СПЕЦИФИЧНЫЕ МИНЕРАЛЫ В МШАНКОВЫХ БИОГЕРМАХ И ПОЛИХЕТОВЫХ ИЗВЕСТНЯКАХ (КАЗАНТИПСКИЙ ЗАПОВЕДНИК, КРЫМ)

Л. В. Леонова¹, А. И. Антошкина², Ю. С. Симакова²

SPECIFIC MINERALS IN BRYOZOAN BIOHERMS AND POLYCHAETIAN LIMESTONES (KAZANTHIP RESERVE, CRIMEA)

L. V. Leonova¹, A. I. Antoshkina², Yu. S. Simakova²

¹ Институт геологии и геохимии ФГБУ УрО РАН,
Екатеринбург, Россия; lvleonova@yandex.ru

² Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
Сыктывкар, Россия; Antoshkina@geo.komisc.ru,
yulia5-07@mail.ru

The object of our research is the Kazantip Cape (Kerch Peninsula, Crimea). Its attraction is a ring-shaped rock massif composed of bryozoans previously considered to be a reef structure growing on the limbs of rising brachyanticline about 8 million years ago. Application of complex of investigating methods show that clay deposits underlying bryozoan structure are composed of expandable mixed-layered minerals, smectite, kaolinite, chlorite, illite with accessory minerals (zircon, monazite, ilmenite). These clays are the result of eruption of fossilized analogue of mud volcano. This process was accompanied by unloading of cold gas-fluid seepage. Specific mineralization (barite, celestine, strontianite, authigenic minerals of rare-earth elements and manganese) of bryozoan's bioherms indicates that the seep process continued even after the waning of mud volcanism.

В северной части Керченского полуострова (Крым) в Азовское море вклинивается мыс Казантип в виде своеобразного «медальона». «Оправой» ему служат мшанковые биогермные известняки, которые ряд исследователей определяли как кольцевой риф [1, 3, 7]. Центральная часть сложена глинами нижнего, среднего и верхнего сармата (верхний миоцен) [3, 7]. В качестве модели формирования этого объекта принято считать, что в конце миоцена воздымающаяся брахиантиклинальная складка в виде острова выступила из моря. По мере её воздымания на склонах нарастали мшанковые постройки.

Первое упоминание о мшанковых известняках Керченского п-ва отмечается в работах П. С. Паласса в 1803 г. Затем Г. В. Абих в 1865 г. выделил мшанковые слои в самостоятельный (мэотический) структурный «этаж» (сейчас ярус нижнего миоцена). Существенные дополнения внесли детальные исследования Н. И. Андрусова [1] и последующие работы, связанные с перспективностью добычи железных руд и нефти, и соответствующим изучением стратиграфии, палеонтологии и палеоэкологии неогеновых отложений п-ова. В публикации А. А. Клюкина [6] переосмысливается роль тектонического влияния на формирование Казантипской антиклинали — на основании изучения пород центральной части, не выходящих на поверхность, степени их раздроб-

ленности и смятия, он делает вывод о зреющем грязевом вулкане.

Минеральный состав подстилающих пород и слагающих мшанковые биогермные известняки, был изучен с использованием методов рентгеновской дифрактометрии (дифрактометр Shimadzu XRD-6000, излучение — $\text{CuK}\alpha$), электронной микроскопии (СЭМ — JSM-6390LV, JEOL) и энерго-дисперсионной спектроскопии (ЭДС — IncaEnergy 450, напыление углеродом).

Начатые нами в 2018 году детальные исследования показали, что в склоновых обнажениях бухт Шарабай и Широкая основанием разрезов служат преимущественно глинистые отложения. Среди основных минералов методом рентгеновской дифрактометрии установлены: смешанослойный иллит/смектит, смектит, каолинит, хлорит, иллит, кальцит, кварц. Результаты изучения этих отложений методами сканирующей электронной микроскопии показали, что некоторые слои обогащены цирконами с отличной огранкой, другие — ильменитом и рутилом; повсеместно встречаются галит, монацит и куларит (?) (аутигенная разновидность монацита). Особенно распространен барит: в виде отдельных скоплений микрокристаллов, в некоторых слоях — в виде звёздчатых агрегатов, в том числе и в костных остатках (рисунок, 1). Примечательно, что практически все остатки костей позвоночных (рыб, земноводных), найденные в этих глинисто-песчаных отложениях, содержат такие элементы как Се, La, Nd, видимо, накопленные при жизни животных из окружающей среды.

