

В. И. БАРАНОВ и Л. А. КУЗЬМИНА

ИОНИЕВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА МОРСКИХ ИЛОВ *

ПРЯМОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНИЯ

(Представлено академиком А. П. Виноградовым 25 III 1954)

Радиоактивный метод определения скорости осадконакопления в морях был предложен Л. М. Курбатовым⁽¹⁻³⁾ и применен для исследования скорости образования железо-марганцевых конкреций Карского моря. В последующие годы радиоактивный метод был широко использован Юрри и Пиггот⁽⁴⁻⁷⁾ для определения абсолютного возраста донных отложений Атлантического и Тихого океанов и др. В основу метода положено нарушение радиоактивного равновесия в ряду урана при выпадении осадков.

Наблюдения сочетания радиоэлементов в море показали, что морская вода содержит U значительно больше, чем это отвечает радиоактивному равновесию с имеющимся радием. В то же время содержание Ra в донных отложениях значительно больше, чем требуется, исходя из содержания U.

Это, очевидно, объясняется тем, что U, образуя легко растворимые карбонатные комплексы, остается преимущественно в воде, тогда как Ra и Io увлекаются на морское дно.

Если предположить, что этот процесс увлечения Ra и Io происходит равномерно во времени, то уменьшение в содержании Ra — Io в донных отложениях с глубиной будет объясняться их распадом, что позволяет рассчитать скорость накопления осадка ила.

В методе Пиггот и Юрри расчет абсолютного возраста производился по Io, причем содержание Io определялось по Ra, предполагая, что эти элементы находятся в радиоактивном равновесии. Это объяснялось тем, что методы количественного определения Ra хорошо разработаны и позволяют с достаточной точностью ($\pm 10\%$) определить Ra, даже если его количество не превышает 10^{-14} г на 1 г ила, в то время как прямого метода определения Io в илах до настоящего времени не

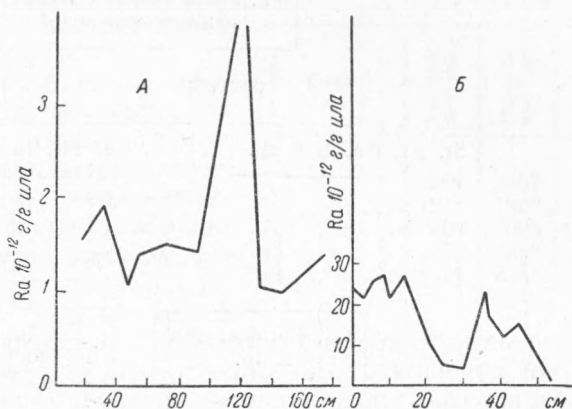


Рис. 1. Содержание Ra в колонке из Охотского моря (А) и в красной глине в колонке из Тихого океана (Б)

* Работа доложена на I сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций, март 1952 г.

существует*. Следовательно, в данном случае Ra является индикатором на Io.

Многочисленные данные по распределению Ra в колонках океанических илов, полученные Крель⁽⁸⁾, а также в колонке ила из Охотского моря, исследованной нами, не показывают ожидаемого закономерного падения Ra с глубиной. Напротив, наблюдаются участки с резкими колебаниями в содержании Ra (см. рис. 1). Это может быть вызвано большой подвижностью Ra в природных соединениях⁽⁹⁾.

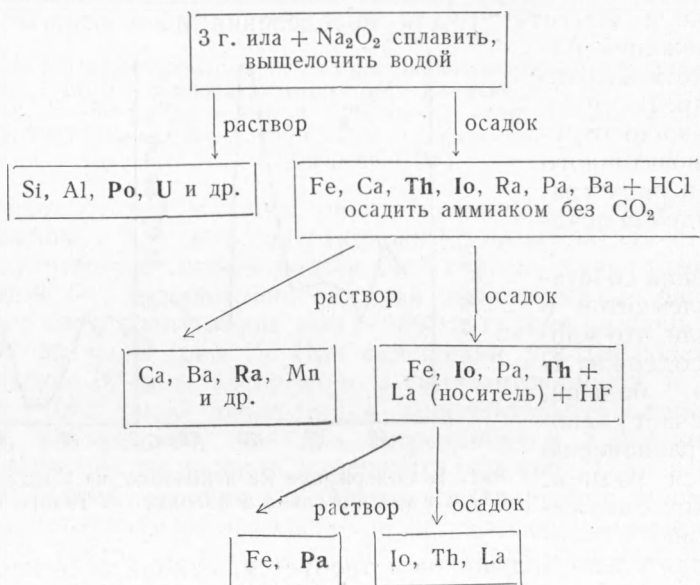
Отсюда с очевидностью вытекает необходимость прямых определений Io для выяснения наличия радиоактивного равновесия между Ra и Io и возможности применения иониевого метода для возрастных определений.

