

УДК 544.6

Д.С. Савельев*, А.В. Колесников

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

* e-mail: savelevdd@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ СКАНДИЯ

Представлен химический состав красных шламов некоторых предприятий. Определён минералогический состав исследуемого красного шлама. Установлена зависимость влияния поверхностно-активных веществ различной природы на эффективность электрофлотационного извлечения Sc^{3+} в условиях хлоридного и карбонатного фонов. Показано, что в условиях хлоридного фона степень извлечения скандия высока уже в первые 5 минут проведения процесса и достигает 90%. В условиях карбонатного фона без добавок процесс затруднён, значительная интенсификация процесса наблюдается в присутствии анионного ПАВ NaDDS.

Ключевые слова: экология, электрохимия, красный шлам, электрофлотация, скандий, хлорид, карбонат, ПАВ.

В России накоплено огромное количество отходов алюминиевого производства – красных шламов (КШ), содержащих ценные компоненты, в частности скандий и иттрий. В основе производственной цепочки лежит переработка ископаемого алюминийсодержащего сырья – бокситов, алунитов, нефелинов и др. Перерабатывая сырьё на глинозем, заводы большую часть его массы переводят в отходы, которые отправляются в шламохранилища. Отходообразующая деятельность предприятий ухудшает окружающую среду и повышает стоимость глинозема. В то же время эти отходы, так называемые красные шламы (КШ), содержат большое число ценных компонентов, извлечение некоторых из них может быть рентабельным.

Скандий накапливается в многочисленных отходах производств – шламах и шлаках. Особенно привлекательными многокомпонентными техногенными месторождениями являются шламовые поля глиноземных заводов, в том числе Уральского (ОАО «УАЗ-СУАЛ») и Богословского алюминиевых заводов (ОАО «БАЗ-СУАЛ»), а также хранилище шлаков Качканарского горно-обогатительного комбината (ОАО «ЕВРАЗ КГОК») [1,2].

Среднее содержание скандия в них составляет 100 и 65 г на тонну соответственно. Химический состав по основным компонентам шламов ОАО «БАЗ-СУАЛ» шлаков Качканарского ГОКа, % (по массе): 41,5/9,3 Fe_2O_3 ; 14,2/7,0 Al_2O_3 ; 12,1/19,0 CaO; 1,6/20,0 MgO; 9,7/46 SiO_2 .

Ранее авторами были проведены работы, показывающие принципиальную возможность и высокую эффективность применения электрофлотационной (ЭФ) технологии для извлечения труднорастворимых соединений РЗМ на примере La, определено положительное влияние

поверхностно-активных веществ различной природы на процесс [3,4].

В данной работе внимание уделено электрохимической обработке модельных слабосолёных (разбавленных) водных сред различного химического состава. Электрохимическая флотация труднорастворимых соединений скандия (Sc^{3+}) осуществлялась на модельных растворах, из нитратных и хлоридных систем, с концентрацией фона 0,1 - 10 г/л и Sc^{3+} 50- 500 мг/л. На рис. 1 представлен минералогический состав исследуемого красного шлама.

Исследования по ЭФ извлечению проводили при комнатной температуре ($20 \pm 2^\circ C$) в стеклянном непроточном электрофлотаторе объёмом 500 мл. с площадью поперечного сечения аппарата 10 cm^2 с электродным блоком, включающим пластинчатый оксидный рутениево - титановый анод (ОРТА) и катод в виде сетки из нержавеющей стали при значении объёмной плотности тока - 0,2 А/л, задаваемой источником постоянного тока АКТАКОМ APS-3610.

Концентрацию скандия определяли на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой Thermo Scientific X Series II - оборудовании Центра коллективного пользования имени Д. И. Менделеева. Эффективность процесса извлечения малорастворимых соединений Sc^{3+} из раствора оценивали по степени извлечения α (%).

По результатам, представленным на рисунке 1 определён минералогический состав: гематит - 45%. титан в виде перовскита $CaTiO_3$, остальное трудно различимые фазы гидроксидов Al-Si-Na-Ca.

