

## ФЛОТАЦИОННОЕ ДООБОГАЩЕНИЕ БЕРИЛЛИЙСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ

С.В. Букоткин

Научный руководитель – ассистент Л.Н. Малютин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, djexstas@yandex.ru*

Металлический бериллий обладает рядом весьма ценных технических свойств: низкой плотностью, высокой прочностью и жаростойкостью. В атомной технике бериллий высокой чистоты используется как источник и замедлитель нейтронов и как конструкционный материал для бериллизации изделий для придания им высокой поверхностной твердости. Огнеупоры из оксида бериллия в связи с высокой температурой плавления и антикоррозионной стойкостью применяют в атомной технике, в металлургии и электротехнике [1].

Большое количество недообогащенного бериллиевого концентрата, полученного при обогащении на Ярославском ГОК, сейчас находится на хранении. Для выявления наилучших условий флотационного обогащения данного концентрата был проведен ряд экспериментов.

Концентрат предварительно промывался в 3%-ном растворе гидрофторида аммония при постоянном перемешивании в течение 30 и 90 минут. Далее пульпа отфильтровывалась и сушилась при (150–200)°С. Полученный продукт направлялся на флотацию.

Исходя из результатов данной серии опытов, было решено провести трехстадийное флотационное обогащение концентрата Ярославского ГОК. Подготовленное сырьё флотировалось при комнатной температуре. К отобраным 50 г руды добавлялось: 1 мл гексаметафосфата натрия, 2 мл раствора фторида натрия, (1–3) капли олеиновой кислоты, (1–3) капли керосина.

После проведения первой флотации были отобраны пробы для анализа пенного и камерного продуктов, после чего пенный продукт отфильтровывался и сушился в печи для удаления влаги и проведения второй флотации. Вторая и третья флотации проводились аналогично первой. Необходимо отметить, что сырьё перед второй и третьей флотациями практически не смачивалось, в отличие от подготовленного сырья к первой флотации.

Исходя из результатов флотации концен-

трата Ярославского ГОКа определено, что промывка концентрата 3%-ным раствором гидрофторида аммония перед первой флотацией положительно сказывается на степени разделения бериллия. Следующие эксперименты по флотации проводились аналогично предыдущей серии, но промывка пенного продукта проводилась перед каждой флотацией. Результаты представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Результаты флотации концентрата Ярославского ГОКа с постадийной промывкой в растворе гидрофторида аммония в течение 90 минут

Продукт	Масса, г	Содержание Be, %	Степень разделения Be
П-Ф1	286	0,20	1,11
К-Ф1	262	0,18	
П-Ф2	180	0,14	0,77
К-Ф2	62	0,18	
П-Ф3	197	0,37	2,06
К-Ф3	23	0,18	

*П-Ф1 – пенный продукт первой флотации;*

*К-Ф3 – камерный продукт третьей флотации и т.д.*

Анализ полученных данных показал, что промывка концентрата перед флотацией положительно сказывается на результате, однако вторая и третья стадии флотации не помогают провести обогащение с достаточной величиной степени разделения, для этого в будущем будут приняты следующие меры:

1. Применение других регуляторов pH, как сильноокислых, так и сильнощелочных, замена соли аммония при промывке на соли натрия и калия.

2. Проведение флотации в тяжелых средах вместо водной (тяжелые органические масла, амины).

3. Изменение состава депрессоров и активаторов (введение катионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и анионов  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ).

## Список литературы

1. Обогащение руд и россыпей редких и благородных металлов / Польшкин С.И. – М.: 1987. – 421с.
2. Методические рекомендации по применению *Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых.* – М.: 2007. – 37с.

## ПОЛУЧЕНИЕ ЕВРОПИЯ И ИТТРИЯ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ ЛЮМИНОФОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ЖИДКОСТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ

С.А. Василенко, О.Ю. Сайкина  
Научный руководитель – к.т.н. О.В. Юрасова

АО Государственный научно-исследовательский и проектный институт  
редкометаллической промышленности «Гиредмет»  
119017, Россия, г. Москва, пер. Б. Толмачёвский 5, стр. 1, OYurasova@giredmet.ru

## Введение

Некоторые виды люминофоров наносимых на экраны кинескопов содержат ценные компоненты – соединения редкоземельных элементов (РЗЭ). Люминофор красного свечения является оксидом иттрия, стабилизированного европием. Накоплены значительные количества отходов производств люминофоров, поэтому их переработка с целью выделения чистых иттрия и европия является важной задачей. РЗЭ высокой чистоты, независимо от типа сырья, обычно получают экстракционными методами, которые являются наиболее эффективными [1].

## Экспериментальная часть

Целью данной работы являлся выбор экстрагента и оптимальных условий извлечения и разделения иттрия и европия из отходов производств люминофоров.

Исходное сырье содержит, масс. %: 13,8–14,5 Y; 0,5–0,8 Eu.

Данное сырье подвергли вскрытию хлорированием при повышенной температуре, благодаря чему был получен иттрий-европиевый концентрат, содержащий, масс. %: 34,8 Y; 2,0 Eu; 2,8 Zn; 0,5 Ca; 0,1 Fe; 44,1 Cl. При растворении данного концентрата в воде получали хлоридный раствор РЗЭ концентрацией 100–150 г/дм<sup>3</sup> с содержанием 2–6% европия и 94–98% иттрия, рН в пределах 2–4,5.

На основе литературных данных и пробных опытов выбран класс экстрагентов – карбоновые кислоты. Опыты проводили в делительных воронках,  $V_{\text{орг}} : V_{\text{водн}} = 1 : 1$ , при комнатной температуре. Для реэкстракции использовали HCl кон-

центрацией 3 моль/дм<sup>3</sup>.

Определение концентраций РЗЭ проводили масс-спектрометрией с индуктивно связанной плазмой и рентгенофлюоресцентными методами, а сумму РЗЭ – титрованием трилоном-Б в присутствии индикатора ксиленоловый оранжевый.

## Результаты и их обсуждение

Версатик-911 является известным промышленным экстрагентом, применяемым для выделения концентрата или группового деления РЗЭ [1].

Проведены исследования на экстрагенте – 50% (по объёму) растворе Версатик-911 в керосине. Максимальное значение коэффициента разделения европий-иттрий  $\beta_{\text{Eu/Y}}$  составило 2,04, емкость экстрагента при этом достигла 37,9 г/дм<sup>3</sup> по РЗЭ.

Каприловая кислота является индивидуальным аналогом синтетических жирных кислот фракции C<sub>7</sub>–C<sub>9</sub> (СЖК) – промышленного экстрагента, применяемого в технологии РЗЭ [2]. Опробованы 50% об. в керосине и 100% каприловая кислота, получили максимальный  $\beta_{\text{Eu/Y}} = 4,94$  при емкости экстрагента 10,5 г/дм<sup>3</sup>. Однако экстрагент склонен к образованию осадков и поэтому непригоден для практического использования в данных условиях.

В последние годы появились работы, в которых сделан вывод о перспективности применения олеиновой кислоты как экстрагента в технологии РЗЭ [3]. В наших опытах достигнут  $\beta_{\text{Eu/Y}} = 5$ , а емкость при этом составляла 21–26 г/л. Экстрагент устойчив в циклическом процессе, подобраны оптимальное время контакта фаз