

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО СЫРЬЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

*Иркутский государственный технический университет,
ул. Лермонтова, 83, 664074, г. Иркутск-74, Россия*

При современном состоянии редкометалльной горнорудной базы исключительно важное значение приобретает совершенствование технологии обогатительных процессов, основанное на использовании достижений фундаментальных наук — физики, химии, биологии, а также комбинирование обогатительных и химико-металлургических процессов с другими эффективными методами.

Среди таких перспективных методов оптимизации обогатительных процессов особое место занимают электрохимические, основанные на действии постоянного электрического тока. Так, метод электрохимической подготовки пульпы позволяет целенаправленно изменять поверхностное состояние минералов и состав жидкой фазы, а электрохимическое модифицирование флотационных реагентов дает возможность получать вещества определенного состава с необходимыми технологическими свойствами.

В исследованиях авторов электрохимическая пульпоподготовка осуществлялась при флотации и магнитной сепарации тантал- и ниобий содержащих минералов.

Основные рудные тантало-ниобиевые минералы, такие как танталит-колумбит, содержат в своем составе до 35% изоморфных примесей в виде элементов переменной валентности и обладают полупроводниковыми, а также парамагнитными свойствами.

Изменяя потенциал поверхности минерала-полупроводника путем обработки пульпы постоянным электрическим током, можно изменить и изоэлектрическое состояние поверхности и адсорбционную способность минерала по отношению к ионогенным реагентам-собираателям. При этом создаются условия для регулирования ионного состава, окислительно-восстановительного потенциала и рН жидкой фазы пульпы без дополнительного введения дорогостоящих, а часто экологически небезопасных химических веществ.

Таким образом, метод электрохимической пульпоподготовки эффективно совмещать с флотацией при обогащении тантало-ниобиевых руд.

Исследования авторов показали эффективность использования электрохимической обработки пульпы и для повышения магнитной восприимчивости минералов с парамагнитными свойствами. Главными минералообразующими химическими элементами колумбит-танталитов помимо тантала и ниобия являются железо и марганец. Они и определяют парамагнетизм редкометалльных минералов. Электрохимическая обработка позволяет изменить соотношение окисленных и восстановленных форм этих элементов, отличающихся по своим магнитным характеристикам, и повысить показатели магнитной сепарации колумбит-танталитов.

Методами вольтамперометрии установлено, что основной вклад в окислительно-восстановительные процессы, протекающие на поверхности танталит-колумбитов, вносит железо. При потенциалах рабочего электрода отрицательнее $-0,2$ В происходят процессы восстановления трехвалентного железа в двухвалентное и частичный его переход с поверхности колумбита в раствор ($\text{pH} < 5$). По данным атомно-абсорбционного анализа содержание железа в растворе возрастает от 0 до $0,2$ мг/л.

По результатам рентгеноструктурного анализа и ИК-спектроскопии определено, что увеличение параметров элементарной ячейки кристаллической решетки танталит-колумбитов на 20% с возрастающей степенью упорядоченности структуры сопровождается изменением соотношения

элементов переменной валентности и повышением доли ниобия (тантала) с координационным числом 4 (частота- 1090 с^{-1}) на поверхности минерала.

Исследования методом ЯГР-спектроскопии показали, что соотношение элементов переменной валентности (например, железо) на поверхности колумбита, подвергнутого электрохимическому восстановлению, является немонотонной функцией времени. Состояние жидкой фазы в результате ЭХО минеральной суспензии претерпевает значительные изменения: окислительно-восстановительный потенциал смещается в отрицательную сторону на 200-250 мВ; величина рН возрастает на 1,5 единицы; повышается содержание в растворе катионов железа, марганца и алюминия, а также обусловленное электролизом воды содержание растворенного в жидкой фазе кислорода.

Перемена физико-химического состояния поверхности колумбита и жидкой фазы пульпы приводит к изменению флотоактивности тантало-ниобатов и их магнитных свойств [1]. Так, при изучении влияния электрохимического восстановления поверхности колумбит-танталита на его магнитные свойства нами было определено, что введение ЭХО изменяет магнитную восприимчивость колумбита с $25 \cdot 10^{-6}$ до $32,5 \cdot 10^{-6}\text{ см}^3/\text{г}$ и, следовательно, улучшает показатели магнитной сепарации тантало-ниобиевых руд (рис. 1).

