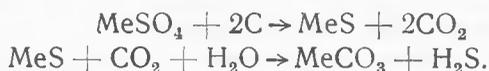


Я. К. ГОЛОЛОБОВ и М. В. ПИРОГОВА

**ВЕРХНЯЯ ГРАНИЦА СЕРОВОДОРОДНОЙ ЗОНЫ
В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ**

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 17 IX 1948)

По установившемуся взгляду (²), наличие сероводорода в глубинных слоях воды Черного моря является результатом восстановления сульфатов бактериями; процесс протекает, повидимому, в две основные фазы согласно реакциям:



В результате его происходит образование карбонатов и сероводорода. Повышенная величина щелочности воды восстановительной зоны Черного моря, рост содержания сероводорода в воде этой зоны с глубиной и наличие в воде сероводородной зоны растворенных тиосульфатов, являющихся промежуточными продуктами при реакциях редукции сульфатов, подтверждают предположение о происхождении основной массы этого газа указанным выше путем. Не исключена возможность образования незначительных количеств сероводорода в воде Черного моря и путем бактериологического расщепления белков отмерших организмов.

Отсутствие сероводорода в верхних слоях воды обуславливается наличием значительного количества растворенного кислорода, способного окислять H_2S . Таким образом, глубина положения верхней границы сероводородной зоны в Черном море обуславливается глубиной вертикальной циркуляции поверхностных слоев моря под влиянием термических и динамических факторов.

Существенно иного мнения по этому вопросу придерживается М. А. Егунов (^{3, 4}): он считает, что в поверхностной зоне Черного моря должна существовать „бактериальная пленка“, т. е. слой серобактерий, которые задерживают распространение сероводорода в верхние слои моря благодаря совершающимся в этом слое процессам окисления H_2S . Однако бактериологические анализы проб морской воды, отобранных в слое предполагаемой „бактериальной пленки“ по горизонтам через каждый метр глубины, произведенные Б. Л. Исаченко, и химические анализы проб воды, отобранных нами с аналогичных горизонтов, показали, что никакого скопления сернистых бактерий в виде бактериальной пленки в глубинных слоях Черного моря не существует. Рост концентрации H_2S в воде с глубиной происходит пропорционально глубине без заметного скачка в верхнем слое восстановительной зоны моря, что явно противоречит мнению М. А. Егунова. В 1938 и 1940 гг. Грузинской станцией ВНИРО на судах

„Тбилиси“ и „Зюйд-Вест“ проводились, по определенной схеме стандартных разрезов, гидрологические съемки восточной и юго-восточной частей Черного моря. В этих экспедициях гидрохимическому изучению подвергся слой воды от поверхности моря до глубины 400—450 м.

Определение сероводорода в морской воде производилось иодометрическим методом по способу Данильченко и Чигирина (2). Было произведено 265 определений H_2S в пробах воды, из них 154 в августе 1938 г. и 111 анализов по сезонам 1940 г.

В результате было установлено, что в восстановительной зоне моря содержание H_2S с глубиной возрастает, причем темп роста содержания сероводорода в слое от верхней границы этой зоны до глубины 400—450 м остается постоянным — на каждые 100 м увеличения глубины в указанном слое содержание H_2S возрастает на $1 \text{ см}^3/\text{л}$ воды. Графическое изображение хода вертикального распределения величин содержания H_2S в Черном море имеет вид почти прямой линии, наклоненной к оси ординат под углом $5\text{--}10^\circ$, что дало возможность путем экстраполяции кривых вертикального распределения сероводорода найти глубину положения верхней границы сероводородной зоны в отдельных районах восточной части Черного моря. На ряде станций аналитическим путем была определена глубина нахождения верхней границы сероводородной зоны, которая отклонялась от вычисленной на 2—3 м в ту и другую стороны. Указанное сходство результатов позволяет с уверенностью пользоваться способом вычислений для этой цели. Интерполяцией расстояний между станциями (с учетом глубины положения верхней границы зоны H_2S на них) найдены районы моря с равными глубинами положения этой границы и выявлен рельеф верхней поверхности ее в восточной части Черного моря. Результаты представлены на карте (рис. 1).

Как видно на карте, наиболее глубоко верхняя граница сероводородной зоны находится в прибрежной полосе моря и в районе, ограниченном изолиниями 150—175—200 м, т. е. на ЮЗ от Сухуми и на СЗ от Батуми. Менее глубокое положение верхней границы этой зоны отмечается между указанными районами и в районе на Ю и ЮЮЗ от Туапсе. Разность между глубинами наиболее низкого и наиболее высокого положения верхней границы сероводородной зоны в восточной части Черного моря в период лета 1938 г. была 100 м.