Метод

При разработке метода мы должны были решить следующие задачи:

- 1) Количественное выделение Io.
- 2) Выделение Io в радиохимически чистом виде.
- 3) Количественный подсчет α -частиц.

Для решения этих задач была принята следующая схема анализа.



Первая стадия. Полное разложение ила достигается сплавлением с 10-кратным количеством Na_2O_2 , что обеспечивает: а) количественное нахождение Io в осадке после выщелачивания плава, б) отделение U, Po и в) удаление больших количеств Si, Al и т. д.

Вторая стадия. Растворение осадка от выщелачивания в соляной кислоте с последующим двукратным осаждением аммиаком (без CO_2) дает отделение от солей Ca, Na, Ra, Ba, Mn и т. д.

Третья стадия — так называемый фторидный сброс — удаляет большие количества Fe, Pa, следы U, Po, дающие растворимые фториды. В последней стадии добавляется носитель ≈ 20 мг $\text{La}(\text{NO}_3)_3$.

Таким образом, в конечном фторидном остатке находятся изотопы Th, Io на La в радиохимически чистом виде.

* После выполнения нашей работы появилось сообщение⁽⁸⁾ о разработке прямого метода определения Io в глубоких морских отложениях.

Эта схема анализа удобна тем, что во всех стадиях ионий находится в осадке, что обеспечивает полноту выделения и исключает потери за счет адсорбции.

Полученный остаток наносился на металлические диски тонким и ровным слоем осаждением из ацетона и измерялся на α -счетчике типа ДА. Толщина измеряемых препаратов не превышала 1 мг/см². Предположительность измерений при статистическом разбросе $\pm 10\%$ определялась силой препарата и в ряде случаев достигала 2—3 час.

Полнота выделения I_0 проверялась с индикатором UX_1 -изотопом Th с $T_{1/2} = 24,3$ дня. Опыт проводился следующим образом. В навеску перед сплавлением вносилось определенное по активности количество UX_1 , проводился анализ по вышеописанной методике, и конечный осадок вновь измерялся.

Полученные результаты приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что достигнута удовлетворительная полнота выделения I_0 .

Радиохимическая чистота выделенных изотопов Th по описанному методу была проверена на образце равновесной смолки, содержащем 67% U (химический анализ).

Анализ проводился следующим образом. Навеска смолки перемешивалась с 3 г ила, который являлся в данном случае инертным носителем. Полученная смесь анализировалась по вышеприведенной методике. При этом было установлено, что содержание I_0 соответствует 70% U. Точность анализа $\pm 10\%$.

Таким образом, вышеприведенные опыты с UX_1 , а также со смолкой показали, что принятый нами ход анализа позволяет получить препараты I_0 без потерь и в радиохимически чистом виде. Следует только отметить, что возможность миграции I_0 , вообще говоря, также не исключается, хотя ее вероятность мала, если судить по выщелачиванию I_0 из пород (¹⁰). Тем не менее

этот вопрос требует дополнительного изучения. Он может быть решен для морских илов при определении изотопического отношения I_0/Th .

В заключение пользуемся случаем выразить нашу благодарность акад. А. П. Виноградову за неизменный интерес к работе.

Институт геохимии и аналитической химии
Академии наук СССР
им. В. И. Вернадского

Поступило
3 I 1954

Таблица 1

Опыт	Введено, имп/мин	Найдено, имп/мин	%
I	2208	2089	95
II	1947	1900	98
III	2006	2008	100
IV	3250	3246	99
V	3441	3346	97

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. М. Курбатов, Nature, 136, 871 (1935). ² Л. М. Курбатов, Arctica, № 4, 95 (1936). ³ Л. М. Курбатов, Междунар. геол. конгресс, Тр. XVII сессии, 4, 1937. ⁴ С. S. Piggot, Wm. D. Urry, Am. J. Sci., 239, 81 (1941). ⁵ С. S. Piggot, Carnegie Inst. Washington Publ., 183 (1944). ⁶ Wm. D. Urry, J. Marine Res. (Sears Foundation), 7, 618 (1948). ⁷ Wm. D. Urry, Am. J. Sci., 247, 257 (1949). ⁸ V. St. Kröll, Nature, 171, 742 (1953). ⁹ И. Е. Старик, Сборн. к 50-летию научн. и педагогич. деятельности В. И. Вернадского, 1936. ¹⁰ В. И. Вернадский, Очерки геохимии, 1934.