

УДК 552.54

ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА КАРБОНАТНЫХ ФОРМАЦИЙ ОБЛАСТЕЙ РАЗНОГО КЛИМАТА

© 2020 г. В. Г. Кузнецов^{1,2,*}

Представлено академиком РАН А.Н. Дмитриевским 09.07.2020 г.

Поступило 09.07.2020 г.

После доработки 23.07.2020 г.

Принято к публикации 24.08.2020 г.

Платформенные карбонатные формации, образовавшиеся в условиях разного климата, различаются как по наборам пород, так и по характеру их вертикального строения и изменений по площади. Гумидные формации сложены практически только известняками часто с разнообразной стеногаалинной фауной. Разрезы формаций имеют циклическое строение с микрзернистыми частично слабо глинистыми известняками в основании, биоморфными и биокластовыми в средней и верхней части и нередко закарстованы в кровле. Подобный состав и аналогичное строение практически постоянны в пределах всего распространения формации. Состав аридных формаций более разнообразен. Здесь преобладают доломиты, нередко гипсы и ангидриты, а в проксимальных, приближенных к океаническим бассейнам частях преобладают известняки. Циклиты этих формаций трехчленны с глинистыми доломитами, частично сульфатами в основании, известняками в средней части и вновь доломитами и сульфатами в кровле. Состав и строение формаций аридной зоны резко асимметричны в пространстве. В проксимальных ее частях это известняки, и разрез достаточно однороден, в дистальных преобладают доломиты и сульфаты, разрез резко неоднороден за счет появления пачек гипсов и ангидритов.

Ключевые слова: карбонатные формации, гумидный и аридный климат

DOI: 10.31857/S2686739720110092

В работах академика Н.М. Страхова [3] было показано влияние климата на литогенез, и прежде всего на состав образующихся осадочных толщ. Вместе с тем климат определяет и строение осадочных толщ, рассмотрение чего составило содержание настоящего сообщения.

Достаточно давно было установлено и сейчас общепринято, что в условиях гумидного климата формируются чисто известняковые формации, а аридного — преимущественно доломитовые с факультативным количеством гипсов и ангидритов.

Примером формации гумидного типа являются турнейские отложения Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Эта формация почти полностью сложена известняками с остатками разнообразной, в основном стеногаалинной фауны — бикластовым, микроструктурными, реже микрзернистыми и пелитоморфными.

Разрезы формации характеризуются циклическим строением. В основании циклитов залегают микрзернистые, в той или иной степени глинистые известняки, как правило тонко- и горизонтально слоистые; иногда имеются прослойки глин. Вверх по разрезу они сменяются значительно более чистыми, с содержанием нерастворимого остатка не более 1–2%, фораминиферовыми, сгустковыми и детритово-фораминиферовыми известняками, которые, в свою очередь, последовательно сменяются известняками сгустково-детритовыми, где содержание форменных элементов повышается до 50–80%. Завершают разрез циклита комковатые детритовые известняки, где количество форменных структурных компонентов, причем достаточно крупных размеров (1.0–1.5 мм), составляет не менее 80%. Кровли циклитов обычно размыты, нередко в той или иной степени слабо закарстованы, что проявляется в наличии каверн и относительном увеличении пористости до 17–18% против 4–5% в их основании [1, 2].

Не останавливаясь подробно, следует отметить, что по составу, строению и свойствам близки к ним циклиты и других карбонатных толщ,

¹ *Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, Россия*

² *Институт проблем нефти и газа Российской академии наук, Москва, Россия*

*E-mail: vgkuz@yandex.ru

формировавшихся в гумидных условиях обстановках [2].

Что касается площадного распространения, подобные наборы пород, равно как и характер цикличности, без каких-либо существенных изменений распространены от Западного Урала до Подмосквья.

Одной из достаточно подробно изученных карбонатных толщ аридного климата рода являются верхневендско-нижнекембрийские отложения Сибирской платформы, которые входят в состав карбонатно-соленосной формации, распространенной в юго-западной части платформы в пределах Турухано-Иркутско-Олекминского структурно-фациального региона.

Основными породами, слагающими данные карбонатные пачки, являются известняки и доломиты, соотношения между которыми несколько меняются по разрезу и площади распространения, но в целом их количество примерно одного порядка. Достаточно однотипны и структуры этих двух различных по химическому и минеральному составу пород.

