

ВІДГУК

офіційного опонента **Зуєвської Наталі Валеріївни**
на дисертаційну роботу **Бабій Катерини Василівни**

«Геомеханічні основи технології передзбагачення руди в глибоких залізорудних кар'єрах», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальностями 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнича механіка», 05.15.03 – «Відкрита розробка родовищ корисних копалин»

I. Актуальність теми досліджень

Гірничорудна промисловість відкритим способом видобуває 85% обсягів товарної залізної руди. В умовах ринкової конкуренції та мінливості цін на залізорудну продукцію виконується постійний пошук нових економічних технологічних та технічних способів і схем підвищення ефективності експлуатації родовищ. Однією з проблем видобутку залізних руд є те, що багаті руди практично вичерпані, а балансові запаси, що затверджені з глибиною погіршуються за якістю і складністю виїмки.

Традиційні шляхи підвищення якості корисної копалини направлені на вдосконалення способів раціональної виїмки і сортування корисної копалини або способів переробки корисної копалини (використання велико шматкової рудорозбірки залізорудної сировини в потоці на конвеєрній стрічці по фотографметричному зображенню або застосування сухої магнітної сепарації на збагачувальній фабриці). Але вони практично вичерпали себе, а селективна виїмка корисної копалини підвищує собівартість. Тому розвиток геомеханічних основ технології передзбагачення руди в глибоких залізорудних кар'єрах з урахуванням закономірностей зміни гранулометричного складу і показників рудного потоку від геомеханічних, геологічних, технічних та технологічних параметрів видобутку під впливом вибухового руйнування та сухої магнітної сепарації і розробка способів видобутку і переробки скельних порід розкриття є **актуальною науковою проблемою** в області геомеханіки відкритої розробки залізорудних родовищ, що має важливе значення для підвищення ефективності гірничодобувних підприємств, а тема дисертаційної роботи Бабій К.В. присвячена вирішенню цієї проблеми, є актуальною.

Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідних робіт Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України відповідно до галузевих планів НДР згідно з Постановами бюро Відділення механіки НАН України, Гранту Президента України та господарської тематики.

II. Основний зміст дисертаційної роботи і зауваження по її розділам

Дисертація складається із вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних джерел – 198 найменувань на 36 сторінках сумарно за розділами, містить 386 сторінку машинописного тексту, в яких міститься 51 таблиця та 106 рисунків та 17 додатків на 64 сторінках.

У вступі автором дисертації висловлена загальна характеристика: актуальність теми, мета і задачі досліджень, ідея роботи, визначені об'єкт, предмет і методи дослідження, наукові положення дисертації, їх новизна, обґрунтованість і достовірність, наукове і практичне значення дисертаційної роботи, апробація її результатів, а також особистий внесок здобувача.

У першому розділі приведений аналіз результатів досліджень провідних фахівців в галузі розробки і вдосконалення технологій відкритої розробки залізородних родовищ та їх практичного застосування на кар'єрах. При розгляді перспективних напрямів подальшого розвитку гірничорудного виробництва відмічене, що з відновленням та нарощуванням виробничої потужності – основним напрямком відкритого способу розробки родовищ залишається циклічно-поточкова технологія з перспективним напрямком - крутопохилими конвеєрами. При цьому зазначені переваги кожної і їх недоліки, відмічені які напрямки технології розробки кар'єру дозволяють знизити поточний коефіцієнт розкриття і тимчасово підтримати виробничу потужність кар'єру при зменшенні продуктивності розкривних робіт, але не дозволяють впливати на якість корисної копалини. На підставі чого зроблений висновок, що вони не дають можливості підвищити вміст заліза загального і магнетитового рудної сировини, відновити колишні обсяги виробництва та збільшити продуктивність гірничо-збагачувального комбінату, а напрям досліджень актуальний.

На підставі проведеного аналізу здобувач сформував мету та задачі досліджень.

Зауваження. Принципових зауважень до першого розділу немає, але вважаю, що застосування терміну «шматкуватість в рудній масі» варто замінити на «кусковатість в рудній масі».

У другому розділі виконані дослідження щодо підготовки гірської маси за гранулометричним складом та встановлення залежностей втрат і збіднення руди від геомеханічних, геологічних, технологічних і технічних параметрів.

В роботі доведено, що основними чинниками збіднення руди є контактні зони «руда – вміщуючі породи». Для цього проаналізовані геологічні умови видобутку залізних руд та виконані натурні спостереження розповсюдження контактних зон. На підставі чого розроблена їх класифікація, яка охоплює геологічні позначки залягання залізородних родовищ і техніко-технологічні особливості видобутку. Встановлені закономірності збіднювання рудного потоку і втрат корисної копалини під впливом гірничо-геологічних умов розробки, технічних характеристик устаткування, технологічних параметрів видобутку, що в подальшому дозволило розробити і обґрунтувати нові способи видобутку й переробки залізних руд.

