

Пров. 1980

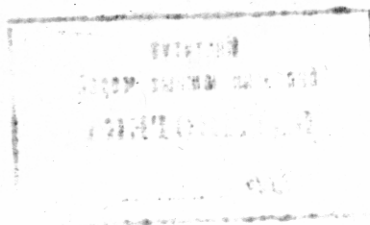
ПРОВ 98

ПРОВ 2010

ПРОВ 2020

АКАДЕМИЯ НАУК УССР
Морской гидрофизический институт

МОРСКИЕ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ № 1 (57)



Издание МГИ АН УССР
Севастополь

1972

А.В. ЕРЕМЕЕВА, В.Н. ЕРЕМЕЕВ, В.И. РОМАНОВ

Некоторые результаты определения содержания стронция в морских и океанических водах

В статье представлены результаты определения содержания стронция в водах Тихого, Индийского, Атлантического океанов, Карибского и Саргассова морей. Анализы выполнены на спектрографе, снабженном двухканальной фотоэлектрической приставкой, с точностью до 2%. Полученные средние значения стронция составляют для Индийского океана 8,5; Тихого - 8,1; Атлантического - 8,1; для Карибского и Саргассова морей 8,0 и 8,6 мг/л соответственно.

Отмеченные изменения металл-хлорных отношений на ряде станций выходят за пределы стандартной ошибки измерения.

К О Л И Ч Е С Т В О работ по определению содержания стронция в морских и океанических водах достаточно обширно, однако многие из более старых сообщений [1-4] в настоящее время представляют чисто исторический интерес, так как используемые авторами аналитические методы, с одной стороны, давали заниженные концентрации стронция, а с другой, - не позволяли оценить вариации его содержания в водах вследствие значительных погрешностей измерения.

В 1958 г., используя современную технику спектрального анализа, Сугавара и Кавасаки [5] подтвердили данные Чоу и Томсона [6] о средней концентрации стронция в океане, равной 8 мг/л вместо принятых ранее 13 мг/л. Изменение содержания стронция по их данным уже в поверхностных водах Тихого океана составило $+22 \pm -15\%$ от указанной средней величины. По Тамонтьеву и Вруевичу [7] при средней концентрации стронция в Индийском океане 8,6 мг/л его содержание меняется в пределах $+12 \pm -16\%$, а усредненное по всем горизонтам отношение $Sr/Ce \left(\frac{\text{мг. ат/л}}{\%} \right) = 0,0049$ и

изменяется до $\pm 14\%$. В Тихом океане эти цифры соответственно для стронция 8,1 мг/л ($+11\pm -18\%$) и Sr/Ce ($\frac{\text{мг.ат/л}}{\%}$) = 0,0048 ($+9\pm -12\%$).

Тукериан и Шутц в своей работе [8] приводят самое низкое значение содержания стронция (среднее для всех океанов) 7,5 мг/л и подчеркивают, что границы изменений Sr/Ce - отношения практически лежат в пределах экспериментальной ошибки. Фабриканд и др. [9], применив метод атомно-абсорбционной спектроскопии и имея точность анализов по стронцию 1%, для одной глубоководной станции в Атлантическом океане (21 проба) дают среднее значение концентрации Sr 7,9 мг/л и колебание Sr/Ce -отношения от $+2$ до -4% .

В данной работе представлен экспериментальный материал, полученный в результате обработки 102 проб, отобранных во время 17, 19, 20-го рейсов нис "Михаил Ломоносов" на 14 станциях в Атлантическом, Тихом, Индийском океанах, а также Карибском и Саргассовом морях.

Анализы производились спектрофотометрическим способом на ДФС-13 с двухканальной фотоэлектрической приставкой. Спектр возбуждался дугой переменного тока в атмосфере аэрозоля исследуемого раствора на спешштативе [10]. Для регистрации аналитических линий использовались ФЭУ-17, сигналы от которых поступали на усилители постоянного тока. Съемка информации осуществлялась с цифровых вольтметров конечных интегрирующих цепочек. Аналитической парой служили линии стронция 4077,71 Å и циркония 3998,97 Å (в качестве внутреннего стандарта). Разность потенциалов возбуждения этой пары составляет 0,61 эВ, что вполне удовлетворяет условию гомологичности. Относительная ошибка анализа 2%.

Было установлено, что содержание Sr в поверхностных водах Тихого океана изменяется от 7,9 до 8,4 мг/л; в водах Атлантического океана колебания более заметны - от 7,6 до 8,8 мг/л. Однако более широкий диапазон концентраций Sr на поверхности Атлантического океана очевиден, что можно объяснить относительно высоким соотношением для него поверхности дренируемой суши и океанической акватории. Данные по Индийскому океану для нулевого горизонта варьируют от 8,3 до 8,7 мг/л, т.е. в пределах ошибки измерений, но они не являются достаточно представительными, поскольку пробы отбирались только в одном районе, расположенном юго-западнее Цейлона.

