

**УТВЕРЖДАЮ**

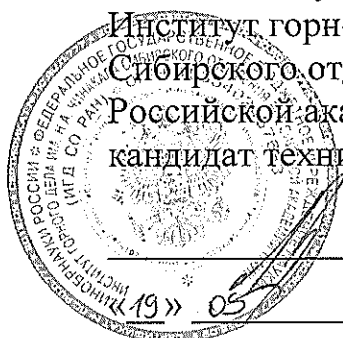
Директор

Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки

Институт горного дела им Н.А. Чинакала  
Сибирского отделения

Российской академии наук (ИГД СО РАН)

кандидат технических наук



Кондратенко Андрей Сергеевич

2019 г.

## **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

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.

№ 312-10  
от 05.10.2019

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 благороднометалльного сырья.*

## **2. Содержание и научная новизна работы**

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

В диссертационной работе выполнены новые научные исследования, которые позволяют повысить извлечение золота за счет вовлечения в переработку высокоуглеродистых сульфидных и углеродистых концентратов. Автором разработана методика определения дополнительных критериев упорности руд на основе исследования полученных продуктов обогащения с применением комплекса термических методов анализа. Уточнена классификация упорных золотосодержащих руд типа «Г» с определением дополнительных критериев упорности. К таким критериям отнесено деление органоуглеродистых веществ на содержащие битум и кероген.

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 увеличения извлечения золота. Проведенная оценка экономической реализации работы показывает ее эффективность.

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.

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.

### **3. 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. Предложенные технологические решения по обогащению руд учитывают разработанную

методику градации руд 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.

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.

#### **4. В качестве замечаний следует отметить:**

1. Для снижения содержания органического углерода в сульфидном концентрате автором предложена его предварительная флотация. Исследовалось влияние двух параметров: расхода воздуха и пенообразователя. В качестве пенообразователя использовался пенообразователь VS-1. В то же

время в работе, указанной в диссертации под номером 51, доказывается, что наибольшее значение  $Au/C_{орг}$  получено в экспериментах, где в качестве пенообразователей использовались Flotanol 7197 и Flotanol 7196. В связи с этим автору следовало бы оценить влияние структуры и состава молекул пенообразователей на избирательность извлечения сорбционно-активного углерода.

2. В работе доказывается, что в результате СВЧ обработки происходит укрупнение тонких частиц золота и образование более крупных агрегатов. Необходимо указать какова природа сил, объединяющих частицы золота в агрегаты размером в несколько микрон.

3. В работе экспериментально показано, что наилучшие показатели по извлекаемости золота достигается при деструкции сорбционно-активного углерода при температуре 300-350°. Каким образом измерялась температура в печи СВЧ?

4. В первом пункте новизны следует уточнить, в чем заключается суть новой методики по определению новых критериев упорности золотосодержащих руд и дать определения этим критериям.

5. Автор не приводит сквозные значения технологических показателей, только итоговые значения для концентратов и хвостов.

### **Заключение**

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

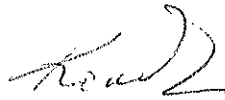
Диссертация Афанасовой Анастасии Валерьевны является законченной научно-квалификационной работой, в которой разработаны эффективные технологические решения по переработке золотосодержащих руд с учетом критериев их упорности. Диссертационная работа аккуратно оформлена, изложена грамотным и ясным техническим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

Диссертационная работа **Афанасовой Анастасии Валерьевны** «Разработка эффективных технологических решений переработки золотосодержащих руд с учетом их критериев упорности» соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (утверждено приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 №839адм), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Афанасова А.В. заслуживает присвоения ей степени кандидата технических наук по специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых.

Отзыв подготовлен и рассмотрен на заседании лаборатории обогащения полезных ископаемых и технологической экологии ИГД СО РАН (протокол № 9 от 19. сентября, 2019).

**Председатель заседания:**

заведующий лабораторией  
обогащения полезных ископаемых  
и технологической экологии  
ИГД СО РАН, д.т.н.



Кондратьев С.А.

**Секретарь заседания:**

В.н.с. лаборатории  
обогащения полезных ископаемых  
и технологической экологии, д.т.н.



Ростовцев В. И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (ИГД СО РАН).

Почтовый адрес: 630091 Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 54

Телефон: +7 (383) 205-30-30доб. 120

Адрес электронной почты: [Kondr@misd.ru](mailto:Kondr@misd.ru)

Кондратьев Сергей Александрович

Ростовцев Виктор Иванович