

В. В. КАЛИНЕНКО, Н. П. МОРОЗОВ

ЛИТИЙ, КАЛИЙ, РУБИДИЙ, ЦЕЗИЙ В ОСАДКАХ БЕЛОГО МОРЯ

(Представлено академиком Н. М. Стратовым 17 V 1973)

Пелагические океанские илы могут считаться хорошо изученными объектами в отношении распределения в них щелочных элементов (^{1, 2}). Что касается морских осадков, то этот вопрос разработан мало, а особенно велики пробелы в сведениях о концентрациях Li, Rb и Cs. В данной связи при геохимическом исследовании осадков Белого моря, проводившемся лабораторией литодинамики нашего института, в дополнение к элементам семейств железа и титана (³) были рассмотрены особенности распределения K, Li, Rb, Cs.

Терригенный материал поступает в Белое море со стоком многочисленных рек, за счет морозного выветривания окружающих массивов древних кристаллических пород, при абразии ледниковых отложений, развитых на берегах. Благодаря своей особой конфигурации бассейн имеет характер ловушки для терригенного материала, в частности для весьма тонких взвесей. Грубый обломочный и тонкий взвешенный материал размещаются на площади дна моря зонально, соответственно глубинам и изменению гидродинамической активности среды. От берегов, от плоских обширных мелководий к глубоководной срединной впадине бассейна наблюдается такая последовательная смена осадков: пески зоны пляжей (а); пески прибрежных и мелководных районов (б); алевроиты (в) и алевроито-глинистые илы (г), развитые на крутых склонах впадины моря; глинистые илы (д), выстилающие глубоководную осевую часть впадины. Под индексами а—д одни и те же осадки фигурируют в табл. 1 и на рис. 1. В подавляющей массе осадки Белого моря почти бескарбонатны, очень мало кремнисты и отличаются низкими содержаниями органического вещества (³).

Щелочные элементы изучались в пробах самого верхнего слоя морских осадков (0—10 см), лишь для глинистых илов анализировались также пробы и из глубоких горизонтов (100—410 см). Кроме того, был изучен терригенный материал, транспортируемый главной рекой, питающей Белое море, — Северной Двиной: пелитовые взвеси, алевроито-глинистые и песчаные осадки из русла в предустьевой части реки. Содержания K, Li, Rb, Cs определены в 45 пробах методом фотометрии пламени. Количество Na в осадках во внимание не принималось из-за искажающего влияния, оказываемого следами солей морской воды. Аналитическая часть работы выполнена в возглавляемой А. П. Лисицыным лабораторией физико-геологических исследований.

Осадки Белого моря существенно различаются по средним содержаниям каждого из щелочных элементов (см. табл. 1). Концентрации K, Li, Rb повышаются от песков к алевроитам, к алевроито-глинистым илам и, наконец, к глинистым илам, в которых концентрации каждого из них максимальны (см. рис. 1). Рост концентраций происходит плавно, соответственно увеличению количества пелитовых компонентов в осадках. От песков к глинистым илам концентрации повышаются: для K в 2,8 раза, для Rb в 4,3, для Li в 6 раз. Особенностью распределения K оказалось то, что от минимума содержаний в прибрежных и мелководных песках (б) его концентрации растут не только к более тонким глинистым осадкам, но также

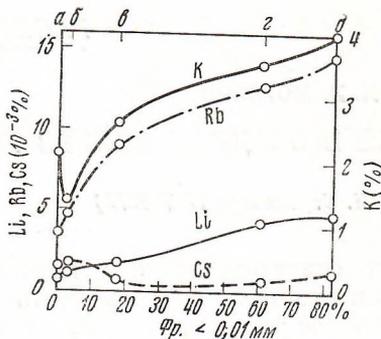


Рис. 1

Рис. 1. Изменение средних содержаний K, Li, Rb, Cs в осадках (a-δ - индекс осадка)

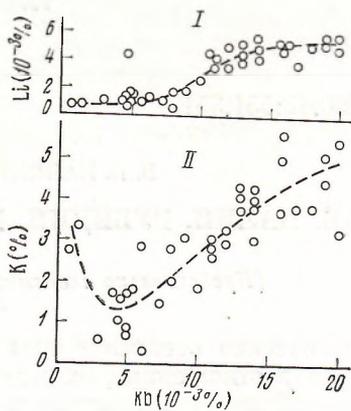


Рис. 2

Рис. 2. Соотношение средних содержаний Rb-Li (I) и Rb-K (II) в морских осадках (суммарно)

и к пляжевым пескам (а), практически лишенным глинистой фракции (табл. 1). Если отвлечься от данной особенности калия в пляжевых песках, то можно сказать, что во всех разностях собственно морских осадков K, Li и Rb хорошо коррелируют между собой (рис. 1 и 2). Обнаружено также, что концентрации K, Li и Rb изменяются по всей гамме беломорских осадков весьма сходно с элементами семейства железа⁽³⁾. Эта аналогия поведения у элементов, далеких по химическим свойствам, определяется тем, что K, Li, Rb, как и Fe, Mn и др., связаны с одними и теми же минеральными носителями, имеющими две основные формы: отчасти инертную обломочную (обломки песчаной размерности минералов кристаллических пород), а главным образом — легкоподвижную тонкодисперсную (субколлоидные взвеси глинистых минералов в морской воде).

