

## МИКРОБИАЛИТЫ В РАЗРЕЗЕ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ СЕРПУХОВСКОГО ЯРУСА (ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН СРЕДНЕГО УРАЛА)

© 2015 г. С. А. Сапурин

На восточном склоне Среднего Урала в районе г. Каменск-Уральский обнажаются различные участки разреза протяженной карбонатной платформы, существовавшей в раннем и среднем карбоне на территории Восточно-Уральской мегазоны [3, 7]. Начиная с позднего визе здесь установилась стабильная геодинамическая обстановка, благоприятствующая накоплению мощной толщи мелководно-морских карбонатов. Один из фрагментов платформы, включающий в себя верхи серпуховского, а также низы башкирского яруса, вскрыт в новом карьере строительных материалов “Уралнеруд” на правом берегу р. Исеть близ д. Ключики в 8 км к северо-западу от г. Каменск-Уральский (рис. 1). По состоянию на лето 2014 г. здесь обнажается интервал серпуховского яруса мощностью 24 м. Эти породы входят в состав широко распространенной на восточном склоне Урала исетской свиты и представляют собой карбонатную толщу, сложенную преимущественно различными типами известняков, с несколькими маломощными (до 10–15 см) алеврито-глинистыми прослоями (рис. 2). Пласты пород падают на ЗСЗ по азимуту 290° под углом 55°.

Низы вскрытой части разреза обнажаются в “кармане” в восточном борту карьера. В ее основании залегают темно-серые и черные афанитовые известняки с кальцитовыми прожилками, имеющие слабый битумный запах. Мощность их неясна, но составляет не менее 10 см.

Афанитовые известняки перекрываются пачкой слоистых строматолитовых известняков (рис. 2г, д, пачка 1) с неровными, волнистыми и бугристыми поверхностями напластования и со специфической тонкослоистой (“полосчатой”) текстурой, для которой характерно чередование светлых и темных слойков. Толщина чистых (светлых) карбонатных слойков, как правило, более 2 мм, и в среднем составляет 5 мм, темные слойки с органическим веществом значительно более тонкие (менее 2 мм), часто в виде пленок. Нередко можно наблюдать деформированные, изогнутые слойки. В верхней части пачки залегают прослой желтоватых алеврито-глинистых пород толщиной 15 см. К нему приурочена серия небольших карстовых полостей (размером до 20 см), заполненных глинистым веществом. Мощность данной пачки составляет 8 м.

Выше залегают слоистые известняки – от светло-серых до темных, тонкозернистые и афанито-

вые (рис. 2, пачка 2). Местами они содержат некоторую примесь глинистого вещества, вплоть до перехода в мергели. В этом интервале обнаруживается пять пластовых поверхностей со следами перерывов (хардграундов), с многочисленными онколитами (рис. 2б) и редкими окатанными обломками раковин моллюсков (преимущественно гастропод). К этим поверхностям приурочены маломощные (до 10 см) зеленоватые и желтовато-серые алеврито-глинистые прослои. В верхней и нижней частях интервала встречаются пятна окремнения. Мощность пачки 10.5 м.

Следующая пачка (3) вновь сложена слоистыми строматолитовыми известняками, подобными известнякам пачки 1 (рис. 2в). В их подошве залегает прослой (15 см) черных аргиллитов с битумным запахом. Еще один менее мощный прослой, уже без запаха битумоидов, встречен выше. На некоторых пластовых поверхностях строматолитовых известняков обнаруживаются знаки ряби. Суммарная мощность 4 м.

Разрез серпуховского яруса заканчивают темные афанитовые известняки с многочисленными стяжениями кремней (пачка 4). Мощность 1.3 м. На них с размывом залегают массивные карбонатные брекчии башкирского яруса (рис. 2а). Матрикс этих брекчий светло-серый зернистый, обломки различной размерности представлены, как правило, темно-серыми строматолитовыми известняками.

Таким образом, типичным для вскрытого фрагмента разреза серпуховского яруса является присутствие двух типов микробиальных образований: строматолитов и онколитов.

