

УДК 553.548

© П.Н. Баранов, М.В. Рузина, О.П. Матюшкина

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ ФИТОГЕННЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ СУДАКСКОГО СИНКЛИНОРИЯ (КРЫМ)

Впервые выявлены морфологические типы фитогенных известняков в Судакском синклинории Крыма, на основе изучения текстурно-структурных особенностей и геологической позиции района. Определена приуроченность фитогенных построек, образующих пространственно-генетическую зональность, к переходу от глубоководных фаций к мелководным.

Вперше виявлені морфологічні типи фітогенних вапняків в Судакському синклінорії Криму, на основі вивчення текстурно-структурних особливостей і геологічної позиції району. Визначено приуроченість фітогенних будівель, що утворюють просторово-генетичну зональність, до переходу від глибоководних фаций до мілководних.

For the first time revealed the morphological types of limestone in phytogenic Sudak Crimea synclinorium, based on a study textural and structural features and geological position of the district. Determined the association of phytogenic buildings that make up the genetic spatial zoning, the transition from deep to shallow facies.

**Постановка проблемы.** Фитогенные известняки генетически связаны с жизнедеятельностью растительных организмов, цианобактерий и водорослей. Они являются долгожителями Земли, так как формируются на протяжении всей ее геологической истории, т.е. от докембрия до настоящего времени. Благодаря своей устойчивости и повторяемости они широко используются при расчленении и корреляции данных образований.

В настоящее время на территории Европы выявлено несколько сот местонахождений фитогенных образований, представляющих широкий спектр самых разнообразных построек. Большая их часть приурочена к существенно карбонатным образованиям архея и протерозоя. Наиболее изученными из них являются постройки рифейского возраста.

Мезозойские известняки являются неотъемлемой частью рифовых построек, которые охватывают по возрасту всю верхнюю юру и простираются с востока на запад от Кавказа, через Южную Польшу, ФРГ, изгибаясь на юг через Юрские горы Швейцарии и Франции. Поэтому изучение фитогенных известняков в Крыму важно для палеореконокструкций рифовых построек в европейской части. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить виды и разновидности фитогенных построек.
- площадь распространения отдельных видов
- определить минералого-петрографические особенности каждой разновидности
- условия произрастания водорослей и механизм образование карбоната.

**Результаты изучения.** Карбонатные верхнеюрские породы Судакского синклинория описаны в работах Д. В. Соколова и М. В. Муратова (1969) как кораллово-водорослевые известняки. Они образуют небольшие разобщенные в пространстве массивы в виде резко возвышающихся холмов. Залегают они на мощной толще (5–8 км) средне- и верхнеюрских флишеподобных глинистых породах и конгломератах. Складки, осложняющие строение синклинория, опрокинуты к югу, что указывает на сползание всей структуры в сторону моря.

Известняки образуют разобщенные в пространстве массивы Караджа, Орел, Сокол, мыс Алчак, размер которых составляет первые сотни квадратных метров. Массивы сложены карбонатными породами темно-серого цвета и входят в состав Главной гряды Крымских гор. Для них характерен специфический запах сероводорода, выделяемый при резке, шлифовке и полировке.

По обе стороны Судакского синклиория прослеживаются мраморизованные известняки карбонатного и глинисто-карбонатного состава, светло-серого цвета с коричневыми и красновато-бурыми оттенками.

При более детальном изучении внутреннего строения карбонатных пород установлена их приуроченность к фитогенным образованиям, т.е. продуктам жизнедеятельности растительных организмов и водорослей.

Согласно классификации Маслова В.П. (1960) и Riding (1991) фитогенные известняки Крыма подразделяются на две основные группы: строматолиты; известковые водоросли.

**Строматолиты** – сложные по морфологии и внутренней структуре, слоистые карбонатные образования, которые обязаны своим происхождением жизнедеятельности определенных сообществ синезеленых водорослей и цианобактерий, осаждающих и концентрирующих карбонатное вещество различными способами. Строматолиты состоят из кальцита; второстепенную роль играют мелкие терригенные зерна и глинистое вещество, рассеянные в карбонатной массе.

В свою очередь группа строматолитов подразделяется по текстурно-структурным признакам на: желваковые (веерообразные), волнистые (облакообразные), сгустковые с неясной слоистостью и онколиты.

