

ИЗВЕСТИЯ  
СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО  
НАУЧНОГО ЦЕНТРА  
ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

1

1973

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СУЛЬФИДООБРАЗОВАНИЯ В ДОННЫХ ОСАДКАХ

*Л. Я. Казильштейн, Ю. П. Хрусталева, Т. М. Репенко*

Изучая закономерности распределения и условия образования сульфидов железа в отложенных Черного моря, академик А. Д. Архангельский провел серию экспериментальных исследований, моделирующих процессы сульфидообразования в современных донных осадках [1, 2]. Их целью было выяснение причин неравномерного, часто очень сложного распределения сернистого железа (гидротроилита).

Вопрос о морфологических и структурных особенностях зон сульфидообразования имеет, очевидно, более широкое значение, поскольку позволяет познать геохимические превращения, происходящие в процессе диагенеза морских донных отложений, выяснить некоторые важные аспекты генезиса гипергенных сульфидных месторождений, закономерности распределения сульфидов в угольных пластах, уточнить ряд вопросов миграции элементов в процессах литогенеза.

Анализ работ А. Д. Архангельского и его последователей, а также большое внимание, уделяемое академиком Н. М. Страховым [10, 11, 12] проблемам сульфидообразования, побудили авторов статьи поставить ряд экспериментов, имитирующих с некоторыми естественными (и неизбежными) ограничениями формирование и распределение сернистого железа в осадках.

Опыты проводились в мерных цилиндрах емкостью 500 мл, заключенных в светлой бентонитовой глиной, смешанной с водными растворами солей и культурой сульфатредуцирующих бактерий.

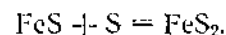
Выбор глины именно этого типа вызван потребностью в наиболее светлой вмещающей среде (на фоне которой выделения гидротроилита были бы достаточно контрастны), а также в основе, близкой по фильтрационным свойствам к наиболее распространенному типу осадков в зонах сероводородного заражения.

В целях сохранения близости к естественным условиям культура бактерий не очищалась от сопутствующей микрофлоры. В опытах три пробирки молодой культуры (после 3—4-дневного роста в термостате при 30°С) сульфатредуцирующих бактерий (из расчета на один цилиндр), перемешанных с раствором среды Таусона и глиной, помещали в среднюю часть цилиндра (слой 2). В зависимости от варианта эксперимента в верхний (3) или нижний (1) слой вводили различные соли, в основном из состава среды Таусона. Сверху столб глины на 3—4 см заливали дистиллированной водой,

замененной в опыте 6 раствором соли Мо (слой 4). В дальнейшем при описании опытов обсуждении результатов слой глины обозначали порядковыми номерами снизу вверх (1, 2, 3, 4). Продолжительность наблюдений различна, регламентировалась появлением заметных изменений окраски слоев.

Опыт 1. 1. Глина. 2. Глина + среда Таусона + бактерии. 3. Глина.

Рост сульфатредуцирующих бактерий и образование сульфида железа (почернение) отмечено через 7 дней на верхней и нижней границах слоя и внутри его в виде отдельных неравномерно расположенных пятен. В дальнейшем этот слой приобрел серый цвет, а окраска слоев 1 и 3 не изменилась. На 34-й день после постановки опыта в слое 3 на его границе с водой был отмечен рост серных пурпурных бактерий в виде узкой розовой полосы. Как известно, эти бактерии являются фотоавтотрофами, в для их развития необходимы свет (цилиндры помещались в хорошо освещенную комнату анаэробные условия (создавались слоем воды на глиной) и сероводород (поступал, очевидно, из слоя 2, где шел процесс сульфатредукции, диффундируя через слой 3). Позднее (55-й день опыта) рост таких бактерий был отмечен в слое 1, а через 3 месяца распространился на всю глину, в том числе и на слой 2, развиваясь особенно активно в участках повышенной концентрации гидротроилита. Серные пурпурные бактерии, окисляя  $H_2S$ , играют важную роль в образовании элементарной серы, содержание которой может достигать весьма высоких значений [6]. Не исключена возможность того, что сера, накапливающаяся в осадках при окислении сероводорода, принимает участие в преобразовании моносльфидов в дисульфиды по реакции



Опыт 1 показывает, что сульфид железа (гидротроилит), образующийся в результате взаимодействия сероводорода и железа, не обладает способностью миграции, так как на протяжении всего опыта в слоях 1 и 3 зон почернения обнаружено не было. В то же время  $H_2S$  легко распространяется в окружающей среде, что совершенно отчетливо фиксируется появлением колоний серных бактерий.

Опыт 2. Первый вариант: 1. Глина + сульфаты. 2. Глина + среда Таусона + бактерии. 3. Глина