

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу **Афанасовой Анастасии Валерьевны**
«Разработка эффективных технологических решений переработки
золотосодержащих руд с учетом их критериев упорности», представленную
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых

1. Актуальность темы диссертации

Проблема переработки труднообогатимых (упорных) золотосодержащих руд актуальна для всех без исключения стран, осуществляющих добычу благородных металлов из рудного сырья. Значительная доля упорных руд характеризуется тонкой вкрапленностью золота в минералы - носители. Помимо этого, руды отдельных месторождений содержат углеродистое вещества, обладающее повышенной сорбционной активностью по отношению к растворенному золоту. Перечисленные особенности обуславливают потери золота не только на стадии обогащения, но так же и на стадии металлургической переработки. В мировой практике при решении задач данной области разработаны методы обработки золотосодержащих руд для нейтрализации активности углеродистого вещества, которые включают его предварительную флотацию, использование пассивирующих покрытий, сорбентов, обжиг, химическое окисление и бактериальную обработку.

Диссертационная работа Афанасовой А.В. посвящена обоснованию и разработке технологических решений, обеспечивающих повышение эффективности переработки упорных золотосодержащих руд за счет предварительной селекции концентратов обогащения по степени упорности путем определения дополнительных критериев упорности. Таким образом, *тема диссертации представляется актуальной, а результаты выполненных исследований имеют важное практическое значение в области переработки благороднометального сырья.*

2. Содержание и научная новизна работы

Диссертация Афанасовой А.В. по структуре и содержанию полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Общий объем работы составляет 148 страниц машинописного текста. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы из 147 наименований, включает 76 рисунков, 54 таблицы и приложение.

В диссертационной работе выполнены новые научные исследования, которые позволяют предложить технологические решения и повысить извлечение золота за счет вовлечения в переработку высокоуглеродистых сульфидных и углеродистых концентратов на основе определения дополнительных критериев упорности.

Автором разработана методика с применением комплекса термических методов анализа для определения дополнительных критериев упорности руд при исследовании продуктов обогащения Уточнена классификация упорных золотосодержащих руд типа «Г» с определением дополнительных критериев упорности.

Результатом исследований является технологическая схема переработки упорных золотосодержащих руд на основе селекции флотационных концентратов с учетом их критериев упорности и их последующей СВЧ-обработкой для укрупнения золота, что позволяет увеличить его извлечение.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает логикой и внутренним единством.

*№ 347-10
от 22.10.2019*

Анастасия Валерьевна широко использовала математическое моделирование для описания процесса кинетики измельчения, для прогноза технологических показателей процесса флотации.

3. Научная значимость

В ходе диссертационной работы автором:

1. Разработана методика определения дополнительных критериев упорности золотосодержащих руд на основе интерпретации данных комплекса термических методов анализа флотационных концентратов, реализация которой позволяет проводить селекцию руд и продуктов обогащения по упорности.

2. Установлены регрессионные зависимости извлечения органического углерода в углеродистый и сульфидный флотационные концентраты от параметров флотации, позволяющие прогнозировать основные технологические параметры процесса.

3. Разработаны и обоснованы эффективные технологические решения переработки упорных золотосодержащих руд с использованием СВЧ-обработки для увеличения извлечения золота за счет термической деструкции наиболее сорбционно активной углеродистой составляющей.

4. Экспериментально обоснован способ извлечения ультрадисперсных частиц золота из упорных углеродистых руд, основанный на использовании СВЧ-обработки флотационных концентратов, с целью повышения извлечения благородных металлов за счет укрупнения ультрадисперсных индивидов.

4. Доказанность и достоверность защищаемых положений

Защищаемые положения доказаны в достаточной степени. Достоверность и обоснованность научных положений и выводов не вызывает сомнений; подтверждается большим объемом экспериментальных исследований, их представительностью и сходимостью, оценкой полученных данных методами математической статистики; применением современного оборудования и средств измерения, а также апробацией полученных результатов на международных и всероссийских конференциях.

Первое научное положение доказано в третьей главе результатами исследований по предложенной и подробно описанной в приложении методике. А именно результатами состава флотационных концентратов разных серий с применением комплекса термических методов анализа, результатами расчета энергии активации и определения сорбционной активности углеродистого вещества.

Второе защищаемое положение доказано в четвертой главе результатами исследования влияния СВЧ-обработки на процесс термической деструкции наиболее сорбционно активной составляющей – битума, на флотационные сульфидные концентраты, результатами исследования возможности укрупнения ультрадисперсных частиц благородных металлов с использованием электромагнитных воздействий.

5. Практическая значимость

Практическая значимость заключается в разработке методики определения дополнительных критериев упорности золотосодержащих руд на основе интерпретации данных комплекса термических методов анализа флотационных концентратов, реализация которой, позволяющая проводить селекцию руд и продуктов обогащения по упорности. Данная методика рекомендована для разработки новых и модернизации существующих горно-обогатительных

комбинатов по переработке упорных благороднометалльных руд. Научные и практические результаты по повышению извлекаемости золота из упорных благороднометалльных руд с применением СВЧ-обработки рекомендованы для использования при переработке руд данного типа и техногенного углеродистого сырья.

