

## ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ВОДАХ БАРЕНЦОВА И КАРСКОГО МОРЕЙ

(по данным 40-го рейса э/с «Персей» в августе—октябре 1932 г.)

Б. А. Скопинцев

В 40-м рейсе э/с «Персей» в августе—октябре 1932 г. одновременно с обычными гидрохимическими наблюдениями было произведено определение органического вещества методом окисляемости. Окисление производилось в нейтральной среде с хамелеоном. Для этого 10 см<sup>3</sup> морской воды отбиралось в пробирки с притертыми стеклянными пробками; туда вносилось 0,3 см<sup>3</sup> 0,01 N KMnO<sub>4</sub> и все ставилось в кипящую водяную баню на 20 мин. Затем пробирки охлаждались в течение 1 часа, после чего в них вносился KJ, добавлялась H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и выделившийся иод титровался 0,001 N гипосульфитом. Во всех случаях производились параллельные определения и в помещаемых ниже таблицах приведены средние из двух определений; максимальные отклонения от средней величины составляли 5%.

Конечно, определение окисляемости не дает полного представления о содержании органического вещества в воде; однако в условиях экспедиционной обстановки пока возможен лишь этот прием; в то же время получаемые данные дают представление об относительном содержании органического вещества и его распределении.

В данной экспедиции плавание происходило в двух морях: Баренцовом и Карском. В помещаемых ниже таблицах 1 и 2 приводим полученные результаты.

В табл. 3 приведены вычисленные для обоих морей средние величины по каждому горизонту.

Из данных табл. 3 видно, что:

1) окисляемость в обоих морях с глубиной понижается, причем наибольшее понижение наблюдается в слое 0—25 м, в следующем слое 25—30 м это понижение значительно меньше, на горизонте 50—100 м окисляемость почти одинакова, у дна же на разных станциях (и, следовательно, на разных глубинах) она лишь немногим ниже, чем на горизонте в 100 м;

2) окисляемость в Карском море на всех горизонтах больше, чем в Баренцовом море.

Если вычислить разницу между предельными величинами окисляемости для каждой отдельной станции по всем горизонтам, исключая поверхностный слой, то получим, что в Баренцовом море разница в 0,10 мг/л O<sub>2</sub> наблюдается на 50% всех станций, разница в 0,2 мг/л O<sub>2</sub> падает на остальные 50%; в Карском море разница в 0,10 мг/л наблюдается на 70% всех станций, а разница в 0,20 мг/л падает на остальные 30% станций. Следовательно отдельные горизонты (исключая поверхностный слой) в Карском море меньше разнятся между

Таблица 1  
Table 1

Результаты определения окисляемости в нейтральной среде  
по данным 40-го рейса э/с „Персей“ (август—сентябрь 1932 г.) в Баренцовом море  
(в мг O<sub>2</sub> на 1 л)

Results of consumed oxygen determination (in neutral medium) in the 40th cruise of r/s «Persey»  
(August—September 1932) in Barents Sea (O<sub>2</sub> mg. per 1 L.)

№№ станций Nos. of stations	0 м 0 m.		25 м 25 m.		50 м 50 m.		100 м 100 m.		Дно Bottom		
	Окисляе- мость Oxygen consumed	S ‰	Окисляе- мость Oxygen consumed	S ‰	Окисляе- мость Oxygen consumed	S ‰	Окисляе- мость Oxygen consumed	S ‰	Глубина г. м Depth in m.	Окисляе- мость Oxygen consumed	S ‰
2146	0,84	33,7	0,36	33,9	0,40	33,9	0,34	34,3	250	0,17	34,7
2149	0,60	34,5	0,31	34,7	0,14	34,9	0,14	35,0	320	0,14	35,1
2152	0,42	34,2	0,42	34,4	0,34	34,7	0,21	34,9	250	0,25	34,9
2157	0,58	34,3	0,46	34,4	0,34	34,7	—	—	102	0,36	34,8
2158	0,44	34,5	0,41	34,5	0,39	34,5	0,40	34,9	265	0,34	35,0
2160	0,60	33,8	0,27	33,8	0,32	34,3	0,33	34,9	166	0,26	34,9
2162	0,53	33,3	0,34	34,0	—	—	—	—	52	0,30	34,4
2163	0,58	33,7	0,42	33,5	0,30	34,6	—	—	102	0,35	34,8
2167	0,49	31,9	0,21	33,5	0,14	34,5	—	—	102	0,16	34,7
2168	0,47	—	0,31	34,6	0,34	34,7	—	—	135	0,26	34,8
2169	0,50	33,8	0,51	34,3	0,46	34,7	0,34	—	208	0,18	34,9
2174	0,58	34,5	0,30	34,5	0,30	34,5	0,19	34,9	223	0,25	34,9
2175	0,44	33,8	0,26	38,8	0,24	34,0	—	—	111	0,22	34,5
2178	0,51	33,0	0,24	33,1	—	—	—	—	60	0,24	33,4
2179	0,63	32,9	0,34	32,9	0,24	33,5	—	—	95	0,24	34,3
2182	0,63	33,2	0,38	33,3	0,33	34,3	0,38	34,4	236	0,30	34,8
2184	0,52	33,6	0,44	33,6	—	—	0,30	34,7	248	0,36	34,8
2186	0,51	—	0,42	—	0,27	—	0,25	—	272	0,30	—
2187	0,59	33,0	0,32	33,0	0,29	33,5	—	—	128	0,25	34,4
2189	0,34	33,8	0,23	33,8	0,23	34,0	0,20	34,5	308	0,21	34,7
2190	0,34	33,8	0,23	33,8	0,20	34,3	0,29	34,4	322	0,34	34,8
2191	0,54	—	0,28	—	0,27	—	0,20	—	309	0,38	—
2192	0,43	—	0,30	33,7	0,27	34,5	0,27	34,7	339	0,35	34,8