Щодо підготовки гірської маси за гранулометричним складом виконані теоретичні, аналітичні та експериментальні дослідження. За напрямком дисертаційної роботи натурними методами були вивчені контактні зони порід в видобувних блоках: каротаж магнітної сприйнятливості порід буро-підривних

свердловин (в додатках наведені польові відомості); візуальні спостереження розповсюдження порід з контактних зон у видобувному блоці після вибуху (фотофіксація); дослідження існуючого гранулометричного складу гірської маси (косокутна фотопланіметрія), тощо. Це дозволило автору за допомогою програмного забезпечення створити тривимірну візуалізацію гірничо-геологічних параметрів видобувного блоку і для свердловин з контактними зонами запропоновано вдосконалення способу буро-підривних робіт і конструкції заряду.

Отримані цікаві результати за проведеними експериментальними дослідженнями процесу руйнування масиву з контактними зонами.

Зауваження і пропозиція. Доречно новизну вдосконалення способу буро-підривних робіт затвердити на патентному рівні. В тексті розділу бракує питомих витрат енергії вибухової речовини.

У третьому розділі наведені теоретичні дослідження щодо розробки науково-технічних основ технології передзбагачення руди в кар'єрі. Стосовно напрямку був виявлений і обґрунтований вплив додаткового виробничого процесу сухої магнітної сепарації на зміну параметрів вантажотransпортного забезпечення кар'єру, систем розробки, схем розкриття та обладнання технологічного комплексу кар'єру. Обґрунтована сумісність технології передзбагачення руди в кар'єрах з існуючими системами розробки для горизонтальних, похилих та крутопохилих покладів. Розроблені технологічні схеми застосування обладнання попереднього збагачення, на підставі яких обґрунтовані стаціонарні, напівстаціонарні і пересувні комплекси. Виконана систематизація сумісності технологічних процесів в означених комплексах для різних типів мінеральної сировини.

Зауваження. Принципових зауважень немає.

У четвертому розділі наведено результати досліджень щодо розроблення методики розрахунку енергоємності технологічних процесів видобутку і переробки залізних руд залежно від фізико-механічних властивостей порід і технічних параметрів обладнання. Для встановлення впливу технологічного процесу сухої магнітної сепарації на енергоємність технології видобутку корисної копалини виконані розрахунки показників енергоємності технологічних процесів в кар'єрі при різних технологіях. На підставі отриманих результатів обґрунтовано енергозбереження технологічних схем з переробкою залізних руд, чим доведено енергозбереження для гірничодобувного підприємства.

Зауваження. В розробленій методиці розрахунку відсутні умови використання.

В п'ятому розділі наведено результати досліджень щодо впливу комплексу попереднього збагачення на виробничу потужність кар'єру та продуктивність розкривних робіт. Досліджений вплив технічних і технологічних параметрів видобутку на виробничу потужність кар'єру і

продуктивність комплексу передзбагачення.

В залежності від продуктивності збагачувальної фабрики як головного чинника встановлені аналітичні залежності виробничої потужності кар'єра, продуктивності збагачувальної фабрики та розкривних робіт при технології передзбагачення руди в кар'єрі в залежності від типу мінеральної сировини: руда (кондиційні і зубожілі руди) або породи розкриття (некондиційні руди і магнітна частина скельних порід розкриття, які піддаються передзбагаченню), належності їх до балансових та позабалансових запасів для умов збільшення, зменшення або постійної продуктивності збагачувальної фабрики.

Розроблена методика коригування виробничої потужності кар'єра, яка затверджена і передана в проектні організації (Додатки В, Г).

Зауваження при суміщенні матеріалів самої методики (Додаток В) і аналітичних залежностей в підрозділі 5.3 - не зрозуміло як в Методиці враховуються позабалансові запаси.

В шостому розділі розроблені нові технічні рішення щодо вдосконалення технології передзбагачення руди в кар'єрі та створення нових способів видобутку й переробки, новизна яких доведена на патентовому рівні.

Обґрунтовані геомеханічні параметри будівництва робочих майданчиків на зовнішніх та внутрішніх відвалах, на борту кар'єра.

Теоретичну і практичну цінність мають дослідження щодо розроблених технологічні схеми з передзбагаченням гірської маси загального характеру, які дозволяють врахувати наступні умови: тип обладнання, яке застосовується (стаціонарні, напівстаціонарні або мобільні агрегати); тип корисної копалини (кондиційні, збіднілі, некондиційні руди, техногенна сировина, породи розкриття); технологічний комплекс обладнання (стадія дроблення, грохот, сепаратор); місце розташування обладнання (у вибої, на борту кар'єра або в безпосередній близькості від кар'єра); транспорт та передавальні конвеєри (пологі, похилі і крутопохилі конвеєри); наявність потенційного місця для розташування устаткування (на одному уступі, поуступне розташування, робочий майданчик внутрішньо кар'єрного перевантажувального пункту ЦПТ або на земній поверхні); розміщення відходів (внутрішнє або зовнішнє відвалоутворення, виробництво щебню).

