

ГИДРОБИОЛОГИЯ

Б. А. СКОПИНЦЕВ

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В МОРСКОЙ ВОДЕ И ПЕНЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ (ОКТЯБРЬ—ДЕКАБРЬ 1936 г.)

(Представлено академиком С. А. Зерновым 29 I 1938)

Настоящая работа представляет собой продолжение предыдущих наших исследований, проведенных в Баренцовом и Карском морях в 1932—1933 г. (1, 2). И в этой работе мы пользовались в основном методом определения «окисляемости» в нейтральной, а также и в щелочной среде с иодометрическим концом (3). Кроме того в некоторых пунктах также определялось количество кислорода, идущее на биохимические процессы при инкубации воды в определенный срок (биохимическое потребление кислорода—БПК). Объектом наблюдения в этой работе была также и пена. В опубликованных работах по Каспию данные по окисляемости воды приведены лишь А. Лебединцевым (4), который нашел, что окисляемость последней колеблется от 2.9 до 8.6 мг O₂.

1. Морская вода. А. Окисляемость

Работа проводилась в трех отдельных районах: а) Красноводский залив—прибрежный район, б) открытое море и в) Карабугазский залив.

Рассматривая полученные данные (табл. 1) для Красноводского залива и Каспийского моря, видим:

1) Окисляемость поверхностных слоев воды увеличивается в прибрежной зоне, что является вполне естественным: именно в этой зоне имеет место значительное развитие прикрепленных организмов; кроме того здесь сказывается загрязнение от береговых поселений и (в небольшой степени) материковый сток.

2) Распределение величин окисляемости по отдельным горизонтам в открытом море указывает на уменьшение окисляемости с глубиной, причем наибольшее снижение имеет место между 25 и 50 м, т. е. на нижней границе фотосинтетического слоя (рН на 25 м=8.53 и 8.50 и на 50 м рН=8.12 и 8.20). Такой ход окисляемости хорошо согласуется с распределением планктического населения в толще морской воды.

3) Придонные пробы воды (ст. № 39—42) имеют большую величину окисляемости: здесь сказывается обычное для небольших глубин накопление органического вещества на дне.

4) Для отделения растворенного органического вещества от взвешенного применялась фильтрация через газ № 25, фильтрация через мембранный фильтр (4) и обработка воды раствором Al₂(SO₄)₃ [образуется осадок Al(OH)₃]. Исследования показали, что окисляемость воды составляла после применения первого приема разделения 90%, после второго 83% и после третьего 76—83% от исходной величины. Это говорит о том, что

Результаты определения окисляемости морской воды в мг O₂ в 1 л*

№ станции и дата	Глубина станции в м	Глубина взятия пробы в м	°С	S ⁰ / ₁₀₀	Окисляемость			Дополнение (расстояние в милях — м.)
					Щелочная среда	Нейтральная среда	В % от щелочн.	
18 25 X	0.7	0.35	15.5	14.94	7.06	3.88	55	{ Саймонова бухта в 10 метрах от берега
24 11 XI	1.5	0.3	11.7	14.49	—	2.21	—	{ Бухта Муравьева с мостков в го- роде
37 22 XI	1.5	1.0	12.2	14.40	3.57	2.18	61	
39 23 XI	6.5	0	12.5	—	3.33	1.86	56	{ В 5 м. на юг от Уфры
39 23 XI	6.5	6.0	12.5	14.06	3.36	1.98	59	
40 26 XI	6.5	0.5	12.7	13.82	—	1.79	—	{ Вблизи оконечности Краснодарской косы
40 26 XI	6.5	6.0	12.4	13.95	—	1.91	—	
а) Краснодарский залив								
б) Открытое море								
42 26 XI	25	1	16.2	13.04	3.00	1.64	55	{ В 12 м. на запад от южной части Красноводской косы
42 26 XI	25	24	14.7	13.78	3.16	1.79	57	
42 26 XI	25	1	—	—	—	1.36	—	{ Та же вода, но обработанная с Al ₂ (SO ₄) ₃
42 26 XI	25	24	—	—	—	1.36	—	
43 2 XII	450	0	17.5	13.02	—	1.72	—	{ В 75 м. на запад от южной косы о-на Челекен
43 2 XII	450	25	13.74	12.92	2.77	1.60	57	
43 2 XII	450	50	7.32	12.78	—	1.25	—	
43 2 XII	450	100	6.48	12.78	—	1.13	—	
43 2 XII	450	300	—	12.70	—	1.19	—	
43 2 XII	450	420	5.92	11.30	1.91	1.05	55	

44	3 XII	430	0	17.5	12.98	2.81	1.60	57	} В 62 м. на запад от южной части о-ва Огурчинский
44	3 XII	430	25	13.71	12.91	2.57	1.48	57	
44	3 XII	430	50	8.81	12.75	2.38	1.33	56	
44	3 XII	430	125	6.42	12.80	2.18	1.29	59	

