

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

*Веревка В.Н., Карева Е.Ю. Количественное определение неодима методом экстракции из кислых сред // Академия педагогических идей «Новация». – 2017. – № 01 (январь). – АРТ 02-эл. – 0,3 п. л. – URL: <http://akademnova.ru/page/875548>*

**РУБРИКА: ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**УДК 542, 543**

**Веревка Виолетта Николаевна**

студентка 4 курса, химико-биологический факультет

e-mail: [vetusik-forever@mail.ru](mailto:vetusik-forever@mail.ru)

**Карева Елена Юрьевна**

студентка 4 курса, химико-биологический факультет

e-mail: [vip\\_k\\_helen@mail.ru](mailto:vip_k_helen@mail.ru)

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

г. Оренбург, Российская Федерация

**КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОДИМА МЕТОДОМ  
ЭКСТРАКЦИИ ИЗ КИСЛЫХ СРЕД**

*Аннотация:* Данная статья посвящена экстракционному концентрированию неодима из солянокислой и сернокислой сред индивидуальными экстрагентами трибутилфосфатом (ТБФ) и ди-2-этилгексилфосфорной кислотой (Д2ЭГФК), а также их смесью. Экспериментально определены количественные характеристики метода экстракции.

*Ключевые слова:* экстракция, редкоземельные элементы, ТБФ, Д2ЭГФК, неодим, экстрагенты.

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

**Verevka Violetta Nikolaevna**

4th year student, faculty of chemistry and biology

FGBOU VO "Orenburg State University»

**Kareva Elena Yurievna**

4th year student, faculty of chemistry and biology

Orenburg, Russian Federation

## QUANTITATIVE DETERMINATION OF NEODYMIUM EXTRACTION METHOD FROM ACIDIC ENVIRONMENTS

*Abstract:* This paper focuses on the extraction concentration of neodymium from chloride and sulphate media by individual extractants tributyl phosphate (TBP) and di-2-ethylhexylphosphoric acid (D2EHPA), and their mixture. The experimentally determined quantitative characteristics of the method of extraction.

*Key words:* extraction, rare earth elements, TBP, D2EHPA, neodymium, extractants.

Экстракция применяется для извлечения РЗЭ, отделения примесей других элементов, но особое значение она имеет как наиболее эффективный промышленный способ разделения и получения индивидуальных РЗЭ, в том числе и высокой степени чистоты.

Для разделения РЗЭ используются экстрагенты, обычно применяющиеся в системах жидкостной экстракции других элементов. Наиболее широко для этих целей используются нейтральные фосфоорганические соединения, среди которых первостепенное значение имеет ТБФ, применяемый для экстракции из нитратных растворов с различной концентрацией азотной

кислоты. Экстракция из хлоридных растворов малоэффективна, но все же возможна при высокой концентрации соляной кислоты (8 моль/л). Вторым типом экстрагентов являются фосфоорганические кислоты, среди которых широко используется ди-2-этилгексилфосфорная кислота (Д2ЭГФК), которая имеет хорошие характеристики в качестве экстрагента для РЗЭ, хорошо изучена и довольно доступна. Алкилфосфорные кислоты могут использоваться в нитратной, хлоридной, сульфатной и других средах

Цель работы – проведение экстракционного концентрирования неодима из серно- и солянокислой среды экстрагентами различного состава.

В экспериментальной работе был использован раствор неодима в солянокислой и сернокислой среде с концентрацией металла 1 г/л. Стандартные растворы неодима готовили из оксида  $Nd_2O_3$  чистотой 99,9 %. Стандартный раствор, содержащий неодим готовили растворением оксида элемента в соляной и серной кислотах квалификации «х.ч.».

При фотометрическом определении Nd ( $\lambda = 590$  нм) использовали прибор спектрофотометр ПЭ-5300ВИ. Так как фотометрические методы основаны на применении окрашенных реагентов, приготовили раствор индикатора арсеназо I. По полученным данным строили градуировочный график (рисунок 1, 2).

