РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Вільгельм Марини Миколаївни
на тему: «ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОГО РОЗДІЛЕННЯ МІНЕРАЛІВ ПРИ МАГНІТНО-ФЛОТАЦІЙНОМУ ЗБАГАЧЕННІ МАГНЕТИТОВИХ КВАРЦИТІВ»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 184 – «Гірництво»
за спеціальністю 18 – «Виробництво та технології»

Актуальність теми дисертації.

Виробництво високоякісного магнетитового концентрату на сьогодні для України є одним з найактуальніших завдань.

Зберегти своє місце на світовому ринку залізорудні гірничо-збагачувальні комбінати України можуть тільки у випадку виробництва концентрату, який має масову частку заліза загального на рівні 70 % і кремнезему не більше 2,5 %.

Існуючі застарілі технологічні схеми не дають можливості переробляти тонковкраплених важкозбагачувальних магнетитових кварцитів та відповідати високим критеріям якості світових ринків.

Підвищення якості магнетитових концентратів можливе за рахунок застосування у схемах збагачення операцій оберненої катіонної флотації, тонкого грохочення та тонкого подрібнення.

Дисертацію присвячено вирішенню наукового завдання з метою обґрунтування та розробки технології вібраційно-магнітно-флотаційного збагачення магнетитових кварцитів. Розробка технології базується на закономірностям магнітної коагуляції мінеральних частинок, умов руйнування неселективних флокул для розробки технології підготовки оптимального живлення для основної флотації магнетитових концентратів та перечищення пінного продукту.

Тому обрана тема дисертації є актуальною та важливою.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Вперше при математичному моделюванні взаємодії між магнетитовими частинками в магнітному сепараторі було враховано анізотропію їхньої взаємодії. Це обумовлено тим, що вздовж магнітних ліній зовнішнього поля діють притягуючи сили, а поперек них – відштовхуючі. Завдяки цьому вдалося пояснити

механізм утворення стійких ниткоподібних структур з магнетитових частинок при їх бінарному злитті. Ці структури вилучаються з потоку під дією магнітного поля сепаратора, а потім практично не руйнуються при подальшому вібраційно-флотаційному збагаченні.

2. В рамках роботи встановлено, що коефіцієнт глибини коагуляції пропорційний концентрації магнетитових частинок. Коагуляція магнетитових частинок в пульпі посилюється з ростом їх концентрації. Існує критичне значення концентрації, вище якого коагуляція різко зростає. Це значення залежить від розміру частинок (чим менші, тим вище) та швидкості потоку (чим вища, тим вище). Збільшення концентрації, зменшення розміру та зростання швидкості потоку спричиняють прискорення коагуляції та призводять до збільшення середнього розміру агрегатів.

3. Запропонована нова модель вібраційної руйнації мінеральних агрегатів та флокул теоретично обґрунтована та експериментально підтверджена. Модель ґрунтується на теорії подібності та аналізу розмірностей. Враховує випадковість зміни параметрів вібрації (частоти та амплітуди).

4. Результатами дослідження, вперше встановлено, що при збільшенні частоти коливань декі грохоту, амплітуда, необхідна для руйнування мінеральних агрегатів та флокул у пінному продукті флотації магнетитових концентратів, значно зменшується. Зазначено, що магнітні флокули поздовжної форми та розміром значно більшим комірки грохоту, потрапляють у підрешітний продукт. Це явище обумовлене недостатністю пов'язано сил вібрації та коливань деки грохоту для їх руйнації.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання, обґрунтування та розробка технології вібраційно-магнітно-флотаційного збагачення магнетитових кварцитів, виконано повністю, здобувачка повною мірою оволоділа методологією наукової діяльності.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки, Вільгельм Марини Миколаївни, 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, Вільгельм Марини Миколаївни, є результатом самостійних досліджень здобувачки і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату

складу нерудних домішок та магнетиту за критерієм Фішера зі ступенем ризику не більше 5%.

У четвертому розділі наведено результати дослідження впливу частоти та амплітуди коливань при вібраційному розділенні на процес руйнації мінеральних флокул з використанням математичної моделі дисперсної системи.

Доведено, що при тонкому грохоченні в одночас з руйнацією мінеральних агрегатів і флокул, відбувається додаткове вилучення але й вилучення товарного залізовмісного концентрату.

