

## К ПРОБЛЕМЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ “УЗОРЧАТЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ” (НА ПРИМЕРЕ ДЕВОНСКИХ И ПЕРМСКИХ КАРБОНАТОВ УРАЛА)

Б. И. Чувашов, А. Л. Анфимов

Среди карбонатных пород палеозоя довольно широко распространены своеобразные образования – “узорчатые известняки” – (УЗИ), которые образуют замысловатые структуры с причудливыми контурами. Эти карбонаты могут быть как слоистыми, так и массивными, иногда массивные, рифоподобные по форме, тела таких пород замещают по тектонической позиции “настоящие” рифы. Такое событие имело место в позднедевонское-фаменское время на склонах поднятий (горстов) Западного Урала и Русской платформы.

В позднефранское (аскынское) время на склонах поднятий формировались характерные водорослево-брахиоподовые с участием строматолитов рифы, которые выделены под названием *Пермяковский тип рифов*. В фаменский век эту позицию за-

няли массивные и толстослоистые узорчатые карбонаты, которые в типичном своем виде представлены в крупных скальных выходах (“Камень Олений” и “Камень Дыроватый” на южном фланге Кыновско-Чусовского поднятия [5].

Детальное описание “узорчатых известняков” на территории Волго-Уральской области было дано В.П. Шуйским [6] на примере Киенгопского вала в Удмуртии. В этой работе также рассмотрены условия образования УЗИ и высказано отрицательное отношение автора относительно применения к ним термина “риф”.

Действительно, наши представления о рифах, как местах обитания богатейшей по разнообразию биоты, совершенно не соответствуют таким структурам, где почти отсутствует фауна. Особен-



Рис. 1. Узорчатый известняк ( $\times 3$ ) в верхнефаменских известняках; левый берег р. Реж выше с. Сохарево. Наиболее четко узорчатая структура видна в средней части шлифа.

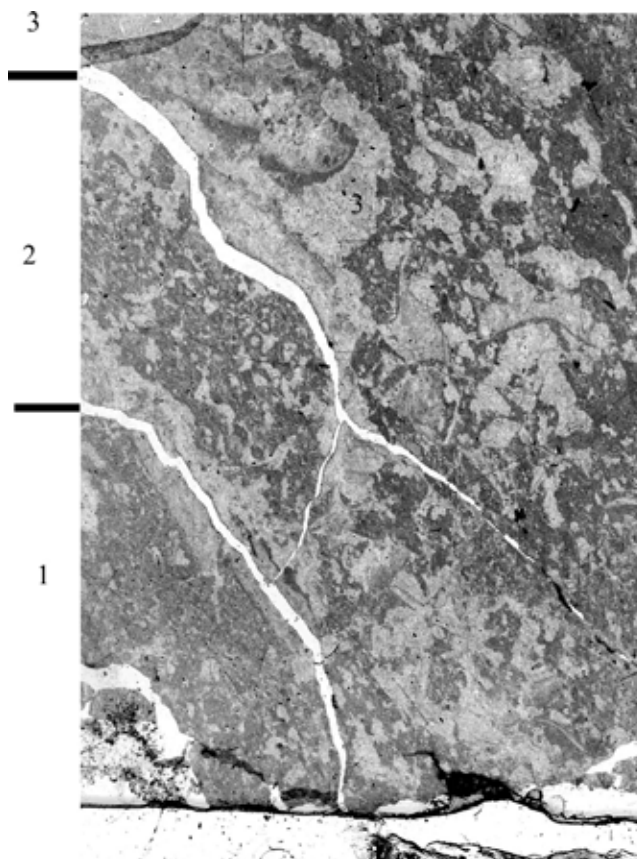
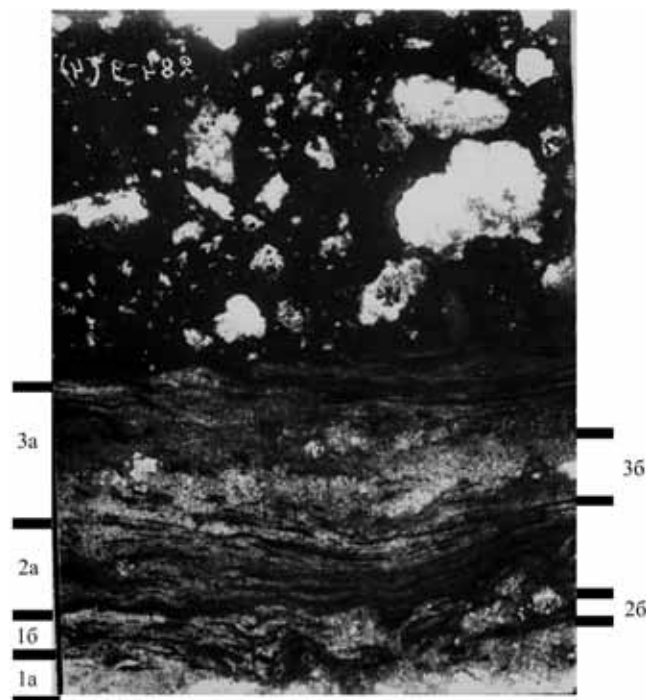


