

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСК И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

УДК 553.98: 551.73 (470.53)

© Дурникин В.И., Трясцина Л.А., Полухина Т.В., 2013

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ ГЖЕЛЬСКОГО ЯРУСА КАРБОНА КИЗЕЛОВСКОГО РАЙОНА ПЕРМСКОГО КРАЯ

В.И. Дурникин, Л.А. Трясцина, Т.В. Полухина

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

Гжельские отложения Кизеловского района представляют собой карбонатную толщу, сложенную органогенными известняками и вторичными доломитами. Исследование отложений гжельского яруса Кизеловского района имеет большой интерес при изучении геологического строения передовых складок Урала и угле- и нефтегазоности территории. Исследование образцов керн скважин проводилось путем описания шлифов горных пород. Для их изучения использовался металлографический микроскоп OLIMPUS BX-51M с оптической системой UIS и программным обеспечением Керн С7. Были определены состав и структура породы, вид и содержание органических остатков. Накопление карбонатных осадков связано с высокой биопродуктивностью, хотя некоторые из органических остатков замещены кремнем. Определена микроструктура обломков ископаемых организмов: микрозернистая, тонкофибровая, фибровая или тонковолокнистая, призматическая, пластинчатая. В статье подробно рассмотрена гжельская часть разреза скважины 3715, мощностью 86,2 м. Отмечены экологические особенности среды обитания ископаемых организмов. В разрезе гжельского яруса выделяются следующие многовидовые поселения: водорослевые, фораминиферовые, фузулинидовые, криноидные и мшанковые. Литолого-фациальным анализом были определены условия формирования ископаемого осадка в зависимости от биотических характеристик поселений и физико-географической обстановки осадконакопления. Они относились к морским мелководным фациям. Гжельский разрез условно поделен на две части. В нижней части преимущественное значение имеют мшанки, фораминиферы, палеоаплизины, водоросли – активные породообразователи – формируют небольшие по размерам рифогенные тела. Породы являются органогенно-обломочными известняками и имеют межформенные и внутриформенные поры. В верхней части разреза основными представителями являются фораминиферы и их крупные представители – фузулиды. Мелко-, тонкозернистая и органогенно-детритовая структура подчеркивает зарифовую зону.

Ключевые слова: гжельские отложения, металлографический микроскоп, карбонаты, известняки, доломиты, микроструктура, водоросли, фораминиферы, фузулиды, мшанки, криноиды, палеоаплизины, палеоэкология, биогермы, фациальные ряды.

LITHOFACIAL DEPOSITS CHARACTERISTIC OF GZHELIAN CARBONIFEROUS LAYER KIZELOVSKY REGION OF THE PERM REGION

V.I. Durnikin, L.A. Triastsina, T.V. Polukhina

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

Gzhelian deposits of Kizelovsky region are represented by the carbonate strata folded by organogenic limestones and secondary dolomites. Study of Gzhelian layer deposits of the Kizelovsky region is of a great interest in the study of the geological structure of the Urals advanced folds, and coal and oil-gas-bearing area. Studying core samples from wells was conducted by describing thin sections of rocks. For their study Metallograph OLIMPUS BX-51M with an optical system UIS and software Kern C7 was used. Rocks composition and structure, type and content of organic residues were defined. Accumulation of carbonate sediments is associated with high biological productivity, although some of the organic residues are replaced with silicon. Microstructure of fossil organisms debris is defined: microgranular, fine fiber, fiber, prismatic or lamellar. This article is discussed in detail Gzhelian part of the well 3715 section with a capacity of 86.2 m. Ecological features of the fossil organisms' habitat is obtained. The section of Gzhelian layer is divided into the following multispecies population: seaweed, foraminiferal, fusuline, crinoid and bryozoan. Conditions of the fossil sediment formation depending on the biotic characteristics of population and the physiographic conditions of sedimentation were defined with lithofacies analysis. They belonged to the shallow marine facies. Gzhelian section is conditionally divided into two parts. In the lower part bryozoans, foraminifera, paleoaplaziny, algae – active formers of rocks are of primary importance and form a small-sized reef body. Species are organo-detrital limestones and are shaped between and within shaped pores. In the upper part of section the main representatives are foraminifera and their major representatives – fusulinids. Fine-grained and organo-detrital structure highlights Zarifova zone.

