

УДК 551.72

СОСТАВ И СТРОЕНИЕ ПЛАСТОВЫХ СТРОМАТОЛИТОВ ПОЛУОСТРОВА СРЕДНИЙ (КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)

П.В. Медведев¹, Ю.Л. Войтеховский^{2,3}, С.Ю. Чаженина¹, И.В. Чикирёв^{2,3}

¹Институт геологии КарНЦ РАН

²Геологический институт КНЦ РАН

³Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета

Аннотация

В статье рассматривается состав и строение пластовых строматолитов в карбонатных отложениях каруярвинской свиты на п-ове Средний. Делается вывод о том, что они являются ископаемыми микробиальными постройками, однако отнесение пластовых строматолитов п-ова Средний к формальному раннерифейскому виду *Stratifera flexurata* Komar 1966 является необоснованным.

Ключевые слова:

верхнепротерозойские отложения, пластовые строматолиты, п-ов Средний, о.Кильдин.

Введение

Территория п-овов Средний, Рыбачий и о. Кильдин – часть единого позднепротерозойского (неопротерозойского) Тимано-Варангерского складчато-разрывного пояса, обрамляющего Восточно-Европейскую платформу с северо-востока. Относительный возраст неопротерозойских отложений может определяться по строматолитам, которые представляют собой сложные биогенно-седиментационные постройки, образующиеся в результате жизнедеятельности цианобактерий. Не повторяющиеся последовательности формальных таксонов строматолитов в наиболее полных разрезах Северной Евразии распадаются на отчетливые по составу комплексы, определяющие узнаваемость таких крупных подразделений докембрия, как нижний протерозой (карелий), три эратемы рифея (бурзаний, юратиний, каратавий) и венд [1]. В Кольском регионе столбчатые строматолитовые постройки наиболее широко распространены в карбонатных породах коровинской свиты (кильдинская серия) верхнего рифея на о. Кильдин [2, 3]. В 2006 г. впервые на п-ове Средний среди карбонатных пород каруярвинской свиты (кильдинская серия) определены нижнерифейские пластовые строматолиты *Stratifera flexurata* Komar 1966 [4, 5]. Но такое определение противоречит позднерифейскому возрасту кильдинской серии по изотопным данным и не согласуется с описаниями И.Н. Крылова, В.В. Любцова и М.Е. Раабен верхнерифейских форм столбчатых строматолитов среди отложений кильдинской серии на о. Кильдин. Чтобы разрешить это противоречие, авторы статьи исследовали состав и строение пластовых образований из карбонатных пород каруярвинской свиты (кильдинская серия) п-ова Средний.

Методика работ и обсуждение полученных результатов

Каруярвинская свита сложена ритмично переслаивающимися пестроцветными (от красных до зеленовато-серых) аркозовыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами и темно-серыми доломитами. В последних и обнаружены пластовые строматолиты (рис. 1). Мощность ритмов изменяется от 1.8 до 2.6 м (мощность слоев доломита – от 0.5 до 1.2 м. Видимая мощность разреза каруярвинской свиты около 70 м. На поверхности напластования пород сохранились различные седиментационные текстуры – симметричные знаки ряби (рис. 2), трещины усыхания (рис. 3) и глиптоморфозы по кубическим кристаллам галита (рис. 4), свидетельствующие об осадконакоплении в условиях жаркого климата на периодически осушаемой приливно-отливной

равнине соленого бассейна. Кроме того, в доломитах встречены нодулярные псевдоморфозы кальцита по гипсу и кубические кристаллы пирита, замещаемого гематитом.



Рис. 1. Пластовые строматолиты в отложениях каруярвинской свиты



Рис. 2. Симметричные знаки ряби на поверхности напластования отложений каруярвинской свиты



Рис. 3. Трещины усыхания на поверхности напластования отложений каруярвинской свиты



Рис. 4. Глиптоморфозы по кубическим кристаллам галита на поверхности напластования отложений каруярвинской свиты

Рассматривая строматолиты как микробиальные постройки, необходимо обосновать их биогенность. Для этого существует ряд критериев, важнейший из которых – наличие в элементарных наслоениях fossilized микроорганизмов или следов их жизнедеятельности [6]. Для обнаружения таких структур шлифы строматолитов внимательно изучались на лазерном сканирующем микроскопе VK 9710 под различными увеличениями. Признаки следов микробиальной жизни в пластовых строматолитах п-ова Средний отмечались предыдущими исследователями в виде сгустковой (комковатой) структуры пелитоморфного доломита, наличия темных нитевидных и трубчатых микрообразований [4, 5]. Помимо нитевидных выделений углеродистого вещества в темных наслоениях (рис. 5), нами обнаружены

многочисленные ленточные микрообразования в светлых слоях, сложенных кристаллическим доломитом (рис. 6).