Рис. 2. Узорчатый известняк ( $\times 3$ ) в верхнефаменских известняках; левый берег р. Реж выше с. Сохарево. Видны (снизу вверх) три стадии (обозначены цифрами) разной интенсивности развития узорчатой структуры.

но рельефно это различие выглядит при сравнении аскыньских (Пермяковских) построек с фаменскими разрезами южного фланга Кыновско-Чусовского поднятия (КЧП), на примере которого можно определить и условия осадконакопления в фаменский век. В центральной части КЧП фаменский ярус сложен мощной толщей седиментационных доломитов. Среди доломитов встречаются редкие и мало-мощные (10–20 см) прослои известняков с бедной и однообразной фауной: однокамерными фораминиферами, остракодами и червями-трубкожилами. В некоторых известняках встречаются узорчатые структуры. Доломитовая толща по периферии КЧП замещается сравнительно узкой зоной слоистых известняков с тем же набором органических остатков, что и в известняках доломитовой толщи. Узорчатая структура наиболее эффектно выражена в массивных известняках южного фланга поднятия. Время формирования УзИ на Кыновско-Чусовском поднятии ограничено нижним фаменом. На других структурах Камско-Кинельской системы формирование узорчатых известняков, образующих значительные по мощности толщи, продолжалось и в начале турнейского века.

На восточном склоне Урала в бассейне р. Реж “узорчатые” известняки принимают активное участие в образовании фаменских карбонатов в разрезах “Першино” и “Сохарево”. Литология першинских карбонатов достаточно полно описана В.П. Шуйским и Д.И. Ширшовой [7], а стратиграфия разреза Сохарево приведена в нашей статье [1]. В першинском разрезе узорчатые известняки образуют слоистые серии в нижней части фаменского яруса, в разрезе “Сохарево” УзИ слагают массивные разности в верхнефаменской части разреза (фораминиферовые зоны *Septaglomospiranella Quasiendothyra communis*).

Светло-серые и серые массивные известняки содержат довольно разнообразные фораминиферы, более редкие сине-зеленые известковые водоросли родов *Girvanella*, *Shuguria*, *Kamaena*, а также многочисленные тонкие (2–3 см толщиной) корки строматолитов. Правильная структура наслоения строматолитов часто нарушена с образованием гнезд прозрачного крупнокристаллического кальцита – спарита, явно наложенного на первичный осадок. Кроме массивных строматолитовых известняков встречаются линзы мелкодетритовых (от пакстоуна до грейнстоуна) карбонатов, в которых есть водоросли, редкие раковины брахиопод и остракод. Гнезда спарита образуются как внутри строматолитовых корок, так и между ними, образуя причудливые сочетания биогенного кальцита и спарита. На рис. 1 видно, что спарит приурочен к границам строматолитовых корок в нижней части фото и образует массовые выделения в кроющем карбонате. На рис. 2 обособляются три серии образования узорчатых известняков разного облика.

