

## МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА УРАНА И ПЛУТОНИЯ В ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ

В.О. Громов<sup>1</sup>

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор И.В. Шаманин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФЯО ФГУП Горно-химический комбинат

662972, Россия, г. Железногорск, ул. Ленина 53, Drak-08@mail.ru

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

Масс-спектрометрия играет важную роль на разных стадиях ядерно-топливного цикла. Являясь универсальным аналитическим инструментом, способным определять содержание всех элементов периодической таблицы, в первую очередь зарекомендовал себя как высокопрецизионный метод измерения стабильных и радиоактивных изотопов. В технологии производства и переработки ядерного топлива необходимым является контроль изотопного состава основных актинидов – урана и плутония. Однако при анализе многокомпонентных проб – продуктов производства смешанного уран-плутониевого топлива, технологических растворов, образующихся в ходе производства и переработки ядерного топлива, точность результатов может быть снижена вследствие наложения сигналов изотопов с одинаковыми массовыми числами: Pu<sup>238</sup> – U<sup>238</sup>, Pu<sup>241</sup> – Am<sup>241</sup>. В связи с этим актуальной является задача устранения мешающего влияния компонентов пробы на целевой элемент.

Для получения чистых фракций U и Pu с целью последующего масс-спектрометрического анализа выбран экстракционно-хроматографический метод. В качестве твердофазного экстрагента используется высокоселективная к актиноидам смола UTEVA (2 мл) производства Triskem Int [1]. Масс-спектрометрические изме-

рения производились на термоионизационном масс-спектрометре Тритон плюс, производства Thermo Fisher. Для компенсации фракционирования изотопов по массе, измерения проводятся в режиме полного испарения пробы с ленточки испарителя. В качестве рабочего раствора использовалась смесь стандартных образцов урана и плутония МСО 0266:2001 и ГСО 8782-2006 (выпуск – март 2006 г.). Высокая селективность смолы к IV и VI валентным актиноидам, а также различие в окислительно-восстановительных свойствах урана и плутония позволяет оптимизировать процесс разделения за счет снижения количества ступеней очистки необходимых для получения индивидуальных фракций целевых компонентов.

Процесс разделения состоит из следующих стадий: промывка колонки – введение пробы – элюирование I, II, III валентных элементов – десорбция плутония – промывка – десорбция урана. Пропускание растворов через колонку с постоянной скоростью 0,7 мл/мин обеспечивается перистальтическим насосом. Методика реализуется при следующих параметрах стадий химического выделения и очистки:

- Целевой раствор – 1 мл, U : Pu = 5 : 1, азотно-кислая среда 6 моль/л;
- Элюирование – 3 мл раствора азотной кис-

Таблица 1. Результаты измерения изотопного состава плутония

Наименование пробы	Атомные доли, %				
	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242
ГСО 8782-2006 (по состоянию на 01.07.18)	0,1732	79,340	20,101	0,1531	0,2331
До разделения	–	79,332	20,101	0,3345	0,2328
После разделения	0,1789	79,335	20,103	0,1478	0,2337

Таблица 2. Результаты измерения изотопного состава урана

Наименование пробы	Атомные доли, %			
	U-234	U-235	U-236	U-238
МСО 0266:2001	0,0658	2,1302	0,407	97,397
До разделения	0,0670	2,1328	0,408	97,392
После разделения	0,0663	2,1312	0,407	97,395

- лоты 6 моль/л;
- Десорбция плутония – 15 мл смеси кислот – 0,05 моль/л  $H_2C_2O_4$  в 3 моль/л  $HNO_3$ ;
- Десорбция урана – 10 мл слабого раствора азотной кислоты 0,1 моль/л.

Результаты измерения изотопного состава до и после предварительной очистки приведены в таблицах 1, 2:

Полученные результаты показывают работоспособность предложенной методики получения чистых фракций U и Pu.