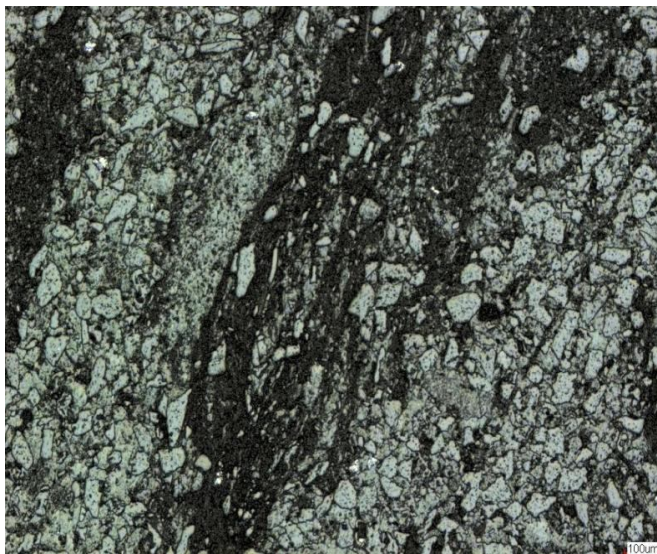


Рис. 5. Нитевидные выделения углеродистого вещества в шлифе 905. Изображение под лазерным сканирующим микроскопом, объектив 10. Масштабный отрезок (белое) 100 мкм

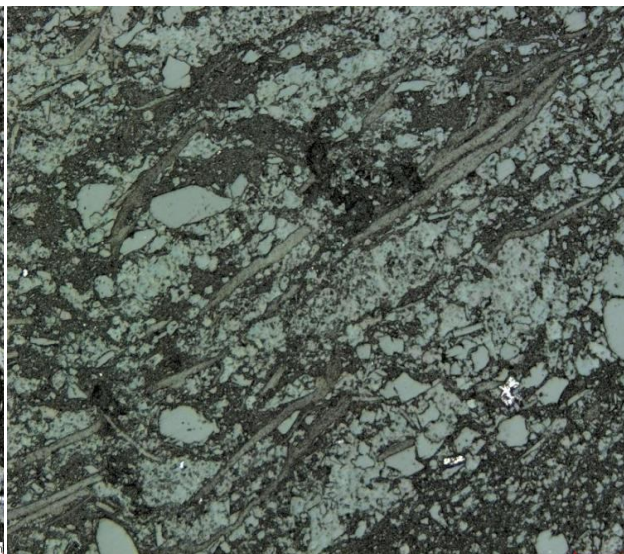


Рис. 6. Ленточные микрообразования в светлом наложении. Шлиф 905А. Изображение под лазерным сканирующим микроскопом, объектив 20. Масштабный отрезок (белое) 100 мкм

Углеродистое вещество темных наслоений изучено методом спектрального комбинационного рассеивания (рамановская спектроскопия). Он может быть использован непосредственно для изучения строматолитов *in situ*, не разрушая образец. В последнее время метод широко применяется для исследования микробных фоссилий в горных породах докембрийского возраста [7–11], так как он позволяет на микроуровне определить минеральный состав пород и, что особенно важно, идентифицировать углеродистое вещество (УВ) и определить его спектральные характеристики.

Спектры комбинационного рассеяния УВ строматолитов были получены с поверхности петрографических шлифов на дисперсионном Раман-спектрометре Nicolet Almega XR с возбуждением аргоновым лазером с длиной волны 532 нм. Для фокусировки лазерного луча на поверхности образца использовался 50-кратный объектив конфокального микроскопа, что позволяло получить сигнал с области размером около 2 мкм.