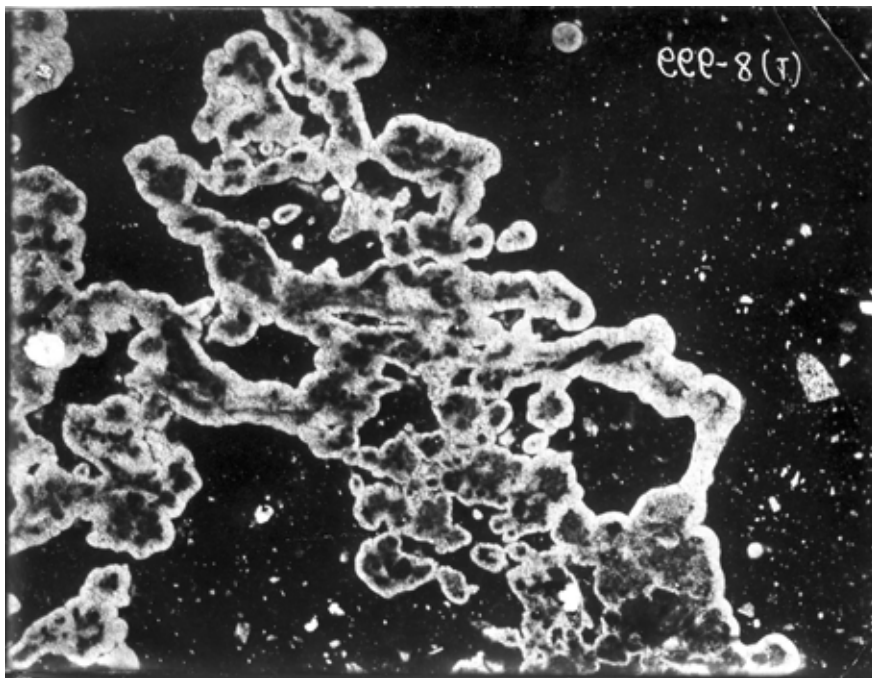


**Рис. 3.** Фотография шлифа ( $\times 3$ ), перпендикулярного плоскости наслоения. В основании шлифа – видны несколько стадий (1а, 2а, 3а) формирования формирования строматолитовой корки, при которой отдельные ее участки приподымались и линзовидное пространство заполнялось карбонатом (1б, 2б). Верхнюю половину шлифа слагает карбонатный микрит, в котором видны разновеликие гнезда спарита, которые образовались в результате заполнения газовых пузырей в карбонатном микрите. Прослой известняка толщиной 15 см в карбонатно-терригенных отложениях кунгурского яруса, р. Сылва.

В приведенных девонских примерах картина диагенетических изменений осадка в значительной мере маскируется множественностью событий. С большей отчетливостью этот процесс зафиксирован в кунгурских карбонатах (рис. 3–5). Демонстрируемый материал происходит из терригенно-карбонатных отложений кунгурского яруса по р. Сылва выше г. Кунгур, в районе с. Молебка. Прослои известняки толщиной от 5 до 25 см подчинены здесь чередующимся песчаникам и аргиллитам. Карбонаты представлены стальными-серыми микритами с частыми строматолитовыми корками, которые перекрываются микритом с гнездами спарита разного размера (от нескольких мм до 2–3 см). Сами строматолиты содержат линзы и гнезда карбонатов другой структуры толщиной до 1–2 см. Толщина строматолитовых корок редко превышает 5 см. Включения прозрачного спарита достигают 2–3 см в поперечнике. Они обычно имеют в сечении округлую форму, реже угловатую, что хорошо объясняется ростом кристаллов кальцита. Структура карбоната



**Рис. 4.** Прослой известняка ( $\times 4$ ) в кунгурском ярусе р. Сылва, видно сложное строение строматолитовой корки с линзами карбонатов, а также заполнение газовых пузырей над строматолитом.