В работе исследованы: анионный ПАВ – NaDDS (натрийдодецил сульфат), катионный ПАВ – Септа ПАВ (дидецилдиметиламмоний хлорид) и неионогенный ПАВ – ПЭО-1500 (полиэтиленоксид).

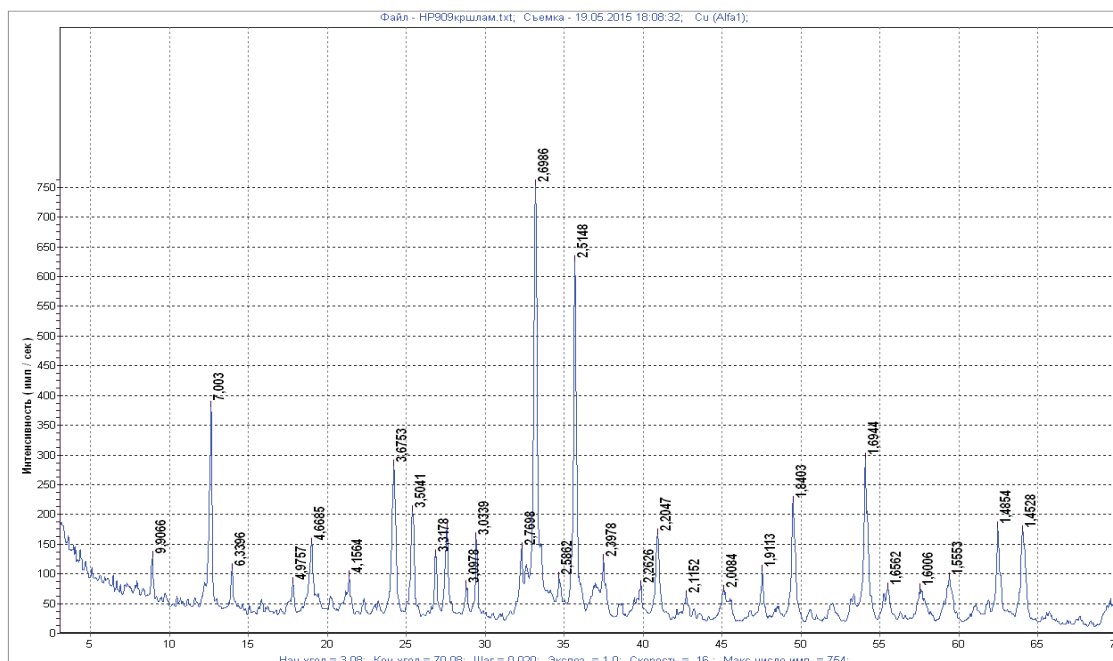


Рис.1. Минералогический состав красного шлама

Таблица 1. Влияние ПАВ различной природы на эффективность электрофлотационного извлечения Sc^{3+} в условиях карбонатного фона.

Время, мин	Без добавок	С фильтрацией	NaDDS	Септапав	Н-ПЭО
5	94	97	65	56	81
10	98	98	71	81	86
20	98	98	99,7	88	90

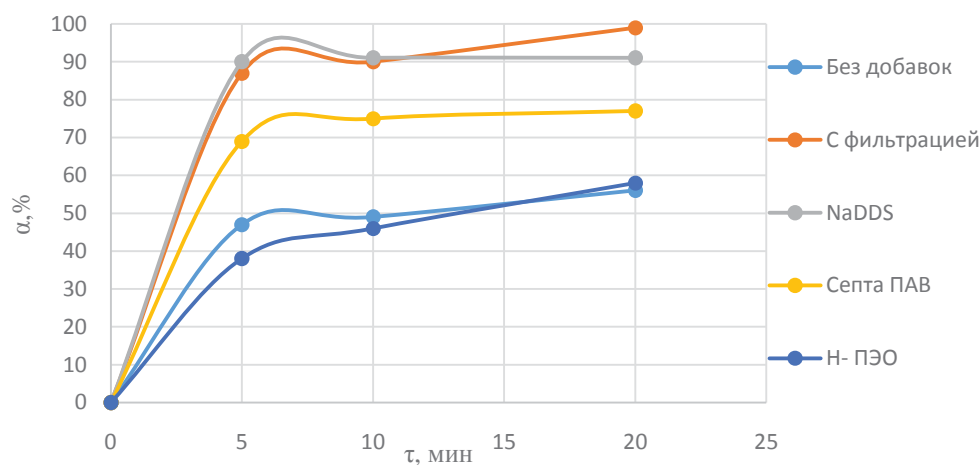


Рис. 2. Влияние ПАВ различной природы на эффективность электрофлотационного извлечения Sc^{3+} в условиях карбонатного фона.

