

УДК 551.35 (267) + 550.4

ГЕОХИМИЯ

О. А. ДВОРЕЦКАЯ, З. В. ПУШКИНА

О МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ ОТЛОЖЕНИЙ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА К ЮГУ ОТ ОСТРОВА ШРИ ЛАНКА

(Представлено академиком Н. М. Страховым 17 IX 1971)

В 1968 г. в Геологическом институте АН СССР под руководством академика Н. М. Страхова было начато изучение минералогии и геохимии осадков Индийского океана. Материал для работы был предоставлен авторам настоящей статьи Институтом океанологии АН СССР (36-й рейс научно-исследовательского судна «Витязь»).

Задачей работы было проследить последовательное изменение минералогии и химизма океанических отложений по мере удаления в открытое море, и в частности постепенное накопление в пелагических осадках малых элементов.

Расположение станций, на которых были отобраны колонки, показано на схематической карте (рис. 1). Ст. №№ 5309 и 5310 расположены в прибрежной части Индийского океана на глубине 4144 и 4382 м, ст. № 5315 — в пелагической части океана (5162 м) на расстоянии ~1700 км от берега. Ст. № 5312 (4544 м) занимает промежуточное положение между прибрежной зоной и пелагиалью. Длина колонок на ст. № 5309 280 см, № 5310 694 см, № 5312 680 см, № 5315 345 см.

В направлении от берега к пелагиали заметно меняется характер осадков. Так, колонка № 5309 сложена глинистыми темно-серыми и черными слабо известковистыми органогенно-обломочными илами со значительной примесью терригенного материала.

Отложения колонки № 5310 представлены алевроито-глинистыми и глинистыми илами темно-серого и черного цвета. Осадки колонки № 5312 еще более тонкие — это глинистые слабо известковистые органогенно-обломочные илы без признаков деятельности мутьевых потоков. Цвет их — желтоватый до коричневого. Колонка № 5315 сложена

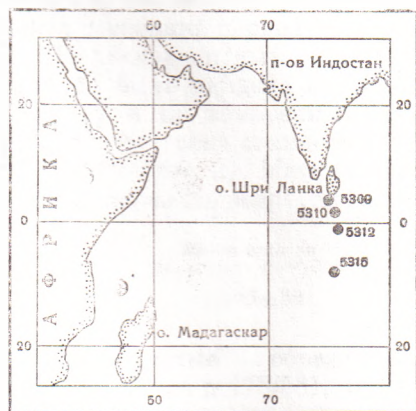


Рис. 1. Схема расположения станций в Индийском океане

светлоокрашенными глинистыми радиоляриевыми илами, не содержащими CaCO_3 . Это объясняется тем, что ниже «критической» глубины 4600—4700 м океанические воды недосыщены карбонатом кальция и растворяют известковистый материал. Содержание аутигенной окиси кремнезема в этих илах колеблется от 2,26 до 22,06%, в среднем составляя 14,12%, что по классификации П. Л. Безрукова и А. П. Лисицына ⁽¹⁾ позволяет отнести их к глинистым слабокремнистым радиоляриевым илам.

По мере удаления от берега меняется не только структура осадков, но и карбонатность, а также содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ (табл. 1).

Содержание CaCO_3 в глинистых илах колонки № 5309 колеблется в пределах 3,06—32,22%, а $\text{C}_{\text{орг}}$ 1,04—2,12%. В глинистых илах колонки № 5310

количество CaCO_3 1,93—53,12%, $\text{C}_{\text{орг}}$ 0,35—2,37%. В осадках колонки № 5312 CaCO_3 0,57—59,47% и $\text{C}_{\text{орг}}$ 0—1,50%. Как отмечалось выше, глинистые осадки колонки № 5315 не содержат CaCO_3 , количество $\text{C}_{\text{орг}}$ в них 0—1,19%.

Несмотря на то что исследуемые осадки находятся в области широкого развития планктонных фораминифер (^{2, 3}), содержание CaCO_3 в них невелико и увеличивается по мере удаления от берега.

