

**ГЕОХИМИЯ УРАНА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МАЛЫХ ОЗЕР С
КАРБОНАТНЫМ ТИПОМ ОСАДКА (БАЙКАЛЬСКИЙ РЕГИОН)**

Восель Ю.С.

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск,
vosel@yandex.ru

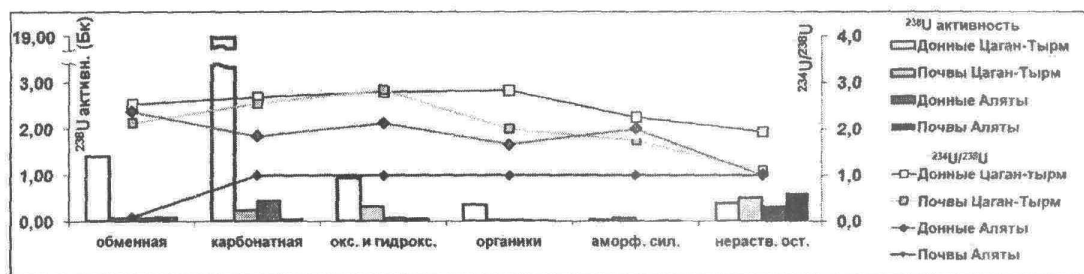
Открытие того факта, что уран накапливается в океанических осадках более высокими темпами при восстановительной обстановке, чем при окислительной, вызвало

большой научный интерес. Одно из объяснений накопления аутогенного урана в осадках с восстановительной средой – это снижение степени окисления урана (VI), находящегося в виде легкорастворимого карбонатного комплекса уранила, восстанавливаемого микроорганизмами до урана (IV). Это должно происходить при окислительно-восстановительных условиях, достаточных для восстановления Fe (III) и SO₄ [3]. Однако органическое вещество только частично является причиной поступления урана в донный осадок. Последние исследования показали, что восстановления урана и образования его малорастворимых оксидов не происходит. Соответственно в настоящее время остается неизученным точный механизм накопления урана в осадках озер, морей и океанов. Это, в частности, затрудняет использование урана как палеоокеанографического маркера [2].

Данная работа посвящена исследованию механизма накопления урана в эвапоритовых осадках двух малых соленых озер с карбонатным типом седиментации. Целью работы было прояснить геохимические процессы, ответственные за накопление изотопов урана в различных фракциях донных осадков и почв водосборных площадей.

Для понимания процессов накопления урана были изучены формы его нахождения в донных отложениях и почвах водосборных площадей. Эта задача решалась с помощью метода ступенчатого выщелачивания, основанного на методике Тесье [4]. Все растворы, получившиеся после ступенчатого выщелачивания, и нерастворимый осадок проходили соответствующую химическую пробоподготовку, и далее методом альфа-спектрометрии в этих пробах проводилось измерение содержаний изотопов ²³⁸U и ²³⁴U.

Изучаемые озерные системы расположены в Иркутской области. Озеро Аляты расположено в пределах Иркутско-Черемховской впадины (53°12'51.65"N, 102°11'43.66"E), в которой преобладают карбонатные и галогенные осадки морского и лагунного генезиса. Образование котловины озера Аляты до конца не ясно, но есть основания предполагать речное происхождение. По характеру водообмена это проточное озеро. Питается оно от атмосферных осадков (дождевой и снеговой снос с водосбора) и подводных ключей. Озеро Цаган-Тырм расположено в пределах грабеновой структуры, приуроченной к возникшей на ранних стадиях формирования Байкальского рифта структуре растяжения («пулл-апарт» разрыв), дренирующей глубокие горизонты циркуляции подземных вод. Это способствует долговременной постоянной подпитке метаморфизованными метеорными водами. Водосборный бассейн сложен в основном гранитогнейсами (52°51'59.52" N–106°35'33.47" E) [1]. Поскольку климат в данном районе аридный, с очень низким уровнем осадков, питания озера за счет водосбора практически не происходит.



Распределение активностей ²³⁸U и отношения активностей (²³⁴U/²³⁸U) по фракциям донных осадков и почв водосбора изучаемых озер.

Проведенные исследования, результаты которых приведены на рисунке, показали, что как формы нахождения урана в донных осадках, так и его валовые концентрации вполне соответствуют гидрологическим и климатическим условиям, в которых находятся описываемые озера. В питающемся подземными водами непроточном озере Цаган-Тырм

наблюдается значительное накопление урана относительно почв водосборных площадей. Уран преимущественно накапливается во фракции карбонатов. Это связано с тем, что физико-химические параметры воды таковы, что уран, по-видимому, находится в ней в виде карбонатных комплексов уранила. Это приводит к его выпадению при щелочных значениях pH в осадок в виде кристаллогидратов $\text{Ca}_2[\text{UO}_2(\text{CO}_3)] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Mg}_2[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3] \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ (вместе с другими карбонатными минералами). В питающемся грунтовыми водами, но проточном озере Аляты количество урана в донных осадках не велико и практически не отличается от фоновых значений данной территории. При этом основное количество урана накапливается в данном озере в фазе карбонатов, что тоже может быть связано со щелочными условиями его нахождения в растворе.

$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ отношение в терригенной фракции донного осадка озера Аляты соответствует его значению в почве водосборной территории и равно единице, что говорит о значительном вкладе механического переноса вещества в осадок с водными потоками.

В случае же озера Цаган-Тырма, напротив, основная масса урана осаждается из вод озера, а механический перенос вещества в озеро играет незначительную роль в его накоплении в донном осадке. Относительно этой системы можно говорить даже об обратном переносе вещества из озера на окружающие территории. Это легко объяснить, если учесть, что данное озеро (и окружающие его небольшие озера) из-за засушливости климата частично или полностью пересыхают, в результате чего периодически происходит выдувание донного осадка этих озер на окружающие территории. Однако данное предположение требует дальнейших исследований.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 12-05-31087-мол_а и 12-05-31083-мол_а.

Литература

1. Складорова О.А., Складоров Е.В., Федоровский В.С. Структурно-геологический контроль локализации и состава вод и родников Приольхонья // Геология и геофизика. 2002. № 8. С. 732–745.
2. Chappaz A., Gobeil C., Tessier A. Controls on uranium distribution in lake sediments // Geochim. Cosmochim. Acta. 2010. V. 74. P. 203–214.
3. Klinkhammer G.P., Palmer M.R. Uranium in the oceans: where it goes and why // Geochim. Cosmochim. Acta. 1991. V. 55. P. 1799–1806.
4. Tessier A., Canbell P., Bission M. Sequential extraction procedure after the speciation of particulate trace metals // Anal. Chem. 1979. V. 51. P. 884–851.