**Строматолитовые постройки** занимают значительную часть вскрытого разреза и, как уже было отмечено, встречаются на двух уровнях (пачки 1 и 3). Благодаря специфической текстуре, выражающейся в ритмичном чередовании светлых и темных слойков, для этих пород уместен термин “ламиниты”. Нет никаких сомнений, что органическое вещество представлено захороненными остатками сообществ микроорганизмов, существовавших в виде альго-бактериальных матов (например, цианобактериальных пленок). Такие образования сейчас принято относить к *микробиалитам* (microbialites) [8], хотя встречается и термин *микробиолиты* (microbiolites). Под этими терминами подразумеваются структуры, связанные с жизнедеятельностью



**Рис. 1.** Местоположение нового карьера “Уралнеруд” и план залегания серпуховских отложений.

1 – контур выработки, 2 – границы пачек (линии простирания), 3 – несогласие (эрозионная граница серпуховского и башкирского ярусов), 4 – элементы залегания пород, 5 – номера пачек, 6 – мощность пачек.

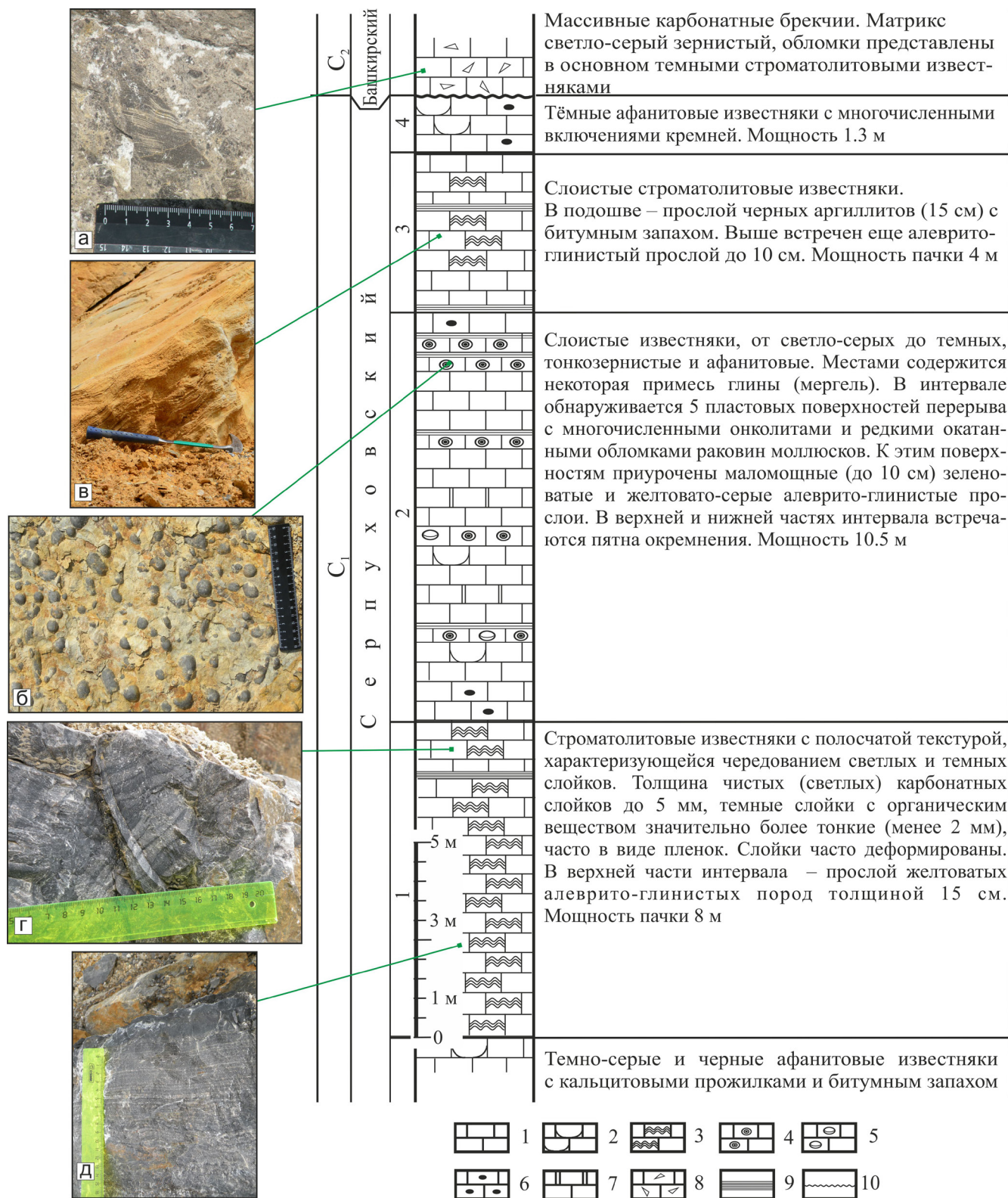


Рис. 2. Стратиграфическая колонка серпуховской части разреза.

