

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СЕВЕРО- ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Дегтерев А.Х.', Рябинин А.И.",
Салтыкова Л.В.", Шибасва С.А.",
Дегтерева Л.Н."'''

- Морской гидрофизический инсти-
тут НАН Украины
г.Севастополь, ул.Капитанская, 2
" Морское отделение Украинского
Научно-исследовательского
Гидрометеорологического института
г.Севастополь, ул.Советская, 61
''' Севастопольский институт ядерной
энергии и промышленности
г.Севастополь-15, ул.Курчатова.

E-mail: ongf@alpha.mhi.iuf.net

Изучению химического состава донных осадков в Черном море посвящено много работ[1-4]. Как правило, пробы осадков отбирались донными трубками, заглубляющимися в слой осадков на глубину до 15 м и лишь 2 скважины были пробурены на глубину 1800 м по программе глубоководного бурения в ходе экспедиции 1975 г. на судне "Гломар Челленджер"[3]. Анализ образцов грунта в лабораторных условиях позволяет восстановить климатические условия, существовавшие в бассейне Черного моря во время отложения осадков. Большое значение, также, имеют сведения о геологической структуре дна моря, об имевших место тектонических процессах. В частности, бурение в прибосфорском районе позволило проанализировать историю связи между Черным и Средиземным морями, сделать вывод о резком увеличении глубины моря в прошлом. Кроме того, анализ верхнего слоя осадков позволяет судить о процессах антропогенного загрязнения моря в 20-м веке.

В данной работе приводятся результаты химического анализа кернов, отобранных на шельфе и континен-

тальном склоне в северо-восточной части Черного моря. В южной части моря донные осадки были хорошо изучены в 1987-1990 г.г. в ходе американо-турецких экспедиций [4], а северо-западная часть представляет собой специфический мелководный район.

Отбор проб донных отложений проводился Морской геологической партией "Крымгеология" в 1990 г. по заданию МО УкрНИГМИ (тогда СОГОИН) на 18 станциях, расположенных от Алупки до Анапы. Длина керна, отобранного на отдельной станции, не превышала 3 м. Для проведения анализа они делились, как правило, на 3 части, что позволяло судить об изменении концентрации интересующих веществ в разных слоях донных осадков. Скорость осадконакопления в глубоководных районах Черного моря составляла в прошедшем тысячелетии от 0.1 до 2 мм в год[4], поэтому наибольший интерес для оценки антропогенной нагрузки представляет верхняя часть керна. На шельфе скорость осадконакопления достигает 5 мм/год. На разных станциях толщина верхнего анализируемого слоя осадков варьировала от 0.05 м до 1 м. Однако, нельзя считать, что в каждом керне слои следуют в строго хронологическом порядке. Рассматриваемый район шельфа отличается довольно высокой сейсмичностью[5], что может приводить к переотложению осадков в виде оползней[6] и мутьевых потоков. Кроме того, в отличие от глубоководной части моря здесь велико терригенное поступление осадков, что выражено, в частности, в виде мощных конусов речных наносов в районах впадения рек Кубань и Палеодон. В связи с этим в прикавказском районе следует ожидать, в основном, осадки терригенного происхождения в пределах верхних 3 м.

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ

Пробы грунта анализировались на содержание химических элементов в

лаборатории химии моря Морского отделения УкрНИГМИ рентгенорадиометрическим методом и совместно с лабораторией активационного анализа Института ядерной физики АН Узбекистана нейтронно-активационным методом, которые описаны, например, в работе [7]. Погрешность измерения концентрации составляла 5-30%. Результатом анализа являлось абсолютное содержание интересующих химических элементов в исследуемых пробах. Таким образом были получены данные, позволяющие судить о концентрации этих элементов на разных участках дна и об изменении состава осадков с глубиной.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Были проанализированы 40 проб на содержание серы, хлора, калия, кальция, титана, марганца, железа, никеля, брома, рубидия, стронция, иттрия, циркония, молибдена, меди, натрия, урана, золота, кадмия, лантана, мышьяка, церия, ртути, тербия, тория, хрома, гафния, бария, серебра, цезия, скандия, цинка, кодалята, тантала, европия, сурьмы.

В глубоководной части моря (глубина 1500-2200 м) почти на всех станциях отмечается уменьшение хлорности осадков с глубиной. Так, на одной из станций вблизи Алушты (глубина 2000 м) хлорность в верхнем слое осадков толщиной 0.05 м составляет 10.2‰, в слое от 0.05 до 0.9 м - 3.1‰ и в слое 1.3 - 2.5 м она полностью отсутствует. Такое изменение хлорности хорошо согласуется с выводами работы [2] о постепенном осолонении моря после возобновления в голоцене связи со Средиземным морем. Аномальное изменение хлорности в некоторых кернах, отобранных на континентальном склоне, может быть связано с переслоением осадков. Так, на одной из станций в слое толщиной 0.6 м хлорность возростала от 15.1 до 16.8‰. Отсутствие увеличения хлорности с глубиной наблюдается в зоне

речных наносов и вблизи берега, где осадки перекрыты продуктами терригенного происхождения.

