

Отзыв официального оппонента на диссертационную работу
Анашкиной Наталии Евгеньевны
по теме «Экспериментальное обоснование механизма модифицирования
физико-химических, структурных и технологических свойств алмазов и
породообразующих минералов кимберлитов при нетепловом
воздействии высоковольтных наносекундных импульсов»
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 25.00.13 - «Обогащение полезных ископаемых»

Как указывают публикации отечественных ученых в настоящее время при существующей в России технологии добычи и переработки алмазонасных кимберлитов повреждаемость кристаллов алмаза составляет от 25% до 75%, что приводит к потере полезной массы кристаллов. Основным источником повреждений алмаза при переработке кимберлитовых руд является процесс их самоизмельчения, приводящий к нарушению целостности значительного числа кристаллов алмаза. Кроме того, дополнительное растворение компонентов из рудной массы приводит к образованию примесных гидрофильных пленок на поверхности кристаллов и, как следствие, изменению их технологических свойств.

Вследствие вышеизложенного, проблема разработки новых процессов и методов, обеспечивающих эффективную комплексную переработку труднообогатимых кимберлитов, а также повышение извлечения при одновременной сохранности целостности и природного качества алмазов, является весьма актуальной.

На основании глубокого анализа результатов ранее проведенных исследований современных проблем переработки и обогащения труднообогатимого алмазосодержащего минерального сырья, автором убедительно сформулированы задачи исследований основными из которых являются следующие:

Изучение закономерностей изменения структурно-химических свойств поверхности, состава структурных дефектов, механических, электрических, физико-химических и технологических (флотационных) свойств алмазов и породообразующих минералов кимберлита (оливина, серпентина и кальцита) в зависимости от параметров электромагнитного импульсного излучения.

Соискателем ученой степени исследован механизм изменения структурно-химических, электрических, физико-химических и механических свойств породообразующих минералов кимберлитов (оливина, серпентина и кальцита) при нетепловом воздействии высоковольтных наносекундных импульсов (МЭМИ).

Исследование структурно-химических, физико-химических и технологических свойств алмазов, а также породообразующих минералов кимберлита до и после обработки образцов МЭМИ проведено автором с использованием современных физико-химических методов анализа.

При этом было установлено, что при импульсных энергетических воздействиях на поверхности породообразующих минералов происходят стимулированные электрическим полем структурно-химические преобразования, а также сформированы основные механизмы и стадии процесса структурно-химических преобразований поверхности породообразующих минералов:

- процесс разупорядочения структуры поверхности серпентина, характеризующийся переходом атомов кремния из валентного состояния Si^{3+} в состояние Si^{4+} ;

- дегидроксилирование поверхности кальцита и оливина, вызывающее увеличение гидрофобности их поверхности и незначительное снижение гидрофобных свойств поверхности серпентина;

- деструкция структуры поверхности *серпентина* с уменьшением концентрации атомов кислорода и кремния в четырехвалентном состоянии, вызывающая повышение гидрофобности поверхности минерала, и гидрокселирование поверхности *оливина* и *кальцита*, обуславливающее снижение гидрофобности их поверхности.

В результате проведенных исследований автором показана принципиальная возможность использования импульсных энергетических воздействий для повышения эффективности разупрочнения породообразующих минералов кимберлитов, обеспечения сохранности кристаллов алмазов в процессах измельчения руд за счет сокращения времени пребывания кимберлитовой породы в мельницах самоизмельчения, направленного изменения физико-химических и электрических свойств поверхности природных минералов-диэлектриков.

Автором с использованием современных физико-химических методов анализа исследованы механизмы структурных преобразований поверхности, образования дефектов в кристаллах и модификации структурно-чувствительных свойств природных технических и синтетических алмазов в условиях воздействия наносекундных импульсов высокого напряжения (МЭМИ), при этом впервые установлен эффект последовательного повышения концентрации дефектов типа *B2* с увеличением дозы электромагнитного излучения (*I_{real}*); при этом глубокой структурной перестройки кристаллов алмаза не происходило.

Несомненным научным достижением автора диссертации является вскрытие и экспериментальное обоснование *механизма электрического разрушения* (деструкции) гидрофильных пленок вторичных минеральных фаз на поверхности алмазов, которые при нетепловом воздействии МЭМИ - вследствие инъекции носителей заряда в диэлектрическую пленку, образования объемного заряда в системе "алмаз-минеральное образование", формирования и распространения микроканалов электрического пробоя - претерпевали частичное разрушение и удалялись с поверхности алмазных кристаллов.

