

До спеціалізованої вченої ради
Д 09.052.02 Криворізького
національного університету МОН
України

Відгук

офіційного опонента **Четверика Михайла Сергійовича** на дисертаційну роботу **Азаряна Володимира Альбертовича** «*Технологічно-теоретичні засади управління якістю залізовмісної сировини генералізованого комплексу рудопотоків гірничо-збагачувальних комбінатів*», представлену на здобуття наукового ступеню доктора технічних наук за спеціальністю **05.15.03 – відкрита розробка родовищ корисних копалин**

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, семи розділів і висновку, що викладені на 303 сторінках основного тексту, містить 93 рисунки, 25 таблиць, список використаних джерел із 147 найменувань, і 9 додатків на 19 сторінках.

Актуальність теми дисертації.

Розробка родовищ відкритим способом супроводжується втратою якості сировини: зниження вмісту корисного компонента у видобутій рудній сировині в порівнянні з вмістом його в масиві. До підвищеного зубожіння призводить використання в видобувному вибої екскаваторної техніки з великою ємністю ковшів і наявність у робочих уступах породних прошарків потужністю до 10 м. Їх, відповідно до галузевої інструкції, приймають як корисну копалину. Окрім того, при проведенні вибухових робіт змішуються рудні породи з породами розкриття, та мають різну шматкуватість, що затрудняє їх селективне вилучення. Втрати і зубожіння руд підвищують собівартість виробництва концентрату. В першому випадку за рахунок ускладнення технології виїмки при застосуванні селективної виїмки, а в другому – за рахунок збільшення енерговитрат на переробку пустих порід, які сягають біля 45 кВт/ч*т концентрату. Отже, з рудних вибоїв кар'єру складної геологічної будови на переробку потрапляє потік рудної маси, який має різну якість і шматкуватість.

Окрім того, руди в кар'єрах Кривбасу відрізняються текстурою, структурою та вкрапленістю мінеральних зерен, що при однаковому вмісту заліза призводить до різних показників дроблення та збагачення.

Якщо шматкуватість рудного потоку зменшується за технологічними процесами для більш повного розкриття мінеральних зерен, то якісні показники рудного потоку не змінюються аж до вилучення мінеральних зерен на збагачувальній фабриці. В той же час, для досягнення високої якості концентрату при мінімальних енергозатратах необхідно забезпечувати значення вмісту корисного компоненту в потоці руди в заданому діапазоні.

Тому обґрунтування та розробка технологічно-теоретичних засад управління якістю залізовмісної сировини генералізованого комплексу рудопотоків гірничо-збагачувальних комбінатів є **актуальною науково-**

практичною проблемою.

Ця проблема вирішується шляхом теоретичного обґрунтування системи управління якістю заліззовмісної сировини генералізованого комплексу рудо потоків гірничо-збагачувальних комбінатів з мінімізацією амплітудних і часових коливань вмісту корисного компонента в гарантованих межах інтервалу, що задається. Вирішенню цієї проблеми і присвячена дисертаційна робота Азаряна В.А

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в наступному:

1. Встановлено комплексний критерій оцінки ефективності управління якістю мінеральної сировини загального рудопотоку як функція від множення модуля відношення планового і фактичного вмісту корисного компонента в сформованому потоці, його обсягу, собівартості процесу збагачення і виходу концентрату, забезпечує формування фінального інтегрованого рудо потоку гірничо-збагачувального комбінату із заданим вмістом корисного компонента в гарантованому діапазоні амплітудних коливань.

2. Уперше встановлено і теоретично обґрунтовано вплив періоду якісного опробування забоїв кар'єру на прогнозне значення прибутку гірничо-збагачувального комбінату з урахуванням середньоквадратичного відхилення вмісту корисного компонента в рудопотоці, що дозволяє визначати інтервал зняття інформації.

3. Набула подальшого розвитку методологія формування рудопотоку з вмістом корисного компонента, обмеженим мінімаксним коефіцієнтом "minimax" на основі синергетичного ефекту від об'єднання систем контролю й управління якістю, що дозволяє здійснювати постійний моніторинг фактичного вмісту корисного компонента в потоці з коригуванням навантаження на забої видобутку в разі виходу амплітуди коливань якості за межі заданого діапазону.

4. Удосконалено економіко-математичну модель формування рудопотоку з амплітудою коливань вмісту корисного компонента в гарантованих межах на основі встановленої залежності прогнозного прибутку від стабільності цього вмісту в рудопотоці при заданому значенні середньоквадратичного відхилення вмісту корисного компонента. Встановлено, що зростання середньоквадратичного відхилення вмісту корисного компонента фінального рудопотоку на одиницю зумовлює падіння річного прибутку гірничо-збагачувального комбінату на 10÷12 %.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій дисертації підтверджуються використанням у сучасних методів досліджень: У роботі застосовано комплексний метод досліджень, що включає техніко-економічний і компаративний аналіз результатів роботи гірничих підприємств, методи математичної статистики, математичне й імітаційне моделювання процесів.