**Рис. 5.** Фото шлифа ( $\times 4$ ), ориентированного параллельно слоистости. Видна сложная структура газовых полостей, заполненных спаритом и микритом. Основной фон шлифа слагает микрозернистый микрит с редкими заполнениями газовых пустот спаритом. Кунгурский ярус, р. Сылва.

над строматолитовой коркой образует структуру, известную под названием “птичий глаз”.

Пример диагенетических изменений кунгурских карбонатов является эпизодом, который не затушеван многократными событиями и хорошо объясняет причину формирования пустот как в теле строматолита, так и в покрывающем слое мягкого ила. Отметим при этом, что образование и сохранение описываемых структур происходили на глубинах, превышающих зону действия регулярных волн (20–25 м), но в границах освещенного водного слоя.

Попытки создать обоснованную схему формирования “узорчатых известняков” производились рядом исследователей. Мы остановимся на одной из моделей, автор которой наиболее близко подошел к решению проблемы. В.П. Шуйский [6, с. 58] таким образом объясняет возникновение узорчатых структур (УС): “Бактериально-водородная слизь, покрывающая зерна осадка и заполняющая межзерновое пространство не только на поверхности дна, но и проникающая на некоторую глубину, в процессе жизнедеятельности поглощает массу углекислоты. Это ведет к аномальному изменению рН в пленке воды вокруг колоний и к химическому осаждению кристалликов карбоната кальция”.

Параллельно протекает другой процесс с аналогичным результатом. Органическое вещество известковых водорослей и других организмов после отмирания разрушается бактериями. В ходе разрушения (гниения) выделяется аммиак, который вступает в реакцию с растворенным бикарбонатом кальция и переводит его в осадок по схеме  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{NH}_4\text{OH} = \text{CaCO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

Цитируемый автор в своих построениях оставил газ без внимания, но, как мы видели на примерах кунгурских карбонатов, именно газ является структурообразующим компонентом при образовании узорчатых карбонатов. Всякий строматолит образован чередованием двух типов слоев:

- 1) сложенных организмами (бактериями или водорослями);
- 2) образованных осадочным материалом.

Слои, обогащенные органикой, при ее отмирании разлагаются с образованием газа, который, проникая в покрывающие осадки, скапливается там в виде пустот, позднее заполняющихся спаритом. На рис. 5 показан уникальный случай, когда прорывающийся на поверхность газ оказался законсервированным в осадке.

Теперь обратимся к проблеме места в классификациях карбонатов массивных пород, образованных узорчатыми известняками. Такие постройки, без сомнения, являются биогенными образованиями. Они сложены многочисленными строматолитовыми корками, которые претерпевают существенные изменения в процессе диагенеза. Такие структуры могут быть как в слоистых известняках, так и в массивных, что наблюдается в разрезе “Пер-

шино”. В разновозрастных известняках “Сохарево” узорчатые известняки образуют относительно мощные (до 10 м) тела, которые следует считать органогенными постройками особого типа. Их нельзя относить к “рифам” – телам, которые образуются в результате симбиоза многих организмов. Рифовое сообщество таких тел является богатейшим по разнообразию среди всех фациальных зон того или иного возраста. Образование строматолитовых построек происходило в условиях, отличных от нормально-морских.

Термин *агглютигермы*, введенный в практику С.В. Максимовой [2, 3], также мало подходит для обсуждаемого типа известняков, поскольку *слипание* (так переводится с латинского процесс образования монолитной массы), не является главной причиной формирования таких биогенных структур.

При гниении органики в корках строматолитов образуется газ, происходит деформация и вздувание строматолитовой корки с образованием серии разновеликих пустот, газ прорывается в жидкий осадок и за пределы корки. При последующем их заполнении водой и спаритом образуются структуры типа “птичий глаз” (рис. 3–5).