Таблица 2  
Table 2

Результаты определения окисляемости в нейтральной среде  
по данным 40-го рейса э/с „Персей“ (сентябрь—октябрь 1932 г.) в Карском море  
(в мг O<sub>2</sub> на 1 л)

Results of consumed oxygen determination (in neutral medium) in the 40th cruise of  
r/s «Persey» (September—October 1932) in Kara Sea (O<sub>2</sub> mg. per 1 L.)

№№ станций Nos. of stations	0 м 0 m.		25 м 25 m.		50 м 50 m.		100 м 100 m.		Дно Bottom		
	Окисляе- мость Oxygen consumed	S ‰	Окисляе- мость Oxygen consumed	S ‰	Окисляе- мость Oxygen consumed	S ‰	Окисляе- мость Oxygen consumed	S ‰	Глубина г. м Depth in m.	Окисляе- мость Oxygen consumed	S ‰
2196	0,82	34,0	0,46	34,1	0,30	34,3	0,31	34,5	280	—	—
2198	0,75	31,6	0,37	33,9	0,33	33,9	0,46	34,2	184	—	—
2200	0,78	34,2	0,42	—	—	—	—	—	30	—	—
2202	0,60	30,2	—	—	—	—	—	—	18	0,50	30,5
2203	0,69	28,7	—	—	—	—	—	—	29	0,46	34,0
2204	0,76	30,7	0,46	33,1	0,34	33,8	—	—	127	0,26	34,2
2210	0,60	32,6	0,42	32,9	0,50	33,1	—	—	101	0,42	33,8
2211	0,54	32,8	0,45	33,3	0,45	34,1	0,37	34,4	180	0,42	34,6
2214	0,42	30,8	0,34	33,7	0,31	33,9	—	—	140	0,25	34,6
2216	0,54	31,1	0,38	31,5	0,34	34,1	—	—	103	0,30	34,5
2218	0,47	30,4	0,38	30,4	0,38	34,1	—	—	206	0,30	34,6
2220	1,10	—	—	—	—	—	—	—	17	0,61	—

Таблица 3

Table 3

Средние величины окисляемости по отдельным горизонтам в мг O<sub>2</sub> на 1 л

(приводятся данные окисляемости в нейтральной среде и пересчитанные для щелочной среды)  
Average data of oxygen consumed for separate layers in O<sub>2</sub> mg. per 1 L. (the data are given in neutral medium and recounted in alkaline medium)

Глубина в м Depth in m.	Баренцово море Barents Sea				Карское море Kara Sea			
	Крайние пределы колебаний Extreme limits of fluctuation	Средние величины Average data	В % от значений на поверхности % to the value on surface	В пересчете на щелочную окисляемость Recounted in alkaline oxygen consumed	Крайние пределы колебаний Extreme limits of fluctuation	Средние величины Average data	В % от значений на поверхности % to the value on surface	В пересчете на щелочную окисляемость Recounted in alkaline oxygen consumed
0 . . . . .	0,34—0,84	0,53	100	1,32	0,42—1,10	0,67	100	1,68
25 . . . . .	0,21—0,51	0,34	64	0,85	0,34—0,46	0,41	61	1,02
50 . . . . .	0,14—0,46	0,29	55	0,73	0,30—0,50	0,37	55	0,93
100 . . . . .	0,12—0,40	0,27	56	0,68	0,37—0,46	0,40	60	1,00
Дно. Bottom								
100 . . . . .	0,14—0,36	0,28	53	0,70	0,42—0,61	0,49	73	1,22
100—200	0,16—0,35	0,25	47	0,62	0,25—0,42	0,35	52	0,88
200—300	0,17—0,38	0,29	35	0,73	0,30	0,30	45	0,75

собой, чем в Баренцовом. Это можно объяснить, вероятно, тем, что глубины на исследованных станциях Карского моря обычно меньше таковых для исследованного участка Баренцова моря, где часты глубины больше 200 м.