Методи досліджень – теоретичні й інструментальні: планування експериментів, математична обробка їх результатів; аналіз фізико-хімічного складу руд. У роботі застосовуються теорії гірничої справи, радіометрії й

управління; методи чисельного та статистичного аналізу. Для математичної обробки результатів досліджень застосовано методи найменших квадратів і факторного аналізу, використано математичні методи моделювання та багатоваріантні розрахунки з використанням комп'ютерних програм, включаючи авторські.

Практичне значення одержаних результатів полягає у наступному:

1. Розроблено функціональну схему управління якістю залізовмісної сировини генералізованого комплексу фінальних інтегрованих рудо потоків гірничо-збагачувальних комбінатів.
2. Розроблено методику визначення оптимальної тривалості періоду опробування вибоїв кар'єрів на основі статистичних даних за критерієм мінімізації втрати інформації.
3. Розроблено алгоритм оцінки можливості та доцільності застосування управління якістю залізовмісної сировини генералізованого комплексу рудо потоків гірничо-збагачувальних комбінатів

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами.

Обраний науковий напрям забезпечувався виконанням наступних науково-дослідних робіт, в яких автор брав безпосередню участь: «Розроблення теорії векторного поля розсіяного гамма-випромінювання та перетворення хвиль Лява і Стоунлі в магнітному полі для керування якістю мінеральної сировини» (№ ДР 0109U002335); «Розроблення методу визначення мінералого-технологічних різновидів залізної руди з використанням надвисокочастотного електромагнітного випромінювання, гамма-випромінювання, та високоенергетичного ультразвуку» (№ ДР 0115U003030), а також госп. угод ДВНЗ «КНУ»: «Дослідження фізико-хімічних властивостей залізистих кварцитів і каротаж вибухових свердловин» (№ 2-825-10); «Дослідження впливу обводненості на результат каротажу вибухових свердловин» (№ 26-945-13); «Виконання підготовчих робіт для розробки та впровадження системи програмного забезпечення управління якістю руди при видобутку та переробці» (№ 26-947-13); «Дослідження основних і додаткових факторів, що впливають на точність каротажу вибухових свердловин» (№ 2-35-15); «Розробка функціональної, принципової схеми і комплексного алгоритму роботи інтелектуальних датчиків для оперативного контролю вмісту магнітного і загального заліза у підірваній, здрібненій та подрібненій гірничий масі» (№ 26-57-16); «Обґрунтування застосування мобільних дробильно-сортувальних радіометричних комплексів в умовах залізорудних кар'єрів Кривбасу» (ініціативна прикладна НДР № ДР 0116U001808).

Публікації і апробація результатів дисертації.

За темою дисертації опубліковано в 61 роботі, в тому числі 29 наукових статей в спеціалізованих наукових виданнях, 5 статей – у виданнях, що індексуються в наукометричних базах; 4 наукових статті – у закордонних наукових журналах; 10 – у збірниках тез наукових конференцій; 11 патентів на корисну модель. Об'єм публікацій в повній мірі відповідає вимогам до

докторських дисертацій відповідно до п. 9, 10 «Порядку присудження наукових ступенів» Кабінету Міністрів України.

Основні положення дисертаційної роботи та окремі її результати достатньо апробовані на науково-технічних конференціях, семінарах та нарадах.

Відповідність змісту автореферату і дисертаційної роботи та висвітлення результатів роботи в наукових виданнях

Автореферат у повній мірі відображає структуру дисертаційної роботи та за змістом відповідає основним її положенням і висновкам.

Оформлення автореферату виконано у відповідності до існуючих вимог. Висновки наведені у дисертаційній роботі та в авторефераті, є ідентичними.

Оцінка змісту дисертації.

В цілому дисертаційна робота містить всі необхідні розділи, які у достатній мірі розкривають виконані автором дослідження – від змістовного аналізу існуючих теоретичних положень та технічних рішень до конкретних практичних рекомендацій та методик. Стилiстично викладений матерiал i мова тексту дисертації відповідають вимогам, що висуваються до дисертаційних робіт.

