

Н. С. СКРИПЧЕНКО

«ОРУДЕНЕЛЫЕ БАКТЕРИИ» В ОКЕАНИЧЕСКИХ ИЛАХ

(Представлено академиком В. И. Смирновым 13 VI 1969)

«Оруденелые бактерии», или так называемые фрамбонидальные формы пирита, изучены в гидротермально-осадочных и осадочных сульфидных рудах, в углистых и битуминозных породах палеозойского и мезо-кайнозойского возраста (1-6). Хотя убедительно показано, что «оруденелые бактерии» имеют в общем биогенное происхождение, они все еще остаются загадочными образованиями. Неясно, представляют ли собой «оруденелые бактерии» вторичные метасоматические пиритные агрегаты по отмершим глобулярным микроорганизмам (5), или же пирит является продуктом жизнедеятельности последних, накопившимся в их теле. Второе вытекает из изучения внутренней структуры ископаемых «оруденелых бактерий» (4, 6). Другие подтверждения были получены нами при исследовании структуры глобулярных пиритных выделений в современных пелагических илах Тихого океана. Образцы высушенных илов были любезно предоставлены Г. А. Кобилевым и В. С. Лазаревым из хранящихся в Новочеркасском политехническом институте дубликатов донных проб глубоководных областей Тихого океана, отобранных экспедицией института океанологии АН СССР на судне «Витязь» в пятидесятых годах (станции №№ 4545 и 4694).

Изученные пиритные глобулы были извлечены из светло-серых и синих илов с глубины 0,5—2,5 м ниже дна океана. Они встречаются как одиночно, так и в виде небольших колониальных ассоциаций. Форма глобул в обоих случаях сферическая. Диаметр колеблется от 3 до 60 м, но крупные размеры имеют редкие одиночные особи. Мелкие формы, 3—10 м, наблюдаются практически только в колониях. Поверхность мелких особей гладкая, крупных — гладкая или бугорчатая. Мельчайшие бугорки образованы выступающими гранями кристаллов пирита. Форма колоний разнообразна — изометричная, цепочечная, дендритовая, неправильная, пальцевидная и др. Плотность заселения колоний различна; глобулы либо агрегируются по принципу плотнейшей упаковки (рис. 1а), либо значительно отдалены друг от друга и цементируются минеральной массой (рис. 1б).

Приготовление полированных шлифов из глобул оказалось невозможным. Это связано с тем, что они состоят из кристаллов пирита, заключенных в ячейках жидкообразной протоплазмы. При раздавливании глобул между стеклянными пластинками были получены фрагменты тела бактерий, в которых под микроскопом в отраженном свете хорошо различима внутренняя структура. Одновременно выяснилось, что мелкие (3—20 м) особи представляют собой пластичные тела. Между стеклянными пластинками они мягко расплющиваются и разделяются с образованием плавно ограниченных фрагментов. Среди относительно крупных глобул, свыше 20 м, имеются как пластичные, так и очень хрупкие разновидности. Последние раздавливаются с образованием остроугольных осколков.

Основной составной частью всех без исключения глобул являются идиоморфные зерна пирита. Размер зерен внутри данной особи в любой ее части строго постоянен. Очень мелкие кристаллы, в поперечнике около 0,3 м, встречаются у глобул небольшого диаметра. Максимальный размер зерен,