В результате изучения методом рамановской спектроскопии установлено, что минеральный состав строматолитов представлен преимущественно доломитом, кварцем, рутилом, анатазом, мусковитом, альбитом, микроклином, пиритом, гематитом и УВ. Темные слои построек состоят из доломита и УВ с зернами кварца, анатаза, рутила и мусковита, светлые – из мелкокристаллического доломита с зернами кварца, анатаза и рутила. УВ представлено слойками толщиной от 0.05 до 0.5 мм (рис. 7).

Характеристики рамановского спектра УВ не являются индикаторами его биогенного или абиогенного генезиса. Однако даже идентификация УВ в древних строматолитах имеет большое значение. Метод рамановской спектроскопии дает возможность определить степень метаморфических преобразований УВ и, следовательно, судить о его сингенетичном происхождении.



Рис. 7. Характер строматолитовых наслоений. Темные прослои обогащены углеродистым веществом. Шлиф 905В. Изображение под лазерным сканирующим микроскопом, объектив 10, масштабный отрезок (белое) 200 мкм

Вопрос о влиянии полировки образца УВ и его ориентации относительно лазерного пучка на параметры спектра остается дискуссионным [12–14], однако, было показано, что для разупорядоченного УВ влияние этих факторов незначительно [15, 16]. Параметры спектра, такие как положение, интенсивность, интегральная интенсивность и ширина на половине высоте линий (полуширина), были рассчитаны путем разложения исходных спектров с использованием функции Войта в программе OMNIC.

Значения параметров рамановских спектров изученных строматолитов попадают в область значений, соответствующую УВ, испытавшему слабые метаморфические преобразования ($27\text{ }^{\circ}\text{C} > T < 150\text{ }^{\circ}\text{C}$), и источником происхождения (исходным УВ) которого, вероятно, являлось УВ сложного состава. Эти температуры соответствуют степени метаморфических преобразований вмещающих пород, что позволяет сделать вывод о сингенетичном происхождении УВ, а сложный состав исходного УВ может служить аргументом в пользу его биогенного происхождения.

Вывод

Результаты проведенного исследования позволяют говорить о том, что пластовые образования в доломитах каруярвинской свиты на п-ове Средний действительно являются ископаемыми микробиальными постройками. Однако отнесение их С.А. Анисимовой к формальному раннерифейскому виду *Stratifera flexurata* Komar 1966 [4, 5] необоснованно. Главное противоречие – отсутствие у пластовых строматолитов п-ова Средний «сближенных между собой иногда разветвляющихся столбиков» ([17], с. 91; табл. XII, рис. 1). Учитывая пластообразную морфологию и простейшую структуру строматолитовых наслоений у стратифер, наличие «ложных столбиков» у *Stratifera flexurata* Komar 1966 – важный диагностический признак, отсутствие которого не позволяет отнести изученные строматолиты к данному формальному виду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семихатов М.А. Методическая основа стратиграфии рифея // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1995. Т. 3, № 6. С. 33–50.
2. Крылов И.Н., Любцов В.В. Строматолитовые бигермы острова Кильдин // Природа и хозяйство Севера. Мурманск, 1976. Вып. 4. С. 50–56.
3. Raaben M.E., Lyubtsov V.V. Stromatolites on Kildin Island, Kanin Peninsula (Russia) and Grasdalen Formation and Porsanger Dolomite (Northern Norway) // Norwegian-Russian

