

**ОТЗЫВ**  
**официального оппонента**  
**на диссертационную работу Семенихина Дмитрия Николаевича «Повышение**  
**качества золотосодержащего концентрата на основе комбинирования**  
**гравитационно-флотационных методов», представленную на соискание ученой**  
**степени кандидата технических**  
**наук по специальности 25.00.13 -Обогащение полезных ископаемых**

Объемы переработки золотосодержащего сырья в России и мире растут, по большей части, за счет вовлечения в процесс «упорных» руд. В связи с этим, одной из важных проблем, стоящих перед современной золотодобывающей промышленностью, является эффективная переработка «упорного» сырья, которое характеризуется тонкой вкрапленностью ценного компонента и наличием различных вредных примесей. Применение традиционных методов переработки для «упорных» золотосодержащих руд является низкоэффективным. Для увеличения сквозного извлечения необходимо создание новых подходов и решений как на стадии обогащения, так и на стадии дальнейшей гидрометаллургической переработки «упорного» сырья.

Поэтому тема диссертационной работы Д.Н. Семенихина, которая посвящена повышению качества золотосодержащего концентрата за счет снижения в нем сорбционно-активного органического углерода с применением комбинирования гравитационно-флотационных методов является актуальной.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, включающего 117 наименований. Работа изложена на 148 страницах машинописного текста, содержит 64 рисунка, 27 таблиц и 3 приложения.

**Во введении** автором поставлены задачи исследований и представлена общая характеристика по их результатам.

**В первой главе** диссертационной работы приведена общая характеристика «упорного» золотосодержащего сырья, его классификация. Представлены современные методы переработки «упорных» руд и концентратов, используемые на практике. Также произведен обзор флотационного оборудования и основных компьютерных программных пакетов для моделирования флотационного процесса.

**Во второй главе** приведены результаты изучения состава исходной пробы золотосодержащей руды.

**В третьей главе** описаны исследования по изучению кинетики измельчения, на основе термодинамического моделирования обосновано применение окислителя, исследована возможность извлечения золота гравитационным методом. Основная часть главы посвящена снижению количества органического углерода в золотосодержащем концентрате за счет предварительной депрессии и последующей флотации. Приведены зависимости извлечения органического углерода и потерь золота в углеродистый флотационный концентрат от расхода реагентов и времени флотации.

**В четвертой главе** произведен обзор возможностей наиболее широко применяемого программного пакета для моделирования процесса флотации JK Sim Float и показаны результаты компьютерного моделирования процесса углеродистой флотации. На основе моделирования установлена высокая эффективность на данной стадии флотомашины Jameson Cell.

**В пятой главе** приведена разработанная комбинированная схема обогащения для получения кондиционного золотосодержащего концентрата. Произведена экономическая оценка предлагаемой технологии переработки «упорной» руды.

**В заключении** содержатся основные выводы по результатам диссертационной работы.

Текст диссертации и автореферата оформлен в соответствии с нормативными требованиями, грамотным техническим языком. В нескольких случаях встречаются

№ 355-10  
от 16.11.2018

опечатки.

С применением современных методов исследования автором диссертации выявлены минеральные особенности исследуемой пробы руды, которые подтверждают технологическую «упорность» сырья. Установлены зависимости извлечения органического углерода и золота в углеродный продукт от расхода реагентов и времени флотации. С применением компьютерного моделирования определены оптимальные значения времени флотации и удельной площади поверхности пузырьков воздуха. Разработана технологическая схема, позволяющая повысить сквозное извлечение более чем на 30 % для части флотационного золотосульфидного концентрата (низкоуглеродный гравитационный концентрат).