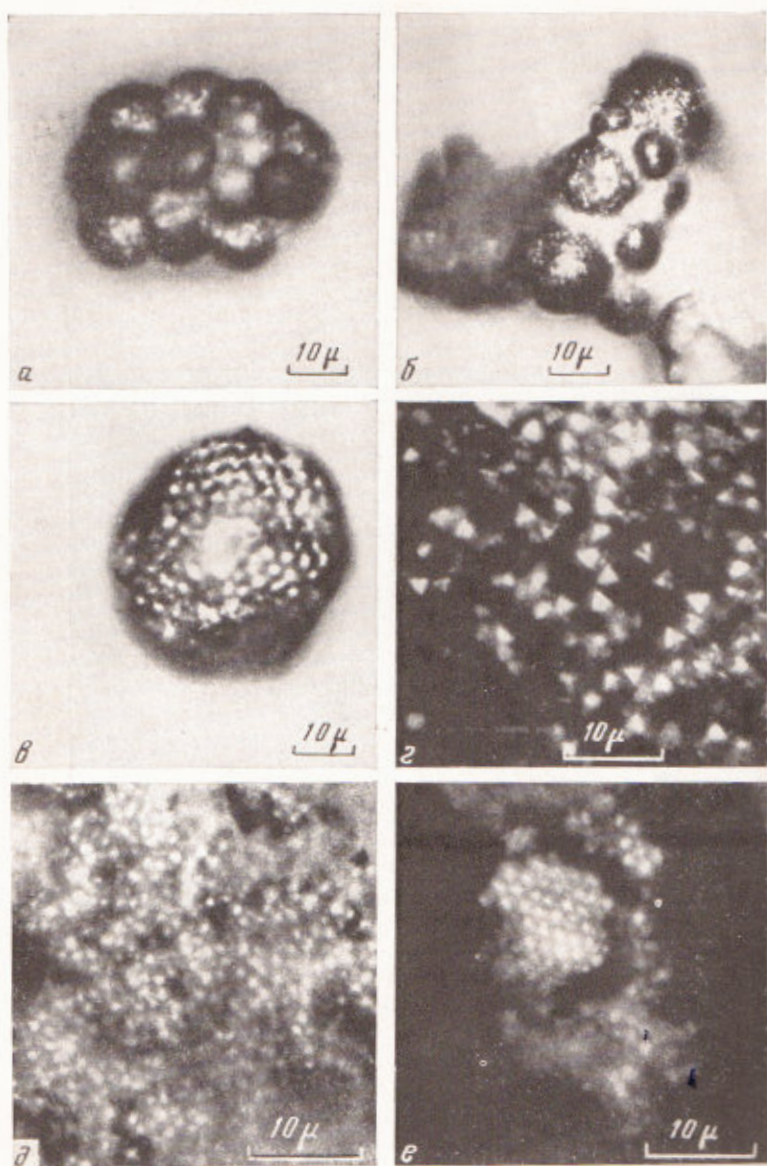


Рис. 1. «Оруденелые бактерии» из пелагических илов Тихого океана. а — колония бактерий, сложенная по принципу плотнейшей упаковки; б — пальцеобразная колония бактерий, состоящая из различных по размеру разновозрастных особей; в — общий вид отдельной крупной бактерии с упорядоченным расположением кристаллов пирита (белое) (верхняя и нижняя часть сферы не в фокусе); г — сыпь кристаллов пирита, имеющих форму кубического тетраэдра (сыпь получена при раздавливании бактерии в); д — сыпь кристаллов пирита (белое) в протоплазме, полученная при раздавливании пластичной бактерии; е — фрагмент тела бактерии с не нарушенным при раздавливании упорядоченным расположением кристаллов пирита (белое) в ячейках органической ткани (серое). Снимки выполнены в отраженном свете

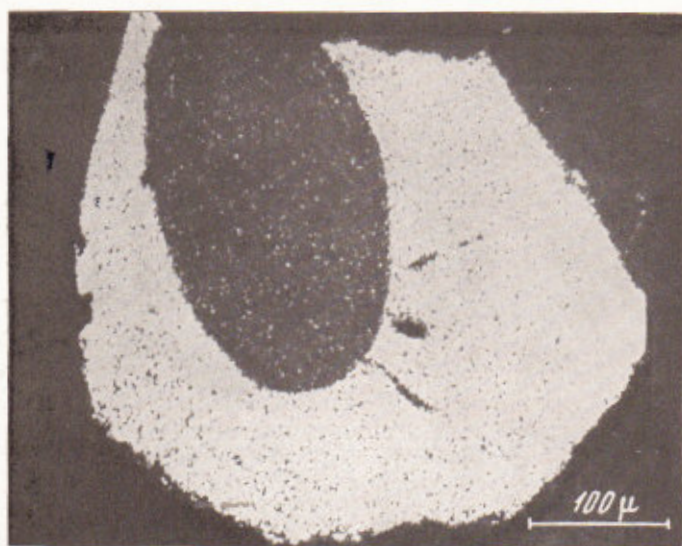


Рис. 3. Сросток граната и хромдиоксида из алмаза в рентгеновском АЖα-излучении

3 м, был отмечен у одиночных глобул диаметром 60 м. Форма кристаллов внутри одной и той же глобулы одна и та же. Но различные глобулы из одной пробы ила состоят либо из тетраэдрических (рис. 1г), либо из более полигональных кристаллов кубической сингонии. При раздавливании как пластичных, так и хрупких глобул кристаллы легко отделяются друг от друга, и их сыпь является продуктом наиболее тонкого измельчения (рис. 1г, д). Хорошая отделимость кристаллов объясняется тем, что они не сцементированы друг с другом в прочные сульфидные агрегаты и, по-видимому, во всех особях разделены пленкой органической ткани.

