

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРАКЦИИ НЕОДИМА ИЗ КИСЛЫХ СРЕД ОРГАНИЧЕСКИМИ ЭКСТРАГЕНТАМИ

Дошарова Д.Т., Сальникова Е.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Содержание РЗЭ в природном сырье очень низко – менее 2 %, поэтому необходимо использование методов концентрирования и селективного выделения этих элементов. В связи с этим большое распространение получил экстракционный метод, сочетающий большую производительность с возможностью получения высококачественной продукции.

Анализ литературных данных показал, что для эффективного извлечения и разделения РЗЭ, широко используются смеси экстрагентов. При этом наблюдается синергетический эффект, как для смеси кислых и основных, так и для смеси кислых и нейтральных экстрагентов [1].

В настоящее время разработаны методики по экстракционному извлечению редкоземельных элементов. Проведено исследование экстракции РЗЭ расплавами высших АММК с добавками Д2ЭГФК и ТБФ при варьировании различных факторов: кислотности водной фазы, температуры, концентрации ионов металлов и реагентов, времени контакта фаз, соотношения их объемов [2], экстракция некоторых РЗЭ сернокислых растворов индивидуальными алкилфосфорными кислотами и первичными аминами, их смесями различного состава, отделение РЗЭ от наиболее широко распространенных примесей (Fe, Al), разработка экстракционных схем извлечения и разделения РЗЭ [3], изучена экстракция трансплутониевых и редкоземельных элементов циркониевой солью дибутилфосфорной кислоты из азотнокислых растворов [4] и другие.

В наибольшей степени изучено извлечение и концентрирование следующих представителей РЗЭ: иттрий, лантан и церий, однако значительно меньше методик и разработок по изучению экстракции неодима, являющегося одним из наиболее применяемых редкоземельных элементов. Соединения неодима находят применение в металлургии, оптике, используется в производстве цветных стекол и лазерных материалов. Поэтому актуальным становится вопрос изучения извлечения и концентрирования этого элемента. В связи с этим проводили определение закономерностей экстракционного концентрирования неодима из кислых растворов смесями экстрагентов ТБФ и Д2ЭГФК.

В качестве экстрагентов выбраны ди-(2-этилгексил)фосфорная кислота (Д2ЭГФК) и три-н-бутилфосфат (ТБФ), а также их смеси. Структуры экстрагируемых соединений в подобных системах лишь предполагаются и изучены мало.

Исследования проводили на модельных растворах. Стандартный раствор неодима готовили из оксида неодима.

Исследовали экстракцию неодима индивидуальными экстрагентами Д2ЭГФК и ТБФ в зависимости от концентрации экстрагента в органической

фазе при постоянном составе водной фазы. Результаты по извлечению неодима индивидуальным экстрагентом ТБФ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Экстракция неодима из кислых сред ТБФ

С(ТБФ), моль/л	Степень извлечения неодима из кислых сред R, %		
	Солянокислая среда	Азотнокислая среда	Сульфатная среда
0,01	86,71	84,99	79,18
0,02	87,14	85,85	80,23
0,04	87,58	86,07	80,23
0,06	87,58	86,72	83,39
0,08	88,01	87,15	83,39
0,1	88,01	87,58	84,45

Как видно из приведенной таблицы, степень извлечения неодима три-н-бутилфосфатом из солянокислой и азотной среды соизмерима и составляет в среднем от 85 до 88%, в то время как количественным извлечением из водной фазы в органическую может считаться выделение со степенью извлечения выше 99%. Однако, экстракция неодима из сернокислой среды характеризуется еще более низким показателем степени извлечения и имеет значения от 79 до 84%. Извлечение из сульфатных сред осложняется образованием сернокислых комплексов РЗЭ, которые не полностью переходят в органическую фазу. Степень извлечения неодима из всех трех сред увеличивается с возрастанием концентрации экстрагента.

На втором этапе была изучена экстракция неодима с использованием Д2ЭГФК. Экспериментальные данные приведены в таблице 2.

