

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОКСИДНЫХ ФОРМ ОЯТ

Бурдина А.А.<sup>1</sup>, Данилов Д.А.<sup>1</sup>, Шишкин В.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина

<sup>2</sup>) Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения РАН  
E-mail: [annaburdina89@gmail.com](mailto:annaburdina89@gmail.com)

## DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR DETERMINING THE VARIOUS OXIDE FORMS OF SNF

Burdina A.A.<sup>1</sup>, Danilov D.A.<sup>1</sup>, Shishkin V.Yu.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Ural Federal University

<sup>2</sup>) Institute of High Temperature Electrochemistry

The analysis conditions were selected to separate oxygen from a mixture of uranium and neodymium oxides. The method of hot carrier gas extraction was used in the fractional gas analysis mode.

Основное достоинство замкнутого ядерного топливного цикла заключается в возможности переработки ОЯТ с извлечением урана и плутония, которые в последствие будут возвращены обратно в топливный цикл. В процессе длительной гидрометаллургической переработки ОЯТ образуются жидкие радиоактивные растворы, не подлежащие переработке, поэтому предпочтительнее использовать пирометаллургическую. Так, например, при электрохимическом восстановлении ОЯТ можно создать условия, позволяющие восстанавливать только оксид урана, а ПД сохранять в форме оксидов с дальнейшим их выделением в подходящую солевую фазу [1]. Существует так называемая, бромная методика, которая позволяет разделить металлическую и оксидную фазы урана и некоторых РЗЭ, однако селективность метода для различных ОЯТ систем не всегда достаточна [2]. Таким образом, представляет интерес разработать альтернативный метод - восстановительного плавления в режиме фракционного газового анализа (ФГА) [3]. Особенность метода ФГА заключается в постадийном увеличении температуры в процессе анализа, что позволяет проводить восстановление различных оксидов при разной температуре и таким образом, осуществлять количественный анализ содержания отдельных оксидных фаз.

Для разработки методики были изготовлены модельные смеси, состоящие из порошков оксидов  $UO_2$  и  $Nd_2O_3$  в соотношении 1:1.  $Nd_2O_3$ , на данной стадии исследования, выступал в роли одного из ПД. Для приближения условий эксперимента к термодинамически равновесным и улучшения кинетических характеристик процесса восстановления синтезированный образец был перемешан с графитовым порошком в соотношении 1:10. Для обеспечения гомогенности, исходные порошки смешивались в вибрационной мельнице Retsch - 400 в течение 3 часов.

Содержание кислорода в полученных образцах было определено методом восстановительного плавления на газоанализаторе кислорода, азота и водорода МЕТАВАК. Образец помещается в предварительно дегазированный графитовый тигель, где под действием высоких температур образует газ CO, выносится из печи экстракции потоком гелия, конвертируется в CO<sub>2</sub> и регистрируется ИК детектором.

Опытным путем была получена ступенчатая температурная программа, позволяющая разделять кислород в оксидах UO<sub>2</sub> и Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Каждый пик эволюграммы (рис.1) соответствует количеству кислорода в отдельном оксиде. Заштрихованная зона является фоновым сигналом, который возникает из-за увеличения температуры печи экстракции и не связан с содержанием кислорода образца. Пик №1 является аналитическим сигналом кислорода, содержащегося в UO<sub>2</sub>, а пик №2 - в Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Такой порядок восстановления оксидов согласуется с термодинамическими расчетами.

