Микроструктура силурийских строматолитов (Тимано-Североуральский регион)

В. А. Матвеев

Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

vamatveev@geo.komisc.ru

В результате проведенного изучения силурийских строматолитовых построек из разрезов лландовери, венлока и лудлова западного склона Приполярного Урала и поднятия Чернова выделено девять основных типов микроструктур. Установлено, что лландоверийские строматолиты обладали наиболее простой ленточной микроструктурой. В течение венлока и лудлова происходило усложнение структур строматолитов, прослеживаемых в различных по форме постройках, которое, возможно, связано с изменениями условий окружающей среды, составом и эволюцией строматолитообразующей биоты.

Ключевые слова: *силур, лландовери, венлок, лудлов, западный склон Приполярного Урала, поднятие Чернова, строматолиты, типы микроструктур.*

Microstructure of Silurian stromatolites (Timan-North Urals region)

V. A. Matveev

Institute of Geology FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar

As a result of the study of Silurian stromatolite buildings from sections of the Llandovery, Wenlock and Ludlov Western slopes of the Subpolar Urals and the and Chernov Swell, nine main types of microstructures were identified. It was established that the Llandoveryan stromatolites had the simplest ribbon microstructure. During Wenlock and Ludlov, the complication of structures, stromatolites traced in buildings of various shapes, which is possibly associated with changes in environmental conditions, the composition and evolution of stromatolite-forming biota, took place.

Keywords: *Silurian, Llandovery, Wenlock, Ludlow, Chernov Swell, western slope of the Subpolar Urals, stromatolites, type microstructure.*

Введение

Многими исследователями признается, что микроструктура строматолитов является одним из диагностических признаков, при помощи которого выделяются их формальные виды. Слоистые текстуры строматолитов имеют много общего с так называемыми коломорфными текстурами чисто минерального происхождения (марганцовыми, кремневыми, малахитовыми и т.п.), что необходимо учитывать при изучении строматолитовых построек (Маслов, 1973). Изучение микроструктуры является одной из важнейших и сложных характеристик в диагностике строматолитов, так как в ней могут сохраняться следы строения и состав морфологического (кокковидного или нитевидного) микробного сообщества, формирующего тот или иной морфотип строматолитов.

Под микроструктурой строматолитов обычно принято понимать структурно-текстурные особенности внутреннего строения строматоли-

тового слоя. Изучение микроструктуры современных строматолитов, показало, что её формирование связано с таксономическим составом цианобактериальных сообществ и условиями существования (Серебряков, 1975; Monty, 1973; Gebelein, 1974 и др.).

Считается, что каждый микроструктурный тип связан с фоссилизацией определенных микробных сообществ и содержанием общей слизистой массы (Маслов, 1960; Комар, 1966; Шаповалова, 1974; Семихатов, Комар, 1989; Семихатов, Раабен, 1993; Knoll, Semikhatov, 1998; Анисимов, Анисимова, 2012).

Методы

Анализ микроструктуры строматолитов выполнялся на микроскопе Axioskop 40, оснащённом цифровым фотоаппаратом AxioCam MRc5. При микроскопическом изучении в шлифах особое внимание уделялось структурно-текстурным

особенностям, компонентному составу, а также вторичным преобразованиям строматолитовых построек и вмещающих их пород.

Основные типы микроструктур

В течение силурийского цикла развития Североуральского морского бассейна выделено три этапа строматолитообразования: в лландовери, венлоке и лудлове, которые отчетливо отражают смену условий осадконакопления (Матвеев, 2017а). Как установлено каждый из этих этапов

характеризуется особенностями развития строматолитовых микроструктур. Изучение силурийских строматолитов западного склона Приполярного Урала и поднятия Чернова показала возможность выделения девяти различных микроструктур, среди которых определены четыре основных типа: ленточный, губчатый, сгустковый, зернистый и пять подтипов.

Ленточная микроструктура наиболее характерна для лландоверийских строматолитовых построек (рис. 1, фиг. 1). Микроструктура образована

Рис. 1. Микроструктуры силурийских строматолитов: 1 – ленточная (шл. 109/323, Приполярный Урал, р. Кожым. Лландовери, филиппгельский горизонт); 2 – прерывисто-ленточная (шл. 109/295, Приполярный Урал, р. Кожым. Лландовери, филиппгельский горизонт); 3 – неравномерно-ленточная (шл. 109/310, Приполярный Урал, р. Кожым. Лландовери, филиппгельский горизонт); 4 – губчатая (шл. 82, поднятие Чернова, руч. Безымянный, венлок, войвывский горизонт); 5 – губчато-комковатый (шл. 95, поднятие Чернова, руч. Безымянный, венлок, войвывский горизонт); 6 – губчато-ленточная (шл. 82, поднятие Чернова, руч. Безымянный, венлок, войвывский горизонт); 7 – сгустковая (обр. 21, лудлов, поднятие Чернова, р. Падимейтивис, падимейтивисский горизонт); 8 – сгустково-ленточная (шл. 1/6/2, поднятие Чернова, р. Падимейтивис, лудлов, падимейтивисский горизонт); 9 – зернистая (шл. 90, поднятие Чернова, руч. Безымянный, венлок, войвывский горизонт). Масштабная линейка 0.1 мм

