

IV. ГЕОХИМИЯ МОРСКИХ ОСАДКОВ

551.464.38:551.352(262.83.+262.5)

БИОГЕОХИМИЯ СОВРЕМЕННЫХ МОРСКИХ ОСАДКОВ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Т. И. Горшкова

Изучение осадков морей и океанов является одним из важнейших разделов океанологических исследований. Донные отложения с достаточной точностью отражают различные процессы, происходящие в морских водоемах.

Чтобы понять всю сложность взаимосвязи различных явлений в водоеме, необходимо всестороннее и полное изучение современных отложений в самой тесной и неразрывной связи со всеми другими океанографическими и биологическими исследованиями данного бассейна (Самойлов, 1923).

В настоящей работе мы остановимся на компонентах химического состава осадков, тесно связанных с жизнью и продуктивностью водоемов, в первую очередь на органическом веществе и марганце. Предметом наших исследований явились осадки некоторых морей СССР и соседних с ними бассейнов.

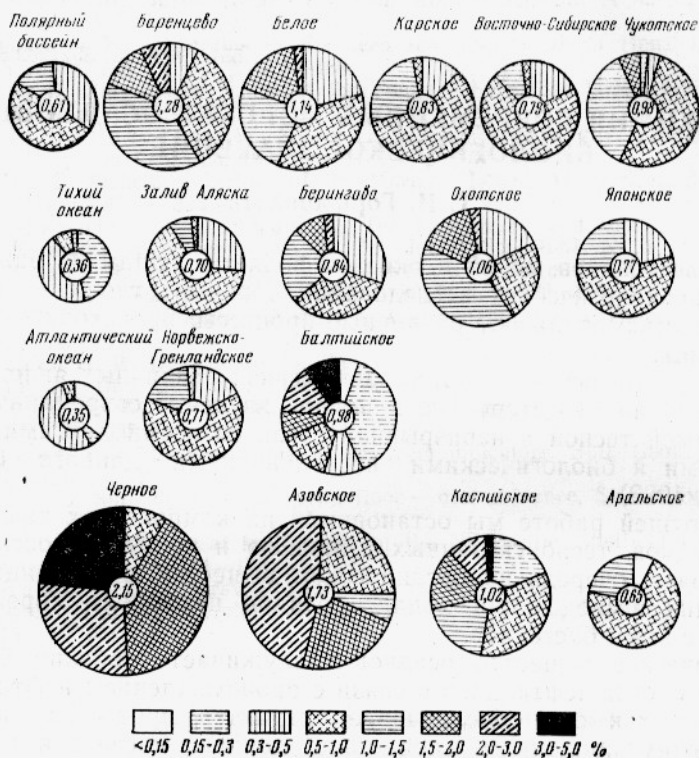
Органическое вещество осадков заслуживает особенно большого внимания геологов-нефтяников в связи с происхождением нефти и океанологов, так как оно обуславливает характер процессов диагенеза, газовый режим придонного слоя, пищу донного населения и служит одним из источников, обогащающих водную среду биогенными элементами.

В связи с указанным определяли количество и качественный состав органического вещества осадков, а также биогенные элементы грунтовых растворов и придонной воды. Количество органического вещества устанавливали по органическому углероду методом мокрого сжигания на приборе Кюпа. На основании наших и литературных данных составлен атлас карт содержания органического углерода в верхнем слое осадков морей СССР и прилегающих к ним бассейнов. Среднее количество органического углерода (в %), вычисленное нами для верхнего слоя (5 см) осадков каждого водоема, и площади, в осадках которых содержится то или иное количество его, указаны в табл. 1 и на рисунке, откуда видно, что содержание углерода колеблется от 0,65% в Аральском море до 2,15% в Черном, а в глубоководных осадках — от 0,61 до 0,70%.

В осадках большинства морей содержание углерода колеблется от 0,1 до 3% и только в Черном, Балтийском и Каспийском морях оно достигает 6%. Для выяснения причин, определяющих такое различие в содержании углерода, остановимся прежде всего на осадках Азовского и Балтийского морей, резко различающихся по продуктивности (Дацко, 1959; Максимова, 1973), климатическим и другим условиям окружающей среды.