Рассматривая средние содержания $\text{C}_{\text{орг}}$ в осадках (табл. 1), видим, что количество органического углерода уменьшается по мере удаления от берега. Происходит это потому, что из прибрежной зоны, где продуктивность планктона наиболее значительна, отмершие организмы сносятся в центральные области океана. Если размеры бассейна велики (что имеет место в нашем случае), то органические остатки успевают упасть на дно скорее, чем достигнут пелагической области. Важным фактором, уменьшающим содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ в пелагических областях моря, является также и глубина: органические остатки, погружаясь через большую толщу воды, успевают раствориться (⁴).

Сравнительно высоким содержанием $\text{C}_{\text{орг}}$ в осадках колонок №№ 5309 и 5310 объясняется их темный, серый до черного цвет, а также наличие в них сульфидов железа.

Большой интерес представляет изучение глинистых минералов. Исследовалась фракция <0,001 мм. Получены дифрактограммы и термические кривые для отложений разных горизонтов колонок. В работе приводятся данные только по составу глинистой фракции поверхностного слоя осадков.

По результатам дифрактометрического анализа, глинистая фракция состоит из смеси минералов монтмориллонитовой + каолининовой + гидрослюдистой групп. Минералы группы монтмориллонита определялись по рефлексу 17,7 Å после насыщения глицерином. Минералы гидрослюдистой группы определены по серии базальных отражений: 10 Å (001); 4,98 Å (002), 3,34 Å (003) и т. д.; минералы каолининовой группы — 7,1 Å; 3,56 Å и т. д. Данные дифрактометрии подтверждает термический анализ.

Такой состав глинистых минералов обуславливается приносом их с о. Шри Ланка и с п.-о. Индостан, т. е. из областей тропического гумидного климата.

На о. Шри Ланка в зависимости от условий дренажа и степени развития элювиального процесса различают четыре типа кор выветривания (⁵). Во всех типах кор в тех или иных комбинациях встречаются все три группы глинистых минералов, присутствующих в отложениях исследуемых колонок. Каолинит совместно с небольшим количеством гиббсита (до 10%) образуется в условиях хорошего дренажа (пересеченный рельеф, большое количество осадков) в южной части острова. На северо-западе, где дренаж хуже (пологая равнина, осадков мало), развиты коры выветривания с преобладанием гидрослюдистой и монтмориллонитовой групп (минералов монтмориллонитовой группы в нижней части разреза до 50%).

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что отложения четырех колонок Индийского океана представляют собой нормальный ряд осадков, постепенно переходящих от прибрежных к глубоководным океаническим. Карбонатонакопление в этих отложениях биогенное и связано в основном с жизнедеятельностью планктонных фораминифер, невысокие же средние содержания CaCO_3 в глинистых отложениях колонок №№ 5309, 5310 и 5312 объясняются разбавляющим действием поступающего в океан терригенного материала, в основном глинистых минералов. Уменьшение

Таблица 1
Среднее содержание CaCO_3 и $\text{C}_{\text{орг}}$
в глинистых илах колонок
Индийского океана

№ колонки	Число проб	Ср. содержание, %	
		CaCO_3	$\text{C}_{\text{орг}}$
5309	17	14,21	1,53
5310	52	15,53	1,09
5312	46	23,90	0,20
5315	23	нет	0,58

содержания $C_{орг}$ в пелагической области показывает, что в больших акваториях ухудшаются условия захоронения органического вещества (⁴). Набор минералов глинистой фракции свидетельствует о зависимости их от процессов глинообразования на суше. Распространение глинистых минералов в поверхностном слое осадков наших колонок вполне согласуется со схемой, составленной З. Н. Горбуновой (⁶) для отложений Индийского океана, и с климатической зональностью размещения глинистых минералов (⁷).

Ниже приведены данные по валовым количествам железа, марганца, фосфора, меди и никеля в глинистых илах изучаемых колонок.

Всего было сделано 128 определений: Fe, Mn, P — по методу Э. С. Залманзон (⁸), Cu и Ni — колориметрически, по методике А. И. Бусева и М. И. Иванютина (⁹).

