

По результатам экспериментов было определено время, необходимое для завершения процесса. Определение размера частиц получаемых фосфатов выполняли при помощи лазерного гранулометрического анализатора ANALYSETTE 22 NanoTec plus с использованием приставки Wet Dispersion Unit. Измерения проводили как с использованием ультразвукового воздействия на образцы, так и без него. Проведено исследование структуры образующихся фосфатов с помощью метода рентгеновской дифракции (дифрактометр X'Pert PRO в  $\text{CuK}_\alpha$  излучении с  $\beta$ -фильтром (Ni) на вторичном пучке). Расшифровку дифрактограмм проводили с использованием программы полнопрофильного анализа Rietvelda и картотеки PDF-2.

Установлено, что осаждение фосфатов редкоземельных элементов (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) в динамическом режиме оказывает влияние на продолжительность процесса и на гранулометрический состав образующихся фосфатов РЗЭ.

1. V.A. Volkovich, A.B. Ivanov, S.M. Yakimov, I.B. Polovov, B.D. Vasin, A.V. Chukin, A.K. Shtolts, "Formation of rare earth phosphates in NaCl-2CsCl based melts", in: Proceedings of 9th International Symposium on Molten Salts Chemistry and Technology (MS 9), 5-9 June 2011, Trondheim, Norway, Trondheim, NTNU, 2011, p. 441-448.

## **ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МЕШАЮЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ В МЕТОДИКЕ АНАЛИЗА РАДИЯ В ПОДЗЕМНЫХ ПИТЬЕВЫХ ВОДАХ**

Томашова Л.А.<sup>\*</sup>, Семенищев В.С.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>\*</sup>E-mail: [tomashoval@yandex.ru](mailto:tomashoval@yandex.ru)

## **THE STUDY OF BEHAVIOR OF INTERFERENCE RADIONUCLIDES IN THE METHOD OF RADIUM ANALYSIS IN DRINKING WATER**

Tomashova L.A., Semenishchev V.S.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The behavior of interfering radionuclides in the radium analysis technique in drinking water was studied. The yields of bismuth, uranium, and thorium at various stages of radium analysis were determined.

Одна из самых актуальных проблем нашего века – снабжение населения качественной питьевой водой. Люди в этих целях используют источники как про-

шедшие предварительную обработку (покупка бутилированной воды), так и не прошедшие (самостоятельный отбор из подземных источников). Обычно население считает, что природные воды заведомо чистые, но это не так. В них могут содержаться повышенные концентрации тяжелых металлов, нефтепродуктов и различных радионуклидов.

В предыдущих работах было исследовано содержание радия ( $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ) в природных питьевых подземных водах. Методика анализа радия включает в себя сорбционное концентрирование радия из необработанной пробы воды в динамическом режиме на сорбенте Т-5 (гидратированный диоксид титана), десорбцию раствором соляной кислоты, корректировку pH, сорбцию радия на тонкослойном диоксиде марганца ( $\text{MnO}_2\text{-ТАЦ}$ ) и измерение источника. В данной работе было изучено поведение мешающих радионуклидов в методике анализа радия в подземных питьевых водах. Были определены выходы висмута, урана и тория на различных стадиях анализа радия (табл. 1). Выбраны данные радионуклиды, так как они входят в состав природных радиоактивных семейств, частью которых является и исследуемый радий.

Конечный источник радия измеряют на спектрометре, каждый изотоп радия имеет определенную энергию. Полученные в результате измерения пики могут перекрываться пиками схожих энергий. Так, определению  $^{228}\text{Ra}$ , являющемуся  $\beta$ -излучателем, будут мешать другие  $\beta$ -излучатели, такие как  $^{210}\text{Bi}$ ,  $^{234}\text{Th}$ .

Схожую энергию излучения с  $^{226}\text{Ra}$  (4,78 МэВ, 4,6 МэВ) имеют  $\alpha$ -излучающие  $^{234}\text{U}$  (4,78 МэВ и 4,72 МэВ) и  $^{230}\text{Th}$  (4,68 МэВ). А схожую энергию излучения с  $^{224}\text{Ra}$  (5,69 МэВ, 5,45 МэВ) имеет  $^{228}\text{Th}$  (5,42 МэВ).

Таблица 1 – Выход радия и некоторых мешающих его определению элементов на различных стадиях анализа

Радионуклид	Объем	Выход на стадии сорбции, %	Выход на стадии десорбции, %	Выход в элюат, %	Выход радионуклида в измерительный источник, %
Ra	1 л	-	-	-	$75 \pm 5$
Th	1л	89,7	0,62	0,56	0,008
	5 л	-	7,5	-	2,8
Bi	1 л	33,4	64,1	21,4	0,16
	5 л	67,0	51,4	34,5	0,56
U	1 л	99,6	-	-	1,86

По результатам проведения анализа на меченых растворах было определено, что химический выход радия в ходе анализа составляет  $70 \pm 5$  %.

Около 90 % тория сорбирует сорбент марки Т-5, при этом после десорбции он почти весь остается в колонке. В итоге в конечном источнике остается только до 3 % начальной активности тория. Конечный выход урана не превышает 2 % от начальной активности. Висмут плохо сорбируется и на Т-5, и на тонкослой-

ном диоксиде марганца, поэтому конечный выход висмута не превышает 1 % от начальной активности.

Таким образом, можно сказать, что разработанная методика анализа радия является достаточно селективной.

## **ЛАНТАНОТЕРМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ САМАРИЯ И ИТТЕРБИЯ**

Фофанов Г.Л., Петров А.И., Гапеевцев А.С., Иванов В.А., Щетинский А.В.,  
Половов И.Б. \*, Ребрин О.И.

Уральский федеральный университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [i.b.polovov@urfu.ru](mailto:i.b.polovov@urfu.ru)

## **LANTANOTHERMIC METHOD OF SAMARIUM AND YTTERBIUM REDUCTION**

Fofanov G.L., Petrov A.I., Gapeevtsev A.S., Ivanov V.A., Schetinsky A.V.,  
Polovov I.B. \*, Rebrin O.I.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The method of lanthanothermic reduction was proposed for production of metallic samarium and ytterbium. Their oxides were used as a crude material. The optimal conditions of the processes were determined. The enlarged lots of metals were produced using specially designed set-up.

В современном мире в соответствии с требованиями научно-технического прогресса сохраняется устойчивый рост потребления редкоземельных элементов и скандия. Уровни потребления РЗЭ в промышленно развитых странах мира уже на протяжении нескольких десятков лет служат четкими индикаторами экономического развития и национальной безопасности. В настоящее время в России отсутствуют промышленные производства по получению редкоземельных металлов методами восстановительной плавки. Из мировой практики известно, что в качестве восстановителя наиболее широко используются металлический кальций и литий.

Проведенный термодинамический анализ показал, что фториды таких РЗМ как самарий и иттербий восстанавливаются литием и кальцием в условиях лишь частично (не более, чем на 80 %), а в предварительных экспериментах было установлено, что выход готового продукта при восстановлении фторидов самария и иттербия литием в реальных условиях не превышает 20 %.

Высокая упругость паров самария и иттербия при повышенных температурах позволяет отгонять эти металлы при пониженных давлениях из реакцион-