

О Т З Ы В

официального оппонента, д.т.н., проф. *Чантурия Елены Леонидовны* на диссертацию *Кузнецова Валентина Вадимовича* на тему: «Развитие методов определения показателей флотированности минералов для разработки эффективных технологических решений при переработке золотосодержащих руд», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **2.8.9 Обогащение полезных ископаемых.**

1. Актуальность темы диссертации

В связи с сокращением количества месторождений золота с высоким содержанием ценного компонента, в том числе россыпных, и вовлечением в переработку коренных «технологически упорных» золотосодержащих руд сложного вещественного состава и технологических свойств традиционные технологии обогащения все в меньшей степени соответствуют современным требованиям по производительности и качеству получаемых концентратов, комплексности использования сырья и экологичности процессов. Особенно это актуально для технологий переработки сульфидного сырья, содержащего золото тонковкрапленное в сульфидные минералы, что значительно осложняет процесс цианидного выщелачивания и получение товарной продукции.

Для эффективной переработки таких руд стадия обогащения должна обеспечивать наиболее высокую степень извлечения минералов-носителей золота в концентрат, отвечающий требованиям последующего металлургического передела (автоклавного окисления, обжига). Универсальным решением данной задачи является применение флотационного метода обогащения, технологии которого могут быть адаптированы под практически любые технологические свойства минералов и требования по готовой продукции. Однако высокая сложность, многофакторность процесса значительно затрудняет прогнозирование эффективности проектируемых решений флотационного обогащения. Любая вариация реагентного режима или аппаратного оформления, изменение конфигурации предшествующей схемы рудоподготовки, внедрение технологий интенсификации основных обогатительных переделов влияет на эффективность выбранной технологии флотации. В этой связи особенно актуальными становятся вопросы разработки принципов моделирования процессов флотации, базирующихся на обширных исследованиях фундаментальных физико-химических явлений, лежащих в основе флотационной сепарации.

Актуальность представленной диссертационной работы заключается в решении научно-практической проблемы совершенствования технологических решений флотационного обогащения труднообогатимого золотосодержащего сульфидного сырья, характеризующегося тонкой вкрапленностью золота в сульфидные минералы, на основе принципов имитационного моделирования процессов флотации для обеспечения наиболее высокой степени извлечения минералов-носителей золота в концентрат.

2. Научная новизна диссертации

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-5 от 22.01.24
АУ УС

Научная новизна работы состоит в предложении критериев для оценки эффективности интенсификации процессов измельчения и гидрофобизации минеральной поверхности сульфидов, а также обосновании комплексной методики определения параметров флотуемости рудного сырья, состоящей в определении удельной интенсивности аэрации и значений функции распределения компонента по классам флотуемости.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность защищаемых научных положений подтверждается достаточным объемом проведенных экспериментальных исследований, их представительностью и сходимостью, оценкой полученных данных методами математической статистики; применением современного оборудования и средств измерений.

Работа прошла апробацию на следующих семинарах и конференциях: XIX всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования», международная онлайн-конференция «XXIII International conference of Chemical Reactors ChemReactor-24»; IV Международная практическая конференция «Горное дело в XXI веке: Технологии, Наука, Образование»; XVIII международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования»; международная конференция «Современные проблемы комплексной и глубокой переработки природного и нетрадиционного минерального сырья (Плаксинские чтения – 2023)».

Тема диссертации, направленность проведенных исследований и полученных результатов соответствуют паспорту научной специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых по пунктам:

1. Повышение контрастности технологических свойств разделяемых минералов. Физические, физико-химические и химические процессы разделения, концентрации и переработки минералов, руд, промежуточных продуктов переработки природного и техногенного минерального сырья;

2. Моделирование, контроль, цифровизация, автоматизация технологических процессов обогащения, их оптимизация.

4. Научные результаты, их ценность

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 10 печатных работах, в том числе в 3 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus и WoS; получен 1 патент.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

В рамках разработанной методики определения флотуемости предложен вероятностно-кинетический подход к оценке скорости флотации минералов, связывающий вероятность флотационного извлечения и удельную константу скорости флотации. Обосновано наличие линейной корреляции между значением диаметра пузырьков по Соутеру и эмпирическим фактором E_f , характеризующим возрастание разности электродных потенциалов в камере флотомашины. Разработана программа для ЭВМ «Программа для определения показателей флотуемости на основании вероятностно-кинетического подхода» (патент РФ № 2021681464 от 17.12.2021). Научные результаты исследований использованы в учебном процессе Факультета переработки минерального сырья «Санкт-Петербургского горного университета для студентов специальности «Обогащение полезных ископаемых» при проведении занятий по дисциплинам «Флотационные методы обогащения», «Технология переработки руд цветных металлов» и «Химия флотореагентов». Результаты диссертационного исследования использованы в деятельности ООО «Р-Центр» (акт о внедрении результатов кандидатской диссертации от 6 июля 2023 года) и АО «Механобр инжиниринг» (акт о внедрении результатов кандидатской диссертации от 15 сентября 2023 года) при проведении научно-исследовательских работ. Работа выполнена в рамках гранта Российского научного фонда (проект № 19–17–00096).

