

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на автореферат и диссертационную работу Подкаменного Юрия Александровича «Повышение извлечения алмазов в условиях липкостной сепарации на основе комбинированного электрохимического и ультразвукового воздействия», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.13 - «Обогащение полезных ископаемых»

Диссертационная работа Подкаменного Юрия Александровича представляет собой результат законченных научных теоретических и практических исследований, посвященных Повышению извлечения алмазов в условиях липкостной сепарации на основе комбинированного электрохимического и ультразвукового воздействия. Работа изложена на 142 стр. текста, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 120 наименований.

Актуальность работы

Вовлечение в промышленную переработку месторождений с существенными гипергенными изменениями кимберлитов отрицательно влияет на технологические показатели процессов. Основной причиной ухудшения показателей липкостной и пенной сепарации является налипание на поверхность алмазов гидрофильных шламов и других гидрофилизующих поверхностных образований. Перспективным путем решения задачи повышения извлечения алмазов из измененных кимберлитов является применение сочетания физических и физико-химических методов воздействия на твердую и жидкую фазу пульпы, обеспечивающих удаление гидрофилизующих поверхностных пленок с поверхности алмазов и снижение интенсивности их повторного образования.

Для решения поставленной задачи автором было предложено применение электрохимических и ультразвуковых воздействий на гетерогенную систему алмаз – минеральная пленка - водная среда. При этом ставилась задача определить механизм и выбрать оптимальные параметры как механических процессов, происходящих при волновых воздействиях, так и химических процессов растворения, существенным способом регулирования которых является электрохимическая обработка пульпы и оборотной воды.

С учетом важности поставленной задачи и перспективности выбранного пути ее решения представленная работа является весьма актуальной.

Для решения поставленных задач и достижения результатов автором проведен широкий комплекс исследований с привлечением ИК-спектрофотометрии и рентгенометрических методов анализа состава поверхности алмазов, электронномикроскопическое изучение состава и рельефа кристаллов алмазов, химический анализ жидкой фазы и продуктов обогащения, лабораторные и укрупненные технологические испытания процессов ультразвуковой обработки пульпы и электрохимического кондиционирования воды, математическое планирование и обработка результатов экспериментов.

Автором установлен состав гидрофилизующих поверхностных образований на алмазах трубок «Нюрбинская» и «Ботуобинская». Установлен механизм и определены условия неразрушающего восстановления гидрофобности алмазов при

ультразвуковых воздействиях, заключающиеся в избирательном кавитационном диспергировании шламовых покрытий, достигаемом путем поддержания вблизи поверхности кристаллов и внутри шламовых образований кавитационного ультразвукового поля мощностью 3-7,5 Вт/см², ослабляемого внутри алмазов до значений менее 1,5 Вт/см², при которых не возникают кавитационные явления и не происходит разрушения кристаллов. Дано обоснование эффективности комбинированного применения ультразвуковой обработки пульпы и бездиафрагменной электрохимической обработки оборотной воды для снижения потерь поверхностно измененных алмазов в процессе липкостной сепарации,

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработан способ подготовки алмазосодержащих продуктов к липкостной сепарации, включающий ультразвуковую обработку исходного питания в течение 1-2 мин при частоте поля 22-44 кГц и его мощности 5 - 7,5 Вт/см² в среде оборотной воды, прошедшей бездиафрагменное электрохимическое кондиционирование.

Научная новизна

Научная новизна представленной работы заключается в следующем:

С использованием современных методов исследований установлены новые зависимости и закономерности влияния ультразвукового воздействия на гетерофазную систему алмаз – минеральные образования – водная фаза, определяющие совокупность параметров ультразвукового поля, обеспечивающих наилучшие условия избирательного разрушения шламовых и пленочных гидрофилизующих покрытий на поверхности алмазов с восстановлением их гидрофобности до значений, соответствующих природным кристаллам.

Автором впервые установлен синергетический эффект повышения эффективности удаления с поверхности алмазов гидрофилизующих покрытий при комбинированном применении процессов ультразвуковой обработки пульпы и электрохимического кондиционирования оборотной воды, обеспечивающих удаление с поверхности кристаллов шламовых поверхностных образований силикатно-карбонатного состава, карбонатных пленок, предотвращение повторной техногенной гидрофизации и адгезионного закрепления шламов на алмазах в процессе липкостной сепарации.

