

Ю.А. Подкаменный, А.А. Ширкин
Политехнический институт (ф) СВФУ, г. Мирный

АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОТЕРЬ АЛМАЗОВ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ЛИПКОСТНОЙ СЕПАРАЦИИ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ

Рассмотрены особенности причин потерь алмазов и современные методы повышения эффективности процесса липкостной сепарации алмазосодержащих продуктов. Выявлены причиной снижения эффективности извлечения алмазов в процессе липкостной сепарации, блокирующих активность липких поверхностей и воздушных пузырьков по отношению к алмазу.

Ключевые слова: алмаз, кимберлит, гидрофобность, образования, липкостная сепарация.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2021.187

Наиболее существенной причиной потерь алмазов в операциях липкостной сепарации является снижение контрастности свойств алмазов и сопутствующих минералов [1]. Такие разделительные признаки, как смачиваемость, существенно зависят от состояния поверхности алмазов, свойства которой определяются как степенью природной гидрофобности алмазных кристаллов, так и интенсивностью техногенной гидрофилизации, обусловленной зарастанием поверхности гидроксидокарбонатными пленками.

Одним из факторов, определяющих эффективность обогащения кимберлитовых руд, является вещественный состав кимберлитов, обуславливающий минеральный состав, структуру и прочность закрепления минеральных образований на поверхности алмазных кристаллов. Другим важным фактором является ионный состав рудной пульпы в технологических процессах [1].

Для кимберлитовых руд с высоким содержанием измененной фазы с ярко выраженными элементами карбонатизации, хлоритизации и серпентинизации характерно снижение извлечения алмазов физико-химическими методами. Причина кроется в том, что поверхность алмазов в труднообогащаемых кимберлитах часто закрыта гидрофильными минеральными образованиями.

Зональность интенсивности гипергенных изменений сопровождается аналогичным изменением свойств и эффективности обогащения

алмазов. При обогащении кимберлитов трубки «Удачная» установлен факт неодинакового извлечения алмазов различных горизонтов. Низкое извлечение алмазов (до 30%) характерно для руды из верхней части трубки до глубины 100 - 120 м. На поверхности алмазов обнаруживаются минеральные плёнки, образованные в блоках развития кимберлитовых туфов и туфогенно-осадочных образований.

В работах [2] показано, что свойства природных алмазов ухудшаются в связи с окислением, разложением и карбонатизацией кимберлита. Показано, что при контакте алмазов с концентрированными водно-коллоидными системами на кристаллах образуются карбонаты и силикаты кальция, магния и железа, гидрофилизующие поверхность алмазов.

Гидрофилизация алмазных кристаллов также обусловлена техногенными воздействиями на их поверхность. Интенсивность техногенной гидрофилизации поверхности алмазов связана с вещественным составом породы, компоненты которой в процессах рудоподготовки и обогащения интенсивно переходят в жидкую фазу в виде ионов и шламов [2].

В результате протекания процессов адгезии и кристаллизации на поверхности алмазов формируется гидрофильная пленка, что подтверждается соответствием состава водной фазы рудной пульпы и состава пленок на поверхности алмазов.

Таким образом, можно заключить, что причиной снижения эффективности извлечения алмазов в процессе липкостной сепарации являются поверхностные гидрофилизующие образования в виде пленок и шламовых образований, блокирующих активность липких поверхностей и воздушных пузырьков по отношению к алмазу.

Изучение состава и свойств поверхностных образований представляет собой важную задачу в комплексе исследований по выбору методов повышения эффективности обогащения алмазосодержащих кимберлитов.

Важным условием достижения оптимальных условий для эффективного протекания процессов липкостной сепарации является соблюдение обоснованного регламента водооборота [3]. Для поддержания требуемых свойств оборотной воды на фабриках, как правило, организуют специальный контур оборотного водоснабжения [3].

Обычные методы оптимизации процесса липкостной сепарации предполагают применение реагентов [2]. Помимо реагентного модифицирования поверхностных свойств минералов в практике обогащения известно применение физических методов их направленного регулирования. Для повышения эффективности процессов обогащения применяют магнитную и ультразвуковую обработку реагентов и других систем, а также механическую активацию минералов.

Среди методов регулирования поверхностных свойств минералов важное место занимают высокотехнологичные, энергосберегающие, экологически безопасные энергетические и электрохимические воздействия [3].

В 80-90-х годах прошлого века был предложен процесс и установлено разработана электрохимическая технология водоподготовки.

Электрохимическая обработка способствует протеканию процессов электроокисления, электровосстановления, электроразложения, электрокоагуляции, электрофлотации и электрического разряда, что позволяет целенаправленно регулировать физико-химические свойства поверхности минералов, химическое состояние реагентов, а также ионный состав жидких сред. Удаётся достичь повышения их насыщения тонкодисперсными электролитическими газами (кислородом, водородом) и регулировать их кислотно-основные свойства без реагентов [3].

Повышение эффективности липкостной сепарации достигается увеличением силы адгезии между поверхностью алмаза и жирового слоя. Одним из путей решения задачи является регулирование гидрофобности алмазов действием электрохимически модифицированных водных систем. Было установлено, применение кислых и щелочных продуктов электролиза минерализованных вод - анолита и католита - обеспечивает изменение вязкости поверхностного слоя жирового покрытия, способствует регулированию поверхностного потенциала алмаза и обеспечивает снижение налипания на него тонкодисперсных шламов.

На основании совокупности вышеизложенных фактов в качестве основных направлений повышения эффективности липкостной сепарации обоснован и апробирован ряд методов целенаправленного модифицирования свойств поверхности алмазов, позволяющих, в соответствии с требованиями технологии их извлечения, производить: восстановление гидрофобных свойств алмазных кристаллов [3].

