

А. КОВАЛЕВСКИЙ»

69-й РЕЙС НИС «АКАДЕМИК

«НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ-1975

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО
ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ
МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

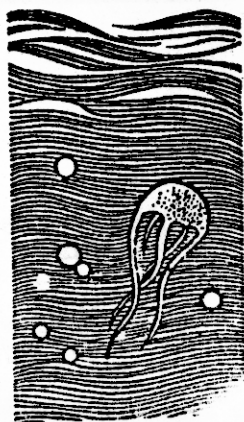
ПРОВ 98

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СРЕДИЗЕМНОМ И ЧЕРНОМ МОРЯХ

В НОЯБРЕ - ДЕКАБРЕ 1971г.

Институт
Биологии южных морей
ВНЕДРОИНСТИТУТА

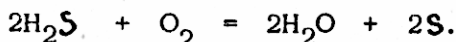
№ 25821



Опыт определения органической и минеральной составляющих взвешенного вещества Черного моря на различных глубинах, включая зону сероводорода

Число исследований, посвященных взвешенному веществу морской воды, с каждым годом растет. Вместе с тем мало что делается для изучения состава взвеси в водах, содержащих растворенный сероводород. В литературе отсутствуют данные о соотношении минеральных и органических соединений в такого рода взвесях. Причиной этому является то, что методика сбора проб взвешенного материала в основном разработана для хорошо вентилируемых водоемов, содержащих растворенный кислород.

Из воды, в которой отсутствует растворенный кислород и содержится значительно количество сероводорода, пробы взвешенного материала брать трудно, поскольку при извлечении такой воды из глубины на поверхность, сероводород вступает в контакт с воздухом и быстро окисляется его кислородом согласно уравнению.



Выделяющаяся в результате реакции нерастворенная сера образует "мутную воду" [1], являющуюся по существу также взвесью, которая *in situ* не существует. Эта взвесь при фильтровании оседает наряду с естественной взвесью, но, как правило, превосходя последнюю количественно, и маскирует осадок истинной взвеси. Поэтому определить ее содержание обычным весовым путем невозможно.

Черное море — самое крупное в мире по содержанию в нем растворенного сероводорода. На большей его акватории содержание сероводорода около 0,1 мг/л обнаруживается уже на глубине 150 м. С глубиной концентрация сероводорода увеличивается и на 500 м достигает 5–5,5 мг/л, а на 2000 м — более 8 мг/л.

При фильтровании черноморской воды с горизонтов 150–200 м, как правило, еще не наблюдается выпадение осадка серы, но в пробах с глубины 300 м он уже хорошо заметен, а при фильтровании 1 л воды с глубины 500 м сера плотным слоем забивает мембранный ультрафильтр диаметром 60 мм.

Чтобы избавиться от нежелательного образования элементарной серы и осаждения ее на фильтре, в работе [2] предложена мембранная фильтрация в атмосфере азота, что исключает доступ воздуха к пробе и тем самым предотвращает окисление сероводорода со всеми сопутствующими этому процессу последствиями.

В ноябре 1971 г. во время 69-го рейса нис "Академик А.Ковалевский" была предпринята первая попытка определения органической и минеральной составляющих взвешенного вещества воды Черного моря в его сероводородной зоне. С этой целью проведены две глубоководные станции: 3 и 4 ноября станция 1 (43°05' с.ш., 31°31' в.д.) над глубиной 2110 м и 5 ноября станция 2 (42°36' с.ш., 30°57' в.д.) над глубиной 2160 м. Пробы были взяты на различных горизонтах от поверхности до глубины 2000 м. Кроме того, 9 ноября проведена одна станция 8 (41°30' с.ш., 28°30,7' в.д.) над глубиной 1050 м. Пробы на этой станции были взяты в зоне фотосинтеза – от поверхности до горизонта 100 м.

С поверхности воду брали эмалированным ведром, а со всех остальных горизонтов – шестилитровым хлорвиниловым батометром. Каждую пробу пропускали через капроновое сито с ячейками 100–110 мк, переводили в полиэтиленовую канистру установки для ультрафильтрования, а затем фильтровали под давлением около 0,4 атм через мембранный ультрафильтр "сынпор" (диаметр фильтра 60 мм, размер пор 0,3–0,5 мк). Первичная обработка проб (перевод из батометра в канистру, фильтрование) с глубины 150 м и более проводилась в атмосфере азота.

