

Black Sea water column vertical structure defined by redox conditions

Вертикална структура на Черно море в зависимост от окислително-редукционните условия

Galina Shtereva, Anton Krastev
Галина Щерева, Антон Кръстев

Institute of Oceanology – BAS, Varna 9000, P.O.Box 152; E-mail: g.shtereva@io-bas.bg

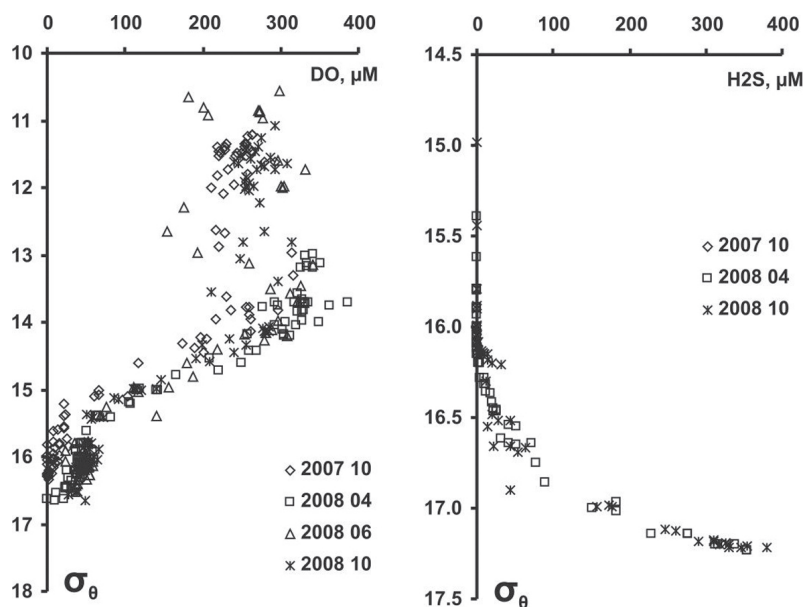
Ключови думи: hydrogen sulfide, Black Sea, redox layer, anaerobic zone.

Черно море е уникално поради наличието на безкислородни условия, обхващащи над 85% от цялото водно тяло. Поради ограничения обмен със съседни морета и липса на вертикална циркулация анаеробната зона е устойчива. Процесите, протичащи в междинния слой между кислородната и безкислородна зона, са от значение за установяване на закономерностите, на които се подчинява разпределението на химичните параметри. Провежданите изследвания през миналото столетие в западната част на Черно море пред българския бряг са акцентирали на измерване на концентрации на сероводорода (H_2S) на стандартни хоризонти (Рождественский, 1986, 1992). Използването на съвременна апаратура за проботбор и измерване през последните 20 г. (Стоянов, 1996; Shtereva et al., 2003; Yakushev et al., 2005) позволи да се натрупат нови данни за кислорода и H_2S на непроучвани преди дълбочини и да се оптимизира изследването

на вертикалното разпределение с по-голяма дискретност на измерванията. Целта на проучването е да се обобщят по-нови данни за съдържанието на кислород и H_2S в западната част и се очертаят вертикалните профили на тези параметри.

Изследванията са провеждани в рамките на мониторинговата програма на ИО-БАН с НИК „Академик“, както и на проект Сезаме (2007–2008) по 7-ма РП на ЕК. Водните проби са отбрани с батометри тип Нискин и система “SBE 32 carousel/SBE 911 plus”. Анализът на разтворения O_2 е по метода на Винклер, на H_2S – чрез йодометрично титруване, а в субоксигоната са определени по спектрофотометричен метод с по-висока чувствителност (Методи..., 1978).