Keywords: gzhelian deposits, metallograph, carbonates, limestones, dolomites, microstructure, algae, foraminifera, fusulinids, bryozoans, crinoids, paleoaplaziny, paleoecology, bioherms, facies series.

Гжельские отложения изучены по разрезу скважины 3715. Скважина пробурена в 1969 г. Кизеловской геолого-разведочной партией с целью изучения геологического разреза Коспашской антиклинали в северной части Кизеловского угленосного района, 6 км к северу от г. Кизела. Разрезом скважины были вскрыты отложения верхнего, среднего и нижнего карбона [1, 2].

Изучение отложений гжельского яруса верхнего карбона Кизеловского района имеет большой интерес, связанный с изучением геологического строения передовых складок Урала, угле- и нефтегазоности территории. Исследование гжельских отложений также характеризуется практическим интересом с точки зрения установления обстановок осадконакопления. Разрез представлен карбонатами, среди которых выделяются известняки, отличающиеся богатством и разнообразием органических остатков, и вторичные доломиты.

Исследование образцов керна скважин проводилось путем описания шлифов горных пород, общее число которых составило 260. Изготовление шлифов выполнено по известной методике [1]. Для их рассмотрения использовался металлографический микроскоп OLIMPUS BX-51M, в котором установлена универсальная оптическая система UIS и программное обеспечение Керн С7. Микроскоп обеспечивает расширение палеонтологических исследований микроскопических объектов. Прежде всего, он позволил значительно дополнить информацию, получаемую обычными оптическими методами, а также определить не только ископаемые органические остатки и их обломки, но и микроструктурные особенности цемента. Качественные фотографии существенно дополняют и иллюстрируют описание породы [3].

Важную роль в описании карбонатной породы играет качественное определение органических остатков, которые почти всецело слагают осадочные горные породы. Концентрируя карбонатные соединения, животные обрастают твердым скеле-

том, который сохраняется в ископаемом состоянии. Здесь и далее под скелетом подразумевается твердое минеральное образование, оставшееся после отмирания организма [4].

При изучении шлифов под микроскопом по особенностям строения микроскопического обломка приходилось определять систематическое положение данного организма. Минеральный состав карбонатных скелетов достаточно разнообразен, но структурные особенности обломков достаточно информативны [5]. Форма обломков особенно важна при определении остатков водорослей, фораминифер, мшанок, гастропод и т.п. Нужно обладать хорошим пространственным представлением, чтобы восстановить по сечению спираль, цилиндр, конус и т.п. При определении границ обломка и внутренних пустот существенную помощь оказывают цветовое различие и структурные особенности цементирующего материала.

Наиболее важным признаком при определении обломков организмов цемента является микроструктура. Различают следующие типы структур, описанных В.П. Масловым [2]: а) микрозернистую, при которой агрегат не дает закономерного затухания при скрещенных николях; б) тонкофибровую, при которой раковина сложена почти невидимыми тонкими кристаллами кальцита, при скрещенных николях и вращении столика пробегает волна затухания вдоль раковины (остракоды, некоторые фораминиферы) или, наоборот, наблюдается темный крест в округлых обломках (иглокожие); в) фибровую или тонковолокнистую структуру, состоящую из закономерно расположенных видимых при больших увеличениях фибр-призм (брахиоподы), не дающих закономерного затухания (мшанки); г) призматическую, характеризующуюся четкими призмами, затухающими индивидуально и обычно ориентированы под углом (брахиоподы); д) пластинчатую (пелециподы).