Разработанная методика определения дополнительных критериев упорности золотосодержащих руд на основе интерпретации данных комплекса термических методов анализа флотационных концентратов, реализация которой, позволяющая проводить селекцию руд и продуктов обогащения по упорности, рекомендована для разработки новых и модернизации существующих горно-обогатительных комбинатов по переработке упорных благороднометалльных руд, для таких компаний как АО «Полиметалл», ПАО «Полюс», ООО «Кинросс Дальний Восток», ЗАО «Южуралзолото» и др.

Научные и практические результаты по повышению извлекаемости золота из упорных благороднометалльных руд с применением СВЧ-обработки рекомендованы для использования при переработке руд данного типа и техногенного углеродистого сырья.

Проведенная оценка экономической реализации работы показывает ее эффективность.

6. Апробация работы

Материалы и основные научные результаты диссертации изложены в 15 печатных работах, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации – 3, в том числе в изданиях, индексируемых международной базой цитирования Scopus, WoS – 4, получен 1 патент.

Текст диссертации написан грамотным техническим языком с применением соответствующей обогащению полезных ископаемых терминологии. В тексте изредка встречаются несоответствия, которые следует отнести к опечаткам и опечаткам, что только доказывает самостоятельность написания работы соискателем.

Например:

- В таблице 3.16 приведен состав флотационных концентратов серий ФК-1 и ФК-2 по содержанию железа, серы, углерода и золота, а названа она «Результаты определения сорбционной активности углеродистого вещества».

- В таблице 1.2 вместо более 100 мкм при определении размера крупного золота написано менее 100 мкм.

7. В качестве замечаний следует отметить следующее: (Замечания и вопросы по диссертации)

1. Защищаемая методика определения дополнительных критериев упорности руд, (первое положение) представлена только в конце диссертационной записки в приложении А. При этом по тексту работы ссылка на приложение отсутствует. Следовало и в автореферате представить методику в сокращенном виде. Поскольку методика заявлена и в защищаемом положении, и как научная новизна, и как основной результат работы - следовало и в диссертации и в автореферате сделать акцент на предлагаемый порядок исследований с конкретизацией результата, на который нацелен конкретный этап. Так же во второй главе следовало привести схему или описание указанного в выводах к главе разработанного алгоритма исследования по определению

дополнительных критериев упорности, включающий флотационное обогащение и комплексное термическое исследование флотационных концентратов.

2. Следовало конкретизировать процессы, заявленные как предмет исследования. В работе дана очень неконкретная и широкая формулировка: «...предметом исследования являются процессы переработки упорных золотосодержащих руд...»

3. Для прогноза прироста требуемого класса крупности –71 мкм от времени измельчения в работе использовано уравнение Товарова. Исходя из выполненных в диссертации исследований, такой прогноз возможен только для лабораторных условий. Каким образом данная модель может быть использована в полупромышленных и промышленных условиях?

4. Прогностические математические модели, описывающие зависимость содержания и извлечения органического углерода в концентрат от выхода класса -71 мкм и расхода депрессора представлены в кодированных единицах. Для возможности использования следовало перевести их в реальные единицы и представить в таком виде.

5. Чем объясняется установленное при сравнении термограмм ФК-1 рис. 3.9 и ФК-2 рис. 3.12 почти 2ух кратное превышение количества органического компонента в образце серии ФК-2, при практически равном содержании органического углерода в образцах ФК-1 и ФК-2, подтвержденного данными таблицы 3.15?

6. В соответствии с разработанной схемой переработки упорных сульфидных золотосодержащих руд углеродистый концентрат поступает на СВЧ обработку без обезвоживания и сушки. Каким образом содержание влаги в этом продукте влияет на эффективность СВЧ обработки. Было ли это изучено? Ранее на стр. 100 было показано, что оптимальное время для термической деструкции битума с применением СВЧ-обработки составляет 10-12 минут, при мощности СВЧ-печи 600 Вт при обработке сухого материала. Как изменится оптимальное время обработки, если обрабатывается по сути пульпа?

7. В автореферате и диссертации следовало, как это принято в обогащении полезных ископаемых, представить качественно-количественную схему обогащения по разработанной схеме и баланс продуктов по золоту и углероду.

Заключение

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не ставят под сомнение достоверность и обоснованность выводов и основных положений, защищаемых в диссертации.

Диссертация Афанасовой Анастасии Валерьевны является законченной научно-квалификационной работой, в которой разработаны эффективные технологические решения по переработке золотосодержащих руд с учетом критериев их упорности. Диссертационная работа аккуратно оформлена, изложена грамотным и ясным техническим языком. Автореферат отражает содержание диссертации и полностью раскрывает научные положения, выносимые на защиту.

