

Ю. П. ХРУСТАЛЕВ, В. С. КУТИЛИН

### АУТИГЕННЫЙ КРЕМНЕЗЕМ В ДОННЫХ ОСАДКАХ АЗОВСКОГО МОРЯ

(Представлено академиком Н. М. Страховым 2 XI 1973)

Замечательной особенностью Азовского моря является то, что оно имеет ограниченный обмен с Черным морем. Это позволяет рассмотреть в нем процессы современного осадконакопления методом седиментационного баланса, разработанным Н. М. Страховым (1). В предлагаемой работе предпринимается попытка осветить закономерности размещения аутигенного кремнезема в донных осадках Азовского моря\*.

Кремнезем в водоем поступает в основном с речным стоком Дона и Кубани. Преобладающей формой миграции является истинно-растворенная форма. Коллоидно-растворенная кремнекислота находится в незначительных количествах или отсутствует совсем (2). Среднее содержание истинно-растворенного кремнезема в донской воде 4,56, в кубанской 6,22 мг/л. При этих концентрациях ежегодно с материковым стоком поступает в море 191,0 тыс. т (3). Определенную роль в балансе играет водообмен между Азовским и Черным морями, в результате чего из Азовского выносятся 79,0 тыс. т, а поступает с черноморскими водами 66,8 тыс. т растворенного кремнезема (3). Продукты абразии берегов и дна, несмотря на значительный привнос обломочного материала, 28,0 млн. т, по-видимому, не имеют большого значения как источники поступления растворенной кремнекислоты. Это обусловлено преобладанием в геологическом строении абрадируемых берегов и размываемых участков дна азовского моря континентальных лессовидных суглинков (4). Вероятно, при абразии на акваторию водоема может поступать около 30–40 тыс. т истинно-растворенного кремнезема. Таким образом, в Азовское море ежегодно в среднем поступает в истинно-растворенной форме около 210–215 тыс. т кремнезема.

В воде Азовского моря кремнезем находится также и в планктонно-детритовой форме. Невысокая концентрация его (0,785 мг/л), несмотря на интенсивный привнос с донскими и кубанскими водами, обусловлена биологическим извлечением в процессе фотосинтеза из недосыщенного раствора. Среднегодовая продукция диатомовых водорослей составляет в Азовском море 18,7 млн. т в пересчете на сухое вещество (5). При среднем содержании в панцире диатомей 45% кремнезема на образование биомассы диатомовых водорослей необходимо ежегодно 8,42 млн. т  $\text{SiO}_2$ , но захоранивается в донных осадках незначительная его часть.

Несмотря на биологическое происхождение аутигенного кремнезема, существенное влияние на распределение его в донных осадках Азовского моря оказывают морфология дна и гидродинамический режим. Химический анализ аморфного кремнезема в отложениях свидетельствует о связи его содержания с литологическим составом осадков. Максимальное количество, до 1,0% и более, приурочено к глинистым илам глубоководной части моря (рис. 1). Концентрация аутигенного кремнезема в прибреж-

\* Аутигенный кремнезем определялся в двукратной 5% содовой вытяжке в Центральной лаборатории Волго-Донского территориального геологического управления.

ных песках колеблется от 0,08 до 0,23% при среднем значении 0,16% (табл. 1).

Содержание аморфного кремнезема в осадках открытой части моря выше, чем в Таганрогском заливе (при одинаковом литологическом их составе) (см. табл. 1). Более низкая концентрация аутигенного кремнезема в донных осадках залива обусловлена меньшей продуктивностью диатомовых водорослей, отсутствием осенней вспышки в их развитии. Благодаря повышенной гидродинамической активности, более высокой температуре воды



Рис. 1. Распределение  $\text{SiO}_2_{\text{аут}}$  в осадках Азовского моря (в пересчете на бескарбонатное вещество). 1 — места отбора проб, 2 — содержание аутигенного кремнезема (%)

и гидрохимическому режиму Таганрогского залива, створки диатомей претерпевают более существенные изменения еще до захоронения в осадок. Не исключено, что определенное количество створок диатомей выносятся в открытую часть моря, где они, также подвергаясь интенсивной переработке, переходят в ископаемое состояние.

Более четко проявляется увеличение содержания  $\text{SiO}_2_{\text{аут}}$  в донных осадках открытой части моря по сравнению с Таганрогским заливом при пересчете на бескарбонатное вещество (рис. 1, табл. 1). Отмечается также повышение количества аутигенного кремнезема в мелкоалевритовых илах в виде отдельных пятен в Бердянском, Белосарайском и Обиточном заливах.

