

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)

*Карева Ю.Н., Вережка В.Н. Изучение термодинамических параметров экстракции неодима из сернокислой среды экстрагентами различного состава // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2017. – № 01 (январь). – АРТ 15-эл. – 0,2 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>*

### **РУБРИКА: ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**УДК 542.8, 543.5**

**Вережка 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

## **ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭКСТРАКЦИИ НЕОДИМА ИЗ СЕРНОКИСЛОЙ СРЕДЫ ЭКСТРАГЕНТАМИ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА**

*Аннотация:* В данной статье рассмотрены теоретические и практические вопросы расчетов основных термодинамических параметров ( $\Delta H^\circ$ ,  $\Delta S^\circ$ ,  $\Delta G^\circ$ ) экстракции неодима из сернокислой среды экстрагентами различного состава.

*Ключевые слова:* экстракция, Д2ЭГФК, неодим, ТБФ, энергия Гиббса, термодинамические параметры.

**Kareva Elena Yurievna**

4th year student, faculty of chemistry and biology

**Verevka Violetta Nikolaevna**

4th year student, faculty of chemistry and biology

FGBOU VO "Orenburg State University»

Orenburg, Russian Federation

## THE STUDY OF THERMODYNAMIC PARAMETERS OF EXTRACTION OF NEODYMIUM FROM SULFATE MEDIUM WITH EXTRACTANTS RAZLICHNOGO COMPOSITION

*Abstract:* this article describes the theoretical and practical aspects of the calculations of the basic thermodynamic parameters ( $\Delta H^\circ$ ,  $\Delta S^\circ$ ,  $\Delta G^\circ$ ) of the extraction of neodymium from sulfate medium with extractants of different composition.

*Key words:* extraction, D2ЕНРА, neodymium, TBF, Gibbs energy, thermodynamic parameters.

На основании данных, представленных в работе [1], были рассчитаны энтальпия ( $\Delta H^\circ$ ), энтропия ( $\Delta S^\circ$ ) и энергия Гиббса ( $\Delta G^\circ$ ) процесса экстракции неодима из сернокислой среды индивидуальными экстрагентами ТБФ, Д2ЭГФК, а также их смесью при температурах 293 К, 313 К и 333 К.

Изотермы экстракции неодима трибутилфосфатом представлены на рисунке 1. При изучении равновесий экстракции при различных температурах были определены коэффициенты распределения неодима между водной и

органической фазы. Они составили 19,640; 17,782 и 16,036 при 293 К, 313 К и 333 К соответственно.

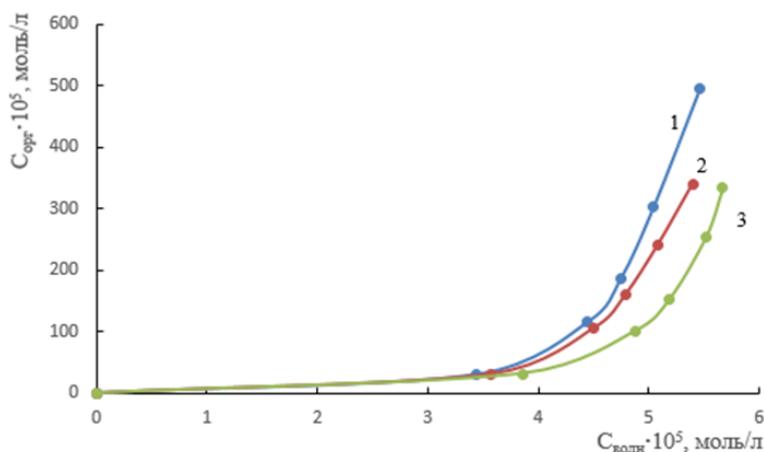


Рисунок 1 – Изотермы экстракции неодима из сернокислой среды трибутилфосфатом при различных температурах: 1 – 293 К; 2 – 313 К; 3 – 333 К

Для расчета энтальпии процесса экстракции пользовались двумя наиболее распространенными способами:

1) расчет при помощи уравнения изобары Вант – Гоффа:

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

(1)

$$\ln \frac{D_{T_2}}{D_{T_1}} = \frac{-\Delta H}{R} \cdot \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

(2)

$$\Delta H = \frac{-R \cdot \ln \frac{D_{T_1}}{D_{T_2}}}{\left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)}$$

(3)

Проводят опыты при температурах  $T_1$  и  $T_2$ , находят коэффициенты распределения при этих температурах и вычисляют по уравнению (3) тепловой эффект процесса;

2) графический способ определения энтальпии: данный способ основан на изучении зависимости логарифма коэффициента распределения от обратной температуры изучаемого процесса. Тангенс угла наклона полученной прямой равен  $\Delta H^\circ/2,3 \cdot R$ .

На основании данных, полученных при изучении изотерм экстракции неодима трибутилфосфатом при различных температурах, рассчитали энтальпию процесса предложенными способами.

Подставив в уравнение (3) соответствующие значения коэффициента распределения и температуры, получили величину  $\Delta H^\circ_{\text{расч.}} = -4,112$  кДж/моль.

Для определения энтальпии экстракции графическим способом была построена зависимость логарифма коэффициента распределения от обратной температуры (рисунок 2).