Строматолит желваковый (веерообразный) группы *Collenia flabelliformis granulosa*, Masl (Маслов В.П. 1960г.) – представлен карбонатным образованием, имеющим темно-серый цвет, обусловленный примесью углистого и органического вещества, и натечную форму образования в виде почек (желваков) размером от 2,5 до 4 см. В центральной части каждого желвака находится кальцитовое ядро, представленное обломком органики. Поверхность почек покрыта тонкой карбонатной коркой темно-серого цвета с немногочисленными белыми пятнами в виде известкового налета. В отполированных срезах четко просматриваются концентрически-зональные слои, различной окраски, от черных до светло-серых. Слои представлены в виде неправильно извивающихся нитей и сгустков. Порода сильно трещиновата. Трещины нитевидные (до 1 мм) и переплетены между собой. По химическому составу относятся к обычным карбонатным породам:  $\text{SiO}_2$  – 7,7;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 0,42;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,90;  $\text{FeO}$  – 0,75;  $\text{TiO}_2$  – 0,045;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,030;  $\text{MnO}$  – 0,03;  $\text{CaO}$  – 48,0;  $\text{MgO}$  – 1,75;  $\text{SO}_3$  – 0,321;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,1;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,2.

Волнистые (облакообразные) строматолиты относятся к группе пластовых строматолитов *Collenia nubeculartformis glebulosa* (Маслов В.П. 1960 г.). Порода представлена серым мраморизованным известняком с волнистым (облакообразным) рисунком. Волнистая текстура обусловлена выпуклыми вверх слоями (буграми) до 2 см в ширину, располагающимися один над другим. По форме слои облаковидно-неправильные, в нижней части представлены более темным серым цветом, а кверху постепенно осветляются в светло-серый цвет по направлению к следующему слою. Хим. состав:  $\text{SiO}_2$  – 0,6;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 0,22;

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,28;  $\text{FeO}$  – 0,46;  $\text{TiO}_2$  – 0,015;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,109;  $\text{MnO}$  – 0,04;  $\text{CaO}$  – 53,2;  $\text{MgO}$  – 1,05;  $\text{SO}_3$  – 0,194;  $\text{K}_2\text{O}$  – <0,1;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,05. В шлифах просматривается биоморфная, пятнистая текстура и от микро- до среднезернистой микроструктура. Порода на 100 % сложена кальцитом: 10 % – это мелкозернистые агрегаты, размером 0,5-1 мм, расположенные хаотично и выполняющие овоиды раковин, для них характерна совершенная спайность по ромбоэдру. Показатели преломления:  $n_g=1,486$ ;  $n_p=1,658$ , величина двупреломления 0,172; 90 % – это пелитаморфный кальцит желтовато-серого цвета в виде комковатых выделений, цементирующий скопления раковин.

Строматолиты сгустковые с неясной слоистостью обладают темно-серым цветом и сложной текстурой с неясно выраженными слоями в виде разводов и сгустковых скоплений. Слои образуют облачный рисунок и имеют вид неправильно изогнутых нитей почти черного цвета, за счет насыщения карбоната углистым и органическим веществом. В некоторых местах нити образуют небольшие (до 3 см) столбики, состоящие из близкорасположенных веерообразных слоев. В отполированном срезе просматриваются немногочисленные мелкие трещинки, заполненные мелкозернистым желтоватым кальцитом. Внешняя поверхность породы покрыта мелкозернистой карбонатной коркой желто-коричневого цвета. Микроструктура строматолита пелитоморфная, от микро до крупнозернистой. Порода полностью состоит из кальцита: 15 % – это мелкозернистые агрегаты кальцита, размером 0,01–0,1 мм и совершенной спайностью по ромбоэдру, показатели преломления:  $n_g=1,486$ ;  $n_p=1,658$ , величина двупреломления 0,172; 85 % породы – это пелитоморфный кальцит желтовато-серого цвета в виде комковатых выделений, выполняющих скопления раковин.

Онколиты представлены светло-серыми и серыми породами в виде округлых шаровидных образований неправильной формы (2–2,5 см), внутри которых наблюдаются зародыши, представленные мраморизованными известняками. Шаровидные образования сцементированы между собой карбонатным тонкозернистым кальцитом с примесью органического и глинистого вещества. Границы округлостей неправильные, иногда имеют извилистый вид. Цвета слоев чередуются от темно-серого по контуру онколита и до желтовато-серого и почти белого. В отполированных образцах просматриваются немногочисленные трещинки, проходящие по контуру шаровидных округлостей.

Структура сгустковая с элементами реликтовой и органогенной. Порода представлена в целом (на 80 %) микритовым матриксом, состоящим из тонкозернистого кальцита с примесью органического вещества и глинистых минералов. До 20 % объема приходится на раскристаллизованный кальцит, выполняющий поры и замещивший фрагменты органических остатков, с размером зерен 0,1–0,2 мм. Кальцит такой же размерности замещает фрагменты органических остатков. На отдельных участках наблюдаются ромбоэдры доломита.