в) Карабугазский залив**

27	7 XI	6.5	0	12.7	126.27	25.4	13.8	54	} В 15 м. на север от с. Кызыл-Куп
28	8 XI	6.5	0	12.2	126.22	25.4	14.2	56	
28	8 XI	6.5	0	—	—	—	16.1	—	{ Вода № 27 после центрифугирования
28	8 XI	6.5	0	—	—	24.6	14.1	57	{ То же после обработки с $Al_2(SO_4)_3$
28	8 XI	6.5	5.5	12.1	127.00	24.2	14.2	58	—
32	9 XI	—	0	12.0	124.21	24.1	13.0	54	{ В 34 м. на северо-запад от с. Кызыл-Куп
35	10 XI	6.5	0	11.9	90.19	21.3	13.8	65	} Вблизи от входа в Карабугазский пролив
35	10 XI	6.5	6.0	12.5	123.63	24.2	15.8	65	

* На определение брались 100 мл морской воды для ст. № 24—44; 25 мл морской воды + 75 мл дистиллированной воды для ст. № 18 и 40 мл морской воды + 90 мл дистиллированной воды для Карабугазского залива; добавлялось 10 мл 0.01 н раствора $KMnO_4$ и 5.0 мл 20% раствора $NaOH$ (в случае щелочной среды); время кипячения 40 мин. ** В графе солёности дано содержание хлора в ‰.

основная масса органического вещества морской воды находится в растворенном состоянии.

5) Вычисленное процентное соотношение нейтральной окисляемости к щелочной колеблется от 55—61%, составляя в среднем 57%; это указывает на близость состава органического вещества морской воды залива и открытого моря—во всей толще воды.

6) Для сравнения окисляемости данной воды с водой Баренцового моря была взята ст. № 2149 (экспедиционное судно Персей, VIII 1932 г. на стрелке Нордкапской струи Гольфштрема, глубина 320 м; данные для нейтральной окисляемости: 0 м—0.60 мг, 25 м—0.31 мг, 50 м—0.14 мг, 100 м—0.14 мг, 310 м—0.14 мг O₂) (1). Мы видим, что содержание органического вещества в воде юго-восточной части Каспийского моря превышает таковое для Баренцового моря в 3—5 раз для 0—25 м и в 7—9 раз для 50—300 м; такое же соотношение (в 3—8 раз) найдено и для альбуминоидного аммиака (5, 6). Столь большое накопление органического вещества в воде Каспия является следствием мощного материкового стока (реки) в условиях полной замкнутости данного бассейна.

7) Переходя к Карабугазскому заливу, видим, что средняя величина окисляемости его поверхностных вод превышает окисляемость открытого моря в 8.5 раза; придонная величина на ст. № 35 имеет еще большую величину; процентное отношение нейтральной окисляемости к щелочной близко к таковому для морской воды, что и говорит о близости их состава. Опыты с водой ст. № 28 по разделению органического вещества показывают, что практически вся масса его находится в растворенном состоянии; одновременно эти данные указывают, что имеющаяся в воде залива значительная взвесь (обуславливавшая в 1936 г. прозрачность в 10 см) состоит в основном из минеральной части. Учитывая всю специфичность гидрологического и метеорологического режима Карабугазского залива, можно легко установить причину такого накопления органического вещества. Однако вода залива по хлору в ноябре 1936 г. была почти в 23 раза концентрированнее воды Каспийского моря. Таким образом налицо явные «потери» органического вещества водой залива; это может быть обусловлено, с одной стороны, потреблением его гетеротрофными бактериями, на присутствие которых указывает А. Д. Пельш (8); с другой стороны, вполне вероятно частичная коагуляция органического вещества с последующим осаждением его на дно, где оно и служит источником питания для десульфатирующих бактерий. Отметим в заключение, что проведенные нами наблюдения доказали возможность применения и в этих условиях перманганометрического метода с подометрическим концом, производя предварительное десятикратное разведение воды.

Б. Биохимическое потребление кислорода

Из данных, помещенных в табл. 2, видим:

1) Убыль кислорода, обусловленная биохимическими процессами за 5 суток при 18—20° в поверхностной воде Краснодарского залива и открытой части моря, составляет 0.50—0.70 мг O₂, что отвечает БПК в наиболее чистых артезианских водах, как это и было отмечено С. В. Бруевичем для Баренцового моря (6). Близкие цифры были получены и нами для вод Кольского залива (2).

2) БПК воды Карабугазского залива представляет собой уже более значительную величину. Интересно, что эта величина близка к величине полного насыщения данной воды кислородом. Последняя согласно нашим опытам при 17° составляет 1.83—1.90 мг O₂ в 1 л (т. е. в 4.8 раза меньше, чем в воде Каспийского моря).