Таблица 2

Среднее содержание Fe, Mn, Cu и Ni в глинистых илах колонок №№ 5309, 5310, 5312, 5315

№ колонки	Число проб	Среднее содержание			
		Fe, %	Mn, %	Cu, 10 ⁻⁴ %	Ni, 10 ⁻⁴ %
5309	17	4,83	0,07	74	81
5310	49	4,50	0,15	66	68
5312	40	3,92	0,16	123	115
5315	22	3,90	0,57	289	219

серые глинистые, слабо кремнистые радиоляриевые илы ст. № 5315 содержат Fe 3,22—5,98, Mn 0,12—1,04, содержание Cu и Ni в них увеличивается, достигает 0,0075—0,0525 и 0,0116—0,0375 % соответственно. Табл. 2 свидетельствует о том, что при переходе от прибрежной зоны к пелагической содержание Fe несколько уменьшается, а Mn отчетливо увеличивается. Еще резче проявляется этот рост у Cu и Ni.

М. А. Глаголевой (¹⁰) на примере Черного моря показано, что Cu и Ni в наибольшей степени приурочены к самым тонким коллоидным и субколлоидным фракциям поступающей с суши взвеси. Как известно (¹¹), в процессе разнота наиболее тонкие частицы переносятся в пелагические области, обогащая илы Mn и рядом малых элементов. В этом — одна из причин обогащения пелагических илов Индийского океана Mn, Cu и Ni сравнительно с прибрежными.

Данные табл. 3 показывают, что количество Fe в пелагических илах Индийского океана близко к его содержанию в илах пелагической части Тихого и Атлантического океанов. Содержание Mn ниже, чем в илах Тихого, и выше по сравнению с илами Атлантического океана. По концентрации Cu и Ni илы Индийского океана занимают промежуточное положение между аналогичными осадками Тихого и Атлантического океанов.

На основании приведенных выше данных, по-видимому, можно сделать вывод, подтверждающий ранее высказанное Н. М. Страховым положение,

В серых глинистых илах ст. № 5309 содержание Fe 3,44—6,09; Mn 0,03—0,11; P 0,04—0,06; Cu 0,0034—0,0166, Ni 0,0022—0,0167 %. В серых глинистых слабо карбонатных илах ст. № 5310 Fe 2,72—6,30, Mn 0,04—0,38; P 0,03—0,08; Cu 0,0031—0,0137; Ni 0,0030—0,0122 %. В осадках ст. № 5312, представленных светло-серыми глинистыми, слабо карбонатными илами, содержание Fe 1,54—6,14, Mn 0,07—0,77, P 0,02—0,06; содержание Cu и Ni в осадках этой станции возрастает: Cu — до 0,0033—0,0275, а Ni — до 0,0039—0,0258 %. Желтовато-

Таблица 3

Среднее содержание Fe, Mn, Cu, Ni в пелагических илах Индийского, Тихого и Атлантического океанов

Элемент	Среднее содержание, %		
	Индийский океан (ст. № 5315)	Атлантический океан *	Тихий океан *
Fe	3,90	5,74	5,65
Mn	0,57	0,40	0,67
Cu	0,0289	0,0130	0,0400
Ni	0,0219	0,0140	0,0300

* По Н. М. Страхову (¹²).

что обогащение пелагических илов океанов Мп, Си, Ni и рядом других элементов находится в прямой зависимости от акватории океана, от площади водосбора, от форм миграции элементов.

Геологический институт
Академии наук СССР
Москва

Поступило
16 VII 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. Л. Безруков, А. П. Лисицын, Тр. Инст. океанол. АН СССР, т. 32 (1960).
² П. Л. Безруков, Сборн. Геология дна морей и океанов, 1964. ³ Н. В. Беллева, В сборн. Океанологические исследования, № 13 (1965). ⁴ Н. М. Стратов, Основы теории литогенеза, т. 2, 1962. ⁵ F. S. Kalpage, B. Mitchell, W. Mitchell, Clay Minerals Bull., v. 5, № 30 (1963). ⁶ З. Н. Горбунова, Океанология, т. 6, в. 2 (1966).
⁷ М. А. Ратеев, З. Н. Горбунова и др., Сборн. Океанологические исследования, т. 18, 1968. ⁸ Э. С. Залманзон, В сборн. Методы изучения осадочных пород, т. 2, 1957.
⁹ А. И. Бусев, М. И. Иванюгин, Аналитическая химия, т. 11, в. 5 (1958). ¹⁰ М. А. Глаголева, В сборн. К познанию диагенеза осадков, Изд. АН СССР, 1959. ¹¹ Н. М. Стратов, Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли, 1963. ¹² Н. М. Стратов, Литол. и полезн. ископ., № 4 (1965).