Доклады Академии наук СССР
1973. Том 208, № 4

УДК 551.550

ГЕОХИМИЯ

В. В. КАЛИНЕНКО

НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОСАДКАХ БЕЛОГО МОРЯ

(Представлено академиком Н. М. Страховым 14 VI 1971)

Осадки Белого моря подразделены на 9 групп (табл. 1). На площади дна в направлении от прибрежных и мелководных районов к среднему глубоководному желобу песчано-гравийные и песчаные осадки последовательно сменяются все более тонкими разностями, до глинистых илов. Группы осадков обозначены индексами (табл. 1—3, рис. 1 и 2). На горизонтальной оси графиков положение групп осадков определяется для малоглинистых грубообломочных разностей (I—IV группы) содержанием галечно-гравийных фракций, а для остальных отложений (V—IX группы) содержанием пелитовых фракций. Данные о содержании химических элементов относятся к отложениям верхнего горизонта (0—10, 0—15 см) толщи морских отложений. Для осадков проделаны: 250 химических анализов, включающих определение Fe, Mn, P, Ti, $CaCO_3$, SiO_2 (аморфное), $C_{орг}$; 51 спектральный количественный анализ микроэлементов: Zr, V, Cr, Ni, Co, Ga, Y, Yb. Спектральные анализы выполнены В. Н. Лукашиным с любезного разрешения А. П. Лисицына. Анализировался материал, собранный при работах Беломорской экспедиции Института океанологии АН СССР, возглавлявшейся В. С. Медведевым. Пользуюсь случаем выразить благодарность этим лицам.

Минимальные значения концентраций элементов обнаружены в хорошо отсортированных разностях мелкозернистых олигомиктовых (в основном кварцевых) песков (IV) (табл. 2, 3, рис. 1). От них к осадкам все более тонким концентрации элементов увеличиваются до максимума в глини-

Таблица 1

Гранулометрическая характеристика осадков

Индекс	Осадки	Содержание фракций, %			
		гравийные, >1 мм	песчаные, 1—0,1 мм	алевритовые, 0,1—0,01 мм	пелитовые, <0,01 мм
I	Галька и гравий	67	26	5	2
II	Пески с гравием	36	54	6	3
III	Пески крупно- и среднезернистые	8	82 *	6	4
IV	Пески мелкозернистые	3	87 *	7	3
V	Пески мелкозернистые, алевритистые	1	61	27	10
VI	Алевриты	—	18	70	12
VII	Алевритовые осадки сложного состава	6	23	41	29
VIII	Илы алеврито-глинистые	—	11	31	58
IX	Илы глинистые	—	3	15	82

* При близких значениях суммы песчаных фракций различие этих групп песков весьма велико: III группа: фр. 1—0,25 мм 57%, фр. 0,25—0,1 мм 25%; IV группа: фр. 1—0,25 мм 14%, фр. 0,25—0,1 мм 73%.

стых илах (IX) (табл. 2, 3, рис. 1). В табл. 3 для сравнения приведены данные о содержаниях микроэлементов в глубоких горизонтах толщи глинистых плов (IXa). Для большинства изученных элементов Fe, Mn, P, V, Ni, Co, P, Yb, Ga — характерно последовательное плавное увеличение концентраций от песков к илам, происходящее пропорционально повышению глинистого вещества в осадках. При этом линии изменения концентраций элементов хорошо согласованы между собой, что видно на примере Fe, Mn, P (рис. 1). Такое распределение соответствует упорядоченному геохимическому типу, установленному Н. М. Страховым ([1], [2]).

Таблица 2

Содержание железа, марганца, титана, фосфора в осадках (%)

Индекс осадков по табл. 1	Fe	Mn	Ti	P
I	2,25	0,05	0,16	0,04
II	2,04	0,03	0,18	0,04
III	1,48	0,04	0,14	0,03
IV	1,44	0,02	0,12	0,03
V	1,51	0,05	0,16	0,03
VI	2,46	0,04	0,23	0,05
VII	3,30	0,08	0,28	0,07
VIII	4,29	0,13	0,25	0,12
IX	5,88	0,36	0,38	0,20

В Белом море, однако, данный тип распределения усложняется за счет явлений, происходящих на берегах. При морозном выветривании обломки магматогенных и метаморфических пород (коренных и принесенных ледником) распадаются на составные минералы, а последние измельчаются в зоне прибоя. Возникают характерные для пляжей и прибрежного мелководья Белого моря полимиктовые крупно-среднезернистые пески (III), переходящие кое-где в гравийные пески (II), в гравий и галечники (I). В них концентрации элементов заметно выше, чем в мелкозернистых песках (IV), поэтому линии распределения по всей гамме осадков Белого моря оказались двухвершинными (рис. 1). Кроме того, в прибрежных грубообломочных отложениях появляются признаки пестрого распределения элементов (рис. 1).