Условия эксперимента: J_V - 0,4 А/л, С (NaCl) - 1 г/л, С (Sc^{3+}) - 50 мг/л, С (ПАВ) - 1 мг/л, pH=7

Установлено, что без использования добавок степень извлечения скандия в первые 5 минут составляет 94 %, и в последствии незначительно увеличивается. При проведении последующей фильтрации пробы степень извлечения практически не изменяется, что свидетельствует о полном электрофлотационном извлечении дисперсной фазы скандия. Анионный и неионогенный ПАВ подавляют процесс извлечения в первые 5 минут практически в 2 раза, конечная степень извлечения существенно ниже в присутствии анионного ПАВ.

На рисунке 2 представлено влияние ПАВ различной природы на кинетику

электрофлотационного извлечения Sc^{3+} в условиях хлоридного и карбонатного фонов.

Установлено, что в отсутствие добавок и в присутствии неионогенного ПАВ процесс протекает медленно, в первые 5 минут степень извлечения составляет 40-50 % и неэффективно, конечная степень извлечения не превышает 60 %. Введение в систему анионного ПАВ существенно интенсифицирует процесс и увеличивает степень извлечения до 90%. Катионный ПАВ незначительно интенсифицирует процесс, однако конечная степень извлечения недостаточно высока (75-80%).

«Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда (проект № 14-29- 00194)»;
Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева.

Савельев Дмитрий Сергеевич, ведущий инженер технопарка «экохимбизнес-2000+» РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Колесников Артем Владимирович, к.т.н., старший научный сотрудник технопарка «экохимбизнес-2000+» РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва.

Литература

1. Юшина Т.И., Петров И.М., Гришаев С.И., Черный С.А. Анализ современных технологий переработки и обогащения редкоземельного сырья // Цветная металлургия. – №5. – 2014. – С.61-63.
2. Яценко С.П., Пасечник Л.А., Скачков В.М. Скандий: получение и применение// Новости материаловедения. Наука и техника. 2015. N 3(15). с. 32.
3. Kolesnikov A.V., Gaidukov E.N, Kolesnikov V.A. // The Role of Surfactants in Intensifying and Increasing the Efficiency of the Electroflotation Extraction of Sparingly Soluble Lanthanum Compounds // Theoretical Foundation Of Chemical Engineering – 2016 – Vol. 50 – №. 2 – pp. 147-152.
4. Meshalkin V. P., Kolesnikov A.V., Kovalenko V.S., Gaidukov E. N. // Experimental Studies of the Efficiency of Electroflotation Recovery of Poorly Soluble Lanthanum Compounds from Aqueous Solutions // Doklady Chemistry – 2016. – Vol. 467. – Part 1. – pp. 185-187.

Dmitriy Sergeevich Saveliev, Kolesnikov Artem Vladimirovich*

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: savelevdd@gmail.com

IMPROVING THE EFFICIENCY OF ELECTROFLOTATION EXTRACTION OF SPARINGLY SOLUBLE COMPOUNDS OF SCANDIUM

Abstract

Submitted by the chemical composition of the red mud of some enterprises. Definitely investigated mineralogical composition of the red mud. The dependence of the effect of surfactants of different nature on the efficiency of extraction elektroflotation Sc^{3+} under conditions of chloride and carbonate backgrounds. It is shown that in the conditions of the chloride background scandium high recovery rate in the first 5 minutes of the process, and reaches 90%. In the context of the carbonate additive is hindered without background process, a significant intensification of the process is observed in the presence of anionic surfactant NaDDS.

Key words: ecology, electrochemistry, red mud, electroflotation, scandium, chloride, carbonate, SAS.