Определение общего содержания взвешенного вещества, его органической и минеральной составляющих,

а также взвешенных карбонатов выполнены по методике, описанной в работах [3, 4]. Приведенные в таблице данные о суммарном содержании взвешенного вещества и его составе позволяют высказать следующее.

1. Взвешенное вещество в исследованном районе Черного моря распределено неравномерно: на станциях 1 и 2, расположенных на расстоянии всего около 40 миль друг от друга, на соответствующих горизонтах обнаружены значительные различия как в величинах содержания суммарного взвешенного вещества, так и в его составе. На ст. 1 минимальное содержание суммарного взвешенного вещества (0,20 мг/л) отмечено на глубине 150 м, максимальное (0,87 мг/л) – на глубине 1500 м. На ст. 2 минимальное содержание суммарной взвеси (0,12 мг/л) найдено на глубинах 1500 и 2000 м, максимальное (2,53 мг/л) – на глубине 500 м.

2. Вертикальное распределение суммарного взвешенного вещества на пути от поверхности ко дну в Черном море в ноябре 1971 г. отличалось от того, которое можно было бы ожидать, руководствуясь сложившимися к настоящему времени представлениями [5], согласно которым в районах больших глубин, при значительном удалении от берегов, взвешенное вещество, формируясь в поверхностном слое воды, достигает в фотической зоне максимальных своих концентраций, а затем, опускаясь постепенно в глубинные слои, подвергается воздействию ряда факторов (выедание, растворение, минерализация), вследствие чего концентрация взвеси до глубины 500 м быстро уменьшается, но в дальнейшем, при прохождении слоя от 500 м до дна, остается практически постоянной.

В рассматриваемом случае в зоне фотосинтеза на всех трех станциях (включая станцию 8) также вырисовываются четкие пики содержания суммарной взвеси, за которыми следует резкое понижение ее концентрации. Однако продолжается это понижение не до 500 м, а всего лишь до 150–200 м. Далее наблюдаются новые пики: на глубинах 200 и 1500 м (ст. 1)

Взвесь и ее составляющие в центральной части Черного моря

Номер станции, координаты, глубина места	Горизонт, м	Содержание взвеси, мг/л				Состав взвеси, %		
		суммарное	органическая часть	минеральная часть	карбонаты	органическая часть	минеральная часть	карбонаты
1. 43°05' с.ш. 31°31' в.д. 2110 м	0	0,25	0,13	0,12	0,03	50,82	49,18	10,77
	25	0,45	0,21	0,14	0,02	47,10	52,90	5,29
	40	0,56	0,38	0,18	0,02	67,58	32,42	2,80
	50	0,45	0,35	0,10	0,03	76,76	23,24	7,36
	100	0,23	0,16	0,07	0,04	68,48	31,52	16,10
	150	0,20	0,12	0,08	0,03	62,30	37,70	14,28
	200	0,83	0,76	0,06	0,06	87,92	12,08	7,00
	500	0,50	0,43	0,07	0,04	86,23	13,77	8,57
	1000	0,32	0,25	0,07	0,06	76,75	23,25	18,75
	1500	0,87	0,70	0,17	0,02	80,42	19,58	2,44
	2000	0,73	0,22	0,51	0,07	29,54	70,46	9,32
2. 42°36' с.ш. 30°57' в.д. 2160 м	0	0,36	0,26	0,10	0,07	72,22	28,00	18,18
	25	0,47	0,33	0,14	0,10	70,83	29,17	21,90
	40	0,41	0,28	0,13	0,03	67,10	32,90	7,99

Номер станций, координаты, глубина места, м	Горизонт, м	Содержание взвеси, мг/л				Состав взвеси, %		
		сум- марное	органи- ческая часть	мине- ральная часть	карбо- наты	органи- ческая часть	мине- ральная часть	карбо- наты
8. 41°30' с.ш. 29°30,7' в.д. 1050 м	50	0,36	0,29	0,07	0,05	80,98	19,02	13,83
	100	2,07	1,59	0,48	0,07	76,86	23,14	3,41
	200	0,78	0,11	0,67	0,10	26,49	73,51	13,05
	500	2,53	0,39	2,14	0,05	15,45	84,55	2,10
	1000	0,14	0,01	0,13	0,03	5,76	94,24	21,00
	1500	0,12	0,02	0,10	0,06	14,65	85,35	46,25
	2000	0,12	0,02	0,10	0,02	16,20	83,80	20,00
	0	0,29	0,15	0,14	0,04	52,06	47,94	13,50
	25	0,69	0,56	0,13	0,05	81,46	18,54	7,60
	50	0,31	0,16	0,15	0,06	50,81	49,19	13,33
	100	0,29	0,13	0,16	0,04	44,06	55,94	13,50

