

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Невзорова Віталія Валерійовича

на тему: «ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТОНКОГО ГРОХОЧЕННЯ ПРИ ЗБАГАЧЕННІ МАГНЕТИТОВИХ КВАРЦИТІВ»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 18 – «Виробництво та технології»

за спеціальністю 184 – «Гірництво»

Актуальність теми дисертації.

Існуючі технології переробки магнетитових кварцитів ведуть майже до 100% вимушеного подрібнення усього матеріалу, що в свою чергу призводить, до ефекту потрапляння тонкого розкритого магнетиту, багатих зростків у відвальні хвости, а тонкого кварцу, бідних зростків до промпродуктів та концентрату, тим самим занижуючи якісні показники товарної продукції.

Первина оцінка матеріалів показує, що найшвидшим способом підвищення якісних характеристик є переробка низькосортних концентратів мокрої магнітної сепарації. Для цього можливе комплексне застосування грохотів тонкого грохочення, вертикальних млинів, батарей гідроциклонів, що дозволить це виконати, завдяки виведенню чистого магнетиту, зниженню потрапляння багатих зростків у хвости та бідних зростків у промпродукт/концентрат. Таке поєднання в окремих випадках можливо розглядати, як альтернатива флотаційній доводці концентратів.

Дисертацію присвячено вирішенню наукового завдання з метою обґрунтування та розробки комплексної технологічної схеми збагачення бідних магнетитових кварцитів. Розробка технології базується на закономірностях ймовірності розділення частинок, залежностей ефективності розділення від параметрів вихідної сировини (вміст твердого, щільність пульпи, розрідження, навантаження, швидкість) та показників роботи грохота (частота/амплітуда коливань, розмір отворів поверхні для просіювання).

Тому обрана тема дисертації є актуальною та важливою.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

В дисертаційній роботі висвітлено два наукових положення:

Наукове положення №1

Тонке грохочення магнетитових кварцитів обґрунтовано як складна стохастична технологічна система, для якої визначальними є випадковий характер гранулометричного складу вхідного потоку, нестаціонарність параметрів та вплив невимірюваних факторів, що зумовлює необхідність використання ймовірнісно-

статистичного підходу до моделювання процесу та визначення його технологічних показників.

Наукове положення № 2

Встановлено, що сепараційна характеристика тонкого грохочення може бути адекватно описана узагальненою математичною моделлю, яка поєднує: ймовірнісну основу просіювання частинок, кінетичні параметри процесу, та інтегральний вплив характеристик пульпи, що дозволяє визначати розділення вихідних продуктів як функцію від параметрів вхідного потоку та режимів роботи грохоту.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Вперше для процесів збагачення магнетитових кварцитів розроблено узагальнену математичну модель тонкого гідрогрохочення, яка враховує ймовірнісну природу розділення частинок за крупністю, кінетику процесу та вплив властивостей пульпи шляхом побудови регресійної моделі коефіцієнта пульпи, що встановлює кількісний взаємозв'язок між: вмістом твердого, розрідженням, щільністю пульпи, та дозволяє враховувати їх комплексний і взаємозалежний вплив на ефективність тонкого грохочення.

2. Вперше встановлено узагальнені закономірності процесу тонкого грохочення магнетитових руд на високочастотному грохоті на основі введення безрозмірних параметрів, що комплексно враховують вплив часу просіювання (запас матеріалу на грохоті та вхідна продуктивність), вплив частоти та амплітуди коливань, товщини шару матеріалу та його гранулометричного складу (зокрема, критеріїв, аналогічних числам Фруда та Рейнольдса для вібраційних систем). Показано, що ефективність класифікації визначається узагальненим критерієм процесу.

3. Вперше встановлено аналітичні залежності для переходу від розділення крупності вхідної сировини до розділення сепараційної характеристики тонкого грохочення, що дозволяє: підвищити селективність розділення та стабілізувати гранулометричний склад продуктів грохочення.

4. Вперше встановлено, що оптимізація режимних параметрів роботи високочастотного грохота (частота коливань, амплітуда, питоме навантаження) забезпечує інтенсифікацію процесу тонкого грохочення, що проявляється у зменшенні втрат корисного компонента з надрешітним продуктом та підвищенні вилучення магнетиту у підрешітний продукт.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання, обґрунтування та розробка комплексної технологічної схеми збагачення бідних магнетитових кварцитів, виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача, Невзорова Віталія Валерійовича, повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 184 – Гірництво та напрямкам виконання науково-дослідних робіт у Криворізькому національному університеті.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувачки у науковий напрям гірничо-металургійної галузі.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота, Невзорова Віталія Валерійовича, є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою.

В дисертації для виконання мети досліджень сформовані задачі, які послідовно розкриваються від розділу до розділу.

Відмічається доступність викладання матеріалу та використання загальноприйнятої термінології.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків по кожному розділу, загального висновку та списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації 176 сторінок.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, визначено мету та основні задачі дослідження, обґрунтовано наукову новизну і практичну значимість роботи.

У **першому розділі** автором проведено аналіз процесів та обладнання розділення за крупністю, визначені сучасні підходи к модернізації технологій переробки магнетитових кварцитів, визначено вплив речовинного складу, вкрапленості зерен, вимогам до якості продукції на вибір обладнання та схем переробки.