6. Замечания и вопросы по работе

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

По диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. В работе (стр.37) отмечается, что среднее содержание золота в арсенопирите 0,18 масс. %, в пирите 0,06 масс. %. Однако не указано, какими методами проводилось определение содержания золота в минералах и на каких препаратах. Если это существенно обогащенные фракции, то каким способом их выделяли?

2. Изучалась ли Вами золотоносность морфологических разновидностей кристаллов пирита (кубический, пентагондодекаэдрический и др.) и их соотношение?

3. Установлен ли Вами характер выделения самородного золота в пирите (тонкодисперсное, наноразмерное «невидимое»)? Возможно, содержание золота в пирите определяется включениями арсенопирита в зерна пирита.

4. На стр. 45 указано, что «определение значения характеристического диаметра воздушных пузырьков производилось на основании измерения возникающей разницы электродных потенциалов. Замер производился при помощи двух хлорсеребряных электродов». Поскольку хлорсеребряный электрод (как и водородный, и каломелевый) является электродом сравнения, его потенциал постоянен и зависит только от концентрации в нем раствора KCl, не понятно, какую информацию может нести значение потенциалов хлорсеребряных электродов в жидкой фазе и как эти потенциалы могут зависеть от крупности пузырьков воздуха в растворе.

Поскольку в растворе должны присутствовать два электрода: сравнения и определения (измерения), то, что является в данном случае электродом определения и что он определяет? Возможно, в данном случае имеется в виду концентрационный гальванический элемент?

Возможно, изменение потенциалов электродов характеризует не диаметр пузырьков, а степень аэрации?

5. Заключение о том, что «в условиях постоянного перемешивания вклад геометрических характеристик поднимающейся газовой фазы в характер изменения разности электродных потенциалов состоит в скорости изменения значений ΔE . Размер пузырька тем меньше, чем выше значение фактора E » (стр.85) считаю некорректным. Геометрический размер пузырьков зависит от степени диспергации и концентрации вспенивателя, а изменение разности потенциалов может служить параметром степени аэрации, но не наоборот.

6. На стр. 74 описывается механизм закрепления бутилового ксантогената калия на поверхности сульфидов за счет химической формы сорбции – образования связей между ионами металлов вблизи поверхности пирита и анионной солидофильной группой ксантогената и, вследствие этого, гидрофобизации поверхности. Однако не упоминается, что поверхность сульфида предварительно должна быть частично окислена кислородом воздуха, что детально ранее показано в работах советских ученых И.Н. Плаксина и Р.Ш. Шафеева, например, до тиосульфат-иона, в результате чего анион ксантогената и адсорбируется на поверхности с образованием более прочной химической связи с катионом минерала, нежели у сульфата этого металла. Кроме того, процесс образования гидрофобной пленки на поверхности сульфидных минералов не ограничивается адсорбцией ксантогенат-иона. Необходимым условием является присутствие на поверхности физически сорбированного продукта окисления ксантогената – диксантогенида, что обеспечивает прочное закрепление минерального комплекса на поверхности пузырька и флотацию. Возможно, что роль окислителя поверхности сульфидов в данном случае в процессе измельчения играет перманганат калия?

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации соискателя Кузнецова Валентина Вадимовича. Диссертация имеет новизну, практическую значимость, соответствует паспорту научной специальности и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой предлагается решение актуальной научной задачи по развитию методического подхода к определению показателей флотуемости для повышения эффективности переработки золотосодержащих руд, что имеет существенное значение для развития рационального недропользования в стране.

7. Заключение по диссертации

Диссертация «Развитие методов определения показателей флотуемости минералов для разработки эффективных технологических решений при переработке золотосодержащих руд», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. - Обогащение полезных ископаемых, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм., а ее автор – Кузнецов Валентин Вадимович заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых.

Официальный оппонент
д.т.н., профессор
профессор кафедры ОПИ НИТУ «МИСиС»

Чантурия Елена Леонидовна

15 января 2024 года

Сведения об официальном оппоненте:

Чантурия Елена Леонидовна

Доктор технических наук, профессор

Профессор кафедры обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4, стр. 1,
+7(903)6876829,
elenachan@mail.ru

Подпись Чантурия Елены Леонидовны заверяю

Проректор по безопасности и общим
вопросам НИТУ «МИСиС»

И. М. Исаяв

М.П.