Характерное распределение Sr по глубине приведено на

рис. 1. От поверхности ко дну, как правило, наблюдается увеличение количества стронция. Значительное изменение концентраций отмечено на глубинах 300-800 м, причем проме-

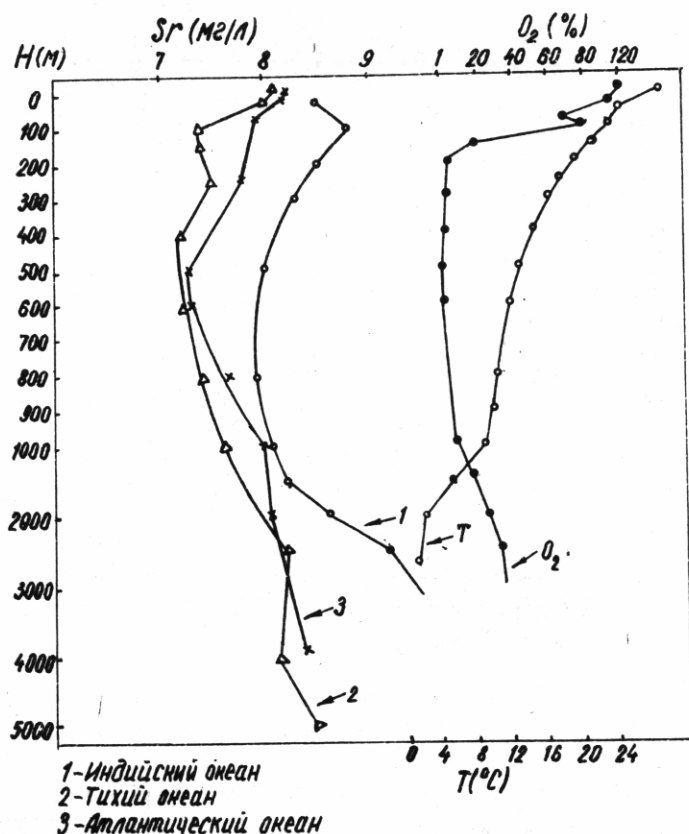


Рис. 1. Характерное вертикальное распределение Sr в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах

жуточный минимум приблизительно совпадает в большинстве случаев с зоной кислородного минимума и лежит ниже термоклина. Эта картина еще более четко прослеживается для данных по Карибскому морю (рис. 2).

Аномально высокое содержание Sr наблюдается в глубинной воде Саргассова моря, а также на горизонтах от 500 до 800 м (над зоной кислородного минимума).

Увеличение концентрации Sr в глубинной воде связывают обычно с процессом биоседimentации и растворением карбонатных остатков организмов. Возможно, что в Саргассовом море существуют специфические условия, при которых

основная масса осаждающегося карбонатного материала растворяется на промежуточных горизонтах, и лишь наиболее крупные остатки проходят нерастворенными через области

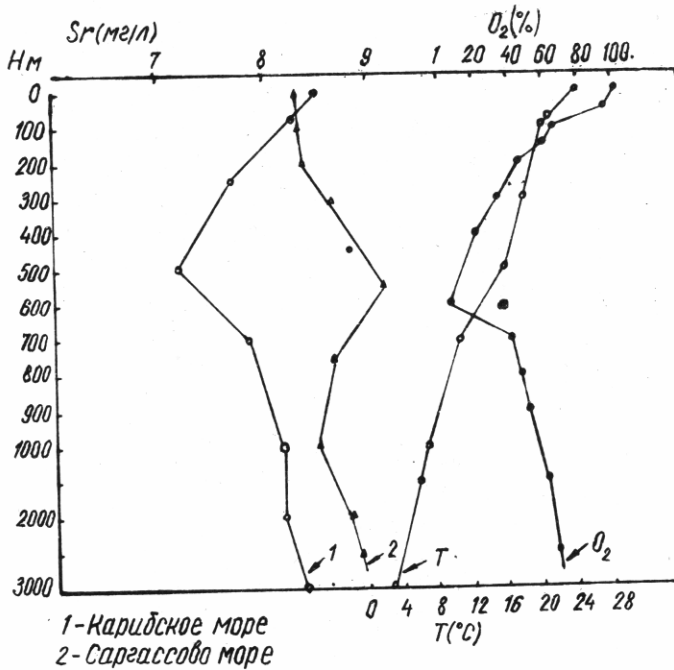


Рис. 2. Вертикальное распределение Sr в Карибском и Саргассовом морях

недосыщенных в отношении карбоната глубинных вод океана. Естественно, значение указанного процесса в распределении стронция проявляется за время, соизмеримое с его „residence time”. Во временных масштабах, о которых может идти речь при использовании искусственного радиоактивного изотопа стронция для решения задач физической океанографии, влияние биоседиментационных факторов играет незначительную роль в сравнении с гидрологическими. В этом плане участие зоопланктона, на долю которого приходится приблизительно одна треть биомассы, в переносе стронция не столь существенно. Так, определение коэффициентов накопления Sr зоопланктоном проводились одним из авторов статьи на борту судна в период 20-го рейса нис „Михаил Ломоносов” [11]. Эти коэффициенты, рассчитанные как отношение „живой” вес/вода, — зола/соль, практически совпадали для различных районов тропической и субтропической зон Мирового океана и колебались в пределах всего 1-3 единиц. Стронций, видимо, вообще слабо концентрируется морским и океаническим планктоном, а встречающиеся отдельные пред-