1–6 – известняки: 1 – зернистые, 2 – афанитовые, 3 – со строматолитами, 4 – с онколитами, 5 – с раковинами моллюсков, 6 – с пятнами окремнения; 7 – мергели; 8 – карбонатные брекчии; 9 – алевроглинистые прослои; 10 – несогласие – эрозийная граница серпуховского и башкирского ярусов. Фото: а – обломок строматолитового известняка в брекчии башкирского яруса; б – онколиты на поверхности перерыва; в – пласт строматолитового известняка из пачки 3; г, д – текстуры строматолитовых известняков из пачки 1.

микроорганизмов и возникшие либо путем улавливания и связывания (агглютинации) осадка на поверхности микробиальных пленок, либо при активном биогенном осаждении растворенных веществ (биоминерализации). Поэтому различают соответственно “бактериально-опосредованную” и “бактериально-индуцированную” органоминерализацию. Термин “микробиалиты” охватывает большой спектр образований, и в настоящее время многие исследователи [2, 8, 10] к ним также относят строматолиты и онколиты.

Под строматолитами обычно понимаются столбообразные или куполовидные формы, образованные циано-бактериальными матами (ранее их называли сине-зелеными водорослями), хотя в целом этот термин тоже распространяется на большую группу образований. Например, представления о строматолитах как о постройках настоящих водорослей можно встретить, хотя и редко, в литературе последних лет [4].

Обобщив результаты многих исследований, М. Такер и В. Райт [11] показали, что строматолитовые постройки встречаются не только в приливно-отливных обстановках, но и в других зонах. По их мнению, главными факторами, контролирующими распространение строматолитов, являются: освещенность и, соответственно, глубина бассейна; наличие питающихся органическим веществом беспозвоночных, особенно гастропод (этот фактор определяет нижнюю границу распространения), а также продолжительность выхода матов на дневную поверхность при отливах (контролирует верхний предел распространения). Кроме того, Дж. Уилсон [6] указывает на то, что строматолиты часто слагают поверхностные слои или верхние части рифовых куполов.

Описываемые в разрезе серпуховского яруса строматолиты не являются типичными представителями своей группы и имеют некоторые текстурные особенности. В частности, постройки вытянуты по латерали и отдельные слойки выдержаны по мощности. На пластовых поверхностях рассматриваемых строматолитовых пачек часто обнаруживаются знаки ряби. Используя классификации Р. Ридинга [10] и М.Е. Раабен [4], эти постройки по морфологии можно отнести к пластовым строматолитам, а по структуре и генезису – к тонкозернистым строматолитам (*fine-grained stromatolites*), образующимся путем микробиального осаждения карбоната кальция из раствора, т.е. путем биоминерализации. По-видимому, эти образования следует классифицировать по микроструктуре слойков и по составу строматообразующей биоты (бактерии или водоросли).

Таким образом, изученные строматолитовые постройки вполне могли формироваться в обстановке постоянных волнений. Так как бактериальные маты часто являются стабилизаторами осад-

ка (ограничивающими его подвижность) [1], накапливающиеся отложения противостояли механическому воздействию среды. Согласно исследованиям С.Н. Серебрякова [5], современные пластовые структуры часто приурочены к защищенным участкам побережья главным образом в верхней части приливно-отливной зоны и к супралиторальной зоне. При многократном чередовании высыхания и смачивания форма структур может сглаживаться, так как трещины, образующиеся при высыхании, могут при смачивании снова обрастать пленками. В то же время обнаружено, что пластовые строматолиты приурочены к гидродинамически подвижным участкам в сублиторальных зонах Флоридского залива и о-ва Андрос [5]. Единичные деформации слойков типичны для этих построек и могли быть вызваны как особенностями жизнедеятельности матов (например, образованием газовых пузырей или взаимодействием между колониями), так и внешними факторами среды (волнениями или подвижками субстрата).

Вопрос о временных единицах накопления слойков остается открытым. Скорее всего, ритмичность обусловлена сезонными колебаниями, хотя возможно, что пара ламин (светлая/темная) накапливалась за цикл “прилив/отлив”. Кроме того, существует мнение, основанное на изучении современных и древних бактериальных построек [9], что в конических строматолитах пара слойков могла образовываться за сутки (цикл “день/ночь”), так как в ночные часы прекращался процесс фотосинтеза, что и определяло ритмичность; толщина одиночных слойков могла быть связана с длиной светового дня.