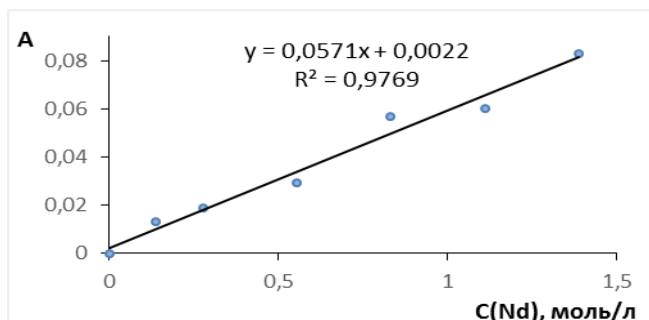


Рисунок 1 – Градуировочный график неодима в солянокислой среде

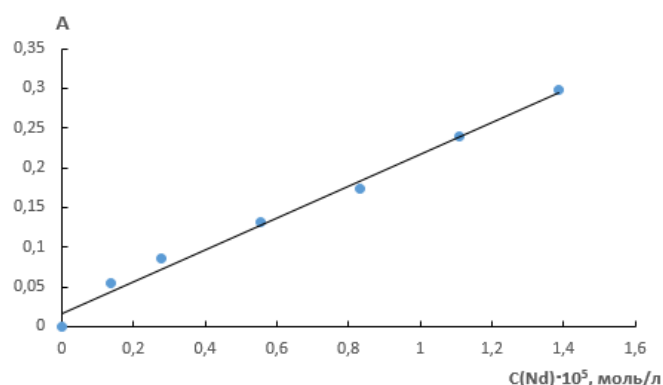


Рисунок 2 – Градуировочный график для определения неодима в сульфатной среде

Экстракцию проводили перемешиванием водной и органической фаз при различных температурах (20, 40, 60 °С), расслаивание осуществлялось в делительных воронках. При экстракционном концентрировании из солянокислой среды изучалась зависимость степени извлечения от времени экстракции, а из сернокислой среды – зависимость степени извлечения от концентрации Nd.

Соотношение водной и органической фаз во всех опытах одинаковое и равно 2:1– общий объем водной фазы составлял 20 мл, органической – 10 мл. При экстракции из сернокислой среды водная фаза включала определенный объем (1, 3, 5, 7, 10 мл) исходного раствора соли металла с концентрацией 1 г/л, 1 мл серной кислоты концентрации 1,64 моль/л, оставшийся объем водной фазы составлял сульфат аммония  $C((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 1,64$  моль/л. Водная фаза при экстракции из солянокислой среды состояла из определенного объема соли металла (5 мл) и воды.

Органическая фаза представляла собой растворы экстрагентов. В качестве экстрагентов выбраны ди-(2-этилгексил)фосфорная кислота (Д2ЭГФК) и три-*n*-бутилфосфат (ТБФ) концентрацией 0,1 М, а также их смеси в

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

соотношении: 2:3 (для солянокислой) и 1:4 (для сернокислой), с преобладанием Д2ЭГФК.

Анализ растворов после экстракции на содержание неодима проводили фотометрическим методом с применением смешанного индикаторного раствора Арсеназо I.

По полученным данным находили концентрацию неодима после экстракции в водной фазе, по градуировочным графикам. Содержание неодима в органической фазе определяли расчетным путем. Вычислили степень извлечения (R) неодима разными экстрагентами. Полученные значения приведены в таблице 1, 2.

Таблица 1 – Экспериментальные данные по экстракции Nd из солянокислой среды

Экстрагент	T, °C	Время, мин	A	C в в. ф.	C(Nd) в орг.ф.	R
ТБФ	20	2	1,269	0,000222	0,001511	87,19
		5	1,292	0,000226	0,001507	86,967
		10	1,274	0,000223	0,001510	87,14
		25	1,292	0,000226	0,001507	86,96
		30	1,309	0,000229	0,001504	86,79
	40	2	1,318	0,000230	0,001503	86,70
		5	1,314	0,000230	0,001503	86,74
		10	1,310	0,000229	0,001504	86,78
		25	1,308	0,000229	0,001505	86,80
		30	1,307	0,000229	0,001505	86,815
	60	2	1,333	0,000233	0,001500	86,55
		5	1,326	0,000232	0,001501	86,62
		10	1,324	0,000231	0,001502	86,64
		25	1,320	0,000231	0,001502	86,68
		30	1,313	0,000230	0,001504	86,75
Д2ЭГФК	20	2	0,261	0,000045	0,001688	97,38
		5	0,239	0,000041	0,001692	97,60
		10	0,068	0,000012	0,001722	99,33