Азовское море расположено в степной зоне. Оно очень мелководно. В летний период вся толща воды прогревается до 23°С. Изучение органического вещества проведено во время экспедиции ВНИРО 1950—1953 гг., организованной для выяснения вопроса о влиянии зарегулирования стока рек Дона и Кубани на биологическую продуктивность Азовского моря (Горшкова, 1961).

При исследовании осадков проводили механический анализ, определяли $S_{орг}$, общий азот и фосфор, а также выполняли микроскопиче-



Среднее содержание органического углерода в верхнем слое осадков морей СССР и океанов и площади с различным содержанием органического углерода (в %).

ский анализ фракции с удельным весом < 2,3. Для определения качественного состава органического вещества пользовались кислотным гидролизом, при котором органическое вещество расщепляется аналогично тому, как это происходит при деятельности ферментов. Углерод, азот и фосфор определяли в первом гидролизате (5% H_2SO_4), во втором гидролизате (80% H_2SO_4) и в остатке после гидролиза.

Помимо осадков, анализировали взвеси Дона, Кубани, Таганрогского залива, Азовского моря и изучали фитопланктон, грунтовые растворы в разные годы и сезоны.

Для выяснения скорости распада органического вещества проводили экспериментальные исследования осадков Азовского моря, фитопланктона и взвесей кутовой части Таганрогского залива.

Проведенные исследования показали следующее.

Содержание $S_{орг}$ колеблется от 0,6 до 2,96% и находится в прямой зависимости от механического состава осадков.

При кислотном гидролизе количество легкоподвижного углерода в фитопланктоне и коллоидной взвеси гораздо больше, чем в осадках Азовского моря и взвесах, осевших без коагуляции.

Таблица 1

Среднее количество $C_{орг}$ (в %) в верхнем слое осадков морей СССР и площади с различным содержанием $C_{орг}$ (в % к общей площади моря)

Моря	Среднее значение $C_{орг}$	Площади с содержанием $C_{орг}$					Автор карт $C_{орг}$
		<0,5	0,5—1,0	1,0—2,0	2,0—3,0	>3,0	
Черное	2,15	—	8,14	40,98	27,98	22,9	Глаголева, 1961
Азовское	1,73	—	25,08	28,46	46,74	—	Горшкова, 1961
Баренцево	1,28	7,12	34,33	50,69	7,86	—	Горшкова, 1957 б
Белое	1,14	20,30	35,54	42,16	2,00	—	Горшкова, 1957 а
Охотское	1,06	19,94	16,74	62,30	0,99	—	Безруков, 1955
Каспийское	1,02	1,78	34,05	35,20	11,22	1,75	Горшкова, 1959
Балтийское	1,05	56,70	12,28	7,83	11,75	10,34	Горшкова, 1972
Чукотское	0,98	4,55	52,66	42,39	—	—	Горшкова, 1972
Берингово	0,84	31,80	33,14	34,13	0,98	—	Гершанович, 1965
Карское	0,83	12,08	59,98	27,94	—	—	Горшкова, 1957 в
Восточно-Сибирское	0,79	17,52	69,96	12,52	—	—	Горшкова, 1957 в
Японское	0,77	21,08	53,96	24,96	—	—	Гершанович, 1956; Niino, Emery, 1969
Аральское	0,65	6,86	70,55	22,59	—	—	Бродская, 1952
Норвежско-Гренландское	0,71	16,30	64,45	19,25	—	—	Горшкова, 1972
Залив Аляска	0,70	26,66	65,00	8,34	—	—	Гершанович, 1965
Арктический бассейн	0,61	35,33	49,65	15,02	—	—	Белов, Лапина, 1961

При экспериментальных исследованиях биогенные элементы (N, Si и P) из взвесей Таганрогского залива и осадков Азовского моря переходят в раствор в заметных количествах только через 80 дней, в то время как фитопланктон бурно разлагается с первого дня, а через 5 дней больше половины азота переходит в раствор.

