

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского

Серия «Биология, химия». Том 25 (64). 2012. № 2. С. 215-218.

УДК 66.081:544.135

СОРБЦИЯ СТРОНЦИЯ-90 ИЗ АЗОТНОКИСЛЫХ РАСТВОРОВ НОВЫМ СОРБЕНТОМ НА ОСНОВЕ ЭНДОРЕЦЕПТОРА ДИБЕНЗО-18-КРАУН-6

Бежин Н.А., Довгий И.И.

*Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности,
Севастополь, Украина
E-mail: nickbezhin@yandex.ru*

Изучены сорбционные свойства нового сорбента, полученного импрегнированием эндорцептора дибензо-18-краун-6 на полимерную матрицу «Поролас-Т», при извлечении радиоактивного ^{90}Sr , а именно определены коэффициенты распределения, закономерность их изменения в зависимости от концентрации азотной кислоты.

Ключевые слова: дибензо-18-краун-6, Поролас-Т, стронций-90, сорбция, радиоактивность.

ВВЕДЕНИЕ

^{90}Sr , период полураспада ($T_{1/2}$) которого составляет 28,7 лет [1], является одним из долгоживущих изотопов, обуславливающих высокую активность отработанного ядерного топлива и радиоактивных отходов. Его селективное извлечение позволяет значительно снизить активность отходов, что упрощает их дальнейшую переработку и хранение. Кроме того, ^{90}Sr широко применяют в качестве источников β -излучения. Перспективным также является разделение изотопов стронция, в частности ^{90}Sr и ^{90}Y . Изотоп ^{90}Y находит широкое применение в биологии и радиотерапии, благодаря короткому периоду полураспада (64 часа) и стабильности дочернего изотопа ^{90}Zr [2].

Огромный интерес для извлечения стронция представляют сорбенты импрегнированные краун-эффирами, позволяющие селективно извлекать его из растворов чрезвычайно сложного солевого состава.

Для селективного сорбционного концентрирования стронция получен ряд сорбентов на основе дициклогексил-18-краун-6 [3–6] и его производных [3–8], однако они обладают рядом недостатков. Прежде всего, это достаточно высокая растворимость дициклогексил-18-краун-6 в воде, ведущая к его вымыванию из сорбционной системы. К тому же не следует забывать о его токсичности и дороговизне.

В отличие от дициклогексил-18-краун-6 дибензо-18-краун-6 (ДБ18К6) практически не растворим в воде, что значительно уменьшает процент вымывания его из сорбционной системы, к тому же он не токсичен и значительно дешевле.

Ранее нами было описано получение нового сорбента на основе эндорецептора ДБ18К6 с использованием в качестве исходной матрицы – смолы «Поролас-Т» [9]. Были изучены его сорбционные свойства по извлечению природного стронция из азотнокислых растворов различной концентрации. Было определено, что с повышением концентрации кислоты увеличивается коэффициент распределения стронция [10].

В связи с этим поставлена задача испытания сорбента в процессе сорбции радиоактивного изотопа ^{90}Sr для подтверждения результатов, полученных на природном стронции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методика получения сорбента, импрегнированного ДБ18К6, подробно описана в [9]. Эксперименты по определению активности ^{90}Sr проводили в радиохимической лаборатории 2 класса исследовательского реактора ИР-100 (СНУЯЭиП, г. Севастополь).

Для сорбционного извлечения радиоактивного ^{90}Sr обрабатывали посуду для сорбции 0,1 % раствором азотнокислого стабильного стронция, используемого в качестве изотопного носителя. После чего 10 мл исследуемого раствора радиоактивного ^{90}Sr с исходной активностью порядка 10^5 Бк/л с различной концентрацией азотной кислоты 0,1, 1, 3, 5, 7 и 9 М смешивали с 0,1 г краунсодержащей смолы с содержанием эндорецептора ДБ18К6 5,5 %. Исследуемые растворы готовились из рассчитанных объемов концентрированной азотной кислоты и раствора радиоактивного ^{90}Sr с активностью порядка 10^6 Бк/л. Полученные системы, периодически перемешивая, выдерживали в течение 48 ч. Время установления равновесия, было определено предварительно. После чего каждый раствор отфильтровывали.