В розділі наведені результати застосування технології передзбагачення в Інгулецькому, Петрівському, Глєсватському, Артемівському кар'єрах Кривбасу, де розроблені технологічні схеми, які мають практичне значення. Результати передані підприємствам, апробовані на технічних нарадах і частково впроваджені в проектах, що підтверджується актами в Додатках Ж, К, Л, М, Н, П, С.

Зауваження. Матеріали з 2-го і 6-го розділів щодо геомеханічного обґрунтування стійкості будівництва і експлуатації робочих майданчиків під комплекси передзбагачення корисної копалини, внутрішніх та зовнішніх відвалів доречно було би виділити в окремий розділ.

В сьомому розділі наведено обґрунтування вибору об'єкту дослідження технології передзбагачення для скельних порід розкриття, збіднюваних та некондиційних руд в кар'єрі. Приведені дослідження щодо економічного обґрунтування застосування комплексу попереднього збагачення для скельних порід розкриття Петрівського кар'єру. Виконано розрахунок основних параметрів комплексу передзбагачення: добової і річної продуктивності, вихід магнітного продукту, параметри ділянки під технологічний комплекс в залежності від кількості і розмірів обладнання, геометричних параметрів складу гірської маси, довжини конвеєрних ставів, питомої річної витрати електроенергії, витрати на обслуговування комплексу та ін. На підставі чого виконаний розрахунок очікуваного річного економічного ефекту, до якого в додатках наведені всі необхідні підтверджуючі документи.

Зауваження. Принципових зауважень до сьомого розділу немає.

III. Оцінка наукових положень, висновків та рекомендацій, їх новизна, обґрунтованість та вірогідність

Автором дисертації сформульовано за спеціальністю 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка» 2 наукових положення.

Перше наукове положення «Кут між віссю вибухової порожнини і площиною контактної зони твердого середовища з породами різної міцності і щільності при вибуховому навантаженні подовженими зарядами впливає на показник кондиційності дроблення, який підвищується на 7-10% при зміні кута від 0 до 90 градусів» отримано на підставі обробки результатів експериментальних досліджень на еквівалентних матеріалах.

Друге наукове положення «Коефіцієнт запасу стійкості техногенного укусу змінюється в поліноміальній залежності від кута падіння безрудного прошарку в рудному середовищі і збільшується в логарифмічній залежності від потужності включення та має мінімальні значення при кутах 35-45 градусів до площини виїмки гірської маси і при потужності безрудного прошарку до 3 м» отримано на підставі обробки результатів моделювання деформаційних процесів у видобувному блоці з безрудним прошарком. Отримана залежність має коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,8458$.

За спеціальністю 05.15.03 – «Відкрита розробка родовищ корисних копалин» сформульовано також 2 наукових положення:

Третє наукове положення «Збіднювання рудного потоку визначається коефіцієнтом засмічення, який збільшується за ступеневою залежністю від місткості ківшу екскаватора, зменшується за експоненціальною залежністю від ширини заходки видобувного блоку і висоти уступу та за ступеневою залежністю від кута нахилу безрудного прошарку та його потужності і знижується в 2-3 рази під впливом дії додаткового технологічного процесу сухої магнітної сепарації в кар'єрі до вантажопотоку з контактних зон після середнього механічного дроблення» отримано в результаті аналітичних

досліджень впливу технічних, технологічних, геологічних параметрів на коефіцієнт засмічення. Обґрунтованість і достовірність отриманих результатів закономірностей якісних показників рудної маси в аналітичних й емпіричних залежностях підтверджується отриманим високим коефіцієнтом детермінації 0,96-0,99.

Четверте наукове положення «Збільшення об'єму передзбагачення збіднених руд або порід розкриття з магнітними властивостями впливає на зниження собівартості кінцевої продукції за логарифмічною залежністю і збільшення економічної ефективності видобутку залізних руд в цілому за лінійною залежністю». Новизна наукового положення полягає в тому, що виявлений вплив об'єму передзбагачення на технологічні і економічні показники видобутку, що раніше не досліджувалося.

Дисертант для розв'язання поставлених задач використав перевірені методи досліджень: аналіз, узагальнення й систематизація теоретичного та практичного досвіду, методи економіко-математичного моделювання, аналітичний та графоаналітичний метод досліджень. Методи відповідають поставленим задачам, що дозволяє твердити про обґрунтованість та вірогідність наукових положень та висновків дисертації.

