

гидрозоля, измеренный на Photocor Compact-Z, составил –23 мВ. Формирование отрицательно заряда на частицах гидрозоля происходит за счет адсорбции гидроксильных групп ОН⁻.

Поскольку из электрофоретических данных следует, что частицы диоксида церия заряжены отрицательно, то их агрегацию должны вызывать катионы.

Учитывая это, была исследована агрегативная устойчивость синтезированных гидрозолей диоксида церия в присутствии добавок нитрата натрия и нитрата бария, т.е. электролитов, диссоциирующих с образованием однозарядных или двухзарядных катионов.

Зависимости оптической плотности от времени, полученные при различных концентрациях электролитов $c_{эл}$ позволяют определить критические значения $c_{кр}$, при которых в золях происходит агрегация частиц. Для нахождения

$c_{кр}$, использовали начальные участки кинетических кривых изменения оптической плотности золей, когда еще можно пренебречь ростом размеров агрегатов. Значение порога быстрой коагуляции $c_{кр}$ определяли по графической зависимости $\lim_{\tau \rightarrow 0} \frac{dD}{d\tau} = f(c_{эл})$, когда $\lim_{\tau \rightarrow 0} \frac{dD}{d\tau} = const$. Данные зависимости представлены на рисунке 1.

Из рис. 1 видно, что для однозарядного катиона Na⁺ значение порога быстрой коагуляции $c_{кр}$ составляет порядка 24,5 ммоль/л. Порог быстрой коагуляции катионом Ba²⁺ для гидрозоля диоксида церия составляет 0,2 ммоль/л, что почти в тысячу раз меньше. Очевидно, что ионы Ba²⁺ оказывают более сильное коагулирующее действие на исследуемую систему, чем ионы Na⁺. Таким образом, полученные результаты указывают на то что, синтезированные гидрозоли диоксида церия весьма чувствительны даже к незначительным примесям электролитов.

Список литературы

1. Щербаков А.Б., Иванова О.С., Спивак Н.Я., Козик В.В., Иванов В.К. Синтез и биомедицинские применения нанодисперсного диок-

сида церия. – Томск: Издательский Дом ТГУ, 2016. – 476с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МОНАЦИТА

Т.В. Чернова, Е.А. Попова

Научный руководитель – к.х.н., доцент ИЯТШ Н.Б. Егоров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, tanyachernova23@gmail.com

Одним из важнейших источников получения редкоземельных металлов может служить монацитовый концентрат, представляющий собой смесь ортофосфатов редкоземельных элементов (РЗЭ) и тория, отвечающий формуле (Ce, La, Nd ..., Th)PO₄.

Процентный состав монацита может быть представлен следующими значениями: от 3,5 до 10% оксида тория (ThO₂), от 0,1 до 0,4% оксида урана (U₃O₈), от 55 до 74% оксидов РЗЭ. Следовательно, исходный концентрат выступает радиоактивным минералом, содержащим альфа-излучатели (Th-232, U-235, U-238) и продукты их распада (Th-228, Ra-224, 226, Bi-212, Rn-222, Po-212 и др.), некоторые из которых обладают гамма-активностью (Ac-228, Bi-212, 214, Tl-208, Pb-212) [1].

Целью данной работы является исследова-

ние поведения радионуклидов при переработке монацитового концентрата щелочным методом вскрытия.

В ходе проведения эксперимента 5 навесок монацитового концентрата, массой 30 г, смешивались с 45% раствором NaOH, в соотношении 1 : 3. Далее рабочая смесь выдерживалась в печи при температуре 90 °С и после удаления воды выдерживалась при 300 °С в течение 6 часов. После охлаждения гидроксидный спек промывали дистиллированной водой до полного исчезновения следов щелочного раствора, которые контролировали с помощью лакмусовой бумаги. При этом Na₃PO₄ растворялся, образуя с избытком NaOH фосфатно-щелочной раствор.

Твердый остаток, который представлял гидроксидный кек, содержащий РЗЭ и радиоактивные элементы, а также продукты распада,

Таблица 1. Результаты измерения радиоактивности исходного монацитового концентрата и фосфатно-щелочного раствора

№	Удельная активность радионуклида	Результат измерения (исходный монацит), Бк/кг	Результат измерения (фильтрат), Бк/кг	Предельное значение (исходный монацит), Бк/кг	Предельное значение (фильтрат), Бк/кг
1	^{226}Ra	23827,6	<0,5	24691,2	–
2	^{232}Th	133553,8	3,7	138394,4	3,9
3	^{235}U	1737,1	3,7	1800,9	3,76
4	^{40}K	10122,2	11,0	10493,6	11,2

сушили при комнатной температуре. Таким образом, в ходе исследований радионуклидому анализу подвергали: исходный монацитовый концентрат; гидроксидный кек и фосфатно-щелочные растворы.

Измерение радиоактивности всех промежуточных продуктов производилось на полупроводниковом гамма-спектрометре Canberra с германиевым детектором и при помощи сцинтилляционного бета-спектрометра МКГБ01.

Гидроксидный кек обладает высокой гамма- и альфа-активностью. Предельные значения активности радионуклидов ^{226}Ra – 24691,2 > 10000 Бк/кг, ^{232}Th – 138394,4 > 1000 Бк/кг, ^{235}U – 1800,9 < 10000 Бк/кг, ^{40}K – 10493,6 < 100000 Бк/кг. Согласно СанПин 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2010), в объекте измерений превышение содержания ^{226}Ra и ^{232}Th относительно значений минимально значимых удельных активностей радионукли-

дов в помещении (на рабочем месте).

Фосфатно-щелочной раствор после стадии водного выщелачивания содержит в своём составе незначительные количества Th^{233} , U^{235} , K^{40} . Предельные значения активности радионуклидов ^{232}Th – $3,9 \leq 49$ Бк/кг, ^{235}U – $3,76 \leq 290$ Бк/кг, ^{40}K – $11,2 \leq 2200$ Бк/кг. Согласно СанПин 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2010), объект измерений не может быть отнесён к жидким радиоактивным отходам.

Основываясь на данных исследования, можно сделать вывод о том, что щелочной метод вскрытия монацитового концентрата является эффективным способом очистки фосфатно-щелочных растворов от радиоактивных примесей. Следовательно, фосфатно-щелочные растворы, полученные по данной технологии, безопасны и пригодны для производства фосфатных удобрений.

Список литературы

1. Бойко В.И., Власов В.А., Жерин И.И. *Торий в ядерно-топливном цикле.* – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2006. – 360с.