

Н. Р. Аюпова
Институт минералогии УрО РАН,
Южно-Уральский государственный университет, г. Миасс
aypova@mineralogy.ru

Микрофауна в железисто-кремнистых отложениях колчеданных месторождений Урала

Железисто-кремнистые породы колчеданных месторождений различаются по облику, минералого-геохимическим особенностям, положению в разрезе относительно залежей сульфидных руд и пространственно-возрастным соотношениям с сульфидными рудами. Их формирование связано с физико-химическими особенностями придонных гидротермальных и гипергенных процессов, происходивших на палеогидротермальных полях Уральского палеоокеана. В последние годы в этих породах выявлены реликтовые гиалокласты основного и/или кислого составов, сульфидные рудокласты и карбонатные интракласты, изучение последовательности преобразований которых позволило разработать гальмиролитическую модель их формирования [Аюпова, Масленников, 2005]. В соответствии с этой моделью основными источниками железа и кремнезема служили гиалокласты и сульфиды, а карбонаты создавали

субщелочные среды, благоприятные для фиксации гидроксидов железа. Модель также не исключает биоминеральные взаимодействия, однако биоморфные структуры долгое время оставались неизученными. Цель данной работа – характеристика микрофаунистических структур в железисто-кремнистых отложениях для оценки возможности влияния микроорганизмов на их формирование.

Микрофоссилии были изучены с помощью оптического микроскопа Olympus 51X (отраженный свет, темнопольное изображение) и электронного микроскопа РЭММА-202, оснащенного энергодисперсионным анализатором. Идентификация минерализованных микроорганизмов проводилась на основании сравнения особенностей формы, размера и состава их представителей с имеющимися в научных публикациях данными.

Трубчатые организмы. Полые трубки различной сохранности, образующие многочисленные беспорядочные скопления, являются типичными представителями микрофауны в рудоконтролирующих горизонтах железисто-кремнистых пород Молодежного, Талганского, им. XIX Партсъезда, Александринского месторождений. Произвольная ориентировка труб в отложениях указывает на их захоронение в условиях вязкого неуплотненного осадка. Диаметр трубок варьирует от 60 до 120 мкм. Их наружная оторочка представлена тонкодисперсным гематит-кварцевым материалом и характеризуется тонкой слоистостью и разной толщиной (от первых до 10 мкм), а внутренняя часть чаще всего выполнена прозрачным кварцем (рис. а). Следует заметить, что трубчатые образования во многих случаях тесно связаны с реликтовыми бактериоморфными образованиями. Редко в поперечном срезе трубок выявляется «сотовая» микроотдельность, характерная для трофосомы трубчатых червей, содержащей внутриклеточные симбиотические хемоавтотрофные бактерии [Felbeck, 1981]. Иногда трубки теряют форму, приобретают кристаллическую огранку, обрастая сульфидами. В некоторых случаях сохранились псевдоморфозы кремнистого состава с тонкосоистой гематит-кварцевой оторочкой по аналогичным трубкам. В таких случаях оболочка четко выделяется контуром на фоне вмещающего гематит-кварцевого матрикса, а в продольном сечении наблюдается желобок кремнистого состава. Предполагается, что пустотелые или заполненные кварц-гематитовым материалом трубки могут быть аналогами полихет современных и древних пригидротермальных систем [Juniper et al., 1992; Little et al., 1999], но с диаметром трубок меньшего размера.

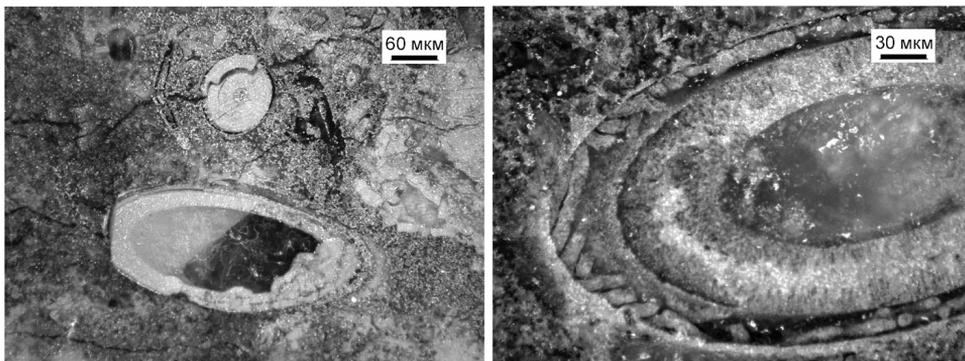


Рис. Косое сечение трубчатых форм организмов (а) и tentaкулитов (б), в гематит-кварцевых породах Талганского и Молодежного колчеданных месторождений.