Результаты показали, что экстракция с использованием Д2ЭГФК более эффективна, чем экстракция ТБФ, так как степень извлечения неодима возросла не только для сернокислой среды, но и для раствора неодима в соляной и азотной кислотах. Максимум степени извлечения неодима из сульфатной среды Д2ЭГФК составляет около 97% при максимальной концентрации экстрагента. Таким образом, также как и для экстракции ТБФ, экстракция Д2ЭГФК осуществляется эффективнее с возрастанием концентрации экстрагента.

Таблица 2 – Экстракция неодима из кислых сред Д2ЭГФК

С(Д2ЭГФК), моль/л	Степень извлечения неодима из кислых сред R, %		
	Солянокислая среда	Азотнокислая среда	Сульфатная среда
0,01	95,39	97,09	94,98
0,02	97,34	97,53	96,04
0,04	97,34	97,53	96,04
0,06	97,56	97,74	96,67
0,08	98,42	97,96	96,77
0,1	98,53	98,72	97,09

Методом изомолярных серий проведены исследования экстракции неодима смесями ТБФ и Д2ЭГФК различного состава. Суммарная концентрация смеси составляла 0,1 моль/л, так как было выявлено, что именно при этой концентрации экстракция наиболее эффективна. В таблице 3 приведены данные по экстракции неодима из кислых сред смесями с различным объемным соотношением ТБФ и Д2ЭГФК.

Таблица 3 – Экстракция неодима методом изомолярной серии

С(ТБФ+Д2ЭГФК) = 0,1 М		Степень извлечения неодима из кислых сред R, %		
V(ТБФ), мл	V(Д2ЭГФК), мл	Солянокислая среда	Азотнокислая среда	Сульфатная среда
0	10	98,53	98,72	97,09
2	8	99,39	98,83	98,88
4	6	99,62	99,04	97,09
6	4	99,51	96,88	95,61
8	2	92,57	93,64	92,88
10	0	88,01	87,58	84,45

Экспериментальные данные исследования экстракции неодима 0,1 М смесью ТБФ и Д2ЭГФК показывают, что наибольшая степень извлечения неодима наблюдается при соотношении экстрагентов 2:3 для солянокислой и азотнокислой сред и при соотношении 1:4 для сернокислой среды. Экстракция смесью более эффективна, так как степени извлечения составляют больше 99% для солянокислых и азотнокислых растворов, около 99% для сульфатного раствора неодима. Данное явление носит название синергетического эффекта.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- экстракция индивидуальным экстрагентом ТБФ характеризуется низким показателем степени извлечения по сравнению с Д2ЭГФК, поэтому использовать для экстракции в чистом виде не рекомендуется;
- высокие степени извлечения характерны для смеси экстрагентов с преобладанием Д2ЭГФК;
- при экстракции смесью экстрагентов наблюдается синергетический эффект, сильно выраженный при соотношении компонентов ТБФ:Д2ЭГФК – 1:4 для экстракции из сульфатной среды и 2:3 для экстракции из солянокислой и азотнокислой сред.

#### Список литературы

1. Глинка, Н.Л. *Общая химия : Учебное пособие для вузов / Под ред. А.И. Ермакова. – изд. 30-е, исправленное – М.: Интеграл-Пресс, 2003. – 728 с. - ISBN5-89602-017-1.*
2. Подшивалова, М.В. *Экстракция редкоземельных металлов и иттрия смесями органических реагентов и ее аналитическое применение : автореф. дис...канд.хим.наук / М.В. Подшивалова. – Егорьевск., 2001. – 147 с.*

3. Сальникова, Е.В. Экстракция редкоземельных элементов из сульфатных растворов смесями алкилфосфорных кислот и первичных аминов : автореф.дис...канд.хим.наук / Е.В. Сальникова. – Караганда., - 1998. – 145 с.  
Шмидт, О.В. Экстракция транслютониевых и редкоземельных элементов циркониевой солью дибутилфосфорной кислоты из азотнокислых растворов : автореф.дис...канд.хим.наук / О.В. Шмидт. – Санкт-Петербург., - 2003. – 125 с.