Следовательно, благодаря теплым климатическим условиям, малой глубине и частому взмучиванию в Азовском море происходит быстрый распад фитопланктона, в силу чего минерализация биогенных элементов в течение одного года, по подсчетам М. В. Федосова (1960), равна 8, в то время как в Баренцевом море она равна только 3.

Таким образом, быстрый распад отмершего планктона определяет высокую продуктивность Азовского моря и захоронение в осадках только более стойкого органического вещества, несмотря на большую скорость осадкообразования.

Балтийское море расположено в гумидной зоне, в него впадает большое количество рек, несущих много терригенного органического вещества в виде гуминовых веществ. Наряду с широким мелководьем, покрытым грубозернистыми осадками, обедненными органическим веществом, оно имеет впадины с глубинами до 490 м и осадки, обогащенные органическим веществом. Отличительной особенностью Балтийского моря является наличие опресненных вод в верхних слоях и соленых придонных вод, поступающих из Северного моря (Черновская и др., 1965).

Как видно из рисунка, содержание $C_{орг}$ в осадках верхнего слоя колеблется от 0,15 до 6%, составая в среднем 1,05%.

Так же как и для осадков Азовского моря, помимо $C_{орг}$, было определено общее количество азота и фосфора и сделан микроскопический анализ фракции плотностью <2,3, который показал наличие большого количества растительных остатков (Горшкова, 1972). В связи с этим для установления качественного состава, помимо проведения кислотного гидролиза, определяли растительные пигменты (по методу Годнева и на спектрофотометре СФ-10), гуминовые и битуминозные вещества. Было выяснено, что содержание хлорофилла колеблется от 0 до 21,5, а каро-

тиноидов от 0,1 до 43 мг на 100 г осадка, причем главная масса их концентрируется в осадках нижней части склонов. Наибольшее количество каротиноидов встречается в осадках северной части моря, так как здесь имеются большие заросли агароносов, богатых каротиноидами.

Гуминовые вещества в Балтийском море имеют различное происхождение: часть их приносится реками, часть связана с выходами на дне моря древних торфяников, часть образуется за счет отмершего планктона и подводной растительности.

Гуминовые вещества определяли в щелочной вытяжке (2% КОН) колориметрическим методом. Общее количество гуминовых веществ находится в прямой зависимости от общего содержания органического вещества в осадках, а гуминовый коэффициент (процент гуминовых веществ от общего органического вещества) — от качественного состава органического вещества осадка.

Наибольший гуминовый коэффициент характерен для осадков юго-восточной части, где происходит размыв и переотложение торфяников, залегающих на дне моря, северной и юго-западной частей, где наблюдается скопление отмершей растительности.

Результаты кислотного гидролиза осадков Азовского и Балтийского морей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Среднее содержание С, N и P кислотного гидролиза, % от общего содержания их в осадках

Показатели	С	N	P
Азовское море			
Содержание H_2SO_4 в гидролизате			
5%	34,0	35,3	46,0
80%	21,0	30,7	9,0
Остаток после гидролиза	45,0	34,0	45,0
Балтийское море			
Содержание H_2SO_4 в гидролизате			
5%	26,0	32,0	62,0
80%	13,0	17,0	
Остаток после гидролиза	61,0	51,0	38,0

Из табл. 2 видно, что углерод и азот легкоподвижной части осадков Азовского моря быстрее переходит в первый и второй гидролизат, чем из осадков Балтийского моря, и, наоборот, осадки Балтийского моря отдают в первый и второй гидролизаты больше фосфора, чем осадки Азовского моря. Аналогичная картина получается и при анализе грунтовых растворов.

Объясняется это тем, что органическое вещество осадков Азовского моря содержит больше белковых веществ, чем органическое вещество осадков Балтийского моря. Содержание фосфатов, наоборот, больше в Балтийском море, так как во впадинах Балтийского моря в придонном слое в большинстве случаев наблюдается пониженное содержание кислорода, а иногда присутствует сероводород, что обуславливает восстановительные условия, способствующие переходу фосфатов в грунтовый раствор и придонную воду и выпадению железа в осадок в виде сульфидов.