II. Морская пена. Окисляемость и БПК

Было собрано три образца морской пены: в Краснодарском заливе—

Таблица 2

Результаты определения биохимического потребления кислорода (БПК) морской воды при 18—20° в мг O₂ на 1 л

№ станции	Глубина взятия пробы в м	БПК за		
		3 суток	5 суток	10 суток
а) Красноводский залив				
24	0	—	0.68	0.92
24	1.2	—	0.73	1.24
б) Открытое море				
42	0	0.27	0.50	0.86
в) Карабугазский залив*				
28	0	—	1.20	—
28	5.5	—	2.25	—

Саймонова бухта (ст. № 18) и в Карабугазском заливе (ст. № 27 и 28). Первый образец собирался непосредственно у берега, где пена образовалась при сильном штормовом ветре; сбор производился ложкой в широкую банку. После оседания всей пены объем полученной воды равен 750 мл; ее цвет слабожелтоватый, высокая мутность; взвешен ил, детрит, куски водорослей; легко пенится, запах водорослевый; при хранении в течение 10 суток имело место некоторое осветление, гнилостного запаха не появилось; выпаренная досуха и растворенная в горячей дистиллированной воде сохранила пенящиеся свойства, но наступило еще большее осветление. Химические свойства: рН=8.10—8.30; щелочность равна 2.98 м.-эквив. (вода=2.73); Cl=6.75 г/л (вода=6.28 г); количество взвешенных веществ после десятиминутного центрифугирования равно 500 мг/л.

2-й и 3-й образцы (Карабугазский залив) собирались непосредственно с борта теплохода в 15 милях на север от берега (с. Кизыл-Куп) марлевым сачком. Здесь пена была очень устойчива, образовывалась в открытой части залива уже при среднем ветре. Цвет белый, запах приятный, вероятно обусловленный водорослями *Dunaliella viridis* Teod. (8).

Полученные результаты исследования (табл. 3) показывают:

1) Окисляемость морской пены превышает окисляемость воды, причем это превышение для пены прибрежной составляет почти 20 раз, а для пены открытого залива около 3 раз. Такое явление вполне естественно, учитывая условия образования пены на ст. № 18 (во время сильного прибоя). Проведенные опыты по разделению органического вещества показали, что обработка пены с Al₂(SO₄)₃ очень сильно снижает окисляемость; это указывает на то, что органическое вещество пены представлено в основном коллоидными образованиями. Хранение пены в течение 5 суток, а также и упаривание ее досуха и высушивание практически не изменяют величины окисляемости; однако последняя обработка вполне естественно понижает окисляемость центрифугата (в результате свертывания коллоида). Обращает на себя внимание постоянство окисляемости 2 образцов пены, собранной в Карабугазском заливе в 2 последующих дня (7 и 8

* Вода Карабугазского залива предварительно разбавлялась в 5 раз водой Красноводского залива, на БПК которой вносилась поправка; в приведенных величинах разведение учтено.

Таблица 3

Результаты определения окисляемости и БПК в морской пене
в мг O₂ на 1 л

№ п/п.	№ станции	Окисляемость*			БПК за 5 суток при 18-20°**	Дополнение
		Щелочная	Нейтральная			
			Абсолют.	В % к щелочн.		
1	18	123.0	—	—	11.0	—
2	18	111.0	—	—	—	№ 1 после центрифугирования
3	18	19.0	—	—	—	№ 1 после обработки с Al ₂ (SO ₄) ₃
4	18	130.0	—	—	—	№ 1 после 5 суток хранения
5	18	130.0	80.0	61	—	№ 1 после выпаривания до суха, высушивания и растворения в дистилл. воде
6	18	72.0	41.0	57	—	№ 5 после центрифугирования
7	27	78.0	39.0	50	—	—
8	27	81.0	35.0	43	—	№ 7 после центрифугирования
9	27	—	19.0	—	—	№ 7 после обработки с Al ₂ (SO ₄) ₃
10	28	76.0	35.0	46	12.0	—

ноября). Отношение нейтральной окисляемости к щелочной имеет значительные колебания.

2) БПК пены значительно превышает БПК воды—в 15 и 10 раз.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии.
Москва.

Поступило
2 IX 1937.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Б. А. Скопинцев, Труды ВНИРО, 4, № 1 (1937). ² Б. А. Скопинцев, там же. ³ Б. А. Скопинцев, Журн. прикладной химии, 7, 1294 (1934). ⁴ Е. В. Дианова и А. А. Ворошилова, Микробиология, 1, № 3 (1932). ⁵ С. В. Бруевич, Известия Гос. географич. о-ва, 68, № 1 (1936). ⁶ С. В. Бруевич, Доклады 1-й сессии ГОИН, № 1 (1931). ⁷ В. П. Ильинский, Г. С. Клебанов и Я. Б. Блюмберг, Труды Соляной лаборатории Академии Наук СССР, вып. 5 (1936). ⁸ А. Д. Пельш, там же. ⁹ А. Лебединцев, Записки по гидрографии, № 23 (1901).

* На определение бралось 5 мл пены + 95 мл дистиллированной воды + 30 мл 0.01 n раствора KMnO₄.

** Пена разводилась в 10 раз водой Красноводского залива; при вычислении БПК это учтено.