### Список литературы

1. Horwitz E.P., Dietz M.L., Chiarizia R., Diamond H. // *Anal. Chim. Acta.*, 1992. – Vol.266. – P.25–37.

## ВОЗМОЖНОСТЬ МЕТОДА ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ СТЕКЛОУГЛЕРОДНОГО ЭЛЕКТРОДА АРИЛДИАЗОНИЕВЫМИ СОЛЯМИ

А.О. Гусар

Научный руководитель – к.х.н., доцент Е.В. Дорожко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, anngsa@mail.ru

Модификация поверхности стеклоуглеродного электрода (СУЭ) может привести к появлению поверхностей, обладающих новыми и специфическими функциональными возможностями, которые могут быть использованы во многих областях применения. Одним из таких материалов являются ароматические соли диазония (АСД), результате модификации они используются как для создания электрохимических биосенсоров, где АДС выполняют функцию линкера, так и в качестве органо-модифицированных электродов для целей количественного определения БАВ в разных объектах [1].

Целью работы явилась оптимизация процесса спонтанной химической модификации стеклоуглеродного электрода йод-содержащими АСД.

В роли модификаторов для исследования влияния функциональных групп на природу сигнала был выбран ряд йодатных солей арилдиазония, содержащих карбокси-, циано-, нитрогруппы АСД без радикала.

В работе использовались вспомогательный электрод и электрод сравнения (хлоридсеребряные электроды). Оптимизация условий процесса спонтанной модификации СУЭ йодатными АСД заключалась в ва-

рьировании следующих параметров: времени экспозиции СУЭ в растворе модификатора (с) и концентрации модифицирующего агента (мг/л).

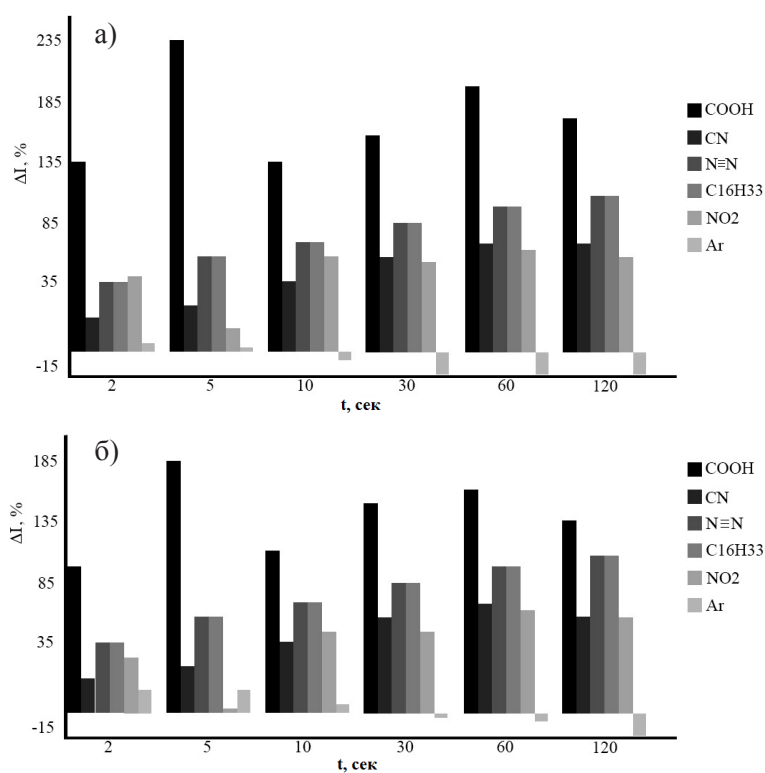


Рис. 1. Зависимость изменения токов  $[Fe(CN)_6]^{3-/4-}$  ( $\Delta I$ , %) от времени экспозиции СУЭ в растворе модификаторов йодатных солей арилдиазония: (а) катодные токи, (б) анодные токи. Фоновым электролитом является  $KCl$  0,5 М, скорость сканирования 80 мВ/с, концентрация 10 мг/л