и 500 м (ст. 2). При этом на ст. 1 величины содержания суммарного взвешенного вещества на глубинах 1500 м (0,87 мг/л) и 2000 м (0,73 мг/л) превышают величину его максимального содержания в зоне фотосинтеза (0,56 мг/л) на глубине 40 м. На ст. 2 содержание суммарной взвеси, достигнув экстремально-го значения (2,53 мг/л) на глубине 500 м, к горизонту 1000 м резко сократилось (0,14 мг/л) и далее до дна оставалось на близком к этому уровню (0,12 мг/л).

3. На всех трех станциях в зоне фотосинтеза преобладающую часть взвеси составили органические соединения. Ниже зоны фотосинтеза на ст. 1 количественное преобладание органических соединений во взвеси сохраняется до глубины 1500 м включительно. Лишь на горизонте 2000 м на этой станции обнаружено больше минеральных веществ (70,46%), чем органических.

На ст. 2 соотношение минеральных и органических веществ во взвеси с глубиной изменялось иначе. Начиная с горизонта 200 м и глубже, во взвеси преобладали минеральные соединения (73,51–94,24%). Судя по черному цвету осадков на фильтрах и по черному окрашиванию остатка от прокаливания, можно предположить, что основную часть минеральной взвеси в данном случае составляли сульфиды металлов. По-видимому, ионы металлов, растворенных в воде, взаимодействуя с кислородом, образовали нерастворимые сульфиды, которые перешли во взвешенное состояние. Твердые частицы нерастворимых сульфидов металлов осели при фильтровании на мембранах ультрафильтров в виде черного осадка.

Как известно, сульфиды металлов при прокаливании в воздушной среде окисляются кислородом воздуха и превращаются в соответствующие окислы. Сульфиды и окислы черного цвета способны образовывать такие металлы, как железо, кобальт, никель, медь, марганец, молибден, ванадий, хром, рений и некоторые другие. Можно предположить, что среди перечисленных металлов нашлись такие, что послужили

материалом для образования минеральной взвеси, которую удалось изолировать из проб воды сероводородной зоны Черного моря на ст. 2.

4. Содержание взвешенных карбонатов на всех исследованных горизонтах в основном составляет сотые доли мг/л. На ст. 1 отмечена тенденция к некоторому увеличению содержания карбонатов с глубиной: 0,02–0,04 мг/л в зоне фотосинтеза и 0,02–0,07 мг/л сероводородной. На ст. 2 отмечено более высокое содержание карбонатов (0,02–0,10 мг/л), но закономерностей их распределения по вертикали на этой станции не обнаружено. Доля карбонатов в суммарной взвеси колебалась в пределах 2,80–46,25%. Наиболее высокие проценты карбонатов отмечены при минимальных величинах содержания взвеси, и, наоборот, при максимальных величинах содержания взвеси, включая случаи, когда преобладающую ее часть составляли минеральные соединения; процентное содержание карбонатов во взвеси было низким.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Добржанская М.А. Основные черты гидрохимического режима Черного моря. — Труды Севастопольск. биол. станций. 1960, т. 13, с. 325–376.
2. Тримонис Э.С., Шимкус К.М. Методика сбора морской взвеси в зараженных сероводородом водах. — Океанология, 1969, т. 9, № 5, с. 358–360.
3. Витюк Д.М., Чистенко В.М. Органическая и минеральная взвесь некоторых морей Средиземноморья. — Гидробиологич. журн., 1971, т. 7, № 4, с. 25–30.
4. Витюк Д.М. Определение органической и минеральной составляющих водной взвеси на ультрафильтрах. — Гидробиологич. журн., 1970, т. 6, № 5, с. 111–116.
5. Wangersky P.J. The organic chemistry of sea water. — Amer. Sci., 1965, t. 53, № 3, p. 358–374.