Подсчет содержания створок диатомей на 1 г осадка показал, что количество их колеблется от 0,3 до 235 тыс. и тесно связано с литологическим

Таблица 1  
Распределение аутигенного кремнезема (%) и створок диатомей (тыс. на 1 г воздушно-сухого образца) в осадках Азовского моря

Тип осадка	Таганрогский залив			Открытая часть моря		
	$\text{SiO}_2_{\text{аут}}$		число створок диатомей	$\text{SiO}_2_{\text{аут}}$		число створок диатомей
	на натур. осадок	на бескарбон. вещ.		на натур. осадок	на бескарбон. вещ.	
Песок, ракушечный детрит	0,13	0,15	0,6	0,14	0,16	0,95
Крупноалевритовый ил	0,24	0,26	12,7	0,25	0,31	15,8
Медкоалевритовый ил	0,30	0,32		0,41	0,56	
Глинистый ил	0,43	0,46	29,0	0,71	0,79	42,8

составом отложений (см. табл. 1). Максимальные значения отмечаются в глинистых илах центральной части моря и на отдельных участках Таганрогского залива. Песчанистые и ракушечные отложения обеднены диатомеями. Таким образом, четко прослеживается связь между содержанием аморфного кремнезема и количеством створок в донных осадках.

Учитывая интенсивность современного осадконакопления и содержание аутигенного кремнезема в донных отложениях, можно считать, что ежегодно в Азовском море захоранивается около 250 тыс. т  $\text{SiO}_2$  аут, что близко к количеству истинно-растворенной кремнекислоты, поступающей в водоем. Сопоставление этой величины со значением общегодовой биологической аккумуляции диатомовыми водорослями  $\text{SiO}_2$  аут (8,42 млн т) позволяет сделать вывод, что в донные осадки переходит всего лишь около 3% биогенно образованного в море аутигенного кремнезема. Приведенные данные подтверждают высказанную Н. М. Страховым (1) мысль об интенсивной минерализации отмершего планктона. Геохимическая эффективность перехода аутигенного кремнезема в осадок незначительна, несмотря на высокую биохимическую активность живого вещества, что, по-видимому, свойственно не только Азовскому морю, но и другим внутриконтинентальным мелководным водоемам.

Растворение створок диатомей происходит не только в период их осадения и перехода в донные отложения, но и на контакте осадка с придонным горизонтом воды и в самой толще отложений. На это указывает увеличение содержания истинно-растворенного кремния в грунтовых растворах по сравнению с водной толщей (7). Повышение концентрации кремнезема в иловых растворах происходит в основном за счет распада отмерших створок диатомей. Если содержание его в азовской воде в среднем составляет 0,785 мг/л, то в грунтовом растворе верхнего слоя осадка достигает в некоторых точках 23 мг/л. Четко прослеживается зависимость содержания истинно-растворенной формы кремнезема от глубины и значений pH. Так, например, в колонке на глубине 40–50 см концентрация  $\text{SiO}_2$  достигает 46 мг/л при pH 8,15 (7).

Осаждение громадных масс терригенного материала и биогенного карбоната кальция в Азовском море затушевывает роль аутигенного кремнезема в современном осадконакоплении. Исходя из среднегодового поступления на акваторию водоема и перехода в донные отложения 250 тыс. т  $\text{SiO}_2$  аут средняя скорость кремнезема накопления можно оценить как 0,7 г/см<sup>2</sup> в 1000 лет. Максимальные абсолютные значения до 5,6 г/см<sup>2</sup> в 1000 лет приурочены к наиболее глубоководным частям моря. Здесь в голоцене происходило интенсивное осаждение терригенного материала при сравнительно высоких концентрациях, до 1% и более, аутигенного кремнезема. Таким образом, максимальные содержания  $\text{SiO}_2$  аут приурочены к областям наиболее интенсивного кремне- и осадконакопления. Подобное соответствие, по-видимому, характерно для мелководных внутриконтинентальных водоемов.

Ростовский государственный  
университет

Поступило  
2 X 1973

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Н. М. Страхов, Н. Г. Бродская и др., Образование осадков в современных водоемах, 1954. <sup>2</sup> В. Г. Дацко, Н. М. Гусейнов, Гидрохимич. матер., т. 29 (1957). <sup>3</sup> А. П. Пурикова, Е. Ф. Шульгина, Гидрохимия Азовского моря, 1964. <sup>4</sup> Ю. П. Хрусталева, Ф. А. Щербаков, Океанология, т. 8, в. 3 (1968). <sup>5</sup> В. Г. Дацко, Органическое вещество в водах южных морей СССР, 1959. <sup>6</sup> А. П. Виноградов, Тр. Биохимич. лаб., т. 3 (1935). <sup>7</sup> Т. И. Горшкова, Современные осадки морей и океанов, 1961.