Научное значение

Научное значение исследования заключается в установлении закономерностей процессов восстановления гидрофобности поверхностно измененных алмазов и их извлечения в процессе липкостной сепарации при использовании ультразвуковой обработки пульпы, совмещенной с электрохимическим кондиционированием оборотной воды.

Практическая значимость и реализация результатов работы

Практическое значение работы заключается в разработке эффективного технологического режима подготовки алмазосодержащих продуктов к процессу липкостной сепарации, обеспечивающего повышение извлечения алмазов на 4,13%.

Разработанный технологический режим липкостной сепарации алмазосодержащего материала с применением комбинированных ультразвуковых и электрохимических воздействий прошел экспериментальные испытания на стендовой установке и рекомендован к дальнейшей промышленной апробации в условиях обогатительных фабрик АК «АЛРОСА».

Достоверность и обоснованность результатов работы

подтверждаются удовлетворительной сходимостью результатов измерений, воспроизводимостью зависимостей выходных параметров при варьировании условий экспериментов, достижением максимальной эффективности процесса липкостной сепарации в экспериментально обоснованных интервалах варьирования интенсивности воздействий, а также положительными результатами технологических испытаний.

Личный вклад автора

состоит в обобщении и анализе научных информационных источников по теме диссертации, проведении лабораторных исследований влияния параметров ультразвуковой обработки пульпы и электрохимического кондиционирования оборотной воды на состав поверхности и гидрофобность алмазов, разработке методик, выполнении экспериментальных исследований и апробации технологических режимов подготовки алмазосодержащего материала к липкостной сепарации, обработке и анализе результатов исследований, формулировании выводов и заключения работы.

Апробация работы

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международных совещаниях «Плаксинские чтения» (2016 - 2018); Международных конгрессах обогатителей стран СНГ (2017 - 2019); научных симпозиумах «Неделя горняка» (2017 - 2018); Международных конференциях «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья» (2016-2019); ученом совете НИГП АК «АЛРОСА» (2019); научных семинарах ИПКОН РАН (2014 - 2019), Международном конгрессе по обогащению полезных ископаемых (2018).

По диссертации и автореферату имеются вопросы и замечания:

1. Ультразвуковые воздействия часто используются для интенсификации процессов сгущения шламов. Следовало уточнить, где лежит граница режимов диспергирования и коагуляции твердой фазы при ультразвуковых воздействиях, чтобы не добиться эффекта, противоположного желаемому.
2. При ультразвуковой обработке происходит нагрев среды. Неясно, не окажет ли нагревание алмазов негативного влияния на процесс липкостной сепарации?
3. В работе недостаточно уделено внимания ускорению химических процессов при ультразвуковом воздействии. По нашему мнению, это достаточно важный аспект, требующий подробного изучения, поскольку именно от него зависит скорость растворения гидрофилизирующих покрытий на алмазах.

4. Не совсем понятна адекватность применения методики измерения краевого угла на природных алмазах, которые имеют неровную поверхность, на которой проявляются гистерезисные явления. Необходимо пояснить, насколько велика воспроизводимость результатов и как оценивалась достоверность измерений.

Имеющиеся замечания не затрагивают основных результатов и выводов работы. Представленная диссертационная работа обладает научной новизной и практической значимостью и вполне отвечает требованиям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В соответствии с изложенным диссертационная работа Подкаменного Юрия Александровича является завершенной научно-квалификационной работой, решающей важную научно-техническую задачу повышения извлечения алмазов в условиях липкостной сепарации на основе комбинированного электрохимического и ультразвукового воздействия, обеспечивающую повышение эффективности технологии переработки алмазосодержащих руд. Работа выполнена на высоком теоретическом и экспериментальном уровне; соответствует паспорту научной специальности 25.00.13 - «Обогащение полезных ископаемых». Выводы автора научно и экспериментально обоснованы и не вызывают сомнений. Полученные научные данные вносят вклад в дальнейшее развитие теории и технологии обогащения алмазосодержащего сырья, а предложенный способ подготовки алмазосодержащих продуктов к липкостной сепарации апробирован в полупромышленных условиях и рекомендован к использованию на фабриках, перерабатывающих алмазосодержащие руды.

Автор работы - Подкаменный Юрий Александрович зарекомендовала себя как сложившийся ученый-исследователь и заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.13 - «Обогащение полезных ископаемых».