Fig. 1. Microstructures of Silurian stromatolites: 1 – varved (thin-section 109/323, Subpolar Urals, Kozhym River. Llandoveri, Filipp"el Regional Stage); 2 – intermittent-varved (thin-section 109/295, Subpolar Urals, Kozhym River. Llandoveri, Filipp"el Regional Stage); 3 – irregular-varved (thin-section 109/310, Subpolar Urals, Kozhym River. Llandoveri, Filipp"el Regional Stage); 4 – fungous (thin-section 82, Chernov Swell, Bezmyanny Brook, Wenlock, Voivyvsky Regional Stage); 5 – fungous-lumpy (thin-section 95, Chernov Swell, Bezmyanny Brook, Wenlock, Voivyvsky Regional Stage); 6 – fungous-varved (thin-section 82, Chernov Swell, Bezmyanny Brook, Wenlock, Voivyvsky Regional Stage); 7 – clot (thin-section 21, Ludlow, Chernov Swell, Padimeytvis River, Padimeytvis Regional Stage); 8 – clot-varved (thin-section 1/6/2, Chernov Swell, Padimeytvis River, Ludlow, Padimeytvis Regional Stage); 9 – granular (thin-section 90, Chernov Swell, Bezmyanny Brook, Wenlok, Voivyvsky Regional Stage). Scale bar is 0.1 mm

ритмично чередующимися темными (органогенными) и светлыми микрослойками, которые имеют в сечении форму лент. Ленты в свою очередь могут быть как ровными выдержанными, так и извилистыми, часто ленты распадаются на отдельные отрезки, вытягиваясь в одну линию. Такое строение лент определяет подтипы ленточной микроструктуры, которые могут быть подразделены на прерывисто-ленточные и неравномерно-ленточные подтипы (рис. 1, фиг. 2, 3). Выделенные микроструктуры характерны для строматолитов лландоверийского возраста на западном склоне Приполярного Урала.

Губчатая микроструктура представляет собой хаотично расположенные участки светлого кальцита на фоне преобладания темной массы пелитоморфного кальцита (рис. 1, фиг. 4). Этот тип подразделен на подтипы губчато-комковатый и губчато-ленточный (рис. 1, фиг. 5, 6). Такой тип микроструктур характерен для венлокских и лудловских желваковых строматолитов поднятия Чернова.

Сгустковая микроструктура образована отдельными сгустками, слагающим целиком слой (рис. 1, фиг. 7). Как дополнение к этому типу микроструктуры выделен сгустково-ленточный (рис. 1, фиг. 8). Такой тип микроструктур характерен для венлокских и лудловских желваковых строматолитов поднятия Чернова.

Зернистая микроструктура образована, как правило, мелкими обособленными темными участками пелитоморфного кальцита округлых очертаний в виде зерен, которые окружены тонким светлым карбонатным чехлом (рис. 1, фиг. 9).

Такой тип микроструктур наблюдается в лудловских желваковых и столбчатых строматолитах поднятия Чернова.

В отдельных строматолитовых постройках установлена более сложная (смешанная) микроструктура: прерывисто-ленточная, неравномерно-ленточная, волнисто-ленточная; сгустково-ленточная, губчато-ленточная, губчато-комковатая. Эти смешанные микроструктуры, возможно, формировались за счет частых изменений условий окружающей среды и смены строматолитообразующих организмов. Часто в микроструктуре строматолитов можно наблюдать различные по форме обломки карбонатных пород (до 3.5 мм), фрагменты раковин брахиопод, остракод и пеллеципод.

Следует отметить, что изучение микроструктуры строматолитов часто затруднено из-за сильной перекристаллизации лландоверийских пород на западном склоне Приполярного Урала или повышенного содержания битума в лудловских породах на поднятии Чернова. В шлифах наблюдаются только теневые структуры. Наилучшей сохранностью микроструктуры отличаются строматолиты венлока поднятия Чернова, в которых впервые в силуре автором были обнаружены биогенные остатки строматолитообразующих микроорганизмов (Матвеев, 20176).