Обращает на себя внимание значительное расхождение окисляемости двух близких станций в Баренцовом море, а именно 2146 и 2149; географическое расположение их дает этому объяснение: станция 2146 расположена у берега в районе Нордкапа, а станция 2149—на стержне нордкапской струи Гольфстрима (высокая соленость). Для Карского моря имеется ряд станций с повышенной окисляемостью, которые также расположены в прибрежной зоне: станции 2202 и 2203 у о-ва Белый, станции 2210 и 2211 у Маточкина Шара и станция 2220 в Югорском Шаре.

Интересно провести сопоставление полученного нами материала с имеющимися в литературе данными. Аткинс (1), применяя хамелеон в кислой среде, получил для морской воды Английского канала окисляемость в 1 мг O<sub>2</sub> на 1 л; Гарвей (2), применяя метод окисляемости в щелочной среде, получил для вод района Плимута 0,52—1,09 мг O<sub>2</sub> на 1 л. Наконец, Гран, Рууд и Фойн (3,4), применяя также щелочный метод окисления (Рупина), нашли для поверхностной воды Осло-фиорда следующие величины окисляемости: 1) для апреля 1926 г.—2,74 мг/л, 2) для конца мая 1926 г.—3,55 мг/л и 3) для июля 1926 г.—4,50 мг/л O<sub>2</sub>. При исследовании морской воды, более отдаленной от Осло-фиорда, около Ромсдальс-фиорда (станции 108, 107 и 106) и в самом Гольфстриме (станции 110 и 109), авторы нашли уже меньшие величины (табл. 4).

Как видим из приведенного обзора, большая часть имеющихся определений окисляемости произведена в щелочных условиях; поэтому в дальнейшем при разработке нами методики определения окисляемости в морской воде в экспедиционных условиях (5,6) было произведено сравнение окисляемости в нейтральной и щелочной средах. Это имело целью найти пересчетный коэффициент, дабы получить возможность сравнения наших данных с иностранными.

Оказалось, что окисляемость в нейтральной среде составляет неодинаковый процент от окисляемости в щелочной среде для разных вод: при солености в 25—28‰ этот процент составляет в среднем 75, а при солености 32—36‰ в среднем—

Таблица 4  
Table 4

Глубина в м Depth in m.	Станции Stations				
	106	107	108	110	109
10	1,12	1,42	1,12	1,00	0,57
75	—	0,82	0,88	0,63	0,60
300	—	—	—	0,50	—
350	0,69	—	—	—	—
400	—	0,85	—	—	0,62

40<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, т. е. в водах с низкой соленостью окисляемость в нейтральной среде относительно больше, чем в водах с большей соленостью. Кроме того, было установлено, что и абсолютная величина окисляемости в водах с низкой соленостью значительно превышает таковую для вод с высокой соленостью. Исследованные нами образцы воды Баренцова моря и, за исключением одной пробы, воды Карского моря имеют соленость выше 30<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. Поэтому для пересчета полученных данных нейтральной окисляемости на щелочную мы пользовались коэффициентом  $\frac{100}{40} = 2,5$ . В табл. 3 приведены средние данные (по отдельным горизонтам) ней-

тральной окисляемости, перечисленные таким образом на щелочную окисляемость. Этот пересчет позволяет сравнить наши данные с вышеприведенными данными других авторов.

Сопоставление материала показывает, что наши данные по Баренцову морю приближаются к величинам, полученным норвежскими исследователями на станциях, более отдаленных от берега (станции 109 и 110 находились в Атлантическом океане); величины для Карского моря ближе к данным тех же авторов на станциях, менее удаленных от берега (106, 107 и 108)<sup>1</sup>.

Таким образом, в Карском море, где соленость глубинных горизонтов относительно велика и в ряде случаев равна солености аналогичных горизонтов Баренцова моря, окисляемость приближается к окисляемости прибрежных вод со значительным опреснением.

Это явление, т. е. относительное возрастание окисляемости в открытой части моря, может иметь место в двух случаях: при впадении в море мощного стока материковых вод, богатых органическими веществами (гуминовые воды рек), и при таянии больших масс льда, сопровождающемся обогащением вод органическим веществом. Первое условие налицо в Карском море в большей степени, нежели в Баренцовом.