Кроме того, вскрыт механизм структурно-химических преобразований поверхности алмазных кристаллов в условиях воздействия МЭМИ, заключающийся в усилении донорной способности (основности) поверхности алмазов в результате кратковременной электромагнитной импульсной обработки.

Таким образом доказано, что нетепловое воздействие наносекундных МЭМИ

вызывает повышение прозрачности алмазов, повышение гидрофобности и флотационной активности кристаллов, а также образование в кристаллах новых (дополнительных) В2-дефектов, что будет способствовать повышению сохранности ценных кристаллов при измельчении кимберлитов и повышению эффективности технологического процесса извлечения алмазов из руд.

На основании полученных результатов теоретических исследований соискателем сформулированы научная новизна и защищаемые положения диссертационной работы, которые базируются на вскрытии и обосновании механизма изменения химического (фазового) состава поверхности, физико-химических, структурных и технологических свойств алмазов и породообразующих минералов кимберлитов при импульсном энергетическом воздействии.

Представленная экспериментально доказанная теоретическая основа работы позволяет установить рациональные режимы и условия электромагнитной импульсной обработки геоматериалов, обеспечивающие повышение эффективности процессов дезинтеграции и разупрочнения минералов породы при максимальной сохранности алмазных кристаллов и возможного флотационного извлечения алмазов из руд и концентратов.

Полученные результаты теоретических и лабораторных исследований алмазного сырья, представленные в диссертационной работе, показали принципиальную возможность использования импульсных энергетических воздействий (МЭМИ) для повышения эффективности разупрочнения породообразующих минералов кимберлитов, обеспечения сохранности кристаллов алмазов при измельчении кимберлитовой породы в мельницах самоизмельчения, направленного изменения физико-химических и технологических свойств природных минералов-диэлектриков и совершенствования технологического процесса извлечения алмазов из руд.

Оценивая в целом положительно представленную диссертационную работу Н.Е. Анашкиной, следует отметить некоторые замечания и пожелания автору.

1. В разделе «введение» термин «объекты исследований» следует изменить на «изучение процессов физико-химических, структурных и т.д. свойств минералов алмазосодержащих кимберлитов», т.к. перечисленные процессы преобразований не являются объектом исследований (стр. 11-12),

2. Термин «предметы исследований», по нашему мнению, необходимо заменить на «изучение вещественного состава и физико-химических свойств минеральных ассоциаций алмазосодержащих кимберлитов» (12 стр.).

3. По нашему мнению «увеличение извлечения алмазов при флотации за счет

предварительной обработки МЭМИ» не относится к научной новизне диссертационной работы, а только отражает некоторое ее практическое значение (стр. 15).

4. В материалах диссертационной работы не приведены данные, подтверждающие интенсификацию процесса разрушения и повышение селективности дезинтеграции кимберлитов.

5. Автором не доказано, каким образом происходит модифицирование физико-химических и технологических свойств породообразующих минералов и алмазов при непрерывном режиме обработки и какой эффект при этом достигается с точки зрения технологических показателей процесса обогащения кимберлитового сырья.

6. В материалах диссертации очень мало внимания уделено экспериментам и их результатам при мономинеральной флотации в трубке Халлимонда. кроме того полностью отсутствуют данные исследований по флотации в лабораторных флотомашинках, что снижает ценность данной работы и ее практическую значимость при совершенствовании технологического процесса извлечения алмазов из руд.

7. Авторами недостаточно обоснована практическая значимость работы, нет подтверждения повышения технологических показателей флотации и липкостной сепарации, кроме того, предварительные рекомендации по использованию импульсных энергетических воздействий в технологической схеме обогащения не могут быть в полной мере отнесены к практической значимости работы.

8. Вывод автора диссертации о возможности и эффективности применения данного вида импульсного энергетического воздействия для переработки (обработки) хвостов обогатительных операций, целесообразности применения режимов кратковременных импульсных энергетических воздействий для направленного изменения структурно-химического состояния поверхности, механических и флотационных свойств кристаллов алмазов и породообразующих минералов кимберлитов, требует экспериментальных подтверждений не представленных в работе в полной мере.