Карта верхней границы сероводородной зоны в восточной части Черного моря, составленная нами, весьма хорошо согласуется с картой нижней границы планктона в Черном море, опубликованной Никитиным (6). Согласно этому исследователю, наиболее глубокое положение нижней границы планктона в восточной части Черного моря отмечается в районе, соответствующем району на нашей карте с нахождением верхней границы сероводородной зоны на глубине 200 м и более.

Карты распределения O_2 , SiO_2 , P, S и температуры воды, составленные нами и гидрологом станции П. В. Морозовым для разных горизонтов восточной части моря, показали, что в районах наиболее глубокого положения верхней границы H_2S имеет место опускание всех изоповерхностей и в районах с наиболее высоким положением отмечается подъем этих изоповерхностей. Динамические карты, составленные П. В. Морозовым для восточной части моря, указали, что в восточной части Черного моря, помимо струи прибрежного течения циклонического направления, существует, в районе опускания на большую глубину всех изоповерхностей, круговое течение антициклонического направления. Согласно теории Экмана, в центральной части этого кругового течения и справа от циклонического прибрежного течения должно иметь место явление нагона, что приводит к опус-

канию водных масс поверхностных слоев в этих районах на значительную глубину, увеличивая тем самым глубину вертикальной циркуляции и положения изоповерхностей. В районах между этими течениями должно иметь место явление сгона, что приводит к компенсационному поднятию изоповерхностей. Таким образом, динамические факторы оказывают весьма существенное влияние на глубину положения верхней границы сероводородной зоны в море, нижней

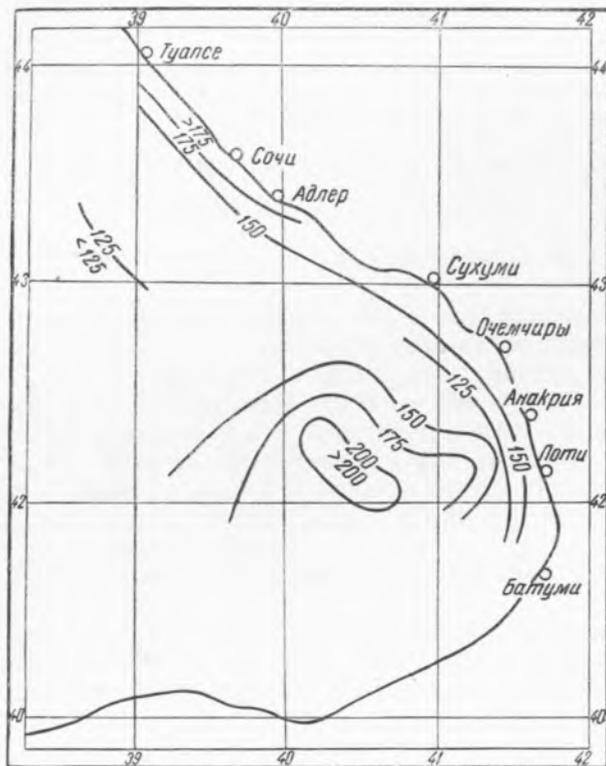


Рис. 1. Восточная часть Черного моря. Верхняя граница сероводородной зоны. Август 1938 г. (глубина границы H_2S показана в метрах)

границы кислорода и жизни (исключая анаэробных бактерий). Система же течений полностью определяет рельеф поверхности верхней границы сероводородной зоны в море. В отсутствие перемещений водных масс в море под влиянием динамических факторов верхняя граница восстановительной зоны должна иметь вид плоскости и находиться на глубине вертикальной циркуляции, обусловленной только термическим фактором.

Принимая глубину этой вертикальной циркуляции для восточной части Черного моря как среднюю величину между крайними положениями верхней границы сероводородной области, получаем числовое ее выражение порядка 170 м.

Картина рельефа верхней поверхности сероводородной зоны в восточной части Черного моря во времени остается постоянной, но глубина ее положения изменяется, что, повидимому, обусловливается изменением мощности указанных выше постоянных течений в результате изменения скоростей господствующих ветров в этой части моря в отдельные сезоны года.

Таким образом, имея рельефную картину верхней поверхности сероводородной зоны моря, представляется возможным не только дать систему течений в море, но и судить об их мощности в отдельных частях и районах моря.

Океанографическая лаборатория
Грузинской станции ВНИРО
г. Батуми

Поступило
17 IV 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. В. Бруевич, Методика химической океанографии, 1934, стр. 129.
² П. Т. Данильченко и Н. И. Чигирин, Тр. Особ. зоол. лаборат. и Севастоп. биол. ст. АН, сер. 11, № 10 (1926). ³ М. А. Егунов, Арх. биол. наук, 3 (1895).
⁴ М. А. Егунов, Изв. Одесск. с.-х. ин-та, в. 1 (1925—26). ⁵ В. I. Issatchenko, C. R., 178, № 26 (1924). ⁶ W. N. Nikitin, Internat. Rev. ges. Hydrobiologie und Hydrographie (1930).