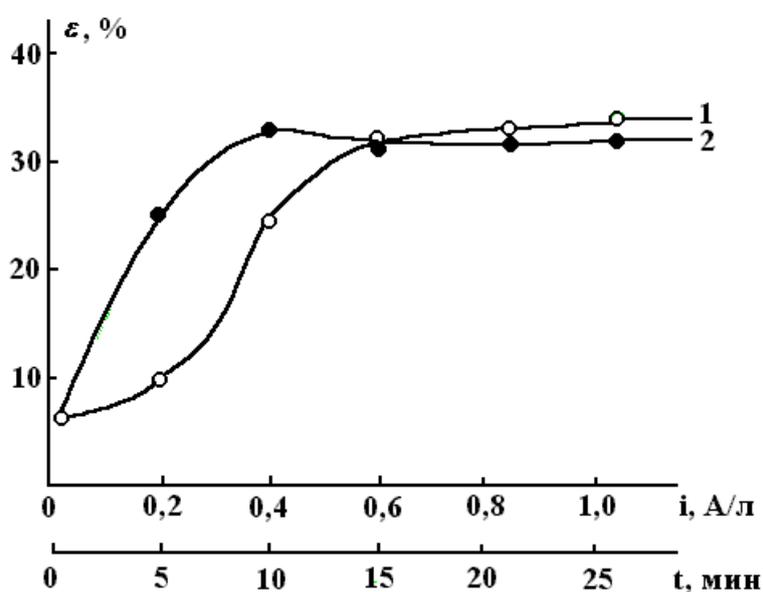


Рис. 1. Влияние объемной плотности тока (1) и времени (2) электрохимического кондиционирования пульпы на извлечение минералов в магнитный продукт.

Результаты промышленных испытаний дают возможность сделать вывод о том, что катодная обработка пульпы тантал- и ниобий содержащей руды при плотности тока $0,7\text{ А/м}^2$ на катоде, времени обработки 5 мин, силе тока 90 мА и напряжении на электродах 15 В повышает показатели обогащения как в условиях флотации колумбит-танталита (извлечение растет на 8,3 и 11,6% по пятиоксиду тантала и ниобия соответственно), так и при его магнитной сепарации (извлечение растет на 4,3% по пятиоксиду тантала).

Второе направление нашей работы заключалось в исследовании влияния ЭХО реагентосборителей на их технологические свойства. Применяемые в процессе флотации жирнокислотные собиратели имеют сложный и непостоянный состав. Целью ЭХО была оптимизация качественно-количественного состава аполярной части технической олеиновой кислоты путем электролиза.

Электролиз технических жирных кислот может быть достаточно легко реализован в условиях обогащательного производства и представляет собой электролиз в фоновом электролите (растворе NaCl). Введение фонового электролита вызвано тем, что величина диэлектрической проницаемости олеиновой кислоты незначительна ($\epsilon = 2$).

На основании сравнения хроматограмм технической смеси жирных кислот до (рис. 2) и после электролиза (рис. 3) было сделано заключение о наличии в соединении, входящем в состав смеси, двойных несопряженных связей и отсутствии карбоксильной группы. Объемы удерживания, УФ-спектр этого соединения не характерны и не позволяют однозначно отнести его к

конкретному классу органических соединений. Поэтому присутствующая примесь была выделена с использованием полупрепаративной хроматографии; элюат упарен и в режиме прямого ввода снят масс-спектр. Присутствие молекулярного пика с $m/e = 410$ и характер фрагментации с образованием интенсивных пиков ионов с массами: 137, 81, 69 позволяет однозначно идентифицировать углеводород как сквален (2, 6, 10, 15, 19, 23-гексаметил-тетракозагексаен – 2, 6, 10, 18, 22) из класса ациклических терпенов (гексамер изопрена).