**Всероссийское СМИ**

**«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»**

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

		25	0,041	0,000007	0,001726	99,60	
		30	0,028	0,000005	0,001729	99,73	
	40	2	0,500	0,000087	0,001646	94,97	
		5	0,315	0,000055	0,001678	96,83	
		10	0,308	0,000054	0,001680	96,910	
		25	0,091	0,000016	0,001718	99,10	
		30	0,052	0,000009	0,001725	99,49	
	60	2	0,373	0,000065	0,001668	96,25	
		5	0,317	0,000055	0,001678	96,81	
		10	0,252	0,000044	0,001689	97,47	
		25	0,118	0,000020	0,001713	98,82	
		30	0,113	0,000019	0,001714	98,88	
	<b>ТБФ + Д2ЭГФК</b>	20	2	0,076	0,000013	0,001720	99,25
			5	0,065	0,000011	0,001722	99,36
			10	0,071	0,000012	0,001721	99,30
25			0,084	0,000014	0,001719	99,17	
30			0,102	0,000017	0,001716	98,99	
40		2	0,211	0,000037	0,001697	97,89	
		5	0,249	0,000043	0,001690	97,50	
		10	0,134	0,000023	0,001710	98,66	
		25	0,263	0,000046	0,001688	97,36	
		30	0,21	0,000036	0,001697	97,90	
60		2	0,371	0,000065	0,001669	96,27	
		5	0,316	0,000055	0,001678	96,82	
		10	0,322	0,000056	0,001677	96,76	
		25	0,211	0,000037	0,001697	97,89	
		30	0,155	0,000027	0,001706	98,45	

Экстракция неодима смесью ТБФ с Д2ЭГФК протекает более эффективно, степень извлечения составляет в среднем 98 %, при этом влияние таких параметров как время и температура практически не оказывают влияния на процесс экстракционного концентрирования.

Таблица 2 – Экспериментальные данные по экстракции неодима из сернокислой среды

**Всероссийское СМИ**

**«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»**

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

Экстрагент	T, °C	V(Nd), мл	A	C(Nd) <sub>водная</sub> фаза · 10 <sup>5</sup> , МОЛЬ/Л	C(Nd) <sub>органическая</sub> фаза · 10 <sup>5</sup> , МОЛЬ/Л	R, %
<b>ТБФ</b>	20	1	0,705	3,4321	31,2329	90,01
		3	0,909	4,4501	99,5449	95,72
		5	0,968	4,7445	168,5805	97,26
		7	1,028	5,0439	237,6111	97,92
		10	1,112	5,4631	341,1869	98,42
	40	1	0,733	3,5719	31,0931	89,70
		3	0,92	4,5049	99,4900	95,67
		5	0,977	4,7894	168,5356	97,24
		7	1,036	5,0838	237,5712	97,90
		10	1,099	5,3982	341,2518	98,44
	60	1	0,79	3,8563	30,8087	88,88
		3	0,994	4,8743	99,1207	95,31
		5	1,056	5,1836	168,1414	97,01
		7	1,123	5,5180	237,1370	97,73
		10	1,153	5,6677	340,9823	98,37
<b>Д2ЭГФК</b>	20	1	0,328	1,5509	33,1141	95,53
		3	0,61	2,9581	101,0369	97,16
		5	0,832	4,0659	169,2591	97,65
		7	0,762	3,7166	238,9384	98,47
		10	0,915	4,4800	342,1699	98,71
	40	1	0,484	2,3293	32,3357	93,28
		3	0,629	3,0529	100,9421	97,06
		5	0,711	3,4621	169,8629	98,00
		7	0,812	3,9661	238,6889	98,37
		10	1,058	5,1936	341,4564	98,50
	60	1	0,382	1,8204	32,8446	94,75
		3	0,538	2,5988	101,3962	97,50
		5	0,873	4,2705	169,0545	97,54
		7	0,918	4,4950	238,1599	98,15
		10	1,093	5,3683	341,2817	98,45
<b>ТБФ + Д2ЭГФК</b>	20	1	0,369	1,7555	30,2149	87,16
		3	0,64	3,1078	99,2505	95,44
		5	0,664	3,2275	168,2811	97,09
		7	0,824	4,0259	237,1919	97,75
		10	1,148	5,6427	343,0781	98,97