Следовательно, обилие органического вещества в осадках глубоководных впадин Балтийского моря играет двоякую роль: с одной стороны, способствует созданию неблагоприятного для жизни животных газового режима придонного слоя, а с другой — усиливает восстановитель-

ные условия, ускоряющие переход фосфатов из грунта в грунтовый раствор и придонную воду. Благодаря течению из Северного моря и вертикальному перемешиванию фосфаты постепенно выносятся в верхние слои (фотическую зону) и, таким образом, водная толща обогащается биогенными элементами, обеспечивающими первичную продукцию водоема.

Черное море, как видно из табл. 1, по среднему содержанию $S_{орг}$ занимает первое место. Главной причиной такого накопления органического вещества является то, что большая часть площади моря (до 70%) с глубинами до 2240 м покрыта тонкодисперсными осадками, обогащенными органическим углеродом (от 2,0 до 5,0%). Кроме того, восстановительные условия всей толщи воды ниже 200 м способствуют медленному распаду отмершего планктона и захоронению его в донных отложениях.

Каспийское море по своим физико-географическим условиям можно разбить на две части: Северный Каспий представляет собой мелководный, хорошо аэрируемый, очень продуктивный водоем, донные отложения которого представлены в основном грубозернистыми осадками; в Среднем и Южном Каспии с глубинами до 770 и 1000 м преобладают тонкодисперсные осадки. Часть органогенного детрита вместе с тонкозернистыми частицами из Северного Каспия переносится в Средний и Южный Каспий и там осаждается. Поэтому средний процент $S_{орг}$ для осадков Северного Каспия 0,63, а в Среднем и Южном Каспии колеблется от 0,25 на мелководьях до 3,5% во впадинах, в среднем составляя 1,16%, а для всего Каспийского моря — 1,02%.

Высокая продуктивность Северного Каспия определяется значительным речным стоком, особенно Волги, составляющим около 75% от общего стока в Каспийское море, обуславливающим пышное развитие фитопланктона. Благодаря малым глубинам и жестким грунтам органогенный детрит концентрируется у дна в виде тонкой поверхностной пленки и обеспечивает пищей донное население (Яблонская, 1969). Как правило, наибольшее содержание $S_{орг}$ находится во взвесах, меньше — в поверхностной пленке и самое меньшее — в осадках, так как ветровая деятельность и высокая температура в летний период способствуют распаду органического вещества взвесей и пленки еще в толще воды и включению их в круговорот веществ, что также повышает продуктивность Северного Каспия.

Источники накопления органического вещества в осадках Среднего и Южного Каспия — главным образом детрит планктонного происхождения, поэтому отношение C/N в большинстве этих осадков составляет около 6. Наибольшее содержание взвеси в Среднем и Южном Каспии (до 30 мг/л) наблюдается вдоль западных берегов, постепенно уменьшается к югу и на восток. Вдоль восточных берегов количество взвеси периодически увеличивается в результате цветения фитопланктона, что связано с подъемом глубинных вод. Главная масса органического вещества в Среднем и Южном Каспии накапливается в тонкодисперсных осадках глубоководных впадин за счет автохтонного детрита и наличия круговых течений. По качественному составу (морфологический состав, химические показатели, изученные методом кислотного гидролиза) органического вещества осадки Каспийского моря имеют большое сходство с осадками Азовского моря (Горшкова, 1951).

Баренцево море является самым продуктивным из всех северных морей Советского Союза, а его осадки — наиболее обогащенными органическим веществом (Горшкова, 1957б): содержание $S_{орг}$ колеблется от 0,15 до 3,12%, а среднее для всего моря составляет 1,28%. По содержанию $S_{орг}$ Баренцево море занимает третье место после Черного и Азовского морей.