Среди основных типов известняков и доломитов встречены фитогенные разновидности, структурную и генетическую основу которых составляют остатки водорослей — марковелл, ренальцисов, эпифитонов, катаграфий и других форм, а также цианобактериальных сообществ. Другие породы — это онколитовые известняки и доломиты (размер онколитов достигает 2–3 мм), строматолитовые известняки и доломиты с характерной макро- и микротекстурой. Достаточно широко представлены пелитоморфные и микрозернистые известняки и доломиты. В тех или иных количествах в отложениях нижнего кембрия развиты археоциатовые известняки и доломиты.

В целом вертикальный разрез этих карбонатных пачек частей карбонатно-соленосной формации имеет отчетливо циклическое строение, которое подробно описано в ряде публикаций [1].

Основания циклитов сложены аргиллитами чаще всего известковистыми и доломитистыми, мергелями, в том числе доломитовыми, известняками и доломитами пелитоморфными, микро-, реже разнозернистыми, нередко микробияльно-водорослевыми и строматолитовыми. Текстуры массивные, но нередко тонко- и неправильно слоистые, что отмечается в виде переслаивания более чистых карбонатных и глинистых разновидностей. В виде вкраплений и гнезд встречаются выделения ангидрита. Средние элементы циклитов представлены в основном известняками, в том числе доломитизированными, как правило, сложными форменными элементами — онколитами, сгустками пелитоморфного карбоната, остатками водорослей. Для пород этого интервала циклитов характерна интенсивная перекристал-

лизация, нередко выщелачивание с образованием вторичной кавернозности. Завершают циклит микро- и тонкозернистые доломиты неправильно слоистые, строматолитовые, часто сульфатизированные. В самой кровле нередко появление слоев нодулярных ангидритов, мощностью до 1–2 м. Близкое строение имеют циклиты и других карбонатных формаций аридной зоны [1].

Что касается латеральных изменений состава отложений, то при в общем более или менее однотипном строении они достаточно существенные. С северо-востока на юго-запад по мере удаления от Анабаро-Синской зоны — области поступления морских вод, где происходило осаждение известняков, к юго-западу, к ограничению водоема Турухано-Иркутско-Олекминской зоны сушей, происходила последовательная смена карбонатов кальция карбонатами кальция и магния: известняки сменялись доломитами.

Очень четко латеральная изменчивость отмечается в нижнепермской карбонатной формации юго-востока Восточно-Европейской платформы. В раннепермское время в течение асельского, сакмарского и артинского веков на самом востоке располагался глубоководный бассейн Предуральского краевого прогиба, а на юго-востоке в области современной Прикаспийской впадины — глубоководное котловинное море. Оба эти бассейна были водоемами среднеокеанической солености.

В пределах собственно платформы по мере перемещения с востока и юго-востока на запад и северо-запад происходило последовательное осолонение и соответственно смена петрографических типов карбонатных пород и фациального облика отложений. Так, в Предуральском глубоководном бассейне формировались одиночные куполовидные рифы — Ишимбайский, Столярковский, Совхозный, Канчуринский и др., а на его западном борту — асимметричная рифовая система, примером рифа которой является Кунакбаевский риф.

Далее к западу, уже собственно в пределах платформы, развиты фораминиферовые фации морского бассейна среднеокеанической солености, которые в свою очередь замещаются карбонатными отложениями другого состава. Постепенно увеличивается количество пелитоморфных и микрозернистых известняков с более бедной фауной, и в большем количестве доломитов; местами появляются сульфаты. При этом одновременно достаточно однородный разрез, сложенный биоморфными и биокластовыми известняками, постепенно становится все более дифференцированным с преобладанием пелитоморфных, микро- и тонкозернистых известняков и доломитов, появляются включения и даже пласты и пачки ангидритов.