Важно, что у иглокожих каждый сегмент образован одним кристаллом каль-

цита, благодаря чему затухание при скрещенных николях происходит по всей пластине одновременно. Также их отличает сетчатая структура. У брахиопод в шлифах чаще всего встречаются обломки с призмами, ориентированными перпендикулярно к поверхностям раковины. Остатки остракод в шлифе можно узнать по общей форме створок и по внутренней структуре стенок раковины.

Скелетные остатки организмов нуждаются в детальном изучении для фациального анализа. Знание палеоэкологии помогает восстановить условия обитания соответствующих организмов, что необходимо для фациального анализа. Определение фаций используется при поиске и разведке месторождений осадочных полезных ископаемых. Изучение изменения осадков на площади позволяет восстановить палеогеографию древних геологических эпох. Важнейшая задача заключается в реконструкции обстановок осадконакопления, где необходимо определить: 1) породы или ископаемые осадки с одинаковым комплексом первичных признаков; 2) физико-географические условия, обстановки осадконакопления; 3) характерные признаки осадочных пород, по которым можно восстановить условия образования [6, 7]. При этом исключаются вторичные преобразования, такие как окремнения и доломитизация.

Прослеживая изменения количественных соотношений компонентов палеобиоценов или комплексов организмов, можно обнаружить постепенное уменьшение количества некоторых видов, общее уменьшение размеров скелетных остатков, появление новых компонентов сразу и в большом количестве – подобная гамма изменений свидетельствуют об отклонении условий обитания от нормальных.

На основе изложенных методик был изучен разрез гжельского яруса, где в разрезе по нормали скважины стратиграфически сверху-вниз выделены 8 пачек:

1. Глубина 10,00–20,2 м, толщина 9,7 м. Доломит светло-серый микро- и тонко-

зернистый пористый и кавернозный с выделениями кремня в кавернах. Встречены прослой известняка (гл. 15,8 и 19,8 м) бурого глинистого доломитизированного фузулинидового с мелкими фораминиферами. Определены фораминиферы: *Tolypammina*, *Bradyina*, *Fusulinella*.

2. Глубина 20,2–37,3 м, толщина 17,6 м. Доломит с прослоями известняка. Доломит бурый микро- и тонкозернистый глинистый с желваками кремня, с реликтами раковин фузулинид, члеников криноидей или с пустотами от их вещелачивания. Известняк светло-серый палеоаплезиновый стуктово-микрозернистый и серый органогенно-детритовый с наличием пор и трещин. В детрите остатки брахиопод, мшанок, фузулинид, водорослей. Из фораминифер определены: *Syzrania*, *Glomospira*, *Topammina*, *Fusulinella*.

3. Глубина 37,3–43,9 м, толщина 5,7 м. Известняк битуминозный глинистый темно-серый до черного. Участками ожелезненный или доломитизированный органогенно-детритовый. В детрите: фораминиферы, членики криноидей, мшанки, иглы брахиопод и ежей. Прослоями отмечен известняк фузулинидовый. Из фораминифер определены: *Plectogyra*, *Bradyina*, *Ozawainella*.

4. Глубина 43,9–50,9 м, толщина 6,6 м. Известняк серый, прослоями светло-серый, участками окремненный бурый, участками доломитизированный стуктово-мелкозернистый и шламово-мелкодетритовый со спикулами губок, табулятными кораллами, водорослями, фораминиферами, остатками иглокожих. Определены: водоросли – *Girvanella*, *Tubiphytes*; фораминиферы – *Syzrania*, *Topammina*, *Glomospira*; брахиоподы – *Echinoconchus*.

5. Глубина 50,9–69,1 м, толщина 16,6 м. Известняк светло-серый, в основном палеоаплезиновый с микростуктово-зернистой структурой, прослоями серый фузулинидовый или крупнодетритовый, преимущественно мшанково-криноидный. Встречены иглы ежей, иглы брахиопод,

остракоды, гастроподы. Наличие пор и битуминозности. Определены: водоросли – *Girvanella*, *Tubiphytes*, *Ungdarella*; фораминиферы – *Syzrania*, *Topammmina*, *Bradyina*; брахиоподы – *Neospirifer*.