Причиной высокого содержания органического вещества служит влияние теплых атлантических вод, поступающих в Баренцево море из Норвежского моря и Полярного бассейна. Наибольшая биомасса бентоса и планктона и наиболее высокое содержание органических веществ (до 3,12% $C_{орг}$) отмечено в центральной части моря, для которой характерны явления полярного фронта, способствующие подъему глубинных вод, обогащенных биогенными элементами.

Наименее продуктивна северная часть моря, где залегают коричневые осадки и железо-марганцевые конкреции. Биомасса бентоса снижается здесь в десятки раз в силу более сурового климата и неблагоприятных газовых условий придонного слоя в результате наличия свободной углекислоты. Количество органического вещества в коричневых осадках уменьшается здесь по сравнению с центральной частью моря примерно в 2 раза, так как в суровых условиях северной части Баренцева моря отмерший планктон не успевает разложиться в толще воды и опускается на дно, где и захороняется в осадках. Благодаря богатому развитию бактерий, участвующих в окислении железа и марганца, также повышается содержание органического вещества в осадках.

В осадках **Белого моря** среднее содержание органического вещества ниже, чем в Баренцевом море (1,14% $C_{орг}$), так как оно отличается более континентальным климатом, определяющим короткие периоды вегетации фитопланктона. Кроме того, наличие коричневых осадков, обогащенных железом и марганцем, так же как в северной части Баренцева моря, создает неблагоприятные условия для жизни донной фауны, особенно моллюсков.

Карское море, как и Белое — полужамкнутый водоем, сообщающийся на северо-западе с Баренцевым морем, а на севере — с Арктическим бассейном, из которого через жёлоб Св. Анны в него поступают теплые атлантические воды (Горшкова, 1957в). Рельеф дна Карского моря очень неровный: вдоль Новой Земли проходит жёлоб с глубинами больше 300 м, а вдоль п-ва Ямал и к северу от него (выше 81° с. ш.) находится мелководье с многочисленными островами. Речной сток в Карское море очень большой, поэтому все глубоководные участки моря покрыты коричневыми тонкозернистыми осадками, содержащими до 1,5% марганца, а мелководья — грубозернистыми осадками зеленовато-серого цвета.

Благодаря коричневым осадкам (Горшкова, 1960), большим глубинам и суровому климату биомасса бентоса в глубоководных участках моря очень бедна (около 3 г/м²), причем преобладают в нем иглокожие и песчаные корненожки. На зеленовато-серых осадках вокруг п-ва Ямал биомасса колеблется от 100 до 300 г/м², а на северном мелководье от 10 до 25 г/м². Фауна разнообразная, преобладают моллюски. Периоды вегетации планктона очень короткие.

Среднее содержание $C_{орг}$ в верхнем слое осадков 0,83% (см. табл. 1), так как осадки, содержащие <0,5 и 0,5—1,0% $C_{орг}$ занимают 72% площади моря, 1,0—1,5% — 26,8%, а 1,5—2,0% — 1,76%. Гуминовый коэффициент, по данным наших исследований, составляет в осадках от 33 до 60%.

В морях, широко открытых в сторону Арктического бассейна, — **Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском** органический углерод в осадках колеблется от десятых долей процента до 2%, составляя в среднем 0,79—0,98% (на большей части дна осадки содержат $C_{орг}$ от 0,5 до 1,0%). Указанные моря хорошо аэрируются во всей толще воды и содержат малое количество марганца в осадках, в силу чего здесь развита разнообразная донная фауна, но большая ледовитость обуславливает короткий период вегетации фитопланктона.

В дальневосточных морях органическое вещество наиболее изучено

в осадках **Берингова моря** (Бордовский, 1964; Гершанович, 1965; Лисицын, 1966). В среднем в осадках этого моря содержится $C_{орг}$ всего 0,84%, так как его глубоководная часть и грубозернистые осадки мелководий с содержанием $C_{орг}$ от 0,3 до 1,0% занимают 65% всей площади моря. Обеднение глубоководных осадков органическим веществом объясняется в значительной степени растворением отмершего планктона еще в толще воды. Более обогащенные органическим веществом (2% $C_{орг}$) осадки нижней части материкового склона занимают всего лишь около 1% от всей площади моря. Для выяснения качественного состава органического вещества определяли общий азот, гуминовые вещества, растительные пигменты и легкогидролизуемые вещества, которые показали, что накопление органического вещества в осадках прибрежных зон моря обусловлено планктонным детритом и остатками фито- и зообентоса, а в глубоководной — диатомовым планктоном.