#### **Научная новизна работы:**

1. С использованием термодинамического анализа химических реакций, протекающих во флотационном процессе при добавлении окислителя, построена диаграмма Пурбе в координатах  $Eh-pH$  для обычных условий флотации пирита, а также для системы в присутствии окислителя ( $pH=10-12$ ,  $t=25^{\circ}C$ ). Показано, что зона существования сульфат-ионов в присутствии окислителя существенно не меняется, что говорит о возможности добавления окислителя в процесс без потерь извлечения;

2. На основе результатов многофакторных экспериментов определены оптимальные расходы реагентов, тонина помола, время флотации и т.д. Определены зависимости извлечения органического углерода в процессе его предварительной флотации от вышеперечисленных факторов.

3. С применением современного программного пакета для моделирования процесса флотации определены зависимости извлечения органического углерода от площади пузырьков воздуха и времени пребывания пульпы в камере флотационной машины. Также с использованием компьютерной симуляции показано, что замена традиционной флотомашины на Jameson Cell позволяет повысить извлечение органического углерода на 2 % при одновременном снижении выхода продукта.

Разработанная автором технологическая схема позволяет получить кондиционный золотосодержащий концентрат, дальнейшая переработка которого позволит получить более высокие показатели извлечения, в отличие от прямого цианирования.

Выполненный автором технико-экономический расчет сравнения действующего предприятия и предложенной технологии показал быстрый срок окупаемости.

**Личный вклад.** Автор обосновал постановку, цель и задачи исследований, собственноручно выполнил экспериментальные работы, проанализировал полученные результаты, выявил и установил новые закономерности флотационного процесса для данного вида сырья.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, базируется на большом количестве экспериментов, выполненных на современном оборудовании; подтверждается сходимостью теоретических и экспериментальных данных.

**Апробация работы.** Результаты исследований достаточно полно отражены в 9 публикациях, в том числе в 5 работах, опубликованных в журналах, рекомендованных ВАК, апробированы на различных научных форумах и одобрены научной общественностью.

Автореферат и публикации полностью отражают содержание диссертации.

#### **Замечания:**

1. На основании изучения вещественного состава исследуемой пробы руды диссертант доказывает тонкую вкрапленность золота в сульфидные минералы, а также подтверждает присутствие органического углерода. Однако, в работе не изучена его сорбционная активность, которая подтверждала бы тот факт, что руда относится к технологически упорным из-за эффекта «прег-роббинга».

2. На протяжении всего текста диссертации автор называет «рассеянное углеродистое вещество» и «углеродистым», и «углеродным», а также «углистым». Насколько эквивалентны данные термины?

3. К сожалению, автор не приводит сравнительную таблицу с показателями извлечения по действующей схеме и разработанной на этапе обогащения. Также отсутствуют показатели сквозных извлечений по всему переделу, с учетом переработки по автоклавно-цианистой схеме. Данный факт препятствует пониманию эффективности разработанной схемы в целом.

Сделанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертации.

Диссертация **Семенихина Д.Н.** «Повышение качества золотосодержащего концентрата на основе комбинирования гравитационно-флотационных методов» является хорошей научно-квалифицированной работой, характеризующейся детальным анализом полученных данных, которые подтверждены большим объемом экспериментальных исследований. Выявленные автором закономерности вносят вклад в развитие научных основ процессов переработки упорного золотосодержащего сырья, а разработанная комбинированная технологическая схема повышает эффективность извлечения золота. Диссертация по своему содержанию, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям пункта 9 «Положение о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор – Семенихин Дмитрий Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.13 «Обогащение полезных ископаемых».

**Официальный оппонент:**

Ведущий научный сотрудник лаборатории  
новых технологических процессов и аппаратов,  
доктор технических наук

Владимир Федорович  
Скороходов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный институт  
Кольского научного центра Российской академии наук

Адрес: 184200, Мурманская область, г. Апатиты, ул. Ферсмана, д. 24

E-mail: [skorohodov@goi.kolasc.net.ru](mailto:skorohodov@goi.kolasc.net.ru)

Телефон: +7 (81555) 79-268

ПОДПИСЬ
<i>В.Ф. Скороходов</i>
По месту работы удостоверить
1. Зав. канцелярией Горного института
<i>А. Сосова</i>
<i>31.05.2018 г.</i>