От рассмотренных щелочных элементов значительно отличается цезий. Концентрации последнего в осадках меняются не столь резко, как у K, Li, Rb, а изменение содержаний происходит иначе, чем у этих элементов. В песках отмечено накопление цезия, причем его содержания превышают концентрацию лития (см. табл. 1 и рис. 1). В алевролитах, алевроито-глинистых илах концентрации цезия падают. В глинистых илах содержания снова несколько повышаются. Изменение средних содержаний Cs плохо согласуется с распределением K, Li, Rb (рис. 1). Подробное изучение соотношений цезия с остальными щелочными элементами показало, что корреляция между ними отсутствует. По особенностям распределения цезия можно заключить, что он гораздо сильнее других элементов сопряжен с крупными обломочными компонентами осадков.

Сравнивая между собой величины содержаний микроэлементов щелочного ряда в осадках Белого моря (табл. 1), устанавливаем, что наибольшие концентрации свойственны рубидию, за ним стоит литий, концентрации которого в 3—4 раза меньше, а самые низкие концентрации отмечаются для цезия: в 13—15 раз меньше, чем у рубидия (везде, кроме песков).

Содержания K, Li, Rb, Cs в осадках Белого моря были также сопоставлены с кларковыми значениями для осадочных образований^(4, 5) и с известными величинами концентрации этих элементов в осадках современных морей и океанов^(1, 2, 6). Оказалось, что все разности осадков Белого моря обогащены калием, а глинистые илы, кроме того, еще и рубидием (п,

Средние содержания К, Li, Rb, Cs в осадках Белого моря и в продуктах твердого стока р. Северной Двины

Индекс	Тип осадка	Зона	Гранулометрический состав, %				К, %	Li	Rb	Cs
			>1 мм	1—0,1 мм	0,1—0,01 мм	<0,01 мм				
Морские осадки										
а	Пески	Пляж	1	99	Сл.	Сл.	2,1	0,8	3,6	1,2
б	Пески	Прибрежье, мелководье	15	75	7	3	1,4	1,3	4,8	1,4
в	Алевриты	Склоны впадины моря	3	22	57	18	2,6	1,6	9,0	0,6
г	Алеврито-глинистые илы	То же	Сл.	8	31	61	3,5	4,2	12,7	0,7
д	Глинистые илы	Осевая часть впадины	—	3	14	83	4,0	4,8	15,6	1,1
	Поверхностный слой (0—10 см)						3,5	4,5	15,0	1,7
	Интервал 100—410 см толщи илов						4,6	5,1	16,1	0,5
Продукты твердого речного стока										
—	Песок (русловой)		4	88	1	7	0,8	0,7	30,5	0,4
—	Алеврито-глинистые осадки		3	8	36	53	2,0	2,3	7,2	0,3
—	Пелитовые взвеси		—	—	20	80	3,7	5,1	13,4	0,5

возможно, цезием); напротив, содержания лития несколько меньше обычных значений.

Более высокие, чем обычно, содержания калия в песках (особенно пляжевых) обусловлены поступлением в прибрежную зону моря грубого обломочного полимиктового материала, отличающегося обилием К-полевых шпатов, слюд. Такой материал возникает при разрушении (морозном выветривании) гранитоидов, широко развитых на Кольском полуострове и на Карельском берегу. В отличие от песков местного происхождения, песчаный материал, приносящийся реками из южной равнинной области, характеризуется низким содержанием калия (табл. 1). Тесная связь калия с глинистым веществом и его высокая концентрация в последнем объясняется преобладанием гидрослюды среди глинистых минералов пелитовой фракции беломорских осадков. Гидрослюда, по-видимому, является также носителем основного количества рубидия, как это имеет место для океанских осадков⁽²⁾. Источником больших масс гидрослюдистых взвесей служат моренные суглинки, подвергающиеся усилению абразии на берегах Белого моря, немало гидрослюды во взвесах доставляется в бассейн также и реками. Например, в Северной Двине на гидрослуду приходится около 40% от взвешенного материала, откуда высокие содержания К и Rb в речных взвесах. Необходимо подчеркнуть, что калий типичен именно для пелитовых взвесей, но не для песчаного аллювия Северной Двины; рубидием же обогащен весь выносимый ею терригенный материал, как тонкий, так и грубообломочный (табл. 1).

Литий в океанских осадках, в отличие от калия и рубидия, сопряжен с монтмориллонитом и каолинитом⁽²⁾. Осадки Белого моря обычно бедны монтмориллонитом и особенно каолинитом, и это может являться причиной отмеченных пониженных концентраций лития. Но в тех случаях, когда

роль монтмориллонита и каолинита в ассоциации глинистых минералов достаточно велика (например, во взвешях той же Северной Двины, где количество монтмориллонита почти равно гидрослюде, а именно 35%), содержание лития в терригенном материале возрастает (табл. 1).

Итак, за счет особенностей питания Белого моря терригенным материалом и своеобразия минерального состава последнего, осадки бассейна обогащены калием, рубидием, отчасти цезием, но содержат относительно мало лития.

Институт океанологии им. П. П. Ширшова
Академии наук СССР
Москва

Поступило
16 V 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. П. Виноградов, Введение в геохимию океана, «Наука», 1967. ² Н. П. Морозов, Литол. и полезн. ископ., № 6 (1968). ³ В. В. Калинин, ДАН, т. 208, № 4 (1973). ⁴ M. Kraft, R. Schindler, Geochemische Datensammlung in Form des periodischen Systems der Elemente, Berlin, 1962. ⁵ А. П. Виноградов, Геохимия, № 7 (1962). ⁶ C. Welby, Sedimentary Petrology, т. 28, № 4 (1958).