Collaboration Programme «North Area», 1-st International Barents Symposium (Abstracts), 21–24 October 1993, Kirkenes, Norway. Abstract Volume. 1993. P. 33. **4. Михайленко Ю.В., Иванов Н.Ф.** О рифейских пластовых строматолитах карюярвинской свиты полуострова Средний (северное побережье Кольского полуострова) // Проблемы современной палинологии: материалы XIII Росс. палинологической конф. 2011. Т. 1. С. 267–271. **5. Михайленко Ю.В.** Состав и микроструктура пластовых строматолитов карюярвинской свиты п-ова Средний (северо-восточное обрамление Кольского полуострова) // Вестник ИГ Коми НЦ РАН. 2015. № 5. С. 12–18. **6. McLoughlin N., Melezhik V.A., Brasier A.T., and Medvedev P.V.** Palaeoproterozoic Stromatolites from the Lomagundi-Jatuli Interval of the Fennoscandian Shield // Earth's Oxygenation and Associated Global Events: The FAR-DEEP Perspective. 7.8 Traces of Life. Vol. 3: Global Events and the Fennoscandian Arctic Russia – Drilling Early Earth Project: Reading the Archive of Earth's Oxygenation (Springer Series: Frontiers in Earth Sciences) / V.A. Melezhik, A.R. Prave, E.J. Hansk, A.E. Fallick; A. Lepland, L.R. Kump, H. Strauss (Eds.). 2013. XXII. P. 1298–1351. **7. Allwood A.C., Walter M.R., Marshall C.P.** Raman spectroscopy reveals thermal palaeoenvironments of c. 3.5 billion-year-old organic matter // Vib. Spectrosc. 2006. Vol. 41. P. 190–197. **8. Bower D.M.** Micro Raman spectroscopic investigations of mineral assemblages in parallel to bedding laminae in 2.9 Ga sandstones of the Pongola Supergroup, South Africa // J. Raman Spectrosc. 2011. Vol. 42. P. 1626–1633. **9. Marshall C.P., Edwards H.G.M., Jehlicka J.** Understanding the application of Raman spectroscopy to the detection of traces of life // Astrobiology. 2010. Vol. 10. P. 229–243. **10. Schopf J.W., Kudryavstev A.B.** Confocal laser scanning microscopy and Raman imagery of ancient microscopic fossils // Precambrian Res. 2009. Vol. 173. P. 39–49. **11. Schopf J.W., Kudryavstev A.B., Agresti D.G., Czaja A.D., Wdowiak T.J.** Raman imagery: a new approach to assess the geochemical maturity and biogenicity of permineralized Precambrian fossils // Astrobiology. 2005. Vol. 5. P. 333–371. **12. Aoya M., Kouketsu Y., Endo S., Shimizu H., Mizukami T., Nakamura D., Wallis S.R.** Extending the applicability of the Raman carbonaceous-material geothermometer using data from contact metamorphic rocks // J. Metamorphic Geol. 2010. Vol. 28. P. 895–914. **13. Beyssac O., Goffé B., Chopin C., Rouzaud J.-N.** Raman spectra of carbonaceous material in metasediments: a new geothermometer // J. Metamorphic Geol. 2002. Vol. 20. P. 859–871. **14. Beyssac O., Bollinger L., Avouac J.P., Goffé B.** Thermal metamorphism in the lesser Himalaya of Nepal determined from Raman spectroscopy of carbonaceous material // Earth Planet. Sci. Lett. 2004. Vol. 225. P. 233–241. **15. Sforza M.C., van Zuilen M.A., Philippot P.** Structural characterization by Raman hyperspectral mapping of organic carbon in the 3.46 billion-year-old Apex chert, Western Australia // Geochim. Cosmochim. Acta. 2014. Vol. 124. P. 18–33. **16. Van Zuilen M.A., Chaussidon M., Rollion-Bard C., Marty B.** Carbonaceous cherts of the Barberton greenstone belt, South Africa: isotopic, chemical and structural characteristics of individual microstructures // Geochim. Cosmochim. Acta. 2007. Vol. 71. P. 655–669. **17. Комар В.А.** Строматолиты верхнедокембрийских отложений севера Сибирской платформы. М.: Наука, 1966. 122 с.

Сведения об авторах

Медведев Павел Владимирович – к.г.-м.н., старший научный сотрудник Института геологии КарНЦ РАН; e-mail: pmedved@krs.karelia.ru

Войтеховский Юрий Леонидович – д.г.-м.н., профессор, директор Геологического института КНЦ РАН; заведующий кафедрой геологии и полезных ископаемых Апатитского филиала МГТУ; e-mail: woyt@geoksc.apatity.ru

Чаженгина Светлана Юрьевна – к.г.-м.н., научный сотрудник Института геологии КарНЦ РАН; e-mail: chazhengina@mail.ru

Чикирёв Игорь Владимирович – к.г.-м.н., доцент, научный сотрудник Геологического института КНЦ РАН; профессор Апатитского филиала МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых; e-mail: officeaf@afmgtu.apatity.ru