

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Анашкиной Наталии Евгеньевны «*Экспериментальное обоснование механизма модифицирования физико-химических, структурных и технологических свойств алмазов и породообразующих минералов кимберлитов при нетепловом воздействии высоковольтных наносекундных импульсов*», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.13 – «Обогащение полезных ископаемых»

При существующей в настоящее время в России технологии добычи и переработки алмазоносных кимберлитов повреждаемость кристаллов алмаза составляет от 25 до 75%, что приводит к их потере от 12 до 29%. Основным источником повреждений алмаза при переработке кимберлитовых руд, как справедливо отмечено автором, является процесс их самоизмельчения, приводящий к нарушению целостности значительного числа кристаллов алмаза. Кроме того, потери связаны с использованием в процессе самоизмельчения высокоминерализованных оборотных вод и дополнительным растворением компонентов из рудной массы, приводящим к образованию примесных гидрофильных пленок на поверхности кристаллов и, как следствие, изменению их технологических свойств.

Поставленная диссертантом цель работы – установление основных закономерностей изменения структурно-химических, механических, электрических, физико-химических и технологических свойств алмазов и породообразующих минералов кимберлитов в условиях воздействия мощных (высоковольтных) наносекундных электромагнитных импульсов (МЭМИ) и обоснование рациональных параметров электромагнитной импульсной обработки геоматериалов для повышения сохранности алмазов и эффективности процессов извлечения из руд ценных кристаллов – актуальна и своевременна. Сформулированы плодотворная идея, заключающаяся в эффективном использовании нетеплового воздействия наносекундных импульсов высокого напряжения для разупрочнения природных минералов-диэлектриков (породообразующих минералов кимберлитов) и направленного изменения структурно-химических, физико-химических и флотационных свойств кристаллов алмаза, и конкретные задачи исследований, а также определены объекты и предметы исследований.

Обработка минеральных проб проводилась на лабораторной установке для электромагнитной импульсной обработки УОМЭП – 1 (ИПКОН РАН, ООО «НПП ФОН»). Исследования структурно-химических, физико-химических и технологических свойств алмазов и породообразующих минералов кимберлита до и после обработки образцов МЭМИ проводили с использованием следующих современных физико-химических методов анализа: для анализа фазового состава и структурных примесей поверхности породообразующих минералов кимберлитов и кристаллов природных и синтетических алмазов использовали методы РФЭС и

ИК-фурье-спектроскопии; морфологические и структурно-химические свойства поверхности изучали методами аналитической электронной, конфокальной лазерной, сканирующей зондовой и оптической микроскопии (Аналитический центр изучения природного вещества при комплексном освоении недр, ИПКОН РАН); микротвердость породообразующих минералов определяли по методу Виккерса; оценку смачиваемости поверхности алмазов проводили методом В.А. Глембоцкого. Для породообразующих минералов кимберлита использовался метод лежащей («покоящийся» на плоскости) капли для определения краевого угла смачивания; флотированность природных алмазов изучали методом беспенной флотации; для изучения электрических свойств поверхности синтетических алмазов и породообразующих минералов кимберлитов применялись методы электроосмоса и электрофореза, а также метод Кельвина для определения электростатического потенциала природных алмазов; для анализа и интерпретации полученных результатов применяли методы статистической обработки экспериментальных данных, методы цифровой обработки и анализа компьютерных изображений поверхности минералов, а также методики анализа ИК-спектров.

Выполненные диссертантом исследования позволили установить новые закономерности и явления, в том числе необходимо отметить следующие:

1. Получены новые экспериментальные данные о влиянии МЭМИ на комплекс структурных, механических, электрических, физико-химических и технологических свойств алмазов и породообразующих минералов кимберлитов, подтвердившие развиваемые в диссертации представления о механизме нетеплового воздействия наносекундных импульсов высокого напряжения на геоматериалы:

– показано, что после обработки МЭМИ снижается микротвердость породообразующих минералов в целом на 40 – 66% при сохранении целостности и природных свойств кристаллов алмазов и происходят контрастные (разнонаправленные) изменения функционально-химического состава поверхности, электрических и физико-химических (гидрофобность) свойств алмазов и минералов породы;

установлена возможность увеличения извлечения алмазов при флотации за счет предварительной обработки МЭМИ, вызывающей деструкцию и удаление с поверхности кристаллов гидрофильных минеральных пленок, увеличение абсолютного значения электрокинетического потенциала и гидрофобных свойств алмазов.

