

Н. Д. СТАРИКОВА, Л. И. КОРЖИКОВА, О. Г. ЯБЛОКОВА

**ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД, АЗОТ, АМИНОКИСЛОТЫ В ЖИДКОЙ  
И ТВЕРДОЙ ФАЗАХ ОСАДКОВ  
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА**

*(Представлено академиком Н. М. Страховым 28 II 1973)*

Материалом для данной работы послужили пробы осадков, собранные в конце 1969 г. в 46-м рейсе «Витязя» в северо-западной части Тихого океана на разрезе Сангарский пролив — атолл Уэйк. Исследованиями охвачены восстановленные осадки шельфа, склона и дна Японского желоба и окисленные осадки открытой части Тихого океана.

Изучено 7 проб верхнего слоя осадков (0—10 см) и 8 проб по вертикали двух колонок, из которых одна сложена восстановленными осадками, другая — окисленными. Определение  $N_{орг}$ ,  $NH_4-N$ , аминокислот и  $C_{орг}$  производилось по методам (1-3). Результаты определений сведены в табл. 1-4.

Восстановленные осадки шельфа, склона и дна Японского желоба характеризуются более высоким содержанием  $C_{орг}$  и  $N_{орг}$  по сравнению с окисленными отложениями открытой части Тихого океана (табл. 1). В грунтовых растворах верхнего слоя осадков содержится  $C_{орг}$  от 4,6 (окисленные) до 14,0 (восстановленные) мг/л и соответственно  $N_{орг}$  от 0,82 до 2,5 мг/л. В поверхностных осадках и грунтовых растворах, отжатых из них, идентифицированы те же 18 аминокислот, которые были обнаружены в воде и взвеси данной станции (4). Концентрация аминокислот в твердой фазе колебалась от 50 до 1780 мкг на 1 г сухого осадка, в жидкой фазе содержание их изменялось от 964 до 2367 мкг/л (табл. 2). Распределение аминокислот в осадках и грунтовых растворах в общих чертах сходно с распределением  $C_{орг}$  и  $N_{орг}$  в твердой и жидкой фазах. Наибольшие значения приурочены к восстановленным осадкам, наименьшие — к окисленным. Состав аминокислот поверхностного слоя осадков не вполне идентичен составу аминокислот грунтовых растворов (табл. 2). Так, например, группа ароматических аминокислот в осадках составляет в среднем 7,0% от общей суммы аминокислот осадка, в грунтовых растворах 16%; серусодержащие аминокислоты в осадках составляют 1,4%, а в грунтовых растворах они или отсутствуют, или идентифицированы как следы.

Таким образом, в исследованной системе осадки — грунтовые растворы наблюдается перестройка спектра аминокислот, которая выявлена нами также в Черном море в ряду взвесь — вода — осадки — грунтовые растворы (5) и в ряду планктон — взвесь — вода в пробах, полученных в данном рейсе (6).

В наших исследованиях, проведенных по восстановленным осадкам Черного и Азовского морей, наблюдалось закономерное увеличение  $C_{орг}$  грунтовых растворов сверху вниз по вертикали колонок.

Увеличение  $C_{орг}$  в грунтовых растворах по вертикали колонок наблюдалось и в восстановленных осадках Тихого и Индийского океанов, но длина изученных колонок не превышала 2 м (7). Впервые полученные нами данные по длинным океаническим колонкам (600—700 см) показали, что в грунтовых растворах восстановленных осадков по вертикали

Содержание C<sub>орг</sub>, N<sub>орг</sub> в твердой и жидкой фазах поверхностных осадков северо-западной части Тихого океана

Таблица 1

№ станции, координаты	Глубина, м	Горизонт, см	Характеристика осадков	Твердая фаза				Жидкая фаза				
				C <sub>орг</sub> , %	N <sub>орг</sub> , %	C <sub>a</sub> * C <sub>орг</sub> , %	N <sub>a</sub> N <sub>орг</sub> , %	мг/л			C <sub>a</sub> C <sub>орг</sub> , %	N <sub>a</sub> N <sub>орг</sub> , %
								C <sub>орг</sub>	N <sub>орг</sub>	NH <sub>4</sub> - N		
6158 42°05'5N 141°99'2E	490	0-10	Ил алевритовый, зеленовато-серый, с галькой	1,68	0,175	3,6	11,1	13,9	0,83	2,19	3,3	17,6
6160 41°26'2N 142°14'0E	1260	0-10	Ил мелкоалевритовый, зеленовато-серый	1,60	0,130	2,1	8,1	10,0	0,82	4,90	6,0	23,7
6161 40°47'5N 143°28'1E	2020	0-10	Ил серовато-зеленый с примесью алевритового, песчаного и гравийного материалов, плохо отсортирован	0,60	0,106	5,0	8,9	11,4	1,46	1,34	6,7	16,2
6162 39°58'3N 143°52'3E	4110	0-10	Ил однородный глинистый, серовато-зеленый	2,03	0,210	4,1	12,4	13,4	1,39	2,22	6,4	19,6
6163 40°08'0N 144°20'2E	7360	2-10	Ил глинистый, зеленовато-серый, однородный	1,50	0,180	4,6	12,3	11,4	2,55	2,73	9,8	14,3
6164 38°31'6N 145°28'8E	5300	0-10	Ил глинистый желтовато-бурый, однородный	0,83	0,113	2,6	6,2	10,6	2,04	1,85	9,4	17,4
6174 26°28'4N 160°37'5E	5915	0-10	Ил глинистый шоколадно-коричневый	0,32	0,060	0,8	1,2	4,6	0,88	2,18	1,5	24,8

