

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ УРАНИЛ-ИОНОВ ОКЕАНСКИМИ ФОСФОРИТАМИ

Савенко А.В., Батурич Г.Н. *

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, геологический факультет

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты №№ 00–05–64762 и 02–05–06086)

Вестник Отделения наук о Земле РАН, № 1(20) 2002

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2002/informbul-1.htm#geoecol-4

Содержание урана в океанских фосфоритах колеблется в широких пределах, изменяясь от $<1 \times 10^{-4}$ до $n \times 10^{-2} \%$ [1–3], что в большинстве случаев значительно превышает среднюю концентрацию урана в морских и океанских осадках ($2\text{--}3 \times 10^{-4} \%$ [1]). Предполагается [3–5], что обогащение океанских фосфоритов ураном связано с его переходом из шестивалентного в менее подвижное четырехвалентное состояние в восстановительных условиях, возникающих в толще донных осадков при повышенных концентрациях органического вещества. Для проверки этой гипотезы нами было проведено экспериментальное изучение поглощения уранил-ионов океанскими фосфоритами с различным содержанием органического вещества и урана.

В экспериментах использовались два образца океанских фосфоритов, представленных фосфатизированным копролитом голоценового возраста с шельфа Намибии и фосфатизированным известняком позднемелового возраста с подводных гор северо-западной части Тихого океана. Удельная площадь поверхности фосфоритов, определенная по адсорбции криптона в Институте физики твердого тела РАН, была одинакова для обоих образцов и составляла $3.2 \text{ м}^2/\text{г}$. Данные о химическом составе изученных образцов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав океанских фосфоритов

Характеристика образца	Район отбора проб	Химический состав, %										
		U	P ₂ O ₅	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CO ₂	C _{орг}
Фосфатизированный копролит	шельф Намибии	6×10^{-3}	30.00	51.90	1.32	0.30	0.38	0.14	2.70	0.12	6.21	0.80
Фосфатизированный известняк	подводные горы Тихого океана	6×10^{-4}	27.90	50.60	не опр.	1.62	0.83	0.57	1.89	0.55	10.17	0.15

Эксперименты проводились на искусственной морской воде с соленостью 35 ‰ и переменной концентрацией ($2.2\text{--}10.1 \text{ мкМ}$) уранил-ионов при массовом соотношении твердой фазы и раствора, равном $1 : 100$. В течение 18 дней (до установления состояния равновесия) пробы интенсивно перемешивались, после чего фильтровались через плотный бумажный фильтр “синяя лента”. В фильтрате измерялась величина pH потенциометрическим методом и определялась остаточная концентрация уранил-ионов колориметрическим методом с арсеназо III. Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Поглощение уранил-ионов океанскими фосфоритами из морской воды

Характеристика образца	Район отбора проб	Концентрация UO_2^{2+} , мкМ		Удельное поглощение урана Γ , мкмоль/г	Коэффициент распределения k в уравнении (1)	РН
		исходная	конечная			
Фосфатизированный копролит	шельф Намибии	2.20	1.40	0.080	0.057	8.10 ± 0.05
		3.99	2.49	0.150	0.060	
		5.75	3.59	0.216	0.060	
		8.00	5.15	0.285	0.055	
		10.10	6.66	0.344	0.052	
		Среднее		0.057 ± 0.003		
Фосфатизированный известняк	подводные горы Тихого океана	2.20	1.92	0.028	0.015	8.14 ± 0.02
		3.99	3.21	0.078	0.024	
		5.75	4.80	0.095	0.020	
		8.00	6.69	0.131	0.020	
		10.10	8.57	0.153	0.018	
		Среднее		0.019 ± 0.003		

Проведенные эксперименты показали (рис.1), что с ростом равновесной концентрации уранил-ионов до 7–9 мкМ происходило линейное увеличение удельного поглощения урана фосфоритами, описываемое уравнением:

$$\Gamma = k[\text{UO}_2^{2+}], \quad (1)$$

где Γ – удельное поглощение урана, мкмоль/г; $[\text{UO}_2^{2+}]$ – равновесная концентрация уранил-ионов в морской воде, мкМ; k – коэффициент распределения урана между твердой фазой и раствором, л/г.