2. Впервые выявлены и экспериментально обоснованы механизмы изменения структурно-химических, механических, физико-химических и технологических свойств *природных минералов-диэлектриков* – алмаза, оливина, серпентина и кальцита из кимберлитов в результате

воздействия мощных электромагнитных импульсов (МЭМИ). Основными из этих механизмов являются следующие:

– *разупрочнение* порообразующих минералов вследствие образования микроканалов электрического пробоя вблизи тонкодисперсных металлсодержащих включений (сульфидов, оксидов), разупорядочения структуры (деструкции) поверхностного слоя минералов в результате высоковольтной поляризации минерального вещества и воздействия на минеральную поверхность активных продуктов излучения плазмы искрового разряда, вызывающее существенное уменьшение микротвердости минералов-диэлектриков;

– дисперсионное *упрочнение* алмазов вследствие образования новых дефектов типа *B2* (плейтлетс) без глубокой структурной перестройки кристаллов, что, предположительно, вызывает повышение прочностных свойств алмазов и способствует большей сохранности ценных кристаллов при измельчении кимберлитов;

– поглощение энергии импульсного электромагнитного излучения в процессе *стадийных структурно-химических преобразований поверхности* минералов, вызывающих контрастное (разнонаправленное) изменение электрических, физико-химических и технологических (флотационных) свойств алмазов и минералов породы.

Следует отметить практическую значимость выполненной автором работы и полученных закономерностей, послуживших основой для разработки рациональных параметров нетеплового воздействия высоковольтных наносекундных импульсов и условий электромагнитной импульсной обработки кимберлитов для повышения эффективности технологических процессов разупрочнения порообразующих минералов, извлечения алмазов из руд и обеспечения сохранности ценных кристаллов при измельчении алмазосодержащих кимберлитов в мельницах самоизмельчения. Получены экспериментальные результаты, свидетельствующие о высокой эффективности предварительной электромагнитной импульсной обработки (МЭМИ) порообразующих минералов кимберлита (Якутия) и природных технических алмазов месторождения Булкур (Нижне-Ленский район Сибирской платформы):

– установлено, что максимальное относительное изменение (уменьшение) микротвердости порообразующих минералов составило: для оливина 62%, кальцита – 66%, серпентина – 42%, связующей массы кимберлитовой породы – 44%;

– показано, что прирост извлечения алмазов в результате предварительной кратковременной в течение 30 секунд электромагнитной импульсной обработки кристаллов в процессе флотации составил ~9% (максимальный прирост – 14% при обработке в течение 150

секунд) при существенном улучшении флотационных свойств за счет удаления минеральных пленок с поверхности кристаллов;

– даны рекомендации по практическому использованию импульсных энергетических воздействий (МЭМИ) в технологической схеме обогащения и доводки руды трубки «Интернациональная» на ОФ №3 МГОКа АК «АЛРОСА» для переработки хвостов обогатительных операций, направленных на доизмельчение (циркуляция), относящихся к классу крупности руды менее 5 мм, а также концентратов перед операциями липкостной сепарации и флотации.

По автореферату имеются замечания:

1. В тексте автореферата отмечены опечатки. На стр. 8 в разделе **Апробация работы** указывается «... XIV Международной школе-семинаре «Эволюция дефектных структур в конденсированных, 2016 г.; ... ». На стр. 8 в разделе **Структура и объем диссертации** приведено: «... содержит 180 страницы машинописного текста, ...» и др.

2. На рис. 10 (стр. 17 автореферата) показано изменение краевого угла смачивания порообразующих минералов кимберлита в результате обработки МЭМИ. Следовало бы обратить внимание на качество изображения.

3. В автореферате отсутствуют данные об оценке технико-экономической эффективности предлагаемых технологических решений (на конкретном примере с использованием разработанного способа).

Указанные замечания носят характер рекомендаций и уточнений, не снижая научной ценности и практической значимости представленных в диссертационной работе результатов.

В целом работа содержит новые научные результаты и имеет практическое значение. Ее содержание достаточно полно отражено в 35 опубликованных научных работах, в том числе в 7 рекомендованных ВАК России изданиях.

С учетом вышесказанного считаю, что диссертация Анашкиной Наталии Евгеньевны «Экспериментальное обоснование механизма модифицирования физико-химических, структурных и технологических свойств алмазов и порообразующих минералов кимберлитов при нетепловом воздействии высоковольтных наносекундных импульсов» отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Анашкина Наталия Евгеньевна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.13 – «Обогащение полезных ископаемых».

Автор отзыва: Ростовцев Виктор Иванович.

Доктор технических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (ИГД СО РАН), лаборатория обогащения полезных ископаемых и технологической экологии.

630091, Новосибирск 91, Красный проспект, дом 54.

E-mail автора отзыва: benevikt@misd.ru.

Телефон: служебный: 8 (383) 205-30-30, доп. 167.

Я, Ростовцев Виктор Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

« 28 » января 2019 г.



подпись

Подпись Ростовцева Виктора Ивановича заверяю:

Ученый секретарь ИГД СО РАН, к.т.н.



А.П. Хмелинин