*Условия формирования узорчатых известняков.* На западном склоне Урала среди фаменских отложений намечается несколько фациальных типов, распределение которых контролировалось Камско-Кинельской системой поднятий и прогибов, а точнее – грабенов и горстов. Наиболее глубоководные отложения сложены толщей доманикоподобных темноцветных известняков, мергелей и аргиллитов с многочисленными прослоями и линзами кремней – губахинская свита. Мощность свиты – до 250 м. С этими отложениями, заполняющими грабены, связан довольно богатый и разнообразный комплекс органических остатков, представленный фораминиферами, брахиоподами, иногда образующими ракушняковые мостовые, остракодами, пеллециподами, водорослями. На склонах горстов фаменские отложения сложены слоистыми известняками, иногда приобретающими массивный биогермный облик с участием узорчатых известняков. Массивные известняки выделяются [4, 5] под названием *кашкинской свиты*, а слоистые обозначены как *семеновская свита*. Органический мир обеих свит очень беден – здесь установлены однокамерные фораминиферы, остракоды, трубочки червей *Serpula*, проблематичные организмы – *Asterosphaera*, *Radiosphaera* и др., а также корки строматолитов. В массивных известняках обнаруживаются узорчатые разности. На сводах поднятий фаменский ярус сложен однообразной толщей слоистых мелкозернистых доломитов, среди которых встречаются маломощные (5–15 см) серые мелкозернистые известняки, содержащие тот же набор организмов, что и карбонаты кашкинской и семеновской свит. По всем признакам доломиты являются

седиментационными образованиями. Следовательно, исходя из условий образования приведенного фациального ряда, можно сделать вывод, что узорчатые известняки формировались в условиях “карбонатного кольца”, окружающего доломитовое поле сводов при значительно повышенной солености. В этой среде могли существовать только строматолиты и ограниченное число организмов.

На восточном склоне Урала доломитовый тип разреза отсутствует, но, судя по органическому составу узорчатых известняков, в ассоциациях с которыми встречаются крайне редкие брахиоподы, довольно обычны фораминиферы, остракоды и зеленые водоросли, можно предположить, что образование фаменских карбонатов на р. Реж происходило в обстановках также с несколько повышенной соленостью, но не достигшей стадии доломитообразования.

*Исследования выполнены при поддержке грантов РФФИ 06-05-65022, 09-05-00344.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анфимов А.Л., Чувашов Б.И.* Верхнедевонские отложения на р. Реж у с. Сохарево (восточный склон Среднего Урала) // Ежегодник-2007. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 3–10.
2. *Максимова С.В.* Водоросли породообразователи и водорослевые фации // Труды института геологии и геофизики СО АН СССР. 1977. Вып. 360. С. 70–79.
3. *Максимова С.В.* Очерки по прикладной палеоэкологии. М.: НАУКА, 1984. 92 с.
4. *Чувашов Б.И., Анфимов А.Л.* Новый фациальный и возрастной тип органогенных построек на восточном склоне Урала // Ежегодник-2006. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 67–70.
5. *Чувашов Б.И., Шуйский В.П., Пилосова О.Э.* Основные типы органогенных построек верхнего девона Урала // Ежегодник-1996. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1997. С. 22–26.
6. *Шуйский В.П.* Фациальная природа фамен-турнейских отложений Киенгопского вала // Литология и условия образования докембрийских и палеозойских отложений Урала. Свердловск: ИГГ УНЦ АН СССР. 1984. С. 54–70.
7. *Шуйский В.П., Ширинова Д.И.* Кислянский биоморфный (амфиоровый) многослой эмса на р. Боровке // Путеводитель геологических экскурсий по карбонатным отложениям Среднего Урала ко 2-ой Всесоюзной школе-семинару “Карбонатные формации и условия их образования” и 7-ому “Всесоюзному симпозиуму по ископаемым кораллам и рифам”. Свердловск: УрО АН СССР, 1991. С. 66–70.