В ассоциации с трубчатыми организмами в карбонат-гематит-кварцевых госсанитах установлены фрагменты фауны цилиндрической формы диаметром 200–400 мкм концентрически зонального строения в поперечном сечении. В некоторых случаях отмечаются скопления органических остатков разного размера со специфическими признаками неравномерного замещения, идентификация которых требует дальнейших исследований.

Тентакулиты. Многие хлорит-гематит-кварцевые и карбонат-гематит-кварцевые госсаниты на флангах Молодежного, Талганского, Александринского и Шемурского колчеданных месторождений изобилуют хорошо сохранившимися целыми раковинами тентакулитов. Раковины имеют округлые поперечные сечения разного диаметра (от 30 до 200 мкм), а в продольном сечении коническую форму длиной до 1–2 мм. По удлинению они ориентированы согласно слоистости. Внутренняя полость раковин разделена на центральную и промежуточную зоны. Центральная зона представлена марганцовистым кальцитом (с содержанием MnO до 4.26 мас. %) и смещена относительно оси конуса. Промежуточная зона сложена железистым хлоритом, Fe-Si агрегатами и Mn-кальцитом. Хлорит в тесной ассоциации с гематитом часто образует сфероидальные комки. Стенка раковины состоит из наружного и внутреннего тонких слоев, сложенных также марганцовистым кальцитом, между которыми при больших увеличениях наблюдаются многочисленные дугообразные структуры (рис. б), характерные для тентакулитов [Маслов, 1973]. С раковинами тентакулитов в госсанитах ассоциируют скопления микрочастиц апатита, рутила и иллита. Интересно то, что рутил наблюдается и внутри раковин тентакулитов.

Удовлетворительная и хорошая сохранность раковин, их вытянутые конусовидные формы, ориентированные согласно со слоистостью в железистых горизонтах, свидетельствуют об их захоронении *in situ*. Многие остатки тентакулитов fossilized кварцем, при этом отмечается хорошее сохранение очертаний формы раковины в общей массе породы. Как было показано выше, кальцит тентакулитов в железисто-кремнистых отложениях обогащен марганцем. Накопление марганца в кальците и в других минералах, вероятно, связано с его выносом гидротермами «черных курильщиков» и обогащением сульфидов и осадков марганцем [Вотьяков и др., 1996]. Ассоциация этих организмов с сульфидной минерализацией подтверждает существование особой среды их обитания на колчеданных месторождениях.

В целом, в ископаемом состоянии тентакулиты встречаются в разнообразных пелагических морских осадках силур-девонского возраста совместно с раковинами и скелетами фораминифер, бивальвий, гастропод, цефалопод, остракод, трилобитов, криноидей [Богоявленская, Федоров, 1990; Filipak, Jarzanka, 2009]. При этом встречаются как их единичные экземпляры, так и массовые скопления.

Радиолярии. В железисто-кремнистых отложениях встречаются деструктурированные скелетные остатки радиолярий, диаметром сечений от 100 до 200 мкм. Радиолярии представлены сферическими формами, развитыми на Урале в девоне с характерными конусовидными иглами и изредка характеризуются сохранением их внутренней капсулы [Назаров, Ормистон, 1990]. Обращает на себя внимание приуроченность радиолярий к первоначально тонкообломочным дистальным госсанитам, размеры обломочных частиц которых меньше скелетов радиолярий. Вероятно, пелитовая масса осадка способствовала их хорошей сохранности. В грубообломочных госсанитах скелеты радиолярий разламываются, о чем свидетельствуют находки лишь фрагментов. Очень часто наблюдается тонкое чередование прослоев, содержащих обильные скелеты радиолярий, с прослоями, в которых они совершенно отсутствуют, хотя по литологическим особенностям они не различаются между собой (например,

на Учалинском месторождении). Такое чередование отражает периодичность привноса обломочного материала. Радиолярии, растворяясь, очевидно, явились дополнительным источником кремнезема для железистых отложений. В ассоциации с остатками радиолярий встречаются спикулы губок, состоящие также из кремнезема.