Отбирали 1 мл каждого исходного и отфильтрованного раствора на металлическую подложку и высушивали под лампой «Соллюкс». После чего определяли их активность на радиометре в имп/с и пересчитывали в Бк/л по формуле:

$$A = \frac{N_{cp} - N_{\phi}}{V \cdot E} \text{ Бк/л,}$$

где N_{cp} – среднее количество измеренных импульсов от одной пробы, имп/с;

N_{ϕ} – фоновое значение импульсов, имп/с;

E – коэффициент эффективности пересчетной установки;

V – объем пробы, взятой для анализа, л.

Коэффициент распределения вычисляли по формуле:

$$K_p = \frac{A_{исх} - A_{кон}}{A_{кон}} \cdot \frac{V_p}{m_{сор}} \text{ мл/г,}$$

где $A_{исх}$ – активность исходного радиоактивного раствора ^{90}Sr , Бк/л;

$A_{кон}$ – активность радиоактивного раствора ^{90}Sr после сорбции, Бк/л;

V_p – объем радиоактивного раствора, взятый на сорбцию, мл;

$m_{сор}$ – масса сорбента, взятого на сорбцию, г.

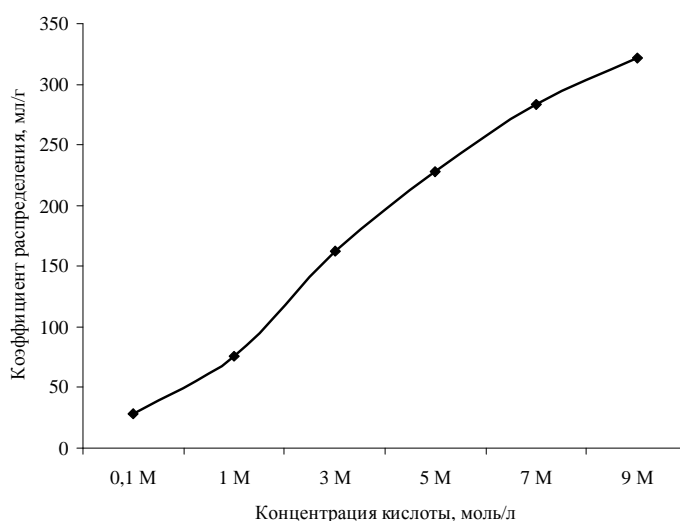
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты сорбционного извлечения радиоактивного ^{90}Sr сорбентом, импрегнированным ДБ18К6, представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1.

Результаты сорбционного извлечения ^{90}Sr

Исследуемый параметр	Концентрация HNO_3					
	0,1 М	1 М	3 М	5 М	7 М	9 М
$A_{\text{исх}}$, Бк/л	$2,51 \cdot 10^5$	$2,51 \cdot 10^5$	$2,51 \cdot 10^5$	$2,51 \cdot 10^5$	$2,51 \cdot 10^5$	$2,51 \cdot 10^5$
$A_{\text{кон}}$, Бк/л	$1,961 \cdot 10^5$	$1,425 \cdot 10^5$	$9,58 \cdot 10^4$	$7,66 \cdot 10^4$	$6,55 \cdot 10^4$	$5,95 \cdot 10^4$
K_p , мл/г	27,985	76,098	161,914	227,694	283,4	321,85

Рис. 1. Результаты сорбционного извлечения ^{90}Sr .

Из полученных результатов видно, что коэффициенты распределения стронция при сорбции радиоактивного ^{90}Sr близки к коэффициентам на природной смеси изотопов [10]. Также это косвенно может указывать на радиационную стойкость полученного сорбента, поскольку сорбция происходит в течение двух суток, а растворы использованные для сорбции являются среднеактивными. Радиолиз в протекающей системе не приводит к значительным структурным изменениям в сорбенте. Следствием этого является сохранение коэффициентов распределения по сравнению с природной смесью изотопов.

ВЫВОДЫ

1. Изучены сорбционные свойства нового сорбента импрегнированного эндорцептором ДБ18К6 на полимерную матрицу «Поролас-Т» для извлечения радиоактивного ^{90}Sr из растворов с различной концентрацией азотной кислоты.

2. Определены коэффициенты распределения стронция, оценена закономерность их изменения в зависимости от концентрации азотной кислоты.
3. Подтверждено сохранение закономерности сорбционного извлечения стронция, как для нерадиоактивных, так и для радиоактивных изотопов стронция, что может указывать на радиационную стойкость полученного сорбента.