Другий розділ присвячений математичному моделюванню. Математично сформульовано та вирішено задачу моделювання процесу тонкого грохочення з використанням методів теорії ймовірностей та математичної статистики. Отримано формули для розрахунку сепараційної характеристики підreshітного продукту тонкого грохочення в залежності від характеристик вхідної рудної шихти і параметрів процесу грохочення. Опис процесу тонкого грохочення за допомогою моделі Тихонова О. М. дозволив оцінити щільність розділення підreshітної сепараційної характеристики як випадкової величини, яка визначається як характером вхідного випадкового потоку рудної шихти, так і властивостями самого процесу тонкого грохочення. Для врахування особливостей

мокрого тонкого грохочення виділено головні характеристики пульпи і об'єднані в коефіцієнт пульпи. Для визначення форми і значення цього коефіцієнту використано регресійний аналіз. Проведене дослідження показало рівень впливу кожного з вибраних параметрів пульпи. Моделювання процесу тонкого грохочення підтвердило експериментальні результати грохочення. Результати математичного моделювання, що зв'язують параметри вхідного потоку рудної шихти та процесу тонкого грохочення, дозволяють застосовувати розвинений підхід для розв'язання практичних завдань.

Розділ третій включає дослідження магнетитових кварцитів як об'єкту для тонкого грохочення, умов розділення частинок магнетитових руд при грохоченні, під час лабораторних та напівпромислових тестувань виконана оцінка впливу параметрів на процес грохочення, проаналізовані технологічні аспекти переробки магнетитових кварцитів та визначені труднощі пов'язані з цим.

Під час експериментів доведені та встановлені критерії ефективності класифікації та визначенні оптимальні параметри процесу тонкого грохочення

У четвертому розділі обґрунтовано та наведено комплексну технологічну схему збагачення бідних магнетитових кварцитів. Запропонована технологічна схема дозволяє виключити з лінійки виробництва низькоякісного концентрату з Feзаг. 64,5% з обсягом 106,2 т/год, отримати високоякісний концентрат з вмістом Feзаг. 68,5% та обсягом 922,9 тон/год, та збільшити обсяг товарного концентрату з вмістом Feзаг. 67,5% на 460,0 тон/год. Техніко-економічний аналіз, розробленої технологічної схеми, виконано із застосуванням методу варіантного дисконтного аналізу, з урахуванням знецінення вкладених коштів та надходжень протягом терміну життя проекту.

Дисертація має додаток, в якому міститься інформація про впровадження результатів дисертаційного дослідження.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Основні положення та результати дослідження були представлені й одержали схвалення на наукових семінарах кафедри збагачення корисних копалин і хімії Криворізького національного університету; на міжнародних науково-технічних конференціях «Розвиток промисловості і суспільства» (м. Кривий Ріг, 2022–2026 рр.), «Інноваційний розвиток ресурсозберігаючих технологій та раціональне користування природними ресурсами» (Румунія, 2023).

Основний зміст дисертації опубліковано в 5-ти працях, зокрема: 3 статті – у фахових виданнях категорії Б; 1 стаття – у журналі категорії В, 1 тези – в іноземному виданні.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувачки.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У тексті зазначено, що модель пов'язує стан процесу з його керованими та некерованими входами. Яким чином у структурі вашої математичної моделі магнетитових кварцитів враховано специфічні фізико-механічні властивості саме (наприклад, густину, магнітну сприйнятливість або схильність до флокуляції), що відрізняє її від універсальних моделей грохочення?
2. В розділі 2. 2 зазначено, що на етапі структурного синтезу використовують критерії для вибору конкретного виду залежності (лінійна, нелінійна, стохастична). У вашій роботі процес тонкого грохочення розглядається як стохастичний процес. Прошу автора пояснити значення цього поняття?
3. У науковій новизні №2 вказано, що безрозмірний коефіцієнт враховує параметри, аналогічні числам Фруда та Рейнольдса. Потребує пояснення автором.
4. У підрозділі 3.3 ви зазначаєте, що основними параметрами вібрації для тонкого грохочення залізних руд є висока частота та мала амплітуда. Разом з тим, ви вказуєте, що саме вібрація забезпечує стратифікацію матеріалу. Яким чином обрані вами параметри вібрації (зокрема амплітуда в кілька міліметрів) корелюють із фізико-механічними властивостями магнетитових пульп, і чи проводилося дослідження критичної межі амплітуди, за якої процес стратифікації переходить у режим турбулентного перемішування, що знижує ефективність розділення?
5. В підрозділі 4.3, стор. 154, наведено розрахунок інвестиційної привабливості проекту. Поясніть по яким показникам Ви оцінювали привабливість?
6. В запропонованій схемі застосовується операція розмагнічування: прошу зазначити яке використовувалось обладнання та напруженість поля?

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії, Невзорова Віталія Валерійовича, на тему «Обґрунтування технологічних параметрів тонкого грохочення при збагаченні магнетитових кварцитів», виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 184 – «Гірництво». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня

доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач, Невзоров Віталій Валерійович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 18 – «Виробництво та технології». за спеціальністю 184 – «Гірництво»

Рецензент:

Кандидат технічних наук,
доцент кафедри збагачення
корисних копалин і хімії

Л.В. Склад

Л.В. Склад



Підпис	<i>Склад Л.В.</i>
ЗАСВІДЧУЮ:	
Учений секретар Криворізького національного університету	
<i>Л.В. Удрик</i>	
« 17 »	08 20 26 р.

« 17 » серпня 20 26 року