Самым продуктивным из дальневосточных морей является **Охотское море**, содержание органического вещества в осадках которого колеблется от 0,3 до 2,25% $C_{орг}$ (Безруков, 1960), а в среднем для всего моря составляет 1,06%. Одной из причин такого обогащения является речной сток, так как отношение водосборной площади к зеркалу моря для этого моря составляет 1,67, в то время как в Беринговом море — 0,67, а в Японском — 0,35. В связи с этим биомасса бентоса в шельфовой зоне моря под влиянием речного стока, особенно р. Амур, очень высока. Наибольшее количество $C_{орг}$ (1,5—2,5%) отмечено в нижней части материкового склона (Лисицын, 1966). Об источниках накопления органического вещества в осадках свидетельствует отношение C/N, которое в мелководных участках моря колеблется от 9 до 11,8 (за счет обогащения растительным детритом), а в глубоководной части моря составляет около 7 благодаря обогащению этих осадков главным образом планктонным детритом.

Самое малое количество органического вещества найдено в осадках **Аральского моря** — от 0,07 до 2% $C_{орг}$ (Бродская, 1952), в среднем 0,65%. Причиной этого, видимо, является то, что Аральское море расположено в засушливой зоне, поэтому впадающие в него реки приносят мало биогенных элементов, что обуславливает слабое развитие фитопланктона по всему морю. Наибольшее количество органического вещества содержится в тонкозернистых осадках наиболее глубоководных участков центральной части Аральского моря и вдоль его западного берега, куда сносятся измельченные остатки макрофитов, биомасса которых гораздо больше, чем зообентоса.

Непосредственно примыкающими к морям Советского Союза являются на востоке залив Аляска, на западе Норвежско-Гренландский бассейн, а на севере Арктический бассейн.

Среднее содержание $C_{орг}$ в осадках **залива Аляска** составляет 0,7%, так как в северной части залива залегают ледниково-морские отложения, бедные органическим веществом, а в глубоководной части осажается планктонный детрит, частично уже разложившийся. Несколько повышенное накопление органического вещества в осадках материкового склона обусловлено как автохтонным, так и аллохтонным детритом.

В Норвежско-Гренландском бассейне среднее содержание $C_{орг}$ в осадках такое же, как и в осадках залива Аляска. Это обусловлено суровым климатом, особенно в северной и западной частях бассейна. На юге и востоке, где проходит теплое атлантическое течение, в осадках отмечено много карбонатных фораминифер, снижающих процентное содержание органического вещества.

В Арктическом бассейне среднее содержание $C_{орг}$, равное 0,6%, обусловлено суровым климатом, определяющим короткие периоды вегетации планктона (Белов, Лапина, 1961).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследования донных отложений различных по своему режиму бассейнов позволяют считать, что основными факторами, определяющими тот или иной химический состав подвижной части современных осадков, являются климат и окислительно-восстановительные условия придонного слоя. Влияние климата проявляется, с одной стороны, в температурном режиме моря, с которым связано развитие организмов, накопление и скорость распада органогенного детрита или способствует этим процессам, а они, в конечном итоге, определяют продуктивность водоемов; с другой — это влияние проявляется в количественном и качественном составе речного стока.

Наиболее ярко влияние температуры сказывается в Азовском море, где летом температура всей толщи воды достигает 23°C . Большая часть отмершего планктона вследствие этого быстро минерализуется в толще воды, а в грунте захороняется только незначительная, более стойкая его часть.