Розділ п'ятий обґрунтовано та наведено нову схеми вібраційно-магнітно-флотаційного збагачення магнетитових кварцитів з отриманням двох типів товарної продукції з масовою часткою заліза загального 70,43 % та 66,2 %. Вміст діоксиду кремнію у цих концентратах відповідно 1,83% та 7,52%. Схема перевірена в лабораторних та промислових умовах. Виконано техніко-економічний аналіз, розробленої технологічної схеми, із застосуванням методу варіантного дисконтного аналізу, з урахуванням знецінення вкладених коштів та надходжень протягом терміну життя проєкту.

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, 2021–2024 рр.), «Інноваційний розвиток ресурсозберігаючих технологій та раціональне користування природними ресурсами» (Румунія,2023).

Основний зміст дисертації опубліковано в 4 працях, зокрема: 3 статті – у фахових виданнях; 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. Яким чином доведено адекватність моделей наукової новизни №1 та №3?
2. На стор. 5 зазначено, що в дисертації розглянуто «кібернетичний підхід математичного моделювання». В чому полягає цей підхід?
3. В підрозділі 5.4, стор. 204, наведено розрахунок інвестиційної привабливості проєкту. Яка собівартість концентрату по запропонованій технології?
4. Стор. 177, рис. 5.1 наведена схема запропонованої технології. Чому доподрібнення пінного продукту відбувається у вертикальних млинах?

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, 5 розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації 219 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 існуючих досліджень за темою дисертації у напрямку технологій флотаційного збагачення магнетитових концентратів, явищ коагуляції, флокуляції, гетерокоагуляції та їх зв'язку з дисперсними системами, а також впливу внутрішніх і зовнішніх параметрів процесу вібраційного розділення на його ефективність.

Другий розділ присвячений вивченню технологічних параметрів сировини для формування оптимального живлення флотації. На підставі вивчення хімічного та мінералогічного складу живлення основної флотації магнетитового концентрату, камерного (товарного концентрату) та пінного продукту основної флотації автор формулює висновки щодо необхідних операцій для покращення ефективності флотаційного збагачення. Автор пропонує наступні операції для оптимізації технологічної схеми: розмагнічування - для зменшення явищ магнітної флокуляції, вібраційне розділення для руйнування скоагульованих частинок, доподрібнення у вертикальних млинах з додаванням операцій класифікації в гідроциклонах або тонкого грохочення чи поєднання цих операцій для оновлення поверхні пінного продукту.

Розділ третій присвячений математичному моделюванню. Розглянуто моделювання магнітної коагуляції та характеристик магнетитової суспензії. Доведено, характер взаємодії між магнетитовими частинками носить анізотропний характер. На підставі розроблених математичних моделей розкрито характерні особливості процесу магнітної коагуляції у магнітних сепараторах. Процес руйнації магнетитових агрегатів та флокул у змінному магнітному полі, розглянутий в математичному моделюванні, на підставі кібернетичного підходу. У розділі виконано перевірку адекватності запропонованих моделей. Адекватність побудованих моделей та методик розрахунку характеристик магнітної коагуляції підтверджено експериментальними даними. Адекватність, розроблених математичних моделей магнітної коагуляції, моделює розподіл дисперсного

5. На стор. 96 доказ ствердження відбувається на основі «рівняння інваріантності». Потребує пояснення автором цього вислову.
6. На стор. 73 наведена частина рис. 2.17 , який переходить на стор. 74 без позначки продовження.

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 здобувачки ступеня доктора філософії, Вільгельм Марини Миколаївни, на тему «Обґрунтування технологічних параметрів вібраційного розділення мінералів при магнітно-флотаційному 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.

Здобувачка, Вільгельм Марина Миколаївна, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 184 – «Гірництво» за спеціальністю, 18 – «Виробництво та технології»

Рецензент:
Кандидат технічних наук,
доцент кафедри збагачення
корисних копалин і хімії Л.В. Скляр

М.П. «12» 08 2024 року

ВІДДІЛ КАДРІВ
Підпис
ЗАСВІДЧУЮ:
Відділ кадрів
Криворізького національного університету
12 08 2024 р.