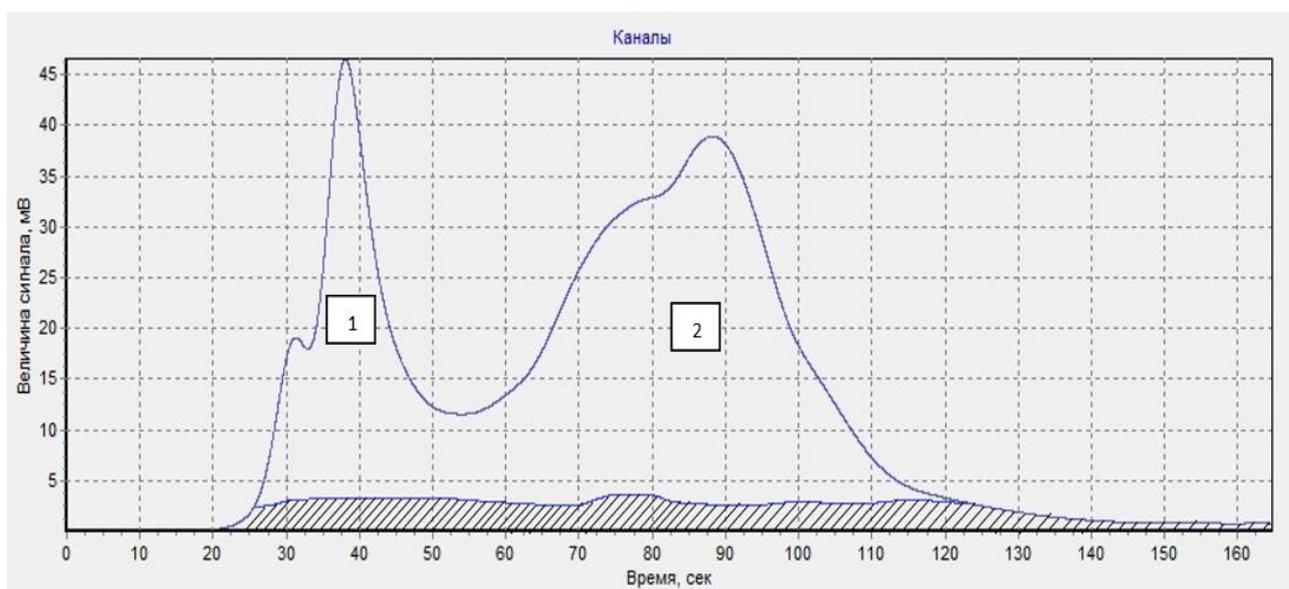


Рис. 1. Эволюграмма образца UO<sub>2</sub>-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C, полученная с применением ФГА

В дальнейшем планируется усовершенствование температурной программы, для более селективного разделения кислорода исследуемых оксидов, синтез образцов с различным соотношением исходных компонентов, введение в систему других компонентов, имитирующих ОЯТ.

1. Jin-Mok Hur, Sang Mun Jeong, Hansoo Lee. Underpotential deposition of Li in a molten LiCl-Li<sub>2</sub>O electrolyte for the electrochemical reduction of U from uranium oxides. *Electrochemistry Communications*. 2010, vol. 12, p. 706 – 709
2. Tae-HongPark, Young-Hwan Cho, Byungman Kang, Jong-Goo Kim, Kyungwon Suh, Jihye Kim, Sang-Eun Bae, Jong-Yun Kim, Jeffrey J. Giglio and Matthew M. Jones. "Constituent analysis of metal and metal oxide in reduced SIMFuel using bromine-ethyl acetate". *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, (June 2018), Vol. 316, pp.1253–1259

3. Григорович К.В. Новые возможности современных методов определения газообразующих примесей в металлах / К.В. Григорович. // Заводская лаборатория, 2007
4. A.A. Burdina, D.A. Danilov, V.Y. Shishkin Reduction of rare earth metals oxides in pyrometallurgical reprocessing of spent nuclear fuel. //Материалы конференции Scopus, Web of science, 2021

### **СРАВНЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИЧНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ СТРОНЦИЯ ИЗ ПРИРОДНЫХ ВОД**

Черепанова М.А.<sup>1</sup>, Семенищев В.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н Ельцина

E-mail: [maria.963@mail.ru](mailto:maria.963@mail.ru)

### **COMPARISON OF SORPTION CHARACTERISTICS OF VARIOUS SORBENTS FOR PRELIMINARY CONCENTRATION OF STRONTIUM FROM NATURAL WATERS**

Cherepanova M.A.<sup>1</sup>, Semenishchev V.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin

In this work, a number of experiments were carried out on the preliminary concentration of strontium from natural water, on 5 types of sorbents. Based on the results, the best sorbents were selected, with which the experiments were continued.

При делении ядер  $^{235}\text{U}$  в ядерных реакторах и ядерном оружии, в окружающую среду попадает  $^{90}\text{Sr}$ , в результате ядерных испытаний, штатных выбросов с АЭС, аварий при переработке облученного ядерного топлива. Поэтому существует необходимость поиска сорбентов для предварительного концентрирования стронция из природных вод, с целью дальнейшей оценки загрязнения окружающей среды по стронцию-90.  $^{90}\text{Sr}$  является высокотоксичным радионуклидом за счет большого периода полувыведения и наличия дочернего  $^{90}\text{Y}$ ,  $\beta$ -излучателя с  $E_{\max} = 2,27 \text{ МэВ}$ ). По физико-химическим свойствам он является аналогом кальция и в геохимических процессах его спутником. Стронций существует в подземных водах преимущественно как свободный ион  $\text{Sr}^{2+}$ , который преобладает в составе водных форм стронция в диапазоне рН 3–10. Между рН 3 и 8,5 ионная форма  $\text{Sr}^{2+}$  составляет около 98% общего растворенного стронция.