\* В табл. 1 и 4 C<sub>a</sub> — углерод аминокислот.

Содержание аминокислот в твердой и жидкой фазах поверхностных осадков северо-западной части Тихого океана

Таблица 2

№ станции	Твердая фаза										Жидкая фаза										
	основные		кислые		нейтральные		ароматические		серусодержащие		Σ аминокислот, мг/г	основные		кислые		нейтральные		ароматические		серусодержащие	Σ аминокислот, мг/л
	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%		мкг/л	%	мкг/л	%	мкг/л	%	мкг/л	%		
6158	141,0	10,6	33,1	2,5	1021,8	77,0	113,4	8,5	17,7	1,3	1327,0	56,3	5,8	152,5	15,8	565,8	58,7	189,6	19,7	Сл.	964,2
6160	87,2	12,2	18,6	2,6	564,8	78,9	38,6	5,4	6,2	0,9	715,4	136,5	10,7	127,7	10,0	832,0	65,0	183,1	14,3	»	1279,3
6161	36,9	5,7	18,3	2,8	537,1	83,6	47,2	7,3	3,3	0,5	632,8	118,8	7,6	235,8	15,2	931,9	59,8	258,4	16,6	»	1551,9
6162	217,8	12,2	166,8	9,4	1271,5	71,4	105,2	5,9	20,8	1,2	1782,1	260,4	14,5	201,3	11,2	1035,1	57,7	298,3	16,6	Нет	1795,1
6163	199,5	13,2	80,7	5,4	1019,0	67,6	167,6	11,1	40,4	2,7	1507,2	339,4	14,3	283,1	12,0	1267,1	53,5	477,4	20,2	»	2367,0
6164	59,6	12,6	12,3	2,6	370,7	78,1	23,7	5,0	8,4	1,8	474,7	193,8	8,3	261,9	11,2	1534,3	65,4	354,4	15,1	»	2344,1
6174	8,9	17,8	1,1	2,2	34,6	69,2	5,4	10,8	Нет	--	50,0	150,1	10,4	251,2	17,4	872,1	60,6	165,7	11,5	Сл.	1439,1

Содержание и распределение аминокислот в окисленных и восстановленных осадках

№ станции	Горизонт, см	Основные		Кислые		Нейтральные		Ароматические		Серусодержащие		Σ	
		мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%
6163	2—10	199,5	13,24	80,7	5,35	1019,0	67,61	167,6	11,10	40,4	2,68	1507,2	100
	60—80	144,8	14,66	37,5	3,80	668,7	67,68	100,4	10,16	36,6	3,71	988,0	100
	260—295	48,4	16,45	12,6	4,28	196,0	66,60	34,2	11,62	3,10	1,05	294,3	100
6174	610—640	75,7	16,15	16,2	3,45	323,0	68,88	49,3	10,51	4,6	0,98	468,8	100
	0—10	8,9	17,80	1,1	2,20	34,6	69,2	5,4	10,80	Сл.		50,0	100
	90—100	8,4	18,22	3,0	6,51	21,7	47,07	4,5	9,76	9,5	20,61	46,1	100
	330—350	8,1	18,75	5,2	12,04	21,6	50,00	3,6	8,33	4,7	10,88	43,2	100
	510—535	6,5	19,82	2,5	7,62	20,4	62,19	2,2	6,71	1,2	3,66	32,8	100

происходит накопление не только аммонийного азота и органического углерода, но и органического азота, указывающее на интенсивное преобразование органического вещества океанических осадков в восстановительных условиях. Накопление  $C_{орг}$  в грунтовых растворах в исследованных восстановленных осадках происходит весьма интенсивно, и в нижних горизонтах ст. № 6163 его содержание достигает 120 мг/л. Это выше того, что было получено в Черном море, и приближается к содержанию  $C_{орг}$  в водах нефтегазоносных областей<sup>(8)</sup>. Несмотря на то, что содержание  $N_{орг}$  грунтовых растворов также возрастает сверху вниз по колонке от 2,55 до 12,9 мг/л, отношение  $C_{орг}/N_{орг}$  увеличивается за счет более быстрого накопления органического углерода. Иначе говоря, грунтовые растворы восстановленных океанических осадков обогащаются углеродсодержа-