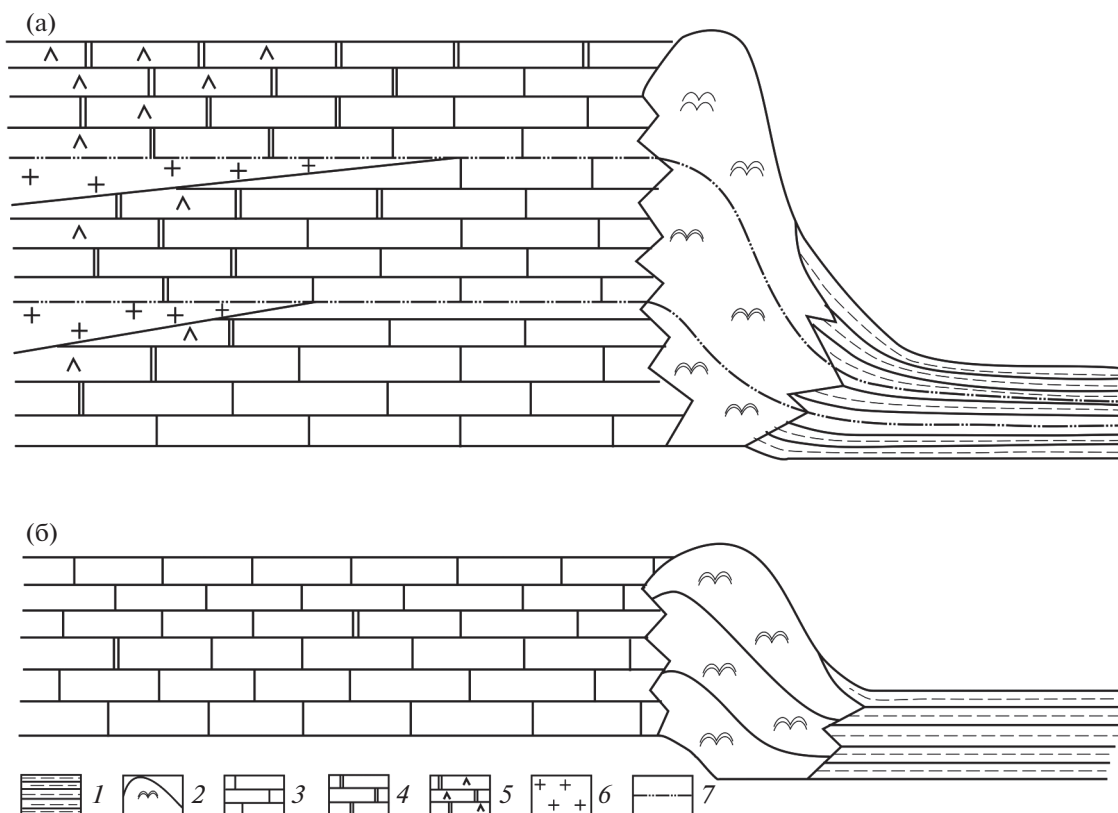


Рис. 1. Схема строения платформенных карбонатных формаций аридной (а) и гумидной (б) климатических зон: 1 – отложения глубоководных водоемов среднеокеанической солености, связанных с Мировым океаном; 2 – зона возможного развития рифов; 3 – известняки, в том числе биоморфные и детритовые; 4 – известняки и доломиты пелитоморфные; 5 – доломиты, в том числе сульфатизированные; 6 – каменная соль; 7 – хроностратиграфические границы.

В глубоководном Прикаспийском бассейне тоже формировались куполовидные рифы, такие как пермская часть рифа Карачаганак, а на бровке шельфа – асимметричные рифы типа Западно-Тепловского. Аналогичная картина изменения наборов пород намечается и в направлении от этого глубоководного моря к западу на Приволжской моноклинали в Нижнем Поволжье, и к северо-западу от района Оренбурга, и далее на запад к Самаре.

Кроме отмеченных выше различий в петрографическом составе разноклиматических формаций, принципиально важны различия в их внутренней структуре – характере вертикального строения и латеральных изменениях.

В обоих случаях разрезы имеют циклическое строение, но состав циклитов и их структуры различны.

В условиях гумидного климата начало трансгрессии фиксируется осаждением какого-то количества глинистого материала, формированием пелитоморфных и микрозернистых структур карбонатных осадков существенно кальцитового состава, наличием остатков организмов, в том числе микробиальных сообществ. Дальнейшее раз-

витие трансгрессии и повышение уровня моря приводят к появлению разнообразной донной биоты, развитию, а возможно и преобладанию чисто биогенного способа карбонатакопления. Поскольку последний весьма эффективен, скорость накопления осадка превышает темп прогибания (точнее, скорость повышения уровня моря), водоем существенно мелеет, динамика природных вод становится более интенсивной, что и определяет образование биокластовых разностей с достаточно крупными карбонатными фрагментами. Завершающие кровельные литоральные отложения регрессивного этапа либо не успевают сформироваться, поскольку водоем быстро мелеет и осушается, либо бывают маломощны и уничтожаются при осушении. Гумидный климат и обильные метеорные осадки не только способствуют подобной ликвидации завершающих литоральных отложений, но и вызывают карстование кровли циклитов, где интенсивно формируется кавернозность. Другими словами, циклиты, несмотря на трансгрессивно-регрессивное развитие и соответствующие колебания уровня моря, асимметричны с однонаправленным изменением структур известняков.