Концентрация железа в осадках как правило увеличивается с глубиной, что связано с усилением выветривания в период оптимума голоцена [3]. Причем основное увеличение концентрации железа приходится на верхние 0.1 м колонки осадков, где она увеличивается почти вдвое. Ниже концентрация железа практически не меняется. Максимальное содержание железа в верхнем слое осадков обнаружено в глубоководной части моря, особенно выделяется район Алушты. Вероятно, это связано с повышенной сейсмичностью здесь [5], что приводит к обнажению более древних пород и выходу термальных вод.

Концентрация цинка слабо меняется от станции к станции и по глубине, составляя около 1%. Аномальными в этом смысле являются станции на континентальном склоне вблизи Судака, где на одной из них в слое 1.5 - 2.5 м содержание цинка достигало 2.5%. В Прикавказском районе также обнаружена аномально высокая концентрация - на одной станции здесь в слое 1.2-3.2 м она составила 5%. Как отмечается в монографии [3], содержание в осадках таких металлов, как цинк, кобальт, молибден, никель и ванадий обычно повышено в слоях, относящихся к периоду межледниковья. Однако, в нашем случае максимумы концентрации цинка не сопровождалась повышенными концентрациями кобальта или никеля. Отчасти это объясняется тем, что на большей части станций концентрация цинка была ниже предела обнаружения, а изменчивость концентрации никеля не превышала погрешность измерений.

Концентрация таких металлов, как золото, серебро, кадмий, ртуть, хром, а также мышьяка практически на всех станциях была ниже предела обнаружения.

В связи с зависимостью содержания различных химических элементов

в осадках от глубины залегания (расстояния от дна), из-за разной толщины верхнего слоя керна измеренные концентрации искажают географическую изменчивость распределения металлов на дне моря. В таблице приведены результаты измерений для 10 станций, на которых толщина верхнего слоя керна не превышала 0.5 м. Видно, что концентрации многих элементов хорошо коррелируют с толщиной этого слоя. Для каждого из элементов по этим данным были рассчитаны коэффициенты регрессии для зависимости концентрации элемента C от толщины верхнего слоя h :

$$C = a + b \cdot h \quad (1)$$

Полученные таким образом значения коэффициента регрессии b также приведены в таблице.

Таблица
Зависимость содержания химических элементов (%) от толщины верхнего слоя

$h, \text{ м}$	Fe	Cu	Mn	Ce
0.40	4.57	0.100	0.089	0.0026
0.40	5.29	0.034	0.022	0.0031
0.05	4.07	0.054	0.022	0.0024
0.15	3.38	0.028	0.019	0.0007
0.50	3.89	0.048	0.022	0.0032
0.10	2.18	0.050	0.017	0.0023
0.30	3.02	0.048	0.019	0.0028
0.10	2.46	0.023	0.016	0.0019
0.20	2.93	0.036	0.019	0.0030
0.20	2.62	0.004	0.012	0.0025
$b, \%/м$	3.93	0.058	0.062	0.0028

Отрицательные значения b для брома и кобальта соответствуют уменьшению их концентрации с глубиной, тогда как концентрация других элементов в среднем возрастает с глубиной в пределах верхних 0.5 м осадков.

Учет зависимости $C(h)$ позволяет уточнить географическую изменчивость концентрации химических элементов в осадках. Хотя, конечно, для построения карт содержания, например, тяжелых металлов в осадках предпочтительнее отбирать для анализа более тонкие слои одинаковой толщины. Так, в работе [4] анализировались слои керна толщиной 1 см, что позволяет судить даже об антропогенном загрязнении осадков.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Еремеев В.Н., Богуславский С.Г., Жоров В.А. Особенности палеохимии Черного моря в эпоху вюрмского оледенения//Морской гидрофизический журнал, 1995, 2. - С.66-77.
2. Еремеев В.Н., Богуславский С.Г., Жоров В.А. Особенности палеогидрологии Черного моря в различные геологические эпохи//Морской гидрофизический журнал, 1994, 4. - С.28-36.
3. Геологическая история Черного моря по результатам глубоководного бурения//Под ред. Ю.П.Непрочнова. - М.: Наука, 1980, - 202 с.
4. Duman M., Duzbastilar M.K., Konuk Y.T. Late quaternary geological evolution of the southern Black Sea basin//Problems of the Black Sea. - Sevastopol: Ecossea-Hydrophysics, 1992. - P.150-160.
5. Лустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Борисенко А.С., Поречнова Е.И. Общее сейсмическое районирование территории Крыма(ОСР-98)//Геофизический журнал, - 1999, т.21, 6. - С.3-15.
6. Казанцев Р.А., Кругляков В.В. Гигантский оползень на дне Черного моря//Природа, - 1998, 10. - С.86-87.
7. Дегтерев А.Х., Рябинин А.И., Филиппов Е.М. Ядернофизические методы в океанографии. - М.: Гидрометеиздат, 1991. - 270 с.