ставители-концентраторы (картерии, акантерии) имеют незначительные биомассы или ограниченную область распространения. Виды с низкими биомассами не могут оказать существенного влияния на интегральное поглощение рассматриваемого элемента. Средние концентрации стронция и величины Sr/Ce -отношений согласно нашим данным составляют:

1) В Индийском океане 8,5 мг/л при вариациях $\pm 9\%$,
 $Sr/Ce \left(\frac{\text{мг/л}}{\text{‰}} \right) = 0,428$, что соответствует $Sr/Ce \left(\frac{\text{мг.ат/л}}{\text{‰}} \right) = 0,0049$.

2) В Тихом океане 8,1 мг/л ($+8 + -11\%$), $Sr/Ce \left(\frac{\text{мг/л}}{\text{‰}} \right) = 0,421$ или $Sr/Ce \left(\frac{\text{мг.ат/л}}{\text{‰}} \right) = 0,0048$.

3) В Атлантическом океане 8,1 мг/л ($\pm 10\%$),
 $Sr/Ce \left(\frac{\text{мг/л}}{\text{‰}} \right) = 0,407$ или $Sr/Ce \left(\frac{\text{мг.ат/л}}{\text{‰}} \right) = 0,0046$. Сюда же входят результаты анализов девяти поверхностных проб, отобранных в 17-м рейсе нис "Михаил Ломоносов" в северо-западной части Атлантического океана (средняя концентрация стронция в них 8,2 мг/л).

4) Для Саргассова моря среднее содержание Sr 8,6 мг/л при $Sr/Ce \left(\frac{\text{мг.ат/л}}{\text{‰}} \right) = 0,0052$.

5) Для одной станции в Карибском море (7 горизонтов) 8,0 мг/л при $Sr/Ce \left(\frac{\text{мг.ат/л}}{\text{‰}} \right) = 0,0047$.

Анализ полученных данных показывает, что вариации стронций-хлорного отношения при достигнутой точности определений содержания Sr в основном не выходят за пределы стандартной ошибки измерений. Исключение составляют результаты по Карибскому и Саргассову морям, где металл-хлорное отношение (при уровне 0,95) изменяется с глубиной.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Lyman I., Fleming R. Composition of sea water. J. Marine Res., 1940, 3.
2. Sverdrup H.U. et al. The Oceans, New York. Prentice-Hall, 1942.
3. Miyake Y. Strontium in sea water. Geophys. Mag. 1939, 12.
4. Webb D.A. Strontium in sea water and its effect on determination. Nature, 1938, 42.

5. Sugawara K., Kawasaki N. Strontium and collium distribution in western Pacific, Indian and Antarctic Oceans. Rec. Oceanogr. Works Japan, No. 2, 1958.
6. Chow T.I., Thomson T.G. Flame photometric determination of strontium in sea water. *Analyt. Chem.* 1955, 27, No. 1.
7. Тамонтьев В.П., Бруевич С.В. Стронций в водах Тихого и Индийского океанов и Черного моря. Труды института океанологии. Т. 67, "Наука", 1964.
8. Turekian K.K., Schutz D.T. Trace element economy in the oceans. *Occasional Publ.* 3, Narragansett R., I., 1965.
9. Fabricand B.P. et al. Atomic absorption analyses for Li, Mg, K, Rb, and Sr in oceans waters. *J. Geoph. Res.* vol. 71, No. 16, 1966.
10. Романов В.И., Еремеева Л.В. Исследование дугового разряда в атмосфере аэрозоля для спектрального анализа щелочных и щелочно-земельных элементов. В сб.: Морские гидрофизические исследования, № 4(46). Севастополь, изд. МГИ АН УССР, 1969.
11. Баринов Г.В., Романов В.И. Содержание Sr в планктоне Тихого и Атлантического океанов. В сб.: Геофизические исследования Тихого и Атлантического океанов в кругосветном плавании нис "Михаил Ломоносов" (20-й рейс) Севастополь, изд. МГИ АН УССР, 1967.

L.V.EREMEEVA, V.N.EREMEEV,
V.I.ROMANOV

SOME RESULTS OF DETERMINATION OF STRONTIUM CONTENT IN SEA AND OCEANIC WATER

Results of determination of strontium content in waters of the Pacific, Indian and Atlantic Oceans, the Caribbean and Sargasso Sea are given. Analyses are performed on the spectrograph furnished with a two-channel photoelectric attachment to within 2%. The obtained mean values of strontium are 8.5 for the Indian Ocean, 8.1 for the Pacific Ocean, 8.1 for the Atlantic Ocean, 8.0 m and 8.6 mg/l for the Caribbean and Sargasso Seas, respectively.

The observed variations of metal-chlorine ratios at a number of stations exceed the standard error of measurements.