**Известковые водоросли** по текстурно-структурным особенностям подразделяются на: лепешкообразные, лентообразные (канатообразные) и клубкообразные.

Лепешкообразные известковые водоросли представлены плоскими слабо-выпуклыми «лепешками», утолщенными на краях. Порода имеет буровато-

черный цвет со слабовыраженной слоистостью. Слои тонкие, до 2–3 мм, некоторые из них имеют более светлую окраску. Известняк рассечен тонкими нитевидными трещинами размером до 1,5 мм, замещенных светло-серым кальцитом. Трещины представлены двумя генерациями и имеют секущий характер по отношению друг к другу. При изучении образцов под лупой четко просматривается клетчатое строение водорослевой ткани. На поверхности каждой «лепешки» образуется известковая корка серовато-белого, а иногда желтоватого цвета, на поверхности которой просматривается четко выраженная зональность. Данному виду известковых водорослей присуща плотная, пятнистая текстура. Структура от микро- до мелкозернистой. Порода на 100 % сложена кальцитом: 90 % – пелитоморфный кальцит желтовато-серого цвета, представленный в виде комковатых выделений; 10 % – мелкозернистые агрегаты размером 0,01–0,1 мм, расположенные хаотично и имеющие вид неправильно-округлых обособлений. Для этого кальцита характерна совершенная спайность по ромбоэдру. Показатели преломления:  $n_g=1,486$ ;  $n_p=1,658$ , величина двупреломления 0,172.

Лентообразные (канатообразные) известковые водоросли представлены светло-серыми и молочно белыми образованиями, залегающими в обнажении в виде лент (канатов) и имеющими плотную, биоморфную текстуру.

Молочно-белые разновидности представляют собой породы, полностью заполненные серовато-белым кальцитом, замещающим водорослевой скелет. Водорослевые фрагменты сильно перекристаллизованы, поэтому четкого клетчатого строения в них не видно, в образцах просматриваются лишь мелкие (до 0,5 мм) поры, замещенные светло-серым кальцитом и отдаленно напоминающим строение клеток ткани водоросли.

Светло-серые разновидности представлены известковыми «лентами» (канатами), имеющими внутреннее узорчатое строение, представленное в виде кустообразных ветвей водоросли. Сечения «веточек» представлены в виде тонких (до 1 мм) полосок, заполненных светло-серым кальцитом, пересеченных через каждый мм горизонтальной перегородкой перпендикулярно оси. Кальцит, цементирующий ветвление водоросли представлен мелкозернистым пелитоморфным карбонатом темно-серого цвета.

Минеральный состав: 10 % породы – среднезернистые бесцветные агрегаты кальцита, размером 0,1–1 мм и совершенной спайностью по ромбоэдру. Показатели преломления:  $n_g=1,486$ ;  $n_p=1,658$ , величина двупреломления 0,172; 90 % – пелитаморфный кальцит желтовато-серого цвета в виде комковатых выделений.

Клубкообразные известковые водоросли – рыхлые, серые известняки, состоящие из окаменелых водорослей, переплетенных в виде клубка червей. Среди водорослей наблюдаются обломки раковин. Порода имеет глинистый цемент, поэтому легко разрушается в воде и плохо полируется. В водорослях установлен пирит, образующий каемки по контуру водоросли, а также мелкую вкрапленность внутри. Полости водорослей заполнены терригенным (глинисто-песчаным) материалом. Форма водорослей округлая, на поверхности наблюдается штриховка. В шлифах просматривается пятнистая, биоморфно-обломочная, беспорядочная текстура и пелитаморфная, от микро до среднезер-

нистой микроструктура. Минеральный состав: кальцит – 60 %, кварц – 15 %, глауконит – 10 %, плагиоклаз – 5 %, органическое вещество.

**Обсуждение результатов.** Результаты исследований позволили выделить две генетические группы фитогенных известняков – многоклеточные (водорослевые) и одноклеточные (строматолиты), которые в пределах Судакского синклинория образуют пространственно-генетическую зональность от глубоководных фаций к мелководным.

Водорослевые известняки слагают горные массивы (Капчик, Алчак, Сокол, Орел), расположенные вдоль береговой линии моря. Причем водоросли, как показывают изучение разрезов в горных массивах Сокол и Орел, распределяются в определенной последовательности. В нижней части разреза залегают известняки, сформированные за счет канатообразных (многоклеточных) водорослей, обитание которых происходит на глубине 12 м (ниже линии отлива) и в длину водоросли достигают 5 и более метров (подводный лес).