Продолжение таблицы 3

Экстрагент	T, °C	V(Nd), мл	A	C(Nd) <sub>водная фаза</sub> · 10 <sup>5</sup> , моль/л	C(Nd) <sub>органическая фаза</sub> · 10 <sup>5</sup> , моль/л	R
<b>ТБФ + Д2ЭГФК</b>	40	1	0,379	1,8054	32,8596	94,79
		3	0,659	3,2026	100,7924	96,92
		5	0,748	3,6467	169,6783	97,90
		7	0,874	4,2754	238,3796	98,24
		10	1,16	5,7026	340,9474	98,35
	60	1	0,253	1,1766	33,4884	96,61
		3	0,698	3,3972	100,5978	96,73
		5	0,844	4,1257	169,1993	97,62
		7	1,005	4,9291	237,7259	97,97
		10	1,151	5,6577	340,9923	98,37

Из полученных данных видно, что с увеличением температуры проведения экстракции и объема раствора неодима возрастает степень извлечения неодима. Применение в качестве экстрагента Д2ЭГФК, а также смеси экстрагентов более эффективно, чем использование индивидуального экстрагента ТБФ. Максимум степеней извлечения для этих экстрагентов составляет 98,71 и 98,97 % соответственно.

Полученные результаты и их анализ позволяют сделать следующие выводы:

- 1) как в случае экстракции индивидуальными экстрагентами, так и их смесью высокие показатели экстракции наблюдается при извлечении неодима из солянокислой среды, низкие – из сульфатной среды;
- 2) экстракция неодима из солянокислой среды смесью экстрагентов протекает эффективнее, ввиду синергетического эффекта. В среднем степень извлечения составляет 98 %, влияние таких параметров как время и температура практически не оказывают влияния на процесс экстракционного концентрирования;



3) с увеличением температуры проведения экстракции из сернокислой среды и объема раствора неодима возрастает степень извлечения металла. При этом применение в качестве экстрагента Д2ЭГФК, а также смеси экстрагентов более эффективно, чем использование индивидуального ТБФ. Повышение экстракционной способности неодима при экстракции Д2ЭГФК происходит за счет увеличения относительной устойчивости комплексов ионов металла с экстрагентом. Большая эффективность экстракции смесью экстрагентов обусловлена синергетическим эффектом смеси.

**Список использованной литературы:**

1. Золотов, Ю. А. Концентрирование микроэлементов / Ю. А. Золотов, Н. М. Кузьмин. – Москва : Химия, 1982. – 288 с.
2. Золотов, Ю. А. Экстракция в неорганическом анализе / Ю. А. Золотов. – Москва : Изд-во МГУ, 1988. – 82 с.
3. Сальникова, Е. В. Экстракция редкоземельных элементов из сульфатных растворов смесями алкилфосфорных кислот и первичных аминов // дс. канд. хим. наук / Е. В. Сальникова. – Караганда : КГУ, 1998. – 145 с.
4. Сальникова, Е. В. Методы концентрирования и разделения микроэлементов: учебное пособие / Е. В. Сальникова, М. Л. Мурсалимова, А. В. Стряпков. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2005. – 157 с.
5. Горбачев, С. В. Практикум по физической химии. Учеб. пособие для П 69 вузов / С. В. Горбачев. – Москва : Высшая школа, 1974. – 496 с.
6. Вольдман, Г. М. Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва : Интермет Инжиниринг, 2003. – 464 с.
7. Коренман, И. М. Экстракция в анализе органических веществ / И. М. Коренман. – Москва : Химия, 1977. – 200 с.

**Дата поступления в редакцию: 14.01.2017 г.**

**Опубликовано: 16.01.2017 г.**

**© Академия педагогических идей «Новация», электронный журнал, 2017**

**© Веревка В.Н., Карева Е.Ю., 2017**