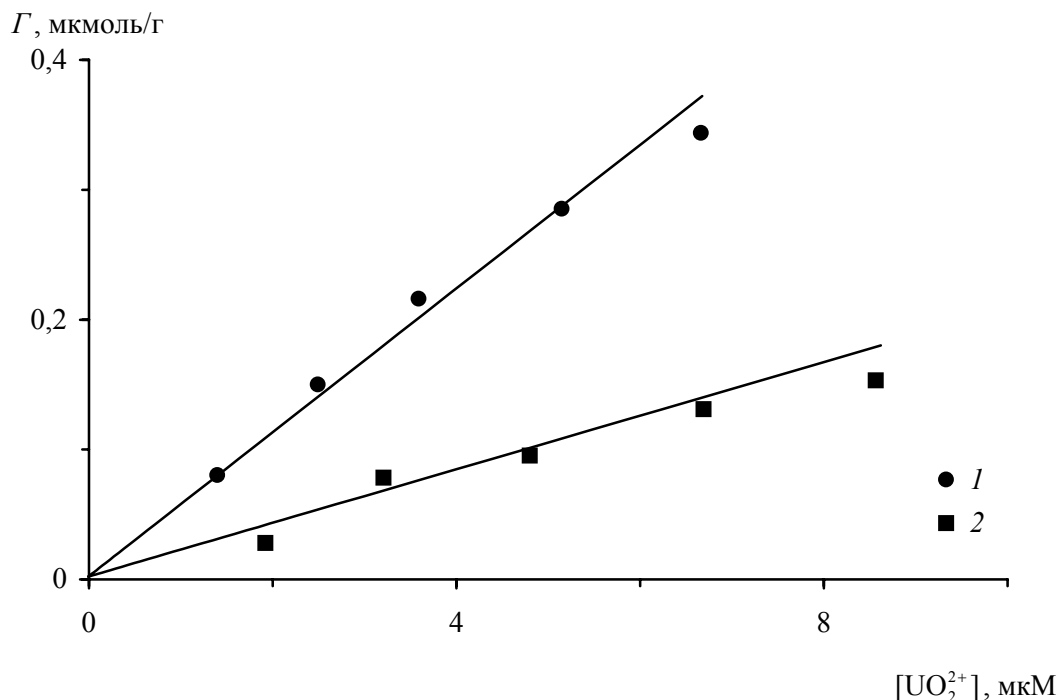


Рис.1. Зависимость удельного поглощения урана океанскими фосфоритами от равновесной концентрации уранил-ионов в морской воде. 1 – фосфатизированный копролит с шельфа Намибии, 2 – фосфатизированный известняк с подводных гор Тихого океана.

Поглощение урана фосфатизированным копролитом примерно в 3 раза выше по сравнению с фосфатизированным известняком: средние значения коэффициента распределения k в уравнении (1) для этих образцов равны соответственно 0,057 и 0,019 л/г (табл. 2). Изученные образцы имели одинаковую удельную площадь поверхности ($3,2 \text{ м}^2/\text{г}$) и были близки по содержанию P_2O_5 (30 и 28 %), однако концентрации органического вещества и урана в образце фосфатизированного копролита (0,8 и $6 \times 10^{-3} \%$) значительно превосходили соответствующие величины для фосфатизированного известняка (0,15 и $6 \times 10^{-4} \%$). Это позволяет связать интенсивное поглощение уранил-ионов фосфатизированным копролитом с повышенным содержанием органического вещества, несмотря на более высокую исходную концентрацию урана в самом образце. Полученные результаты могут рассматриваться как подтверждение предположения [3] о важной роли органического вещества в накоплении урана океанскими фосфоритами, которое происходит благодаря восстановительным процессам в обогащенных органическим веществом вмещающих осадках.

Литература

1. Батури́н Г.Н. Уран в современном морском осадкообразовании // М.: Атомиздат, 1975. 151 с.
2. Батури́н Г.Н., Коченов А.В. Содержание урана в океанских фосфоритах // Литология и полезные ископаемые. 1974. №1. С.124–129.
3. Батури́н Г.Н., Коченов А.В. Уран в фосфоритах // Литология и полезные ископаемые. 2001. №4. С.353–373.
4. Батури́н Г.Н. Фосфориты на дне океанов // М.: Наука. 1978. 231 с.
5. Батури́н Г.Н., Дубинчук В.Т., Коченов А.В. Уран в процессе современного фосфоритообразования // Геохимия. 1986. №9. С.1277–1284.