Внутри глобул обнаруживается упорядоченное распределение кристаллов пирита. В фрагменте на рис. 1е хорошо виден шахматный порядок расположения кристаллов, разделенных правильными полосками органического вещества. Каждый кристалл заключен в оболочке протоплазмы толщиной 0,5 м. Многочисленные наблюдения позволяют утверждать, что в любой части той или иной глобулы отсутствуют ячейки без кристаллов пирита. Упорядоченность распределения кристаллов пирита и отсутствие вакантных, не заполненных пиритом ячеек указывают на то, что кристаллы являются органически связанной составной частью микроструктуры бактерии. Своим существованием кристаллы не вносят дисгармонии в строение многоячейковой ткани, как это могло бы быть в том случае, если бы пирит выделялся после смерти организма, метасоматически заместив его. Во многих случаях при раздавливании бактерий вследствие некоторого отжимания жидкообразного органического вещества упорядоченность кристаллов пирита нарушается. Но характерно, что и в таких препаратах кристаллы всегда распределены достаточно равномерно, не соприкасаясь друг с другом (рис. 1д). Это также указывает на отсутствие сплошных агрегатов зерен пирита и на постоянство расстояния между центрами зерен в теле бактерий и тем самым на высокую упорядоченность их расположения.

Таким образом, в одном и том же небольшом объеме пробы ила наблюдается ассоциация «оруденелых бактерий», в которой равномерно представлены как эмбриональные мельчайшие особи, обычно собранные в колонии, так и крупные взрослые. Это указывает на то, что в илах протекает весь жизненный цикл «оруденелых бактерий». Все без исключения эмбриональные и взрослые особи имеют одно и то же внутреннее строение: они состоят из изолированных друг от друга идиокристаллов пирита, находящихся внутри ячеек протоплазмы. Это подтверждает точку зрения, согласно которой кристаллики пирита являются продуктом жизнедеятельности глобулярных бактерий. Если же придерживаться мнения, что «оруденелые бактерии» являются пиритными метасоматитами по трупам сферических бактерий, то эмбриональные особи в океанических илах не должны были бы содержать кристаллов пирита.

«Оруденелые бактерии» океанических илов отличаются от ранее изученных^(3, 9) ископаемых тем, что кристаллы пирита заключены в жидкообразной протоплазме, а не в гелевидном дисульфиде железа. Выделение гелипирита в ископаемых образованиях происходило, по-видимому, при захоронении «оруденелых бактерий» в стадию позднего диагенеза осадков.

В сообществе сульфатредуцирующих микроорганизмов «оруденелые бактерии» занимают особое место. Основной продукт редукции — пирит они отлагают в своем теле, изолируя его от внешней среды. Благодаря этому «оруденелые бактерии» могут развиваться в водных средах, где другие, неизолированные типы выделений сульфидов неустойчивы. Такая экологическая особенность дает «оруденелым бактериям» определенные преимущества в конкурентной борьбе с другими сульфатредуцирующими микроорганизмами.

Изученные океанические илы представляют собой породы, в которых не наблюдаются другие проявления аутигенных сульфидов. Этот факт также подтверждает, что «оруденелые бактерии» являются пиритгенерирующими микроорганизмами. В случае метасоматического происхождения «орудене-

лых бактерий» в илах наряду с фрамбоидальными выделениями пирита одновременно накапливались бы и другие, например гелевидные формы дисульфида железа, как это имеет место в осадках сероводородных областей моря.

Новочеркасский политехнический
институт

Поступило
9 VI 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. И. Смирнов, Проблемы железистых руд, М., 1964. ² Г. Шнейдерхён, Рудные месторождения, М., 1958. ³ П. Рамдор, Рудные минералы и их сростания, М., 1962. ⁴ L. Y. Love, Quart. J. Geol. Soc. London, 113, 4, 429 (1957). ⁵ Л. Я. Кизильштейн, Изв. АН СССР, сер. геол., № 5 (1969). ⁶ Н. С. Скрипченко, ДАН, 181, № 6 (1968).