Доклады Академии наук СССР
1955. Том 103, № 2

ГЕОЛОГИЯ

А. П. ЛИСИЦЫН

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ОСАДКАХ БЕРИНГОВА МОРЯ

(Представлено академиком С. И. Мироновым 11 IV 1955)

До недавнего времени сведения о содержании органического вещества в осадках Берингова моря ограничивались анализами Траска (1), которые относятся главным образом к юго-восточной части водоема. В 1950—1954 гг. Институт океанологии АН СССР провел на «Витязе» ряд экспедиций в Беринговo море, в которых собран обширный материал по осадкам его западной части. До настоящего времени выполнено 138 определений содержания $C_{орг}$ в осадках. Методика анализов была принята стандартная (мокрое сжигание по Кнопу) *.

Количество $C_{орг}$ в поверхностном слое осадков (горизонт 0—3 см) испытывает значительные колебания. Максимальное содержание $C_{орг}$ отмечено для алевритово-глинистых илов — 2,56%, а на мелководном участке близ берегов Чукотки даже 4,40%; минимальное определено для крупных алевритов — 0,08%. В связи с особенностями поступления и захоронения $C_{орг}$ в осадках концентрация его изменяется в 40—60 раз. Сравнительно с другими водоемами осадки Берингова моря богаты органическим веществом. Так, осадки Баренцова моря содержат максимально 3,12% $C_{орг}$ (2,3), Балтийского моря до 4%, (4), Аральского 1,5%(5), Каспийского 2,35% (6), западной Атлантики 3,92% (7). Известковые илы Черного моря содержат до 5,23% $C_{орг}$, однако древнечерноморские сапропелевые илы в ряде мест имеют до 35% $C_{орг}$ (8). Из дальневосточных морей в Японском море максимальное содержание $C_{орг}$ равно 1,20% (9), а в Охотском 2,20 (10).

Распределение $C_{орг}$ по гранулометрическим типам осадков Берингова моря приведено в табл. 1.

Таблица 1

Тип осадков	Число анализов	$C_{орг}$ в % на натур. осадок		$C_{орг}$ в % на бескремнеземн. и бескарбонатн. осадок	
		пределы колебаний	средн.	пределы колебаний	средн.
Илы глинистые	9	0,55—1,80	1,21	0,74—2,27	1,50
Илы алевритово-глинистые	12	0,77—2,56	1,44	1,04—2,81	1,57
Илы мелкоалевритовые	6	1,63—2,21	1,87	1,90—2,62	2,37
Крупные алевриты	23	0,09—1,39	0,87	0,22—1,53	0,98
Мелкие пески	13	0,11—0,64	0,23	0,11—1,75	0,43
Крупные и средние пески	3	0,12—0,55	0,27	0,12—0,56	0,27
Гравийные осадки *	4	0,12—0,98	0,48	0,12—1,14	0,53
Галечные осадки *	2	0,32—0,35	0,33	0,34—0,36	0,35

* Анализы произведены для заполняющего материала (цемента).

Таблица показывает, что с уменьшением размеров частиц, слагающих осадок, растет содержание $C_{орг}$, однако максимальных значений оно достигает не в тонких глинистых илах, а в мелкоалевритовых

* Анализы выполнены в отделе сравнительной литологии Института геологических наук и в Институте океанологии Академии наук СССР.

и алевритово-глинистых илах. Для Каспийского, Черного, Баренцова и некоторых других морей ранее была установлена иная закономерность — неуклонный рост содержания $C_{орг}$ от песков к пелитам [10]

