

экстракции которых не превышают 5–10%. Извлечение Y, Yb, Er с увеличением концентрации азотной кислоты уменьшается (рис. 1). Таким образом, варьирование концентрации азотной кислоты позволяет при экстракции бинарным экстрагентом ТАБАХ-Д2ЭГФК разделить Th и Sc от Y, Yb, Er, Tb, La, Gd, Eu.

Синтезированный БЭ также дает возможность отделить скандий от сопутствующих металлов (Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Cu, V, Cr, Mn, Co, Ni) из нитратных растворов.

### Список литературы

1. Weiwei W., Yoko P., Chu Y.C. // *Hydrometallurgy*, 2011.– 108.– P.100–108.
2. Белова В.В., Вошкин А.А., Егорова Н.С., Холькин А. И. // *Журн. неорганической химии*, 2010.– Т.55.– №4.– С.679–683.

### Сорбция карбонат иона на анионообменной смоле

Ю.В. Панкова, Д.С. Филатов, С.Н. Чегринцев  
Научный руководитель – ассистент С.Н. Чегринцев

*Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, chesen@tpu.ru*

Актуальность работы обусловлена разработкой новой технологии переработки вольфрамсодержащего сырья после автоклавного содового выщелачивания. Цель работы заключалась в исследовании анионообменной смолы на рабочую обменную ёмкость по карбонат иону для перевода смолы в  $\text{CO}_3^{2-}$ -форму и последующего извлечения вольфрама из исходного раствора.

Вольфрам встречается, главным образом, в виде вольфраматов железа и марганца. Обычно содержание вольфрама в разрабатываемых месторождениях лежит в пределах от 0,3 до 1,0%  $\text{WO}_3$  [1]. Все вольфрамовые месторождения имеют магматическое или гидротермальное происхождение. В процессе охлаждения магмы происходит дифференциальная кристаллизация, поэтому шеелит и вольфрамит часто обнаруживаются в виде жил, там, где магма проникала в трещины земной коры [2]. Представлены данные о возможности экономически выгодной переработки сырья с содержанием вольфрама от 2%. Переработка основана на автоклавном содовом выщелачивании вольфрама с последующей двух стадийной сорбцией: 1) извлечение из раствора карбонат иона, вольфрамат-ион остается в растворе; 2) сорбция вольфрамат-иона. В ходе работы была исследована на рабочую обменную емкость анионообменная смола Purolite A-400 (в форме  $\text{OH}^-$ ).

При проведении эксперимента использовались следующие реагенты:

1. Насыщенный раствор карбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 130 г на 500 мл дистиллированной воды.
2. Раствор соляной кислоты ( $\text{HCl}$ ) 0,1 моль/дм<sup>3</sup> (0,1 н).
3. Раствор метиловый оранжевый ( $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{NaO}_3\text{S}$ ). Растворяют 0,1 г на 50 мл дистиллированной воды.
4. Анионообменная смола Purolite A-400 (в форме  $\text{OH}^-$ ) 100 см<sup>3</sup>.

Раствор карбоната натрия концентрацией 260 г/л перемешивают с 100 см<sup>3</sup> ионита в течение часа. Отбирая через 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 минут по 2 мл раствора. К нему добавляют 2–3 капли метилоранжа и доводят дистиллированной водой до метки, тщательно перемешивают и начинают титрование соляной кислотой [3].

В таблице 1 приведены данные зависимости извлечения карбонат иона. По полученным данным построен график сорбции карбонат иона (рис. 1).

Расчеты были выполнены по следующей методике:

$V_{\text{ал}} = 2$  мл; где  $V_{\text{ал}}$  – объём аликвоты;

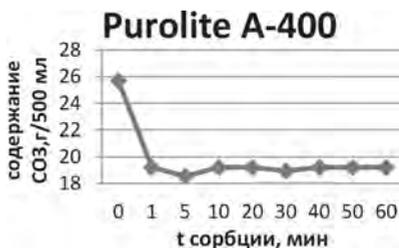
$V = 500$  мл, где  $V$  – объём насыщенного карбонат ионом раствора;

$m = C_{\text{H}} \cdot V \cdot M_{\text{A}} \cdot n$ , где  $C_{\text{H}}$  – концентрация соляной кислоты,  $V$  – объём соляной кислоты, ушедшей на титрование,  $M_{\text{A}}$  – масса эквивалента,  $n$  – отношение объёма аликвоты к общему объёму насыщенного карбонат ионом раствора;

$M_{\text{A}} = M / z = 106 / 2 = 53$  г/моль-эквивалента, где  $M$  – молярная масса,  $z$  – число электро-

**Таблица 1.** Зависимость сорбции карбонат иона на анионообменной смоле Purolite A-400 (в форме  $\text{OH}^-$ ) от времени

$V_{\text{НСП}}$ , мл	$C_{\text{CO}_3^{2-}}$ , г/500 мл.	$t$ , мин
19,4	25,71	0
14,5	19,21	1
14,0	18,55	5
14,5	19,21	10
14,5	19,21	20
14,5	18,95	30
14,3	19,21	40
14,5	19,21	50
14,5	19,21	60



**Рис. 1.** Кривая сорбции карбонат иона на анионообменной смоле Purolite A-400 (в форме  $\text{OH}^-$ )

нов, принимающих участие в реакции;

$$n = V/V_{\text{ал}} = 500/2 = 250;$$

Содержание  $\text{CO}_3^{2-}$  в момент времени  $t=0$  мин. в 2 мл раствора:

$$m' = 0,1 \cdot 19,4 \cdot 10^{-3} \cdot 53 \cdot 250 = 25,71 \text{ г};$$

Содержание  $\text{CO}_3^{2-}$  в момент времени  $t=60$  мин. в 2 мл раствора:

$$m'' = 0,1 \cdot 14,5 \cdot 10^{-3} \cdot 53 \cdot 250 = 19,21 \text{ г};$$

Рабочая обменная ёмкость:

$$E = \Delta m / m_{\text{смола}} = (25,71 - 19,21) / 102 = 6,49 / 102 = 0,0637 \text{ г/г};$$

$$E = 63,7 \text{ г/кг}.$$

В ходе эксперимента установлено, что рабочая обменная емкость смолы Purolite A-400 (в форме ОН<sup>-</sup>) по карбонат иону составляет 63,7 г/кг.

### Список литературы

1. Дьяченко А.Н., Дугельный А.П., Крайденко Р.И., Чегринцев С.Н. // Известия Томского политехнического университета, 2013.– Т.322.– №3.– С.62.
2. Авербах Ю.Л., Алексеева Л.М. Глазычев В.Л. // Энциклопедия кругосвет – наука и техника.
3. Е.Н. Калюкова // Учебное пособие для студентов нехимических специальностей технических вузов, 2008.

---

## Определение технологических параметров процесса снаряжения и герметизации твэлов на основе МОКС-топлива на ФГУП ФЯО «ГХК»

А.А. Пастухов, С.И. Бычков

Научный руководитель – д.х.н., профессор И.И. Жерин

*Томский политехнический университет*

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, [pastuhov.a.a@mail.ru](mailto:pastuhov.a.a@mail.ru)

Одним из вариантов утилизации оружейного плутония является использование его в виде смешанного уран-плутониевого топлива (МОКС-топлива) энергетических реакторов. В настоящее время установлена возможность технической реализации этого проекта, определена его экономическая целесообразность и экологическая безопасность. Решение этой задачи позволит не только утилизировать накопленный плутоний, но и удовлетворить потребности АЭС в топливе, а также создать замкнутый ядерный топливный цикл путем вовлечения в него регенерированного плутония из отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) [1].