Для повышения эффективности обогащительных процессов наиболее целесообразно использовать технологию электрохимического кондиционирования пульпы, воды и флотационных реагентов. Приоритет в области исследований и разработки технологии электрохимического модифицирования состояния поверхности минералов и их флотируемости принадлежит научной школе Института проблем комплексного освоения недр имени академика РАН Н.В. Мельникова, возглавляемой академиком В.А. Чантурия [3].

Однако применение данного метода при обогащении измененных алмазосодержащих кимберлитов не всегда обеспечивает получение максимальных результатов, что во многом связано с разнообразием

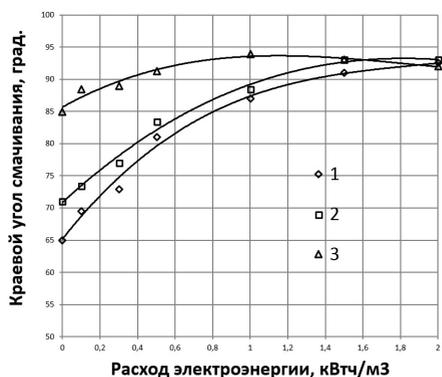


Рис. 1. Изменение гидрофобности алмазов при их обработке оборотной водой, прошедшей бездиафрагменную обработку, где: 1 – техногенно-гидрофилизированные алмазы; 2 – природно-гидрофильные алмазы; 3 – природно-гидрофобные алмазы

состава и способов закрепления минеральных образований на поверхности алмазов, извлекаемых из труднообогатимых кимберлитовых руд.

Учитывая диагностированный состав минеральных образований и способы их закрепления на поверхности алмазных кристаллов в последние годы в качестве наиболее эффективного выбран и обоснован метод их удаления и предупреждения повторного образования с использованием электрохимического кондиционирования оборотных водных систем. Данный метод позволяет модифицировать свойства жидкой фазы до параметров, обеспечивающих частичное растворение гидрофильных минеральных образований на поверхности алмазных кристаллов, повышение их гидрофобности и, соответственно, извлечения в алмазосодержащие концентраты липкостной сепарации.

В работе [4] показано, что удаление поверхностных минеральных образований продуктами электрохимического кондиционирования оборотной воды приводит к существенному росту гидрофобности алмазов. Как видно из рисунка 1, прирост краевого угла смачивания природно-гидрофильных алмазов составляет около 23%, техногенно-гидрофилизированных – около 27%, природно-гидрофобных алмазов, содержащих минеральные примеси в меньшем количестве - на 8-10%.

Однако, рассматриваемый метод наиболее эффективен для деструкции минеральных тонкослойных пленок, образованных на поверхности алмазных кристаллов в процессе техногенной гидрофилизации.

Результатами проведенных исследований было установлено, что совместное применение процессов электрохимического кондиционирования оборотной воды и теплового кондиционирования рудной пульпы повышает степень интенсификации процессов гидрофобизации алмазов за счет более эффективного удаления кальций-магневых карбонатных образований, прочно связанных с поверхностью кристаллов алмаза [4].

Данные поверхностные образования характеризуются абсолютно

высокими значениями коэффициента термического расширения и существенным влиянием на их растворимость температуры и концентрации ионно-молекулярных форм угольной кислоты, что обосновывает применение тепловой обработки пульпы и электрохимической обработки оборотной воды для регулирования состояния поверхности и гидрофобности алмазов. Аналогичным образом перспективным можно принять сочетание ультразвуковых и электрохимических воздействий, которое позволит:

- за счет ультразвуковых воздействий удалить с поверхности кристаллов массивные гидрофилизирующие поверхностные образования, не удаляемые при электрохимических воздействиях;

- за счет модифицирования свойств водной фазы электрохимическими воздействиями предупредить повторное закрепление гидрофилизирующих образований на поверхности алмаза.

Библиографический список

1. Алешин В.Т., Смахнов А.А., Богатырева Г.П. и др. Химия поверхности алмазов. Киев : Наукова думка, 1990. - 199 с.
2. Богачев В.И., Зуев А.В., Миненко В.Г. Механизм пассивации и активации природных алмазов в процессах их извлечения из кимберлитов // Тез. докл. II Конгресса обогатителей стран СНГ. М.: МИСиС, 1999. С. 112. 16-18 марта 1999. – С.209-211.
3. Двойченкова Г.П., Миненко В.Г., Богачев В.И. и др. Разработка, апробация и перспективы практической реализации электрохимического метода водоподготовки в схемах липкостной и тяжелосредной сепарации на обогатительных фабриках АК «АЛРОСА» // Совр. методы оценки технол. свойств труднообогатимого и нетрадиционного минерального сырья блатор. металлов и алмазов и прогресс. технологии их переработки. - Материалы междунар. совещ. - Иркутск, 2004. - С. 125-127.
4. Двойченкова Г.П. Формирование минеральных образований на поверхности природных алмазов и метод их деструкции на основе электрохимически модифицированных минерализованных вод Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - 2014. -№ 4. - С.159-171.

ANALYSIS OF THE CAUSES OF DIAMOND LOSSES AND MODERN METHODS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF THE STICKY SEPARATION OF DIAMOND-CONTAINING PRODUCTS

I.A. Podkamennyi, A.A. Shirkin

mirniy.yuriy@mail.ru

The features of the causes of diamond losses and modern methods of increasing the efficiency of the sticky separation of diamond-containing products are considered. Revealed the reason for the decrease in the efficiency of diamond extraction in the process of sticky separation, blocking the activity of sticky surfaces and air bubbles in relation to diamond.

Keywords: diamond, kimberlite, hydrophobicity, formations, sticky separation.