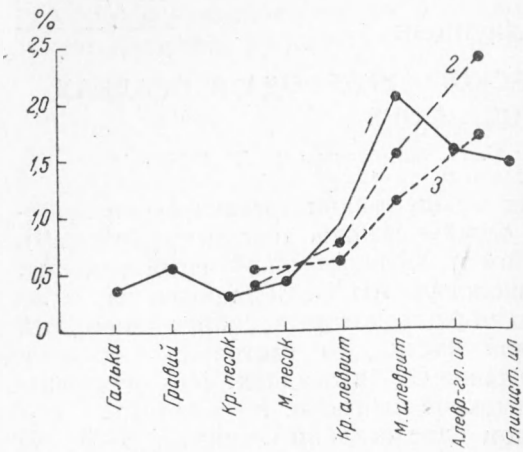


Рис. 1. Распределение $C_{орг}$ по гранулометрическим типам осадков. *1* — Берингово море; *2* — Баренцово море; *3* — Каспийское море

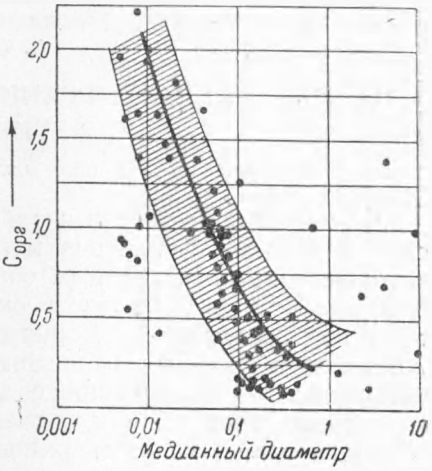


Рис. 2. Зависимость концентрации $C_{орг}$ (%) от медианного диаметра (мм) осадков материковой отмели Берингова моря

(см. рис. 1). Такого рода зависимость отчетливо прослеживается только для мелководных частей Берингова моря, в особенности для Анадырского залива. На рис. 2 видно возрастание среднего содержания $C_{орг}$ с уменьшением медианного диаметра осадков материковой отмели. Цифры довольно кучно укладываются в пределах неширокой полосы.

Схематическая карта распределения $C_{орг}$ в поверхностном слое осадков (см. рис. 3) помогает понять причину обогащения $C_{орг}$ мелкоалевритовых и алевритово-глинистых илов. Для материковой отмели характерны в общем низкие содержания $C_{орг}$ (ниже 0,5%); лишь в центральной части Анадырского залива и на прилегающем мелководье содержание $C_{орг}$ достигает 1,5—2%. В верхней части материкового склона среднее содержание $C_{орг}$ невелико, однако вниз по склону оно быстро возрастает, достигая максимума у его основания. На материковой отмели и на склоне преобладающим распространением пользуются терригенные осадки. Биогенные кремнистые осадки глубоководных котловин Берингова моря содержат обычно 1,0—1,5% $C_{орг}$. Осадки подводного хребта Ширшова выделяются по пониженному содержанию $C_{орг}$ (0,5—1,0%).

Таким образом, отчетливо выделяются две зоны обогащения осадков $C_{орг}$ — во внешней части широкой материковой отмели и у основания склона. Как показывает изучение желтых и зеленых растительных пигментов, основным источником $C_{орг}$ осадков Берингова моря являются диатомовые водоросли. Области максимальной биомассы диатомовых не совпадают с участками высокого содержания $C_{орг}$ в осадках. Зоны высоких значений биомассы диатомовых опоясывают нешироким бордюром прибрежные части моря. В Анадырском заливе ширина бордюра значительно возрастает, а максимальная биомасса фитопланктона во время весеннего цветения достигает громадной величины — 22 г/м^3 [11]. Зоны повышенного содержания фитопланктона в поверхностных слоях воды как бы проектируются в осадках со значительным смещением в сторону открытого моря. На участках с узкой материковой отмелью места с высокими значениями содержания $C_{орг}$ в осадках оказываются смещенными в глубоководную часть моря;

в тех местах, где отмель широка, зоны высоких содержаний $C_{орг}$ оказываются во внешней части отмели. Такое распределение $C_{орг}$ в осадках связано не только с расположением его источников в прибрежных частях моря, но также с размерностью частиц органического детрита, с разбавлением органического вещества минеральным осадочным материалом, а также с сохранностью детрита во время переноса.