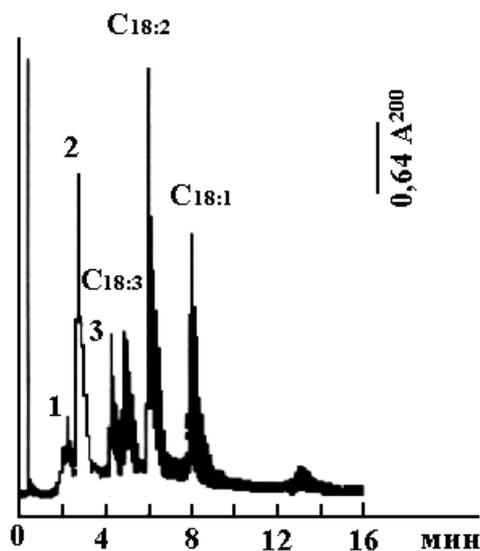


Рис. 2. Хроматограмма технической смеси жирных кислот.

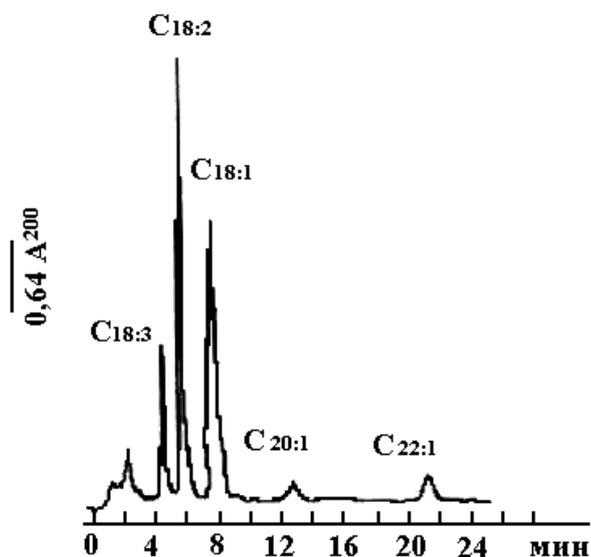


Рис. 3. Хроматограмма эфиров технической смеси жирных кислот после 20-ти минутного электролиза.

На основании данных хроматографии и расчета экстинций по аддитивности вклада двойных связей концентрация сквалена в технической олеиновой кислоте определена равной 8–10%. Содержание сквалена после электролиза снижается до 0,5–0,1%. Снижение содержания сквалена происходит в результате деструкции его до низкомолекулярных соединений (кетонов, альдегидов, кислот) за счет взаимодействия с окислителями, образующимися в процессе электролиза водного раствора хлористого натрия [2].

Изменения в составе реагента приводят к изменению его технологических свойств. Так, олеиновая кислота после электролиза имеет более низкую величину поверхностного натяжения, в 3 раза увеличивается значение критической концентрации мицеллообразования. Также после электролиза меняются характеристики сорбции олеиновой кислоты на поверхности минерала. Уменьшение

толщины сорбционного покрытия минерала реагентом и количества монослоев в покрытии дает возможность снизить расход олеиновой кислоты.

Рост извлечения Li в концентрат составил 3,8% при снижении расхода олеиновой кислоты на 13–15%.

Таким образом, применение электрохимии в процессах обогащения редкометалльных руд имеет большие перспективы, поскольку метод электрохимического воздействия на реагенты и минеральную пульпу положительно влияет на основные технологические показатели обогащения и является экологически безопасным, легко реализуемым на производстве и выгодным экономически.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Богйдаев С.А., Белоусова О.В.* О некоторых физико-химических и технологических аспектах катодной обработки танталит-колумбита во флотационных пульпах // Цветные металлы. 1996. № 4. С. 24–27.
2. *Богйдаев С.А., Малова М.В.* Хроматографическое исследование состава технической олеиновой кислоты // Обогащение руд. Санкт-Петербург, 1999. № 4. С. 31–33.

Поступила 03.04.2000

Summary

The paper presents results of the electrochemical technology investigation in the process of the rare-metal raw material dressing. The electrochemical technology is realised through the dressing cycles of tantalum-niobium ores and the preparation operations of the reagents-collectors in the process of lithium-ore flotation. The authors studied the properties of oleic acid after electrolysis – surface tension, critical concentration of the micelle formation; calculated the parameters of the oleic acid adsorption.