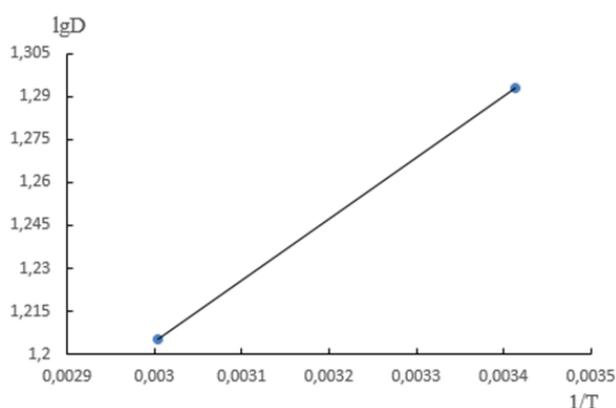


Рисунок 2 – Графическое определение энтальпии экстракции

Уравнение этой прямой имеет вид:

$$y = 214,76x + 0,5602$$

(4)

Тангенс угла наклона прямой на рисунке 2 составляет 214,76. Соответственно  $\Delta H^\circ_{\text{граф.}} = 214,76 \cdot (-19,15) = -4,113$  кДж/моль, где -19,15 – коэффициент пересчета.

Значения энтальпии экстракции, полученные двумя разными способами, отличаются незначительно.

Поскольку  $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$  (5) и  $\Delta G^\circ = -2,3RT \lg D$  (6), то:

$$\lg D = -\frac{\Delta H^\circ}{2,3RT} + \frac{\Delta S^\circ}{2,3R}$$

(7)

Так как выражение (7) и уравнение (4) описывают одну и ту же зависимость, то свободный член в уравнении (4) равен  $\Delta S^\circ/2,3R$ . Отсюда  $\Delta S^\circ = 10,727$  Дж/моль·К.

Зная величины энтальпии и энтропии процесса экстракции, можно рассчитать изменение свободной энергии Гиббса по уравнению (5). В рассматриваемом случае  $\Delta G^\circ_{\text{расч.}} = -7,684$  кДж/моль.

Пользуясь рисунком 2 и уравнениями (4) и (7), можно определить величину  $\Delta G^\circ$  графическим способом. Она составила  $\Delta G^\circ_{\text{граф.}} = -7,685$  кДж/моль.

Значения рассчитанных термодинамических параметров экстракции представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Термодинамические параметры экстракции неодима из сернокислой среды трибутилфосфатом

Константа	Значение
$\Delta H^{\circ}_{\text{расч.}}$ , кДж/моль	-4,112
$\Delta H^{\circ}_{\text{граф.}}$ , кДж/моль	-4,113
$\Delta S^{\circ}$ , Дж/моль·К	10,727
$\Delta G^{\circ}_{\text{расч.}}$ , кДж/моль	-7,684
$\Delta G^{\circ}_{\text{граф.}}$ , кДж/моль	-7,685

Отрицательное значение свободной энергии Гиббса свидетельствует о самопроизвольности протекания изучаемого процесса. Энтальпия является отрицательной величиной, следовательно, система теряет тепло, реакция экзотермическая.

Дальнейшие расчеты термодинамических параметров экстракции неодима из сернокислой среды индивидуальным экстрагентом ди-2-этилгексилфосфорной кислотой, а также смесью экстрагентов при тех же температурах проводили аналогично. Полученные результаты представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Термодинамические параметры экстракции неодима из сернокислой среды ди-2-этилгексилфосфорной кислотой

Константа	Значение
$\Delta H^{\circ}_{\text{расч.}}$ , кДж/моль	-3,284
$\Delta H^{\circ}_{\text{граф.}}$ , кДж/моль	-3,285
$\Delta S^{\circ}$ , Дж/моль·К	17,714
$\Delta G^{\circ}_{\text{расч.}}$ , кДж/моль	-9,1825
$\Delta G^{\circ}_{\text{граф.}}$ , кДж/моль	-9,183

В данном случае процесс экстракции также протекает самопроизвольно, реакция экзотермическая.

Таблица 6 – Термодинамические параметры экстракции неодима из сернокислой среды смесью экстрагентов

Константа	Значение
$\Delta H^{\circ}_{\text{расч.}}$ , кДж/моль	-2,80
$\Delta H^{\circ}_{\text{граф.}}$ , кДж/моль	-2,796
$\Delta S^{\circ}$ , Дж/моль·К	19,910
$\Delta G^{\circ}_{\text{расч.}}$ , кДж/моль	-9,43
$\Delta G^{\circ}_{\text{граф.}}$ , кДж/моль	-9,426

Согласно рассчитанным значениям термодинамических параметров, экстракция неодима смесью экстрагентов – это самопроизвольный экзотермический процесс.

Полученные результаты и их анализ позволили сделать вывод о том, что экстракция неодима из сернокислой среды экстрагентами различного состава есть самопроизвольный экзотермический процесс.

#### Список использованной литературы:

1. Верева 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>.
2. Яцимирский, К. Б. Химия комплексных соединений редкоземельных элементов / К. Б. Яцимирский, И. А. Костромина, З. А. Шека. – Киев : Наукова думка, 1966. – 493 с.
3. Сальникова, Е. В. Методы концентрирования и разделения микроэлементов / Е. В. Сальникова, М. Л. Мурсалимова, А. В. Стряпков. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2005. – 157 с.
4. Коренман, И. М. Экстракция в анализе органических веществ / И. М. Коренман. – Москва : Химия, 1977. – 199 с.

**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)

5. Юхно, Г. Д. Термодинамика экстракции цинка в двухфазной водной системе полиэтиленгликоль — сульфат магния — вода / Г. Д. Юхно, А. П. Красноперова, О. А. Архипов // Вестник НГУ. – 2015. – № 6. – с. 34 – 37.

6. Золотов, Ю. А. Экстракционное концентрирование / Ю. А. Золотов, Н. М. Кузьмин. – Ленинград : Химия, 1971. – 272 с.

*Дата поступления в редакцию: 19.01.2017 г.*

*Опубликовано: 21.01.2017 г.*

*© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник»,  
электронный журнал, 2017*

*© Карева Ю.Н., Верева В.Н., 2017*