

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗДЕЛЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДОМ ЗОННОЙ ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Обмуч К.В., Акимов Д.В.

Научный руководитель: Егоров Н.Б., к.х.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: kvo@tpu.ru

Редкоземельные элементы (РЗЭ), а также скандий и иттрий используют в самых разных областях современной техники: в радиоэлектронике, атомной технике, в металлургии и т. д. Поэтому в мире имеется устойчивый рост потребления и производства РЗЭ. С целью их удешевления осуществляется развитие традиционных и поиск новых технологических схем переработки сырья, содержащего, а также способов получения высокочистых индивидуальных элементов. Для разделения смеси РЗЭ на индивидуальные компоненты в современной химической технологии используют процессы ионного обмена и экстракции. Однако у современных методов существуют свои недостатки. Так, в случае жидкостной экстракции необходимо учитывать взаимную растворимость водной и органической фаз, приводящую к безвозвратной потере экстрагента, стоимость которого сопоставима с разделяемыми РЗЭ. Процессы ионного обмена присущи низким коэффициенты разделения РЗЭ, вследствие чего его можно рассматривать лишь как дополнительный к экстракции способ разделения РЗЭ. Поэтому поиск методов разделения РЗЭ до сих пор является актуальной задачей. Зонная перекристаллизация, часто называемая зонной плавкой, применяется для глубокой очистки веществ, получения их в монокристаллическом виде, а также для разделения близких по свойствам элементов.

В нашей работе мы исследовали разделение хлоридов РЗЭ в процессе зонной перекристаллизации их кристаллогидратов. Кристаллогидраты РЗЭ расплавляются полностью без остатка при низкой температуре; а также соединения содержат, молекулы воды, которые могут оказывать влияние на распределение РЗЭ в процессе перекристаллизации. Результаты анализа указывают, что концентрация церия увеличивается в образцах первых частей слитка, а гольмий перемещается вместе с зоной расплава и концентрируется в конечной зоне кристаллизации. Полученные результаты подтверждают, что первоначальная зона перекристаллизации, содержит большие количества легкого церия, а конечная зона более насыщена тяжелым гольмием. Для определения коэффициентов численные значения распределений РЗЭ после зонной перекристаллизации сравнивались с исходными концентрациями. Для оценки возможности проведения процессов разделения РЗЭ в процессе зонной перекристаллизации вычислены коэффициенты разделения и обогащения хлоридов гольмия и церия, значения которых представлены в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициенты разделения и обогащения гольмия и церия в процессе зонной перекристаллизации

Характеристики процесса зонной перекристаллизации	РЗЭ	
	Ho	Ce
Коэффициент обогащения (β)	1,311	1,155
Коэффициент разделения (α)	1,007	1,004

По всей видимости, полученные результаты, возможно объяснить, только предположив, что на распределение РЗЭ при перекристаллизации накладывается процесс ионной сольватации, которая может сдерживать диффузию гидратированных ионов церия и таким образом способствовать разделению пары церий-гольмий [1, 2]. Таким образом, полученные данные исследования свидетельствуют о возможности разделения РЗЭ в процессе зонной перекристаллизации их хлоридов кристаллогидратов. Использование солей РЗЭ, имеющих низкую температуру плавления (90-165 °С) в качестве рабочего вещества позволит получать высокочистых индивидуальных РЗЭ без использования дорогих органических соединений, уменьшить количество водных и водно-органических отходов, что в свою очередь приведет к снижению их стоимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Mioduski T., Guminski C., Zeng D. IUPAC-NIST Solubility Data Series. 87. Rare Earth Metal Chlorides in Water and Aqueous Systems. Part 2. Light Lanthanides (Ce–Eu) // J. Phys. Chem. Ref. Data – 2009. – № 2. – P. 441-562.
2. Mioduski T., Guminski C., Zeng D. IUPAC-NIST Solubility Data Series. 87. Rare Earth Metal Chlorides in Water and Aqueous Systems. Part 3. Heavy Lanthanides (Gd–Lu) // J. Phys. Chem. Ref. Data – 2009. – № 4. – P. 925-1011.