Проведенные замечания не являются принципиальными, носят в основном рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, выполненной на высоком научно-техническом уровне и имеющую в перспективе практическое значение при обогащении кимберлитов алмазосодержащих. Автореферат полностью соответствует материалам диссертации, написанной четким, понятным языком и оформленной на современном уровне. Материалы диссертации опубликованы в 34 статьях и изданиях академического и отраслевого направления, в том числе в 7, рекомендованных ВАК РФ. Представленная диссертационная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемых ВАК РФ, а ее автор

Анашкина Наталия Евгеньевна за решение актуальной научной задачи обоснования механизма изменения структурно-химических, механических, физико-химических и технологических свойств алмазов и породобразующих минералов кимберлитов при нетепловом воздействии наносекундных импульсов высокого напряжения, несомненно заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.13 «обогащение полезных ископаемых».

Главный научный сотрудник ФГБУ «ВИМС»,
профессор, доктор технических наук

С.И. Иванков

Собственноручную подпись сотрудника ФГБУ «ВИМС»
Иванков Сергей Иванович
удостоверяю:
Помощник генерального директора
ФГБУ «ВИМС»
21 января 2019 г.



СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

главного научного сотрудника ФГБУ «ВИМС»

профессора, доктора технических наук Иванкова Сергея Ивановича

1 Иванков С.И., Бугриева Е.П., Любимова Е.И. Проблема осуществления экологизированной технологии флотации бериллиевых руд и пути ее решения. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2017. № 4. С. 107-134.

2 Иванков С.И., Пирогов Б.И., Любимова Е.И. Пути снижения экологической нагрузки при флотационном обогащении комплексных молибденовых руд. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2017. № 4. С. 72-106.

3 Иванков С.И., Троицкий А.В., Петкевич-Сочнов Д.Г., Иванков З.С. Пути решения экологических проблем инновационных технологий обогащения различных видов минерального сырья. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2016. № 6. С. 2-106.

4 Иванков С.И., Петкевич-Сочнов Д.Г. Пути решения экологических проблем инновационных технологий обогащения различных видов минерального сырья. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2016. № 2. С. 2-121.

5 Дьяченко А.Н., Иванков С.И., Крайденко Р.И., Манучарянц А.Б., Петкевич-Сочнов Д.Г., Спицин Г.С., Передерин Ю.В., Карпов А.Г., Егоров В.Ю. Технология обогащения лежалых хвостов вольфрамсодержащих песков. Ползуновский вестник. 2015. № 4-2. С. 120-123.

6 Иванков С.И., Пирогов Б.И., Петкевич Д.Г. Экологически малонапряженные комбинированные технологии обогащения комплексных полиметаллических руд, содержащих благородные металлы. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2015. № 1. С. 2-120.

7 Иванков С.И., Кривоконева Г.К., Петкевич Д.Г. Усовершенствование процессов обогащения при малоотходной технологии переработки рудоносных титанциркониевых песков камбулатского и константиновского участков бешпагирского месторождения. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2015. № 5. С. 3-89.

8 Иванков С.И., Петкевич Д.Г., Манучарянц А.Б. Усовершенствование технологии обогащения техногенных вольфрамсодержащих россыпей на опытно-промышленной установке ЗАО «Закаменск». Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2015. № 5. С. 90-113.

9 Дьяченко А.Н., Иванков С.И., Крайденко Р.И., Манучарянц А.Б., Петкевич Д.Г., Спицин Г.С., Чегринцев С.Н. Технология обогащения лежалых хвостов вольфрамсодержащих песков. Известия высших учебных заведений. Физика. 2014. Т. 57. № 11-2. С. 245-248.

10 Иванков С.И., Петкевич Д.Г. Мировая практика малоотходной технологии обогащения титан-циркониевых россыпей. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2014. № 1. С. 2-36.

11 Иванков С.И., Петкевич Д.Г. Современные малоотходные технологии, методы и критерии оценки эффективности переработки нерудного сырья. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2014. Т. 3. С. 2-74.

12 Иванков С.И., Петкевич Д.Г. Оптимизация флотационного обогащения медной сульфидной руды, содержащей благородные металлы. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2014. № 1. С. 37-48.

13 Иванков С.И., Иванова В.В., Петкевич Д.Г. Багнезиальные вяжущие как современный, экологически безопасный строительный материал. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2014. № 1. С. 49-116.

14 Иванков С.И., Литвинцев Э.Г., Петкевич Д.Г. Проблемы создания современных экологически малонапряженных технологий переработки комплексных вольфрамовых руд и пути их решения. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2013. № 4. С. 2-138.

15 Иванков С.И., Банников В.Ф., Любимова Е.И. Современные экологически малонапряженные технологии обогащения различных видов бедных хромовых руд. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2012. № 2. С. 2-117.