IV. Значення одержаних в дисертації результатів для науки та практики

Наукове значення полягає у розробці геомеханічних основ технологій передзбагачення руди в глибоких залізрудних кар'єрах на підставі встановлених закономірностей зміни гранулометричного складу і якісних показників рудного потоку від гірничо-геологічних умов розробки, технічних характеристик устаткування, технологічних параметрів видобутку і переробки під впливом дії вибухового руйнування та сухої магнітної сепарації в кар'єрі в залежності від об'єму гірських порід, який перероблюється, що дозволяє підвищити виробничу потужність гірничих підприємств і економічну ефективність їх роботи..

Практичне значення полягає у розробленні методики коригування виробничої потужності кар'єру, розробці нових способів видобутку та переробки залізних руд і скельних порід розкриття на внутрішньо та зовнішньо кар'єрних перевантажувальних пунктах, обґрунтуванні науково-технічних основ створення технології передзбагачення руди в глибоких залізрудних кар'єрах в комплексі з циклічно-потоковою технологією видобутку руд в Кривбасі.

V. Конкретні шляхи використання одержаних наукових та прикладних результатів

Наукові результати виконаних досліджень використані в проектній документації інститутів:

- ДП «ДПІ «Кривбаспроект» для умов Інгулецького кар'єру «ІНГЗК» і

Петрівського кар'єру ПАТ "Центральний ГЗК" в рамках господарської тематики,

- ТОВ «Южгіпроруда» в умовах Ганнівського і Першотраневого кар'єрів ПАТ «Північний ГЗК» в рамках господарської тематики.

VI. Загальні зауваження по роботі

1. В роботі представлений великий обсяг теоретичних вишукувань, експериментальних досліджень та їх математичної обробки, але варто було б більш аргументовано, використовуючи комп'ютерне моделювання динамічних процесів вибуху в рудному середовищі, підтвердити коректність отриманих результатів.

VI. Загальні висновки по дисертації

1. В дисертації дано рішення актуальної наукової проблеми, яка стосується розвитку геомеханічних основ технологій передзбагачення руди в глибоких залізорудних кар'єрах, які полягають у встановленні закономірностей зміни гранулометричного складу і показників рудного потоку від геомеханічних, геологічних, технічних та технологічних параметрів видобутку під впливом вибухового руйнування та сухої магнітної сепарації, що дозволило розробити нові технологічні схеми та способи видобутку і переробки мінеральної сировини в глибоких залізорудних кар'єрах, впровадження яких дозволило отримати очікуваний економічний ефект від використання способу передзбагачення порід розкриття з магнітною складовою у сумі більше ніж 27 млн грн в рік, що має суттєве значення для підвищення ефективності гірничодобувних підприємств.

2. Наукові положення дисертації мають наукову новизну, достатньо обґрунтовані і достовірні.

3. Результати досліджень автора використані в проектній документації інституту ДП «ДП «Кривбаспроект» і ТОВ «Южгіпроруда»

4. Опубліковані роботи і автореферат дисертації відображають основний зміст дисертаційної роботи.

5. Дисертація написана технічно грамотною мовою, її оформлення відповідає сучасним вимогам.

На підставі вище викладеного вважаю, що дисертаційна робота «Геомеханічні основи технології передзбагачення руди в глибоких залізорудних кар'єрах» відповідає спеціальностям 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка», 05.15.03 – «Відкрита розробка родовищ корисних копалин», представляє закінчену наукову роботу, відповідає існуючим вимогам ВАК України щодо кваліфікаційних робіт, а її автор, **Бабій Катерина Василівна**, за вирішення актуальної наукової проблеми, яка стосується розвитку геомеханічних основ технологій передзбагачення руди в глибоких залізорудних кар'єрах, які полягають у встановленні закономірностей зміни гранулометричного складу і показників рудного потоку від геомеханічних, геологічних, технічних та

технологічних параметрів видобутку під впливом вибухового руйнування та сухої магнітної сепарації, що дозволило розробити нові технологічні схеми та способи видобутку і переробки мінеральної сировини в глибоких залізородних кар'єрах, впровадження яких дозволило отримати очікуваний економічний ефект від використання способу передзабагачення порід розкриття з магнітною складовою у сумі більше ніж 27 млн грн в рік, що має суттєве значення для підвищення ефективності гірничодобувних підприємств, заслуговує присудження вченого ступеня доктора технічних наук.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри геології та геоінженерії
«Національного технічного університету
України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»



Зуєвська Н.В.

Підпис д.т.н., проф. Зуєвської Наталії Валеріївни
засвідчую:

РЕВІЗІЯ-ОПЦІЯ