Циклиты аридных зон, как отмечено выше, имеют трехчленное, относительно симметричное строение, которое отражает полный трансгрессивно-регрессивный цикл. Они начинаются с литоральных, нередко себховых глинисто-карбонатных, причем существенно магнезиальных образований. Последующее развитие трансгрессии, или в более общем виде – подъем уровня моря, приводит к становлению уже собственно морских условий. Такие морские бассейны нередко являются в той или иной степени аномальными в сторону повышения солености. Следствием этого являются отмеченная выше повышенная магнезиальность пород, ограниченный и специфический состав органических остатков.

При последующей регрессии, снижении уровня моря вновь возникают литоральные обстановки с осаждением карбонатов пелитоморфной структуры; при интенсивном испарении существенно повышается соленость вод, что обуславливает образование доломитов, гипсов и ангидритов. Поскольку источники глинистого материала к этому времени уже были перекрыты карбонатными отложениями, то глинистость этих элементов невелика. После перерыва, определенной денудации областей сноса, при новой последующей трансгрессии цикл повторяется.

Климатические условия определяют и различное строение формаций в пространстве (рис. 1). В условиях гумидного климата соленость морских бассейнов практически по всей площади акватории сохраняется на уровне среднеокеанической, что обуславливает образование принципиально однотипных типов осадков по всему бассейну. В обстановке же аридного климата си-

туация существенно иная. В участках водоемов, близких к океаническим и вообще глубоководным бассейнам, откуда поступают воды среднеокеанической солености, формируются отложения преимущественно известкового состава с образованием органогенных в своей основе известняков. По мере удаления от таких источников поступления морской воды активное испарение постепенно приводит к последовательному осолонению, повышению солености и соответственно последовательной смене биогенных в своей основе известняков на пелитоморфные микрозернистые разности, а далее доломиты и сульфаты. Одновременно в тех частях, которые формируются вблизи бассейнов со среднеокеанической соленостью, разрез таких формаций в целом весьма однороден, и по мере удаления и приближения к берегу в дистальных участках водоема разрез становится все более и более дифференцированным, разделенным на пакки разного петрографического состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казакова В.Д. Использование циклостратиграфического анализа при выделении карбонатных коллекторов турнейского яруса Волго-Уральской провинции / Литология и породы-коллекторы нефтегазоносных отложений СССР. М.: Изд. ИГИРГИ, 1985. С. 83–88.
2. Кузнецов В.Г. Цикличность мелководных карбонатных отложений различных климатических зон // Литология и полезные ископаемые. 2006. № 6. С. 563–577.
3. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. М.: Изд-во АН СССР. Т. 1. 1960. 212 с. Т. 2. 1960. 574 с. Т. 3. 1962. 550 с.

INTERNAL STRUCTURE OF CARBONATE FORMATIONS IN THE DIFFERENT CLIMATIC REGIONS

V. G. Kuznetsov^{a,b,#}

^a I.M. Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow, Russian Federation

^b Institute of Oil and Gas Problems, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

[#]E-mail: vgkuz@yandex.ru

Presented by Academician of the RAS A.N. Dmitrievsky July 9, 2020

Platform carbonate formations formed in different climate settings differ both in the sets of rocks and in the nature of their vertical structure and changes in area. Humid formations are composed almost exclusively of limestones, often with diverse stenohaline fauna. The sections of the formations have a cyclic structure with microgranular partially slightly clayey limestones at the base, biomorphic and bioclastic in the middle and upper parts, and are often karst in the roof. Such composition and similar structure are practically constant within the entire distribution of the formation. The composition of arid formations varies more. Dolomites predominate here, gypsum and anhydrite are not uncommon, and in proximal parts close to oceanic basins, limestones predominate. The cyclites of these formations are trinomial with clay dolomites, partially sulfates in the base, limestones in the middle part, and again dolomites and sulfates in the roof. The composition and structure of the formations of the arid zone are sharply asymmetric in space. In its proximal parts, these are limestones and the section is quite homogeneous, but in the distal parts dolomites and sulfates predominate, the section is sharply varying due to the appearance of packs of gypsum and anhydrites.

Keywords: carbonate formations, humid and arid climate