Что касается характера органического вещества, то можно, правда, лишь априорно, сказать, что оно будет неодинаково во всех указанных случаях и состав его будет определяться его происхождением. Действительно: 1) прибрежные морские воды заливов и губ вблизи крупных населенных мест будут обогащены продуктами жизнедеятельности человека (в самом широком смысле слова); 2) на характер органического вещества открытых частей моря в случае мощного берегового стока влияют впадающие в море реки; 3) участки моря, в которых имеются значительные массы льда местного происхождения или принесенные ветрами и течениями, будут периодически обогащаться органическим веществом планктона и остатками от животной жизни на льдинах и, наконец, 4) участки открытой части моря, свободные от всех вышеуказанных влияний, будут содержать уже иное органическое вещество.

Все вышеизложенное носит в значительной степени характер схемы. Углубленные наблюдения в различных участках данного моря и в различных морях смогут дать правильное представление о количестве и качестве органического ве-

<sup>1</sup> К такому же выводу мы приходим и на основании наших позднейших наблюдений в северной части Кольского залива (7).

щества. Возможно, что будет установлена связь с биологической продуктивностью моря. Правда, разрешение всех поставленных вопросов затрудняется отсутствием достаточно пригодных методов; метод определения окисляемости слишком условен и, как показали наблюдения (5,6), неодинаково реагирует на различные формы органического вещества, однако последнее обстоятельство может быть использовано для разделения органического вещества морской воды на отдельные группы.

### ВЫВОДЫ

1. Проведено определение окисляемости в водах Баренцова и Карского морей во время 40-го рейса э/с «Персей» (август—октябрь 1932 г.). Применялся нейтральный метод окисляемости в нейтральной среде (см. табл. 1 и 2). Путем помножения на коэффициент, найденный опытным путем (2,5), средние данные «нейтральной окисляемости» пересчитаны на «щелочную окисляемость» (табл. 3).

2. Полученные данные показали, что наибольшая величина окисляемости наблюдается в прибрежных водах—в водах с малой соленостью; поверхностные воды характеризуются также большой величиной окисляемости, которая с глубиной убывает.

3. Окисляемость вод Карского моря больше окисляемости Баренцова моря (при близких в ряде случаев соленостях).

4. В виде предварительного вывода можно сказать, что относительная величина окисляемости свойственна: а) морским водам с малой величиной солености, обусловленной влиянием мощного берегового стока в условиях полузамкнутого бассейна (Белое море); б) прибрежным морским водам (во всех морях) и в) водам в открытых частях моря с высокой соленостью, у которых в то же время поверхностный слой характеризуется значительным опреснением: влияние рек, тающих масс льда и т. д. (Карское море). Повторяем, что этот вывод требует подтверждения на более значительном материале и относится к водам северных морей.

Москва, 1935

### ЛИТЕРАТУРА

1. Watkint, «Journal of the Marine Biological Association», 13, Nr. 1, 162, 1923.
2. H. Harvey, «Journal of the Marine Biological Association», 13, Nr. 4, 964, 1925.
3. H. Cran and B. Ruud, Avhandlinge utgitt det Norske Videnskaps Akademi i Oslo I, 1926, 6.
4. H. Foyn and H. Gran, там же, 3, 1928.
5. Скопинцев Б. А., Метод определения органического вещества в морской воде (в печати).
6. Скопинцев Б. А. Определение окисляемости в водах, богатых хлоридами. «Журнал прикладной химии», т. 7, стр. 1924, М.,
7. Скопинцев Б. А., Органическое вещество в морской воде северной части Кольского залива (настоящий сборник).

**ORGANIC MATTER IN THE BARENTS AND KARA SEAS WATERS**  
(data afforded by the 40th cruise of r/s. «Persey» August—October, 1932)

*By B. A. Skopintsev*

---

S U M M A R Y

A determination of oxygen consumed in waters of the Barents and Kara Seas was carried out in the course of the 40th cruise of research ship «Persey» (August—October 1932). The neutral method for determination of oxygen consumed was used. Average data for oxygen consumed in neutral medium were recounted for oxygen consumed in alkaline medium by way of multiplication by a coefficient obtained in an empirical way (2,5).

The data obtained have shown, that the greatest value for oxygen consumed occurs in coastal waters of small degree of salinity; the surface waters, too, are characterized by greater values of oxygen consumed, these values decreasing with depth.

The value of oxygen consumed in the Kara Sea waters is greater than the same in the Barents Sea, degree of salinity being at the same time very similar in a number of cases.

In way of preliminary conclusion it may be said that the relatively great value for oxygen consumed is to be found in: 1) sea waters of small degree of salinity due to mighty coastal inflow in conditions of a semi-closed basin (White Sea); 2) coastal sea waters (in all seas) and 3) waters of open parts of the sea with high degree of salinity, the upper layer, however being strongly diluted (influence of rivers, melting of ice etc, (the Kara Sea). We stress once more that the above conclusion is but a preliminary one and wants confirmation by the study of more material relating to waters of the northern seas.

Moscow, 1935