Прямая зависимость формы колонии и выдержанность микроструктуры не прослеживается в изученных строматолитах. Так, характерные для лландовери желваковые и пластовые типы построек западного склона Приполярного Урала имели только ленточную микроструктуру и её разновидности (волнисто-ленточную, неравномерно-лен-

Рис. 2. Морфологические типы пиритовых агрегатов в строматолите: а – кубические кристаллы; б – фрамбоидные стяжения (образец 90, поднятие Чернова, руч. Безымянный, венлок, войвывский горизонт)

Fig. 2. Morphological types of pyrite aggregates in stromatolite: a – cubic crystals; b – framboid bundles (sample 90, Chernov Swell, Bezmyanny Brook, Wenlock, Voivvysky Regional Stage)

точную). Венлокские и лудловские строматолиты поднятия Чернова представлены желваковыми, пластовыми и столбчатыми постройками и разнообразными типами микроструктур с губчато-ленточной, сгустково-ленточной, комковатой и губчатой, сгустковой и зернистой микроструктурами.

В шлифах, при изучении микроструктуры венлокских и лудловских строматолитов, часто наблюдаются пиритовые агрегаты. Электронная микроскопия показала, что пирит присутствует в виде россыпей, отдельных фрамбоидных стяжений и одиночных кубических кристаллов размером 0.025–0.04 мм (рис. 2, а, б). Возможно, фрамбоидальный пирит является результатом псевдоморфозного замещения по колониям бактерий (Герасименко, Заварзин, 1993; Астафьева, 2005). Наличие пирита в строматолитах так же может указывать на присутствие аноксигенной зоны развития сульфатредуцирующих бактерий, которая является частью цианобактериального мата и сопоставима с моделью их строения (Бактериальная палеонтология, 2002).

Заключение

Таким образом, изучение микроструктуры строматолитов, возможно, в дальнейшем позволит использовать её для корреляции силурийских отложений на западном склоне Приполярного Урала и поднятия Чернова. Изучение микроструктур показало, что самые древние в силуре лландоверийские строматолиты обладали разнообразной ленточной (наиболее простой) микроструктурой. В венлоке и лудлове у строматолитов различных по форме построек происходит усложнение типов микроструктур. Для них наиболее характерны губчатый, зернистый, сгустковый, губчато-комковатый, губчато-ленточный и сгустково-ленточный типы. Усложнение типов микроструктур строматолитов, возможно, связано со сменой условий седиментации и эволюцией строматолитообразующей биоты в силурийское время.

Литература

1. Анисимов А. Ю., Анисимова С. А. Роль микробных сообществ в образовании микроструктур рифейских строматолитов Присаянья // Современная

микрорпалеонтология: материалы XV Всероссийского микрорпалеонтологического совещания. Геленджик: Изд-во Кубан. гос. ун-та, 2012. С. 468–471.

2. Астафьева М. М., Розанов А. Ю., Хувер Р. Фрамбоиды: их структура и происхождение // Палеонтологический журнал. 2005. № 5. С. 1–7.

3. Бактериальная палеонтология / С. С. Абызов, М. Велш, Ф. Вестал, и др. М.: ПИН РАН, 2002. 188 с.

4. Герасименко Л. М., Заварзин Г. А. Реликтовые цианобактериальные сообщества // Проблемы доантропогенной эволюции биосферы. М.: Наука, 1993. С. 222–254.

5. Заварзин Г. А. Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2003. 348 с.

6. Комар Вл. А. Строматолиты верхнедокембрийских отложений севера Сибирской платформы и их стратиграфическое значение. М.: Наука, 1966. 122 с.

7. Крылов И. Н. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР // Тр. ГИН АН СССР, 1975. Вып. 234. 243 с.

8. Маслов В. П. Строматолиты (их генезис, метод изучения, связь с фациями и геологическое значение на примере ордовика Сибирской платформы). М.: Изд-во АН СССР, 1960. 187 с.

9. Матвеев В. А. Основные этапы строматолитообразования в силуре (Североуральский регион) // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 26-й научной конференции. Сыктывкар: Геопринт, 2017. С. 137–132.

10. Матвеев В. А. Ультрамикроструктуры венлокских строматолитов поднятия Чернова // Доклады академии наук, 2017. Том 474. № 2. С. 206–209.

11. Семихатов М. А., Комар Вл. А. Строматолиты докембрия: биологическая интерпретация, классификация и стратиграфическое значение // Проблемы стратиграфии верхнего протерозоя и фанерозоя. М.: Наука, 1989. С. 1331.

12. Семихатов М. А., Раабен М. Е. Динамика глобального разнообразия рифейских и вендских строматолитов Северной Евразии // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1993. Т. 1. № 2. С. 3–12.

13. Шаповалова И. Г. Стратиграфия и строматолиты рифейских отложений северной части Юдомо-Майского прогиба. Новосибирск: Наука СО АН СССР, 1974. 140 с.

14. Knoll A. H., Semikhatov M. A. The genesis and time-distribution of two distinctive Proterozoic stromatolite microstructures // Palaios. 1998. V. 13. № 4. P. 408–422.