Зав. технологическим отделом ФГБУ
«ВИМС», кандидат химических наук
119017, Москва, Старомонетный пер. д.31
e-mail: anufrieva.05@mail.ru
тел.: 8(495)951-74-09

Ануфриева Светлана Ивановна



Список публикаций Ануфриевой С.И.

1. Лихникевич Е.Г. Лебедева Ю.И., Ануфриева С.И. Минералогические аспекты сульфатизации пирохлоровых концентратов с повышенным содержанием силикатных и алюмосиликатных фаз // Разведка и охрана недр. М., 2014 – № 11 – С. 42-46
2. Курков А.В., Ануфриева С.И. Технологические проблемы комплексной переработки редкометалльно-редкоземельных руд и пути их решения // Сборник докладов Международного совещания «Прогрессивные методы обогащения и комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья» Плаксинские чтения – 2014, 16-19 сентября, Республика Казахстан, г. Алматы, 2014 - С.29-33
3. Соколова В.Н., Лосев Ю.Н., Ануфриева С.И., Сладкова Г.А. Влияние способов подготовки тонкодисперсного марганцевого и железомарганцевого сырья на эффективность процесса кучного выщелачивания // Сборник материалов Международного совещания «Прогрессивные методы обогащения и комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья» (Плаксинские чтения - 2014). Алматы, 16-19 сентября 2014 г., Алматы, ТОО «Арко», Караганда, 2014 - С. 228-230.
4. Аликберов В.М., Броницкая Е.С., Ануфриева С.И. Перспективы развития железорудной базы Северо-Запада России // Сборник материалов III Международной конференции «Горнодобывающая промышленность Евро-Арктического региона», 2014 – С. 54-57
5. Быховский Л.З., Спорыхина Л.В., Ануфриева С.И. Техногенные образования и месторождения редких металлов России // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Повышение инвестиционной привлекательности комплексных редкометалльных месторождений с целью подготовки их к лицензированию и освоению», ИМГРЭ, М., 2014 - С.37-39
6. Ануфриева С.И., Потанин С.Д. Повышение инвестиционной привлекательности редкометалльных месторождений // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Повышение инвестиционной привлекательности комплексных редкометалльных месторождений с целью подготовки их к лицензированию и освоению», ИМГРЭ, М. 2014 - С.68-69
7. Ануфриева С.И., Броницкая Е.С., Рябкин В.К., Лихникевич Е.Г., Петрова Н.В. Современные подходы к решению технологических задач комплексной переработке редкометалльных руд // Сборник тезисов докладов с всероссийской научно-практической конференции «Повышение инвестиционной привлекательности комплексных редкометалльных месторождений с целью подготовки их к лицензированию и освоению», ИМГРЭ, М., 2014 – С. 15-20
9. Лихникевич Е.Г., Петрова Н.В., Ануфриева С.И. Апатитовый концентрат Белозиминского месторождения – Потенциально-промышленный источник получения редкоземельных металлов в России // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы получения и применения редкоземельных металлов», М., 2014 - С.39-40
10. Ануфриева С.И., Броницкая Е.С., Иванова М.В. Современные технологические решения переработки титаномагнетитовых руд // Сборник докладов Международного совещания «Современные процессы комплексной и глубокой переработки труднообогатимого минерального сырья», Плаксинские чтения, Иркутск, 2015 – С. 25-27
11. Ануфриева С.И., Броницкая Е.С., Сладкова Г.А. Ермолов В.М. Новые технологические решения комплексной переработки некондиционных марганцевых руд. // Международная научно-техническая конференция «Комбинированные процессы переработки минерального сырья: теория и практика» Сборник научных трудов, Санкт-Петербург, 2015 – С. 125-126
12. Курков А.В., Рогожин А.А., Ануфриева С.И., Лихникевич Е.Г. Современные подходы к созданию рациональных технологий переработки руд редких и

редкоземельных металлов. Современные процессы комплексной и глубокой переработки минерального сырья (Плаксинские чтения 2015): Материалы международного совещания, Иркутск, 2015 – С. 35-42

13. Курков А.В., Ануфриева С.И., Лихникевич Е.Г., Рогожин А.А. Современные подходы к созданию рациональных технологий переработки руд редких и редкоземельных металлов // Материалы Плаксинских чтений «Современные процессы комплексной и глубокой переработки труднообогатимого минерального сырья», Иркутск, 2015 – С. 32-35

14. Лихникевич Е.Г., Ануфриева С.И. Особенности выделения редкоземельных элементов при комплексной переработке редкоземельно-ниобиево-фосфатных руд // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы получения и применения РЗМ-2015», М., 2015 - С. 73-75

15. Ануфриева С.И., Сладкова Г.А. Извлечение бериллия из сернокислых растворов. Тезисы Международной конференции, посвященной 100-летию института «Механобр»: «Ресурсосбережение и охрана окружающей среды при обогащении и переработки минерального сырья (Плаксинские чтения -2016). Санкт-Петербург, 2016 - С.280-281.