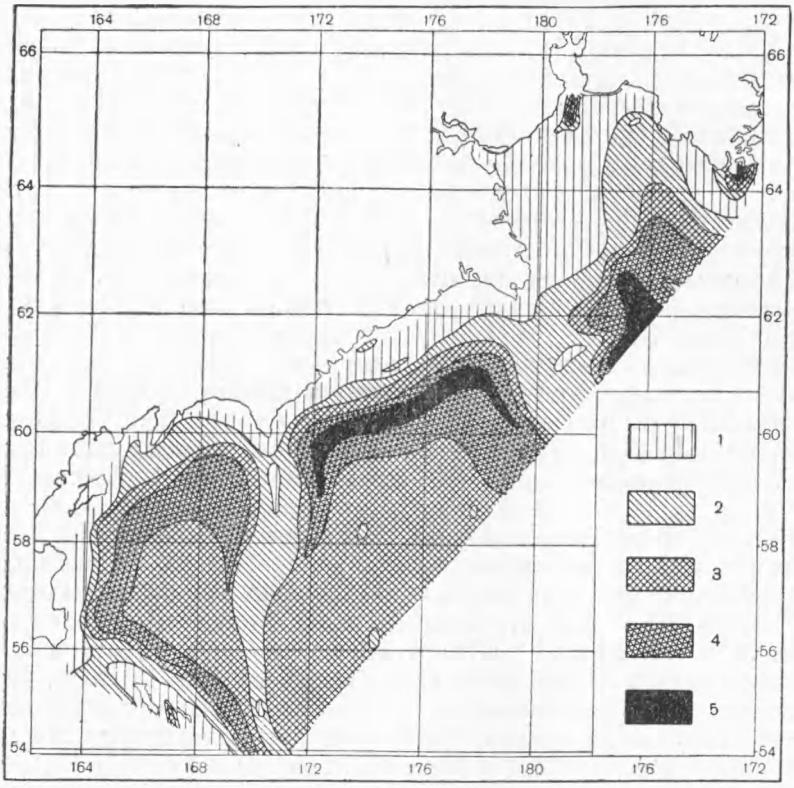


Рис. 3. Схематическая карта распределения $C_{орг}$ в поверхностном слое осадков западной части Берингова моря. *1* — менее 0,5 %; *2* — 0,5 — 1,0 %; *3* — 1,0 — 1,5 %; *4* — 1,5 — 2,0 %; *5* — более 2 %

После отмирания планктонных организмов они разлагаются, причем часть органического вещества растворяется, а другая переходит в мелкий органический детрит, который и составляет основную часть $C_{орг}$, попадающего в осадки. Разнообразные остатки организмов планктона и бентоса, а также отдельные хлопья органического вещества, споры и пыльцу, остатки макрофитов и др. можно непосредственно наблюдать во взвеси и в осадках под микроскопом. Распределение тонкого органического детрита идет по закономерностям механической дифференциации с той, однако, особенностью, что по пути переноса непрерывно происходит разрушение органического вещества. Чем дальше в море выносится органический детрит, тем обычно больше времени проходит до момента его захоронения в осадке и тем дальше заходит разложение. Положение зоны максимума $C_{орг}$ ограничено со стороны берега областью грубых осадков, где существуют запретные условия для осаждения тонкого детрита, а осевшая часть разбавляется огромным количеством минерального материала. Со стороны открытого моря область максимума $C_{орг}$ ограничена зоной сохранности $C_{орг}$ во взвеси. Центральных частей водоема органическое вещество достигает, находясь в стадии глубокого распада. В небольших водоемах типа Аральского моря, соизмеримого с Анадырским за-