Таблица 4

Распределение  $C_{орг}$ ,  $N_{орг}$  по вертикали колонок осадков северо-западной части Тихого океана

№ станции; глубина, м	Горизонт, см	Характеристика осадков	Твердая фаза, %				Жидкая фаза, мг/л		
			$C_{орг}$	$N_{орг}$	$\frac{Ca}{C_{орг}}$	$\frac{Na}{N_{орг}}$	$C_{орг}$	$N_{орг}$	$NH_4-N$
6163; 7430	2—10	Ил глинистый, зеленовато-серый, однородный	1,50	0,180	4,6	12,2	11,4	2,55	2,73
	60—80	Ил глинистый, зеленовато-серый с примазками гидротроилита	1,60	0,205	2,8	7,0	38,8	5,40	6,15
	260—295	Ил зеленовато-серый, глинистый со значительными примазками гидротроилита	—	0,097	—	4,4	89,3	9,81	25,36
	610—640	Ил зеленовато-серый, глинистый, с гидротроилитом	1,27	0,164	1,7	4,2	120,0	12,0	45,46
6174; 5915	0—10	Ил глинистый, шоколадно-коричневый	0,32	0,060	0,7	1,2	4,58	0,88	2,18
	90—100	Ил шоколадно-коричневый, глинистый, очень тонкий	0,08	0,046	2,7	1,5	9,00	1,28	5,47
	330—350	То же	0,06	0,037	3,3	1,7	6,7	1,11	1,04
	510—535	» »	0,05	0,042	3,0	1,1	—	0,90	2,88
	600—630	» »	—	0,038	—	—	6,0	0,85	4,10

щими соединениями, так же как и грунтовые растворы осадков Черного и Азовского морей (<sup>7</sup>). В колонке, сложенной окисленными осадками, в грунтовых растворах мы находим низкие концентрации аммонийного азота,  $C_{орг}$  и  $N_{орг}$ , и, в противоположность восстановленным осадкам, закономерности в распределении их по вертикали не наблюдается. Таким образом, данные по распределению  $C_{орг}$  и  $N_{орг}$  в грунтовых растворах, полученные из длинных океанических колонок, подтвердили различие в распределении  $C_{орг}$  и  $N_{орг}$  по вертикали окисленных и восстановленных осадков, что было отмечено в наших прежних работах (<sup>7</sup>, <sup>9</sup>).

Различие в интенсивности преобразования органического вещества осадков отчетливо проявляется также и в распределении аминокислот по длине колонок (табл. 3). В колонке, сложенной восстановленными осадками, происходит значительное и закономерное уменьшение концентраций аминокислот от 1507 мкг на 1 г осадка в верхнем горизонте (0—10 см) до 469 мкг в нижнем (610—640 см). В колонке, сложенной окисленными осадками, уменьшение концентрации аминокислот к нижним горизонтам очень незначительно, от 50 мкг (горизонт 0—10 см) до 33 мкг/г (горизонт 510—535 см).

Одним из показателей степени метаморфизации органического вещества является отношение азота аминокислот к органическому азоту (табл. 4). Доля азота аминокислотного от  $N_{орг}$  в осадках верхнего слоя составляет в среднем 8,6% (для восстановленных 10,5%, для окисленных 3,7%), тогда как в грунтовых растворах этих же осадков — в среднем 19,1%. В колонке, сложенной восстановленными осадками, данное отношение в среднем составляет 7,0%, в колонке, сложенной окисленными осадками, 1,4%; при этом в восстановленных осадках по мере минерализации органического вещества (сверху вниз по колонке) указанное отношение уменьшается от 12,2 до 4,2%. В окисленных осадках оно остается практически одинаковым по всей толще осадков.

Поступило  
6 I 1973

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Н. Д. Старикова, О. Г. Яблокова, Тр. Инст. океанол., 1965. <sup>2</sup> Н. Д. Старикова, Л. И. Коржикова, Океанология, т. 12, в. 6 (1972). <sup>3</sup> С. В. Люцарев, Методы рыбохозяйственных химико-океанографических исследований, ч. 2, М., 1968. <sup>4</sup> Н. Д. Старикова, Л. И. Коржикова, В сборн. Химия морей и океанов, «Наука», М. (1973). <sup>5</sup> Н. Д. Старикова, Л. И. Коржикова, Геохимия, № 2 (1972). <sup>6</sup> Н. Д. Старикова, О. Г. Яблокова, Океанология, т. 13, в. 6 (1973). <sup>7</sup> Н. Д. Старикова, Океанология, т. 10, в. 6 (1970). <sup>8</sup> В. М. Швец, ДАН, т. 201, 2 (1971). <sup>9</sup> Н. Д. Старикова, Тр. Инст. океанологии, т. 50 (1961).