Список литературы

1. Аналитическая химия стронция / Полуэктов Н.С. [и др.]. – М.: Наука, 1978. – 223 с.
2. Несмеянов А.Н. Радиохимия / Несмеянов А.Н. – М.: Химия, 1972. – 592 с.
3. Якшин В.В. Твердые гранулированные поглотители металлов на основе макроциклических полиэфиров / В.В. Якшин, О.М. Вилкова, Н.А. Царенко, Б.Н. Ласкорин // Доклады Академии наук. – 1992. – Т. 324, № 1. – Р. 144–146.
4. Якшин В.В. Методы получения твердых экстрагентов на основе краун-эфиров в полимерных матрицах / В.В. Якшин, Н.А. Царенко, Н.Г. Жукова, Б.Н. Ласкорин // Доклады Академии наук. – 1992. – Т. 325, № 4. – Р. 748–750.
5. Yakshin V.V. Metal extraction from nitric acid solutions by the macrocyclic endoreceptor dicyclohexyl-18-crown-6 immobilized in a polymer matrix / V.V. Yakshin, O.M. Vilkova, N.A. Tsarenko, A.Yu. Tsivadze // Doklady Chemistry. – 2010. – Vol. 430, No 2. – P. 54–57.
6. Kremlyakova N.Y. Determination of radiostrontium in environmental objects by extraction chromatography using TVEX-DCH18C6 / N.Y. Kremlyakova // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. – 1993. – Vol. 170, № 1. – P. 189–196.
7. Zakurdaeva O.A. An ESR study of radiation-chemical transformation of 4,4'(5')-di(tertbutylcyclohexano)-18-crown-6 and its solution in 1-octanol at 77 K / O.A. Zakurdaeva, S.V. Nesterov, V.I. Feldman // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. – 2010. – Vol. 284. – P. 641–645.
8. Horwitz E.Ph. A novel strontium-selective extraction chromatographic resin / E.Ph. Horwitz, R. Chiarizia, M.L. Dietz // Solvent Extraction and Ion Exchange. – 1992. – Vol. 10, No. 2. – P. 313–336.
9. Бежин Н.А. Получение нового сорбента на основе эндорцептора дибензо-18-краун-6 / Н.А. Бежин, И.И. Довгий, А.В. Балиоз // Збірник наукових праць СХУЯЕтаП. – 2012. – № 1 (41). – С. 115–119.
10. Бежин Н.А. Сорбционное концентрирование стронция из азотнокислых растворов новым сорбентом на основе эндорцептора дибензо-18-краун-6 / Н.А. Бежин, И.И. Довгий, А.Ю. Ляпунов // Збірник наукових праць СХУЯЕтаП. – 2012. – № 2 (42). (в печати).

Бежин М.О. Сорбція стронцію-90 з азотнокислих розчинів новим сорбентом на основі ендорцептору дібензо-18-краун-6 / М.О. Бежин, І.І. Довгий // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2012. – Т. 25 (64), № 2. – С. 215-218.

Вивчені сорбційні властивості нового сорбенту, який отриманий імпрегуванням ендорцептору дібензо-18-краун-6 на полімерну матрицю «Поролас-Т», при витягу радіоактивного ^{90}Sr , а саме визначені коефіцієнти розподілу, закономірність їх зміни залежно від концентрації азотної кислоти.

Ключові слова: дібензо-18-краун-6, Поролас-Т, стронцій-90, сорбція, радіоактивність.

Bezhin N.A. Sorption strontium-90 of new sorbent on the base of endoreceptor dibenzo-18-crown-6 / N.A. Bezhin, I.I. Dovgyy // Scientific Notes of Taurida V. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2012. – Vol. 25 (64), No. 2. – P. 215-218.

The sorption properties of new sorbent which was obtained by impregnation of endoreceptor dibenzo-18-crown-6 in the polymer matrix "Porolas-T" was studied on the respect of the extraction of radioactive ^{90}Sr , namely the distribution coefficients and pattern their changes depending on the concentration of nitric acid.

Keywords: dibenzo-18-crown-6, Porolas-T, strontium-90, sorption, radioactivity.

Поступила в редакцію 17.05.2012 г.