Таблица 3

Содержание микроэлементов в осадках (10^{-4}%)

Индекс осадков по табл. 1	Zr	Cr	V	Ni	Co	Ga	Y	Yb
II+III	49	26	27	6	3	7	3	0,2
IV+V	80	24	25	4	0,7	4	3	0,2
VI+VII	111	68	60	15	7	7	13	1
VIII	74	67	90	27	18	8	21	2
IX	101	86	140	42	20	10	30	3
IX a	128	102	122	51	31	18	32	2

Глубокая дезинтеграция исходных кристаллических пород, сопровождающаяся деятельностью прибоя, приводит к тому, что среди пляжевых полимиктовых песков появляются локальные скопления (типа россыпей) устойчивых к разрушению тяжелых минералов: гранатов, циркона, ильменита и др. В них концентрации элементов существенно превосходят значения, отмеченные для песков, например (%): Fe 15,8, Mn 1,2, Ti 1,6, Zr 0,060. В ходе дробления мелкие обломки особо стойких тяжелых минералов (главным образом минералов титана и циркония) в форме сравнительно грубых взвесей выносятся в гидродинамически менее активную зону, обогащая алевриты и алевритовые осадки (VI, VII), расположенные ниже по береговому склону моря. С этим связана еще одна особенность распределения элементов: для Ti, Zr и Cr, в отличие от железа и др., характерен дополнительный высокий пик концентраций в алевритах и в алевритовых осадках (VI, VII), примером чему служит кривая распределения Ti (см. рис. 1). Кроме того, указанные элементы гораздо слабее, чем Fe, Mn и др., поступают в глинистые илы срединной впадины моря.

Распределение биогенных компонентов осадков: углерода органического вещества ($C_{орг}$), аморфного кремнезема створок диатомей ($SiO_{2\,ам}$), карбоната кальция представлено на рис. 2. Отметим общее низкое содержание этих компонентов в осадках. Обращает на себя внимание также, во-первых, большая согласованность изменения содержаний $C_{орг}$ и $SiO_{2\,ам}$,

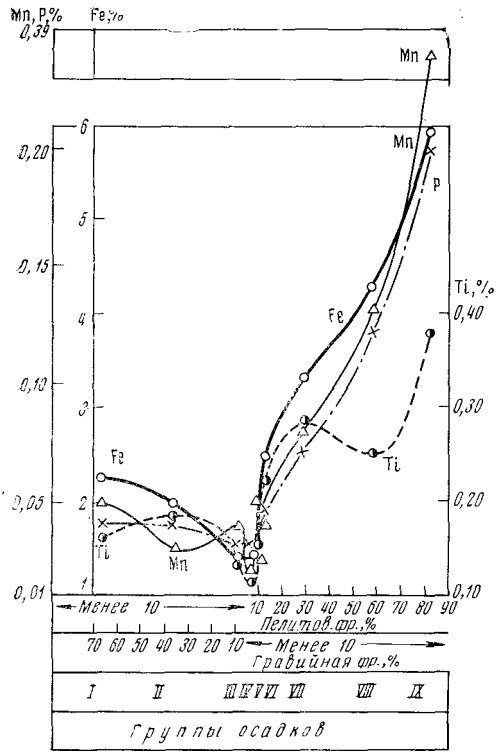

Рис. 1

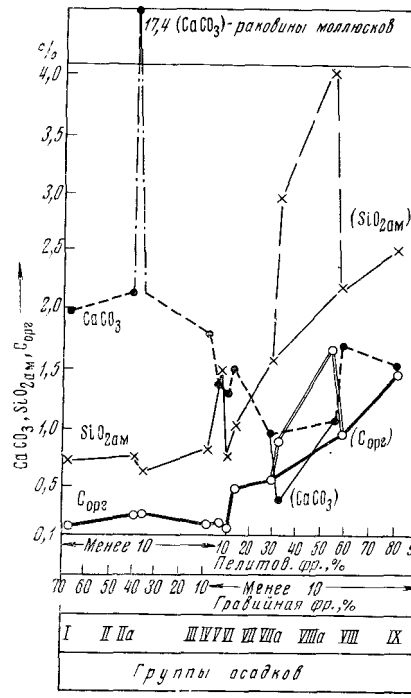

Рис. 2

Рис. 1. Изменение содержаний $Fe_{вал}$, $Mn_{вал}$, P и Ti в осадках

Рис. 2. Изменение содержаний $C_{орг}$, $SiO_{2\,ам}$, $CaCO_3$ в осадках. Пики $C_{орг}$ и $SiO_{2\,ам}$, показанные соответственно двойной линией и пунктиром, отвечают концентрациям в осадках заливов (VII*a*, VIII*a*)

во-вторых, сходство их распределения с Fe, Mn, P везде, кроме грубообломочных отложений (см. рис. 1 и 2). $CaCO_3$ имеет противоположный характер изменения по отношению к $C_{орг}$ и $SiO_{2\,ам}$ в широком интервале групп осадков, исключая глубоководные илы (VIII, IX) (рис. 2). Данные особенности распределения органогенных компонентов связаны с тем, что $C_{орг}$ и $SiO_{2\,ам}$ в толще воды находятся во взвешенной форме и осаждаются наравне с пелитовыми частицами; напротив, $CaCO_3$ входит в состав раковин моллюсков, а последние развиваются преимущественно на отмелях, на гравийно-песчаном грунте. Только в центральной области бассейна в илах появляется $CaCO_3$, связанный с раковинами планктонных фораминифер. Противоположность $CaCO_3$ по отношению к $C_{орг}$ и $SiO_{2\,ам}$ подчеркивается такими деталями: на обширных мелководных площадях есть пятна, где гравийные пески содержат много ракуши. Среднее содержание $CaCO_3$ здесь поднимается до 17,4%, тогда как $C_{орг}$ и $SiO_{2\,ам}$ накапливаются слабо (см. рис. 2, *IIa*). В небольших глубоко врезанных заливах, осложняющих побережье Белого моря, $C_{орг}$ и $SiO_{2\,ам}$ образуют в илах максимальные накопления, а $CaCO_3$ присутствует в минимальных количествах (рис. 2, *VIIa*, *VIIIa*).

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

Поступило
9 VI 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Н. М. Страхов, Э. С. Залманзон, М. А. Глаголева, Тр. Геол. инст. АН СССР, в. 23 (1959). [2] Н. М. Страхов, Основы теории литогенеза, 2, 1960.