Вершины массивов Сокол и Орел сложены известняками, сформированные за счет лепешкообразных водорослей. Глубина произрастания, которых происходит на более мелких глубинах (5–10 м), т.е. на линии отлива. Естественное залегание известковых водорослей можно наблюдать с северной стороны массива, где водорослевые отдельности образуют слабо сцементированную природную кладку, легко разрушаемую при ударе молотком. Со стороны моря наблюдается гладкая отвесная стена – это, по сути, зеркало скольжения по которому произошло смещение южной части массива.

Массивы (Капчик, Алчак), выступающие в море в виде мысов сложены, в основном, канатообразными водорослями, но иногда встречаются и фрагменты ветвистых.

Механизм превращения водорослей в известняки осуществляется с помощью органического способа. Различают три способа выделения извести:

- биохимический способ – осуществляется благодаря жизнедеятельности растительных организмов, изменяется рН окружающей воды и известь выпадает в виде химического осадка снаружи клеток.

- при физиологическом способе организм поглощает раствор извести в одном участке слоевища и выделяет твердый известковый чехол на поверхности слоевища.

- при органическом способе водоросль отлагает известь внутри клетки часто в соединении с органическим веществом.

Бактериальные (одноклеточные) водоросли сформировали массив Караджа, который находится в 5,6 км от береговой линии. Массив представляет собой биогерм с абсолютной отметкой от 89 до 202 м, площадью 0,12 км<sup>2</sup>. Основная масса массива – известняк от темно-серого цвета до серого. Плотный. Сильно трещиноват. Часто пронизан сетью кальцитовых жил до 5 см с рыжими разводами (пирит окисленный). Изредка встречаются жеоды выполненные кристалликами кальцита.

Массив, как показало детальное изучение, неоднороден по своему строению. Наблюдаются волнистые разновидности, сферические отдельности разме-

ром до 1,5 м., чаще 30 см и менее. После шлифовки и полировки образует слоистое строение и относится к строматолитам.

Строматолитовые образования типичны для отложений, формировавшихся в условиях литорали и сублиторали, в основном приливно-отливных зон лагун и заливов, защищенных от влияния волн и течений открытого моря и характеризующихся переменной соленостью.

Строматолиты росли на дне морских или пресноводных водоемов, в условиях хорошей освещенности, на мелководье. Скорость их роста превышала скорость седиментации в окружающей среде, поэтому они обычно возвышаются над дном водоема. Образование строматолитов тесно связано с действием комплекса различных процессов, среди которых основными являются биохимические и физико-химические, а подчиненными – механическое осаждение вещества.

Биохимические процессы вызваны деятельностью двух групп организмов – цианобактерий и бактерий-деструкторов. Цианобактерии или синезеленые водоросли поглощают из растворов, насыщенных кальцием, углекислый газ, что приводит к увеличению значения РН и, как следствие этого, биохимическому осаждению вещества. Осаждение вещества происходит на поверхности цианобактериальных матов, форма которых отражена в морфологии строматолитов. Форма строматолитовых слоев определяется не только морфологией водорослевых пленок и матов, но и скоростью осаждения вещества и рельефом дна.

В отличие от цианобактерий, накапливающих известь в виде корковых наслоений, бактерии-деструкторы разлагают водорослевую биомассу, которая первоначально заключена внутри них. Это приводит к образованию пустот, форма, размер и расположение которых определяется составом бактериальных колоний и характером их деструктивной деятельности. Эти пустоты позднее, в диагенезе, залечиваются осадком, выделяющимся из поровых растворов; они в значительной мере определяют микроструктуру строматолитового слоя.

#### **Выводы:**

1. В результате жизнедеятельности одноклеточных и многоклеточных водорослей образуется карбонат и с другой стороны фитогенный материал. Последний в результате гниения образуют сероводород, который является главным критерием при отнесении изучаемых известняков к фитогенным известнякам.

2. В пределах Судакского синклинория устанавливается три фации фитогенных известняков: ниже линии отлива формируются канатообразные водорослевые известняки, на линии отлива и прилива – лепешкообразные водорослевые известняки, выше линии отлива – строматолиты.

#### Список литературы.

1. Маслов В.П. Строматолиты / М.: РИСО АН СССР, 1960. – 168 с.
2. Ископаемые известковые водоросли (морфология, систематика, методы изучения) / [Чувашов Б.И., Лучинина В.А., Шуйский В.П. и др.] – Новосибирск: Наука, 1987. – 225 с.
3. Атлас структурных компонентов карбонатных пород / [Фортунова Н.К., Карцева О.А., Баранова А.В., Агафонова Г.В., Офман И.П.] – М.: ВНИГНИ, 2005. – 440 с. - ISBN 5-900941-14-0.

*Рекомендовано до публікації д. г.-м.н., Додатком О.Д.  
Надійшла до редакції 25.04.2012*