Таким образом, по специфике минерального состава глинисто-песчаных отложений и акцессорных минералов, исследуемые породы можно интерпретировать как осадки, формировавшиеся в условиях сопутствующего извержения грязевого вулкана. Позднее, во время формирования мшанковых биогермов, активность грязевого вулкана снизилась, однако мы находим следы холодных газо-флюидных воздействий. Так, обнаружены биогермы, в основании которых развиты корки и жеоды гётит-лимонитового состава. В процессе изучения методами СЭМ и ЭДС установлено, что корки сложены фрамбоидальными агрегатами, вероятно, образованы в результате очень быстрой псевдоморфозы по пириту (рисунок, 2).

На разных уровнях в биогермах встречаются желваки, вытянутые линзы черных и черно-белых опалов. Методом рентгеновской дифрактометрии установлено, что, черно-белый рисунок обусловлен чередованием черных опаловых и белых кварцевых полос. В пробе из пластовых черных опалов были обнаружены фрамбоидальные пириты (рисунок, 3), здесь же, вместе с остатками диатомей присутствуют микрофоссилии серобактерий. Это указывает на струйное локальное излияние газонасыщенных флюидов и резкую смену pH условий.

Поверхность биогермов часто покрыта карбонатными корками, трактуемыми нами как микробно-опосредованное отложение кальцита, арагонита, кутногорита в процессе жизнедеятельности микробных сообществ [2]. Об активности прокариот (?) свидетельствуют многочисленные минерализованные биоплёнки, контролирующие рост кристаллов, а присутствие стронцианита и барита с целестином, так же, как и наличие кутногорита, указывают на специфичную — сиповую — обстановку [4, 5].

Рисунок. Специфические минералы в породах Казантипского заповедника и их ЭДС спектры. 1 — Звездчатые агрегаты барита в костных остатках из подстилающих глинисто-песчаных отложений (бухта Шарабай); 2 — фрамбоидальные агрегаты оксидов железа (псевдоморфозы по пириту) из корок в мшанковых биогермах (бухта Широкая); 3 — фрамбоидальный пирит из пластовых черных опалов в мшанковых биогермах (бухта Широкая); 4 — агрегаты минералов Fe и Mn в полостях трубок червей-полихет (бухта Широкая)

Figure. Specific minerals in the rocks of the Kazantip reserve and their EMF spectra. 1 — stellar barite aggregates in bone residues from underlying clay-sand deposits (Sharabai Bay); 2 — framboidal aggregates of iron oxides (pseudomorphs on pyrite) from crusts in bryozoic bioherms (Shirokaya Bay); 3 — framboidal pyrite from intrastratal black opals in bryozoans bioherms (Shirokaya Bay); 4 — aggregates of minerals Fe and Mn in the cavities of the polychaete worms tubes (Shirokaya Bay)

Весьма интересна находка скопления трубок червей-полихет. Эти своеобразные мини-биогермы в мшанковых биогермах верхней части разреза целиком сложены фоссилиями мелких полихет. По поверхности они также покрыты карбонатной микробной корочкой, указывающей на одновременность развития полихет и мшанок. При изучении методами СЭМ и ЭДС установлено, что в полостях трубок отложились минералы Fe и Mn (рисунок, 4), а также барит. Это не единственные проявления Fe-Mn минерализации: в глыбовых развалах бухты Широкая нами также были обнаружены бактериально-хемогенные почковидные нарастания (2—3 см), сложенные в вертикальном срезе чередованием микрослойков кутногорита и оксидной формы марганца.

Суммируя вышеизложенное, следует отметить, что считавшееся рифовой мшанковая биогермная постройка является, скорее всего, пригидротермальным оазисом. Специфика минералов — барит, фрамбоидальный пирит и псевдоморфозы по нему, высокомарганцевые карбонатные и оксидные минералы, характеризуют низкотемпературные сиповые обстановки [4, 5]. Благодаря продолжительному высачиванию газо-насыщенных флюидов на склонах излившегося грязевого вулкана развивались различные микробные поселения, метаболиты которых служили пищей фильтраторам-мшанкам и полихетам.

Работа выполнена в рамках темы № АААА-А17-117121270034-3 ИГФИЦ Коми НЦ УрО РАН, при поддержке Программы УрО РАН проект № 18-5-5-31.