Зауваження до дисертаційної роботи:

Щодо наукових положень:

1.Третє наукове положення, а саме: «Планування реструктуризації існуючої технології управління якістю рудопотоків у генералізовану має виконуватися з урахуванням динаміки скорочення обсягів видобутку руди у групі комбінатів залізрудного басейну при доробці ними покладів з можливістю перенаправлення частини або загального рудопотоку з одного ГЗК на інший, що визначається критерієм доцільності утримання або поетапного виводу з експлуатації на них РЗФ – співвідношенням витрат на утримання фабрики і доходу від реалізації кінцевої продукції», **має характер рекомендацій дисертанта і практично не має відповідного теоретичного обґрунтування.**

2.Четверте наукове положення, а саме: «Підвищення вмісту корисного компонента на 5 %, зниження засмічення на 12÷18 % і зменшення на 1,2 % частки гірничої маси, що направляється на збагачення, забезпечується включенням в технологію видобутку мобільного дробильно-сортувального радіометричного комплексу, що відсікає некондиційну гірничу масу в забоях приконтатної зони «руда-порода» за встановленим критерієм бінарності середовища», **недостатньо обґрунтоване за відсутністю необхідних доказів при застосуванні цього комплексу хоча б теоретично у конкретному вибої кар'єру.**

Щодо наукової новизни отриманих результатів

При видобутку корисних копалин широко застосовують пересувні комплекси: дробарки сумісно з різного виду сепараторами (наприклад, роботи Улубабова), критичний огляд яких відсутній. Тому твердження, що дисертантом «Уперше теоретично обґрунтовано застосування мобільного

дробильно-сортувального радіометричного комплексу в залізорудних кар'єрах як елементу технології управління якістю рудопотоків, що виконує функцію якісного фільтру з відсікання некондиційної гірничої маси, видобутої в забоях приконтатної зони "руда-порода", за встановленим порогом сортування з урахуванням критерію бінарності середовища, що забезпечує тим самим технологічний, екологічний, енергозберігаючий та економічний ефект, підвищуючи якість рудного потоку мінімум на 5 % і знижуючи на 1,2 % частку некондиційної гірничої маси, яка направляється на збагачення» **недостатньо аргументоване.**

Окрім того слід зазначити наступні зауваження по цьому комплексу.

1.Автором розроблено сепаратор для вилучення руди по загальному вмісту заліза. В подальшому передбачається збагачення руди на магнітних сепараторах, якими оснащені збагачувальні фабрики. Звідси слідує, що немагнітна фракція руди може потрапити у відходи, що в роботі не враховується.

2.Дослідження сепаратора проведені для руд підземного видобутку, що може бути не характерним для відкритого видобутку руд.

3.Не приведені параметри дробарки щодо її приймальної та випускної щільності, та яка шматкуватість гірничої маси потрапляє в дробарку і яка виходить.

Викладені мною зауваження направлені на вирішення цих питань в подальших дослідженнях автора і суттєво не впливають на мою загальну позитивну оцінку дисертації.

Заключна оцінка по розгляду дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Азаряна В.А на тему: *Технологічно-теоретичні засади управління якістю залізистих сировини генералізованого комплексу рудопотоків гірничо-збагачувальних комбінатів* є завершеною науково-дослідною роботою, в якій здійснено вирішення актуальної науково-практичної проблеми, а саме: теоретичне обґрунтування системи управління якістю залізистих сировини генералізованого комплексу рудопотоків гірничо-збагачувальних комбінатів з мінімізацією амплітудних і часових коливань вмісту корисного компонента в гарантованих межах інтервалу, що задається.

Слід зазначити, що одним із найважливіших наукових досягнень в дисертації є наступне наукове положення, сформульоване автором дисертації, але не включене в наукові положення:

«Формування рудо потоку при нормальному законі розподілу вмісту корисного компонента після усереднення при видобутку руди ≥ 4 вибоїв, рівним 0,35 та середньо квадратичним відхиленням 0,037, ймовірність того, що вміст корисного компонента в сформованому рудо потоці буде перебувати в межах 0,3 – 0,4, становить $P=0,823$, що свідчить про можливість формування рудо потоку кар'єру з вмістом корисного компонента в заданому діапазоні з високою ймовірністю».

Важливість цього положення заключається в тім, що воно підтверджує головний напрямок по вирішенню проблеми, сформульованій в роботі.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.15.01 – відкрита

В загальному висновку дисертаційна робота виконана на достатньому рівні, вона повністю відповідає вимогам пунктів 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», який затверджений постановою Кабінету Міністрів України, а її автор, **Азарян Володимир Альбертович**, за створення наукових основ *технологіко-теоретичних засад управління якістю залізовмісної сировини генералізованого комплексу рудопотоків гірничо-збагачувальних комбінатів*, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.03 – відкрита розробка родовищ корисних копалин.

**завідувач відділу
геомеханічних основ
технологій відкритої
розробки родовищ Інституту
геотехнічної механіки
ім. М. С. Полякова НАН
України (м. Дніпро), доктор
технічних наук, професор**

М. С. Четверик

Підпис проф. М.С. Четверика засвідчую:



Відгук надійшов
05.03.2019р.

Ученик

Федору М.Б.