**Онколиты (онкоиды)** являются особой формой микробиалитов, отличающейся от строматолитов только отсутствием выраженного субстрата для прикрепления бактериальных или водорослевых матов. Его роль здесь, как правило, выполняет обломочное зерно, которое в процессе микробиального нарастания становится ядром. Форма онколитов обычно неправильная, слойки имеют различную толщину и часто перекрывают друг друга [11]. Считается, что они формируются [2, 10, 11] в крайне мелководных обстановках близ поверхности раздела вода–осадок в изменчивых окислительно-восстановительных условиях при достаточно активном гидродинамическом режиме.

В настоящем разрезе онколиты, содержащиеся в больших количествах на поверхности хардграундов (рис. 2б, пачка 2), также не являются типичными представителями своей группы. Они имеют округлую, удлиненную, реже неправильную форму, что придает им некоторое сходство с гальками. На двух нижних поверхностях перерыва помимо онколитов встречаются также окатанные раковины головоногих моллюсков и единичные обломки известняков, редко прочие биокласты. В целом в пределах одно-

го хардграунда, все эти образования достаточно хорошо сортированы. Они имеют средний размер 1–1.5 см на нижних и 3 см (максимум до 5 см) на верхних поверхностях. Онколиты здесь представлены темно-серым афанитовым или тонкозернистым известняком без каких-либо структурных особенностей на свежем сколе. Однако на выветрелых поверхностях этих образований, обнаруженных на том же уровне в старом карьере стройматериалов на противоположном (левом) берегу реки, хорошо видно их концентрическое строение. Отчетливо выраженного ядра также обнаружить не удалось. Больше всего такие образования напоминают слоистые макрокомки (макросгустки) и явно указывают на наличие перерыва в осадконакоплении и на активную динамику среды. Кроме того, эти микробиалиты приурочены к подошве алевроито-глинистых прослоев, которые по всей видимости, представляют собой пирокластические отложения, что свидетельствует о начале активизации вулканических процессов в конце серпуховского века.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 15-05-01958).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Исаев Г.Д.* Классификация карбонатных пород и биоседиментология как основа регионального фациального анализа // *Вестн. Томского государственного университета.* 2010. № 332. С. 177–183.
2. *Маленкина С.Ю.* Юрские микробиальные постройки Русской плиты: органоминерализация и породообразующие организмы // *Водоросли в эволюции биосферы. Серия “Геобиологические системы в прошлом”.* М.: ПИН РАН, 2014. С. 170–186.
3. *Мизенс Г.А., Степанова Т.И., Кучева Н.А.* Восточные зоны Среднего Урала в карбоне (эволюция бассейнов осадконакопления и особенности палеотектоники) // *Литосфера.* 2012. № 4. С. 107–126.
4. *Раабен М.Е.* Строматолиты // *Бактериальная палеонтология /* Ред. А.Ю. Розанов. 2002. М.: ПИН РАН, С. 52–58.
5. *Серебряков С.Н.* Особенности формирования и размещения рифейских строматолитов Сибири / *Тр. ГИН АН СССР.* Вып. 200. М.: Наука, 1975. 175 с.
6. *Уилсон Дж.* Карбонатные фации в геологической истории / *Пер. с англ.* М.: Недра, 1980. 463 с. Пер. изд.: ФРГ, 1975.
7. *Чувашов Б.И., Иванова Р.М., Колчина А.Н.* Верхний палеозой восточного склона Урала. Стратиграфия и геологическая история. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. 230 с.
8. *Burne R. and Moore L.* Microbialites: organosedimentary deposits of benthic microbial communities // *Palaios.* 1987. V. 2. No. 3. P. 24–254.
9. *Petroff A., Sub Sim Min, Maslov A., Krupenin M., Rothman D. and Bosak T.* Biophysical basis for the geometry of conical stromatolites // *Proc. Natl Acad. Sci. USA.* June 1, 2010. V. 107, No. 22. P. 9956–9962.
10. *Riding R.* Microbialites, stromatolites and thrombolites // *Encyclopedia of Geobiology. Encyclopedia of Earth Science Series.* Heidelberg, 2011. P. 635–654.
11. *Tucker M.E., Wright V.P.* Carbonate sedimentology. Oxford: Blackwell Scientific, 1990. 482 p.