ливом, а также в Черном и Каспийском морях фактор минерализации органического вещества во взвеси играет небольшую роль, поскольку по пути даже в их центральные части органический детрит не успевает существенно разложиться. В таких водоемах максимальная процентная концентрация $C_{орг}$ совпадает с областями развития тонких осадков. Подобного рода картина наблюдается в Анадырском заливе и на северном мелководье Берингова моря на глубинах 100—200 м. Однако на участках с узким шельфом, где в пределах отмели тонкие осадки не накапливаются, органический детрит вместе с другим тонким осадочным материалом сбрасывается в глубоководную часть моря. У основания склона неподалеку от источника органического вещества на глубинах 2500—3500 м и идет его концентрация в осадках. Таким образом, не только биологическая продуктивность области шельфа, но также и его ширина существенны для распределения органического вещества. Эти обстоятельства и приводят к тому, что периферические части котловин Берингова моря оказываются опоясанными сплошным кольцом повышенного содержания $C_{орг}$, в то время как более тонкие осадки центральных частей моря содержат значительно меньше $C_{орг}$.

На тех участках склона, где идет накопление грубых осадков, а также на подводных возвышенностях, например на хребте Ширшова, сплошной пояс разрывается, что находится в связи с условиями, не допускающими отложения тонкого органического детрита. Таким образом, распределение $C_{орг}$ в осадках Берингова моря хорошо укладывается в схему Н. М. Страхова ([9]), причем в одних его частях идет по типу внутриконтинентальных водоемов (мелководная северная часть моря), в других — по океанскому типу (южная часть моря).

Распределение $C_{орг}$ по вертикали изучено пока в нескольких колонках длиной до 16,5 м, которые были получены из центральной части моря с глубин 3100—3800 м. В колонках по вертикали имеют место колебания в содержании $C_{орг}$ от 1,20 до 0,20—0,40%. При многочисленных частных отклонениях для глинистых осадков удается проследить вниз по колонкам закономерное уменьшение содержания $C_{орг}$. В одной из колонок в верхнем слое содержалось 1,15% $C_{орг}$, в другой 1,16%, а на горизонтах 14 и 16 м в этих же колонках илы аналогичного гранулометрического состава содержали всего 0,5—0,7% $C_{орг}$. Для верхних 15 м колонок наблюдается уменьшение $C_{орг}$ вниз по колонке за счет распада в количестве 0,03—0,04% $C_{орг}$ на 1 м колонки. Это подтверждается и ходом изменения щелочности и биогенных элементов в грунтовых растворах из тех же колонок ([12]).

Если условно принять, что исходная концентрация органического вещества была постоянной, то приведенные цифры характеризуют скорость распада $C_{орг}$ вниз по колонке, т. е. во времени. Заметно уменьшается вниз по колонкам также количество желтых и зеленых растительных пигментов. Особенно резкое падение наблюдается на протяжении верхних 4 м колонок, где концентрация пигментов падает в 6—10 раз; ниже имеют место незакономерные отклонения как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения, обычно в 2—3 раза.

Институт океанологии
Академии наук СССР

Поступило
4 IV 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] P. D. Trask, Origin and Environment of Source Sediments of Petroleum, Houston, 1932. [2] Т. И. Горшкова, Тр. ГОИН, 1, в. 2—3 (1931). [3] Т. И. Горшкова, Тр. ВНИРО, 5 (1938). [4] S. Grippenberg, Fennia, 60, pt. 3 (1934). [5] Н. Г. Бродская, Тр. Инст. геол. наук, в. 115, геол. сер., № 57 (1952). [6] М. В. Клепова, Геология моря, 1948. [7] S. A. Waksman et al., Biol. Bull., 64, 2 (1933). [8] А. Д. Архангельский, Бюлл. МОИП, отд. геол., 5, № 3—4 (1933). [9] Н. М. Страхов, Образование осадков в современных водоемах, 1954. [10] П. Л. Безруков, ДАН, 103, № 2 (1955). [11] А. П. Жузе, Г. И. Семина, ДАН, 100, № 3 (1955). [12] Е. Д. Зайцева, ДАН, 99, № 2 (1954).