потужності гірничо-металургійних комбінатів і зниження екологічного навантаження в районі їх розташування, впровадження яких дозволило отримати фактичний економічний ефект у сумі понад 1,0 млн грн, що має суттєве значення для підвищення ефективності роботи гірничодобувних підприємств України, Медведєва Ольга Олексіївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка».

Завідувач кафедри  
гідравліки та водопостачання  
Дніпровського національного  
університету залізничного  
транспорту імені академіка В.А. Лазаряна  
доктор технічних наук, проф..

*by*  
М.М. Біляєв

Підпис д.т.н., проф. Біляєва М.М.  
засвідчую:  
Вчений секретар ДНУЗТ  
ім. академіка В.А. Лазаряна