Кислородният дефицит и появата на H_2S се установява при плътност $\sigma = 16,05$ – $16,1$ (фиг. 1), което съответства на дълбочини 96–150 м. Дълбочината, на която се открива сероводород, зависи от сезона



Фиг. 1. Вертикално разпределение на кислорода и сероводорода

Таблица 1. Основни химични параметри на зоните от вертикалната структура на Черно море

Параметри		S	pH	PO ₄	O ₂	OS	NO ₃ -N	NH ₄ -N
		‰		µM/l	µM/l	%	µM/l	µM/l
Аеробна зона	min	15,72	7,9	0,0	20	6	0,0	0,1
	max	20,22	8,5	0,12	405	128	5,1	1,0
Редокс слой	min	20,67	7,8	0,02	0	0	0,0	0,9
	max	21,02	7,9	0,04	20	6	0,02	5,0
Анаеробна зона (до 250 m)	min	>21	7,6	0,5	0	0	0	4,4
	max	>21	7,8	6,9	0	0	0	18,0

и от хидрологичните особености на района. В източната част на Черно море H₂S в минимални концентрации се измерва при плътност $\sigma = 16,12-16,15$ (Пахомова и др., 2009). Параметрите бележат екстремуми при определени стойности на плътността, но разположението им по отношение на дълбочината е различно. Субоксигонната с ниско кислородно съдържание 0–20 µM е с много тесни граници на изменение на дълбочината (~15 m) (Пахомова и др., 2009). С отдалечаване от брега тя нараства и е максимална в централната дълбоководна част.

В анаеробната зона сероводородът нараства плавно като на дълбочина 1500–2000 m надхвърля концентрация 300 µM/l. Промяната от окислителни към редуциращи условия води до изменения във вертикалните профили на формите на биогенните елементи азот и фосфор, както и на металите. Характеристиката на три основни зони от вертикалната структура на западната част на Черно море по основни химични параметри е представена в табл. 1.

Литература

- Методы гидрохимических исследований морских вод. 1978. Москва, Наука, 269 с.
- Пахомова, С., Е. Виноградова, Г. Щерева, А. Костылева. 2009. Изменчивость гидрохимической структуры редокс-слоя Черного моря. Геология морей и океанов. – В: *Материалы XVIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии*, т. IV. Москва, ГЕОС, 122–125.
- Рождественски, А. 1986. *Хидрохимия на българския сектор на Черно море*. С., БАН, 189 с.
- Рождественски, А. 1992. Гидрохимическая характеристика болгарской черноморской акватории за период

Нитратният азот (NO₃) намалява значително до окончателно изчерпване в редокс-слоя, аналогично на кислорода. Нарастване на съдържанието на амония (NH₄) се наблюдава при $\sigma = 15,95-16,0$, а максимум на фосфатния фосфор (PO₄) $\sigma = 16,10-16,15$.

В заключение може да се посочи, че с настоящото изследване се изясняват особеностите в разпределението на химичните параметри в оформящия се редокс-слой между аеробната и анаеробна зона. Новите данни за H₂S и O₂ позволяват с по-голяма точност да се определи разположението и мощността на този слой, както и основните му характеристики: фосфатен максимум, кислороден дефицит и нарастващо съдържание на амониев азот.

Благодарност: Изследванията са проведени с финансовата подкрепа на SESAME Project – 7 FP и проект по спогодбата за двустранно сътрудничество между БАН и РАН (2009–2011).

- 1986-1990 г. – *Труд. ИО*, 1, 42–47.
- Стоянов, А. 1996. *Хидрогеохимични процеси в западната част на Черно море под влияние на естествени и антропогенни фактори*. Дисерт. труд, БАН, 342 с.
- Shtereva, G., A. Krastev, O. Hristova. 2003. Vertical Distribution of Nutrients in the Western Black Sea Area (summer 1998–2002). – In: *Proceedings of 2-nd Intern. Conf. "Oceanography of Eastern Mediterranean and Black Sea"*. 438–442.
- Yakushev, E. V., O. I. Podymov, V. K. Chasovnikov. 2005. Seasonal Changes in Hydrochemical Structure of the Black Sea redox zone. – *Oceanograph.*, 18, 44–51.