Фораминиферы представлены единичными окремненными раковинами. Часто внутри раковины наблюдаются чешуйки хлорита, кристаллы доломита и апатита. Сечение раковин в разных плоскостях имеет форму от округлой до овальной. Обычно уплощенная сторона раковин ориентирована параллельно слоистости. Существует предположение, что фораминиферы округлой формы при жизни перекатывались по субстрату, а удлиненные – зарывались в мягкий грунт [Подобина, Ксенева, 2006]. Находка в пелитовых горизонтах железисто-кремнистых пород реликтовых остатков фораминифер – организмов с первично кальцитовыми раковинами, замещенными кремнеземом – указывает на участие известкового материала в их формировании. Предполагается, что присутствие небольших примесей карбонатного материала является причиной появления специфической схемы гальмиролиза гиалокластитов с образованием оксидно-железистых отложений [Аюпова, Масленников, 2005].

Приведенный фактический материал свидетельствует о широком участии биогенных компонентов в формировании железисто-кремнистых отложений и во многом объясняет причины многообразия их структурно-текстурных и геохимических особенностей, возникших при одинаковых и близких параметрах. После гибели организмов, органическое вещество мягких тканей и вещество, пропитывающее минеральные частицы раковины и скелетов, а также минеральные твердые частицы участвовали в породообразовании наравне со всеми другими компонентами осадка. Пестрота и избирательная локализация в распределении микрофауны подтверждает гетерогенность субстрата для железисто-кремнистых отложений.

Работы выполнены в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (ГК № 14.740.11.1048) и интеграционного проекта УрО-СО РАН № 12-С-5-1010.

Литература

- Аюпова Н. Р., Масленников В. В. Гальмиролититы Узельгинского колчеданосного поля (Южный Урал). Миасс: УрО РАН, 2005. 199 с.
- Богоявленская О. В., Федоров М. В. Основы палеонтологии. М.: Недра, 1990. 208 с.
- Вотьяков С. Л., Масленников В. В., Борисов Д. Р., Краснобаев А. А. Марганец – индикатор условий образования карбонатов на колчеданных медно-цинковых месторождениях Южного Урала (Россия) // Геология рудных месторождений. 1996. Т. 38. № 6. С. 558–569.
- Маслов В. П. Атлас породообразующих организмов (известковых и кремневых). М.: Наука, 1973. 267 с.
- Назаров Б. Б., Ормистон А. Р. Биостратиграфический потенциал радиолярий палеозоя // Радиолярии в биостратиграфии. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. С. 3–25.
- Подобина В. М., Ксенева Т. Г. Микропалеонтология / Учебное пособие. Томск: Томский государственный университет, 2006. 316 с.
- Felbeck H. Chemoautotrophic potential of the hydrothermal vent tube worm *Riftia pachyptila* Jones (Vestimentifera) // Science. 1981. Vol. 213. P. 336–338.
- Filipak P., Jarzanka A. Organic remains of tentaculitids: new evidence from Upper Devonian of Poland // Acta Palaeontologica Polonica. 2009. Vol. 54(1). P. 111–116.
- Juniper S. K., Jonasson I. R., Tunnicliffe V., Southward A. J. Influence of tube-building polychaete on hydrothermal chimney mineralization // Geology. 1992. Vol. 20. P. 895–898.
- Little C. T. S., Maslennikov V. V., Morris N. J., Gubanov A. P. Two palaeozoic hydrothermal vent communities from the Southern Ural Mountains, Russia // Palaeontology. 1999. Vol. 42. № 6. P. 1043–1078.