Литература

1. Андрусов Н. И. Ископаемые мшанковые рифы Керченского и Таманского полуостровов // Записки Киевского об-ва естествоисп. Киев, 1909. Вып. 1. С. 1—48.
2. Антошкина А. И., Леонова Л. В., Лютов В. П. и др. Следы бактериальной активности в неогеновых рифогенных и терригенных породах мыса Казантип (Крым) // Геология и биоразнообразие Тетиса и Восточного Паратетиса: Мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. Горячий Ключ, 2017. С. 53—57.
3. Аркадьев В. В. Геологические экскурсии по Крыму. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2010. 132 с.
4. Дара О. М., Леин А. Ю., Козина Н. В. и др. Первая находка кутногорита в современных отложениях Южно-Каспийской котловины // Доклады Академии наук, 2015. Т. 465, № 5. С. 572—576.
5. Деркачев А. Н., Николаева Н. А., Баранов Б. В. и др. Проявление карбонатно-баритовой минерализации в районе метановых сипов в Охотском море на западном склоне Курильской котловины // Океанология, 2015. Т. 55, № 3. С. 432—443.
6. Клюкин А. А. Факторы, определяющие биоразнообразие Казантипского природного заповедника // Тр. Никитского ботанического сада. Нац. науч. Центра, 2006. Т. 126. С. 133—148.
7. Найдин Д. П., Лузгин Б. К. Некоторые особенности берегов полуострова Казантип. Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР // Межведомственный республиканский научный сборник. Вып. 3. Изд-во Киевского университета. 1969 г. С. 167—176.

ЦЕФАЛОПОДОВЫЕ СООБЩЕСТВА РАННЕПЕРМСКОГО РИФА ШАХ-ТАУ (БАШКОРТОСТАН)

Т. Б. Леонова, А. Ю. Щедухин

CEPHALOPOD COMMUNITIES OF THE EARLY PERMIAN SHAKH-TAU REEF (BASHKORTOSTAN)

T. B. Leonova, A. Yu. Shchedukhin

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка
РАН, Москва, Россия; e-mail: tleon@paleo.ru;
aleksandrshedukhin@mail.ru

Two cephalopod assemblages from the Early Permian Shakh-Tau Reef are studied. The first one (Late Asselian-Early Sakmarian) contains ten ammonoid genera and fifteen nautiloid genera. This community had unique taxonomic and morphological structure. The more young Late Artinskian post-reef cephalopod assemblage contains 15 ammonoid genera and 12 non-ammonoid genera. It is closer in all respects to the Artinskian South Uralian cephalopod assemblages from the basinal sediments.

В результате девяти палеонтологических экспедиций последних лет (2015—2019 гг.) на остатки знаменитого рифа Шах-Тау, впервые описанного еще Р. Мурчисоном [1], была собрана уникальная коллекция раннепермских моллюсков, значительная часть которых представлена цефалоподами. Это уже второе сообщество пермских головоногих, приуроченное к рифовым фациям, обнаруженное в последние десятилетия в Волго-Уральском регионе. Первое было описано из немдинского горизонта карьеров Кировской области и республики Марий Эл и датировано казанским (роудским) веком [2].

Авторы чрезвычайно признательны сотрудникам лаборатории моллюсков Палеонтологического института А. В. Мазаеву и М. С. Бойко, собравшим богатейшую коллекцию раннепермских головоногих: ассельско-сакмарских и позднеартинских аммоноидей, прямых и свернутых наутилоидей.

Литоология шихана Шах-Тау наиболее подробно была изучена И. К. Королюк [3]. По ее данным в ассельское время сформировался цоколь рифа путем накопления сначала шамовелловых и мшанково-шаммовелловых, а затем шамовелло-кораллово-фузулиновых, полифино-биогермных и полибиогермных известняков. Как считала И. К. Королюк [3] этот биогермный массив приобрел структуру рифа в форме незамкнутого атолла в сакмарском веке. В это время его тело было рассечено множеством трещин, карстовых и эрозионных каверн, которые впоследствии заполнялись разновозрастными обломочными карбонатными осадками. В верхнеассельских-нижнесакмарских известняках Шах-Тау были обнаружены многочисленные остатки бентосных организмов (брахиоподы, гастроподы, двустворки, морские лилии, трилобиты и др.), а также пелагические формы — цефалоподы. Несмотря на то, что головоногие в этих отложениях встречаются достаточно часто, до настоящего времени они не были систематически изучены. К началу артинского века риф прекратил свое