В северных (Белое и Баренцево) и дальневосточных морях (Охотское и шельфовая часть Берингова) вследствие холодного климата значительная часть отмершего планктона доходит до дна и захороняется в грунте. В связи с этим максимальное содержание органического вещества в осадках Белого, Баренцева, Охотского и Берингова морей лишь немногим ниже, чем в таком высокопродуктивном водоеме, как Азовское море.

2. В северных морях Советского Союза, расположенных в гумидной зоне, влияние климата проявляется в обильном речном стоке, приносящем большое количество терригенных растворенных и взвешенных органических веществ — гуминовых кислот и их комплексных соединений в виде гуматов железа, марганца и фосфора.

3. Дальнейшая судьба внесенных в море с речным стоком химических элементов и захоронение их в осадках зависят от физических, химических и биологических факторов самого водоема, воздействие которых существенно осложняет определяющее влияние климатической зональности на биогеохимию современных осадков морей СССР.

Большая глубина таких хорошо аэрируемых водоемов, как южная часть Берингова моря, Норвежско-Гренландский бассейн, залив Аляска и все океаны, обуславливает распад большей части органического детрита еще в толще воды, поэтому содержание органического вещества в глубоководных осадках этих водоемов наименьшее.

4. Плохая аэрация придонного слоя, проявляющаяся в уменьшении кислорода или полном его отсутствии, а иногда и присутствии сероводорода, является одним из факторов, способствующих увеличению накопления органического вещества в донных отложениях.

5. Многочисленные и разнообразные исследования осадков различных морей, проведенные в тесном контакте с биологическими исследованиями, позволили выявить тесную связь между различными типами осадков и жизнью организмов. Из химических веществ, содержащихся в осадках и активно влияющих на жизнь водоема при определенных условиях окружающей среды, в первую очередь следует отметить органическое вещество и марганец.

При слабой аэрации придонного слоя большое количество органического вещества в донных отложениях усиливает в нем дефицит кислорода (в силу потребления на окисление органического вещества), в результате чего создаются неблагоприятные условия для жизни донных организмов и происходит обеднение или полное исчезновение донной фауны. Такие явления особенно часто наблюдаются в Балтийском море в период больших паводков.

При хорошей аэрации придонного слоя, но при наличии значительного количества железо-марганцевых конкреций и марганца в осадках, биомасса бентоса, как правило, значительно снижается, особенно моллюсков, имеющих карбонатный скелет. Преобладают на таких грунтах иглокожие, скелеты которых магнизиально-известковые со значительным содержанием органического вещества, а также ракообразные, имеющие хитиновые скелеты. Такая связь между составом грунта и жизнью организмов очень часто отчетливо видна в полужамкнутых водоемах, в которые приносится большое количество марганца. Физико-химические условия в придонном слое таких водоемов, по-видимому, наиболее благоприятны для развития микроорганизмов, которые ускоряют процесс окисления марганца и выделение свободной углекислоты, способствующей растворению карбонатных скелетов моллюсков.

Наиболее благоприятны для жизни донной фауны осадки хорошо аэрируемого придонного слоя, содержащие небольшое количество марганца (сотые доли процента и менее).

В настоящем сообщении мы остановились только на условиях формирования двух компонентов химического состава донных отложений, однако и они ясно показывают, в какой сложной зависимости находится накопление того или иного элемента от условий окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Безруков П. Л. Донные отложения Охотского моря. — «Труды ИОАН», 1960, т. 32, с. 15—95.

Белов Н. А., Лапина Н. Н. Донные отложения Арктического бассейна. — «Морской транспорт», 1961, с. 73—75.

Бордовский О. К. Накопление и преобразование органического вещества в морских осадках. М., «Недра», 1964. 128 с.

Бродская Н. Г. Донные отложения и процессы осадкообразования в Аральском море. — «Труды Института геологических наук. Серия геологическая», 1952, вып. 115, с. 1—103.

Глаголева М. А. К геохимии осадков Черного моря. — В кн.: Современные осадки морей и океанов. М., 1961, с. 448—476.

