

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Двойченковой Галины Петровны

«Развитие теории и совершенствование процессов глубокой переработки кимберлитовых руд

сложного вещественного состава на основе электрохимического модифицирования

поверхностных свойств алмазов», представленной на соискание ученой степени

доктора технических наук

Актуальность работы Г.П. Двойченковой связана с интенсивной измененностью кимберлитовых руд Западной Якутии (АК «АЛРОСА») и высоким (более 45%) содержанием алмазных кристаллов крупностью -5 мм, что составляет около 15 % стоимости товарной продукции. Сложности извлечения алмазов методами липкостной и пенной сепараций обусловлены снижением природных гидрофобных свойств алмазных кристаллов вследствие образования на их поверхности гидрофильных минеральных пленок. Разработка теории и совершенствование практики электрохимического модифицирования поверхностных свойств алмазов является актуальной научной задачей, решение которой обеспечит повышение показателей обогащения алмазосодержащих кимберлитов.

Объектами исследования диссертанта являлись процессы извлечения алмазов из руд методами липкостной и пенной сепарации; процессы гипергенного и техногенного образования и закрепления минеральных примесей на поверхности алмазных кристаллов; процессы электрохимического направленного регулирования ионно-молекулярного состава водных систем в схеме переработки алмазосодержащих руд; процессы деструкции и растворения минеральных примесей с поверхности алмазных кристаллов. С использованием комплекса современных физических и физико-химических методов Г.П. Двойченковой получены разнообразные и достоверные данные, обработка и обобщение которых обеспечили успешное решение поставленных задач.

Научную новизну диссертационной работы Г.П. Двойченковой определяют следующие результаты. На основе комплекса современных методов изучения минерального, вещественного и фазового состава кимберлитов трубок «Интернациональная», «Мир», «Нюрбинская» и поверхностных свойств алмазов диагностированы гидрофилизирующие соединения на поверхности алмазных кристаллов – полиминеральные микро- и макрообразования кальций-магний-силикатно-карбонатного состава, шламовые покрытия кальций-магний-силикатно-карбонатного состава и шламовые примазки тальк-смектитового состава.

Диссидентом выявлен механизм образования минеральных примесей на поверхности алмазных кристаллов как в условиях гипергенеза, так и в условиях технологических процессов рудоподготовки и обогащения. Он включает в себя кристаллизацию минеральных образований из пересыщенных водных растворов на поверхности алмаза, служащей матрицей, на которой формируется фаза кристаллизующейся соли, и адгезионное закрепление химических соединений-продуктов растворения породообразующих минералов

на измененной поверхности алмазов.

Автором установлены корреляционные связи между гидрофобными свойствами алмазов и концентрацией химических элементов, формирующих минеральные образования на их поверхности. В наибольшей мере величина краевого угла смачивания обусловлена общей долей Si, Ca, Mg и Fe и массовой долей углерода. Показано, что максимальная гидрофобность поверхности алмазов наблюдается при массовой доли углерода более 70-75% и минимальном содержании кислорода и примесей.

На основе термодинамических расчетов и экспериментальных данных Г.П. Двойченковой впервые обоснован механизм техногенной гидрофилизации поверхности алмазов в процессах переработки кимберлитовых руд. Показано, что в оборотной воде и жидкой фазе пульпы, представляющих собой пересыщенные растворы, в течение всего технологического процесса на алмазах происходит кристаллизация карбоната кальция, гидроксокарбоната магния, карбоната железа. Предотвращение или снижение интенсивности техногенной гидрофилизации могут быть достигнуты путем уменьшения в водной фазе концентраций ионов кальция, магния, железа, угольной кислоты и щелочности среды.

Автором научно и экспериментально обоснован способ повышения контрастности технологических свойств природных алмазов и породообразующих минералов кимберлита, основанный на использовании продукта бездиафрагменного электролиза оборотной воды с целью активации пассивированных кристаллов ценного компонента вследствие деструкции гидрофилизирующих минеральных фаз.

Высокая практическая значимость исследований Г.П. Двойченковой заключается в выборе параметров технологических режимов и разработке аппаратурного комплекса для электрохимического кондиционирования оборотных вод в процессах пенной и липкостной сепарации алмазосодержащего сырья, обеспечивающих повышение извлечения алмазов в концентрат липкостной сепарации на 4-4.2 % и в концентрат пенной сепарации на 5.2-8.8 % при сокращении расходов реагентов. Разработанные автором схемы и аппаратурный комплекс для кондиционирования оборотных вод в циклах обогащения алмазосодержащих руд с применением пенной и липкостной сепарации прошли промышленные испытания и внедрены на ОФ №3 Мирнинского ГОКа и №12 Удачнинского ГОКа с общим экономическим эффектом 116.1 млн. руб.

Работа широко апробирована на более чем 50 международных и российских конференциях. По теме диссертации Г.П. Двойченковой опубликовано 74 научные работы, из них 27 в рекомендованных ВАК РФ изданиях.

Автореферат изложен четким и ясным языком, оформлен в соответствии с имеющимися требованиями.

По автореферату Г.П. Двойченковой имеется незначительное замечание:

- на с.14 автореферата отмечается, что для труднообогатимых кимберлитов трубы «Мир» из склонных к кристаллизации на поверхности алмазного кристалла минералов в наибольшей мере представлен гётит  $\text{FeO(OH)}$ . Вероятно, речь идет о четвертой группе

минеральных образований на алмазах: техногенных пленочных образованиях на поверхности. В тоже время, согласно данным таблицы 2 на с.17, содержание гидроксидов железа в таких образованиях составляет 2.66 %. Нет ли здесь противоречия?

В целом можно отметить, что диссертация Галины Петровны Двойченковой является работой, в которой дано новое решение актуальной научной проблемы обоснования механизма образования гидрофильных минеральных микро- и макросоединений на алмазах и их деструкции на основе электрохимического регулирования ионно-молекулярного состава оборотных вод, что позволило интенсифицировать процессы глубокой переработки кимберлитовых руд сложного вещественного состава, обеспечивающие повышение извлечения алмазных кристаллов в операциях липкостной и пенной сепарации. Работа по объему и по качеству материала отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, установленным в п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.), научная новизна и практическая значимость проведенных исследований не вызывает сомнений, а автор заслуживает присуждения степени доктора технических наук по специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых.

Директор Института проблем  
промышленной экологии Севера  
- обособленного подразделения  
ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр РАН»,  
доктор технических наук

184209, г. Апатиты Мурманской обл.,  
мкр. Академгородок, 14а, ИППЭС КНЦ РАН,  
(81555)79337, makarov@inep.ksc.ru

25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых  
25.00.36 – Геэкология

Макаров Дмитрий Викторович

*Д.В. Макаров*  
*Подпись Д.В. Макарова удостоверяю*



Ученый секретарь ИППЭС КНЦ РАН  
кандидат биологических наук

Вандыш Оксана Ивановна

« 04 » октябрь 2018 г.