16. Ануфриева С.И., Лихникевич Е.Г., Томашев А.В., Астахова Ю.М. Комплексный подход к технологической оценке редкометалльных руд Томторского рудного поля // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Роль геохимии в развитии минерально-сырьевой базы ТПИ. Прогноз, поиски, оценка и инновационные технологии освоения редкометалльных объектов», ИМГРЭ, М., 2016 – С. 26-29

17. Броницкая Е.С., Иванова М.В., Ануфриева С.И., Чепрасов И.В. Современное состояние и перспективы развития технологии обогащения шеелитовых руд России // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Рений, вольфрам, молибден. Научные исследования, технологические разработки, промышленное применение». М.: ОАО «Институт «ГИНЦВЕТМЕТ», 2016 – С. 67-69

18. Курков А.В., Ануфриева С.И., Серегин А.Н. Современные комбинированные технологии – новые возможности переработки черных и легирующих металлов. Ресурсосбережение и охрана окружающей среды при обогащении и переработке минерального сырья. (Плаксинские чтения 2016). Материалы международной конференции – М: АО «Издательский дом «Руда и Металлы». 2016 - С. 69-71

19. Соколова В.Н., Ануфриева С.И. Кучное выщелачивание – перспективное направление переработки труднообогатимого бедного марганцевого сырья // Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием «Геотехнологические методы освоения месторождений твердых полезных ископаемых». М., 2016 - С. 201-208.

20. Соколова В.Н., Ануфриева С.И., Быховский Л.З., Лихникевич Е.Г., Броницкая Е.С. Техногенные образования – перспективный источник получения редких металлов // Сборник материалов XXI Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья». Екатеринбург: Таилс КО, 2016 – С. 15-19

21. Курков А.В., Ануфриева С.И., Лихникевич Е.Г., Рогожин А.А. Новые возможности развития производства лития на основе современных технологий // Тезисы доклада в материалах Плаксинские чтения – 2017, Красноярск, 2017 - С. 252-254.

22. Лихникевич Е.Г., Ануфриева С.И., Фатов А.С. Выбор способа рациональной гидromеталлургической переработки комплексных труднообогатимых редкоземельно-редкометалльных руд // Тезисы доклада в материалах Плаксинские чтения – 2017, Красноярск, 2017 - С. 309

23. Ануфриева С.И., Лихникевич Е.Г., Кузьмин В.И., Пермькова Н.А., Отрубьянников Ф.И. Комплексный подход к технологической оценке пироклор-монацит-

гётитовых руд // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы получения и применения РЗМ и РМ – 2017». М., 2017 - С. 67-70

24. Пермякова Н.А., Лихникевич Е.Г., Ануфриева С.И., Фатов А.С. Обоснование метода извлечения РЗЭ при гидрометаллургической переработке пирохлор-монацит-гётитовых руд // XI Конгресс обогатителей стран СНГ. Сборник материалов, М., 2017 - С.111-114.

25. Соколова В.Н., Быховский Л.З., Ануфриева С.И. Редкие металлы из техногенного сырья // Металлы Евразии. 2017. - № 5. - С. 40–43.

26. Троицкий А.В., Петкевич-Сочнов Д.Г., Ануфриева С.И., Луговская И.Г. Новые тенденции технологических исследований глубокоководных полиметаллических сульфидов // Разведка и охрана недр. М., 2018 – № 5 – С. 53-59

27. Броницкая Е.С., Ануфриева С.И., Иванова М.В., Лаптева А.М. Современное состояние и основные направления развития технологии переработки шеелитовых руд // Разведка и охрана недр. М., 2018 – № 6 – С. 36-42

28. Курков А.В., Ануфриева С.И., Лихникевич Е.Г., Рогожин А.А. Комплекс современных технологических решений переработки сподуменовых руд // Разведка и охрана недр. М., 2018 – № 9 – С. 44-52