Гершанович Д. Е. Кремнекислота, карбонат кальция и органический углерод в глубоководных отложениях Японского моря. — «Труды ГОИН», 1956, вып. 31 (43), с. 72—80.

Гершанович Д. Е. Основные результаты морских геологических исследований в Беринговом море и заливе Аляска. — «Океанологические исследования», 1965, № 13, с. 189—198.

Гершанович Д. Е. Новые данные о накоплении органического вещества в современных осадках крайнего севера Тихого океана. — «Океанология», 1965, вып. 2, с. 298—303.

Гидрологический режим Балтийского моря. Л., Гидрометеиздат, 1965, 167 с.

Авт.: Е. Н. Черновская, Н. М. Пастухова, А. Г. Буйневич, М. Э. Кудрявцева, Э. А. Ауниньш.

Горшкова Т. И. Исследование детрита в воде и грунте северной части Каспийского моря. — В кн.: Вопросы минералогии и стратиграфии СССР. М., 1951, с. 568—582.

Горшкова Т. И. Органическое вещество и карбонаты в осадках Белого моря. — В кн.: Материалы по комплексному изучению Белого моря. М.—Л., 1957а, вып. 1, с. 472—488.

Горшкова Т. И. Органическое вещество и карбонаты в осадках Баренцева моря. — «Труды ПИПРО», 1957б, вып. X, с. 260—280.

Горшкова Т. И. Осадки Карского моря. — «Труды Всесоюзного гидробиологического общества», 1957в, т. VIII, с. 68—99.

Горшкова Т. И. Карбонаты и органическое вещество в осадках Среднего и Южного Каспия. — «Труды ВНИРО», 1959, т. 38, с. 142—151.

Горшкова Т. И. Донные отложения западной части Полярного бассейна. — В кн.: Советские рыбохозяйственные исследования в морях Европейского Севера. М., 1960, с. 111—127.

Горшкова Т. И. Донные осадки и грунтовые растворы Азовского моря. — В кн.: Современные осадки морей и океанов. М., 1961, с. 473—503.

Горшкова Т. И. Органическое вещество осадков Балтийского моря и его биологическое значение. — «Труды ВНИРО», 1972, т. 75, с. 191—219.

- Горшкова Т. И. Геохимия осадков Норвежско-Гренландского бассейна. — В кн.: Исследование по теоретической и прикладной химии моря. М., 1972, с. 111—121.
- Дацко В. Г. Органическое вещество в водах южных морей СССР. М., Изд-во АН СССР, 1959. 271 с.
- Лисицын А. П. Процессы современного осадкообразования в Беринговом море. М., «Наука», 1966. 574 с.
- Максимова М. П. Особенности баланса органического вещества в водах северных и южных внутренних морей Советского Союза. — «Труды ВНИРО». 1973, т. 80, с. 7—17.
- Самойлов Я. В. Очередные работы в области изучения осадочных пород. — «Труды Института прикладной минералогии и петрографии», 1923, вып. 3, с. 1—21.
- Федосов М. В. Условия формирования гидрологического режима и первичной продуктивности Баренцева моря. — В кн.: Вопросы промысловой продуктивности морей. М., Изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1960, с. 41—56.
- Яблонская Е. А. Водная взвесь как пищевой материал для организмов бентоса Каспийского моря. — «Труды ВНИРО», 1969, т. 65, с. 85—147.
- Niino H., Emery K. O., Chul Min Kim. Organic carbon in sediments of Japan Sea. Journal of Sedimentary Petrology, 1969, v. 39, N 4, p. 1390—1398.

Biogeochemistry of modern marine sediments and their biological significance

T. I. Gorshkova

SUMMARY

The content and qualitative composition of organic matter in sediments are considered as the main component associated closely with the life and productivity of water bodies. The mean content of organic carbon in the sediments investigated ranges from 0.65% in the Aral Sea to 2.15% in the Black Sea. To determine the qualitative composition an acid hydrolysis was made, vegetable pigments, humin and bituminous substances were assessed. The investigations show that accumulation of organic matter in sediments is a function of many values which characterize the sedimentation medium.