6. Глубина 69,1–77,0 м, толщина 7,9 м. Известняк серый окремнелый и коричнево-серый глинистый, частично доломитизированный с прослоями тонкозернистого доломита, детритовый водорослево-фораминиферовый и реликтово-фузулинидовый. Наличие пор межформенных и внутриформенных. Встречены: водоросли, остракоды. Определены: водоросли – *Girvanella*, *Tubiphytes*; фораминиферы – *Syzrania*, *Topammmina*, *Pseu-doendothyra*.

7. Глубина 77,0–91,1 м, толщина 14,0 м. Известняк серый и светло-серый, в основном палеоаплезиновый со сгустково-микрозернистой структурой, с остатками палеоаплезин, водорослей, мшанок, остракод, редких фораминифер, остатки иглокожих. Встречены онколиты. Определены: водоросли – *Girvanella*, *Tubiphytes*, *Epimastopora*; фораминиферы – *Earlandia*, *Syzrania*, *Bradyina*.

8. Глубина 91,1–96,2 м, толщина 5,1 м. Известняк серый пористый, в верхней части органогенно-детритовый и органогенно-обломочный, преимущественно мшанковый с члениками криноидей, брахиопод с глинисто-карбонатным микрозернистым цементом, в нижней части известняк, в основном палеоаплезиновый микрозернистый. Встречены: остракоды, водоросли, пеллециподы. Определены: водоросли – *Girvanella*, *Tubiphytes*; фораминиферы – *Syzrania*, *Ozawanella*, *Fusulinella*; брахиоподы – *Avonia*.

Общая толщина разреза 86,2 м.

Отложения представлены карбонатами, среди которых выделяются органогенные известняки и вторичные доломиты. Главный породообразующий минерал – кальцит – устойчивая при обычных температурах форма карбоната кальция. Некоторые из органических остатков

могут растворяться и затем замещаться в виде кремния [8].

Накопление карбонатных осадков связано с высокой биопродуктивностью органического мира. Развитый водорослевый ковер закреплял осадок, где известковые водоросли развиты не столь обильно, большая часть карбонатных илов образовалась, очевидно, вследствие измельчения обломков раковин. Так называемые биогермы постепенно засыпались осадочным материалом, цементировались и в процессе диагенеза превращались в горную породу, о чем говорят структуры: органогенно-детритовая (порода сложена обломками раковин) и органогенно-обломочная, которая возникает в том случае, когда обломки раковин вследствие переноса приобретают окатанную форму. Реже встречается биоморфная (цельнораковинная) структура. Мелководная сублиторальная обстановка осадконакопления или отметки морского мелководья устанавливается по присутствию оолитов и ракушечного микрита [2, 9, 10].

Изучение пористости имеет большое значение. Пористость пород обусловлена наличием мелких пустот, занимающих пространство между отдельными зернами. В разрезе встречены межформенные (между отдельными форменными элементами) и внутриформенные (внутри раковин) поры. Пористые породы могут служить коллекторами воды, нефти и газа [11–16].

Часто в шлифах удавалось определить группу минеральных образований, выделенных водорослями, а иногда и более узкие систематические единицы, вплоть до вида. Как известно, водоросли нуждаются в свете для фотосинтеза. За редкими исключениями, они жили в хорошо освещенных мелких водоемах и лишь некоторые спускались ниже оптической зоны. К ним относятся таллиты – зеленые листовые водоросли семейства *Anchicodiaceae* (Иванова Р.М., 2008). Для геолога остатки водорослей являются довольно четким показателем мелководных фаций,

но определения этого остатка еще недостаточно, чтобы судить о солености, прозрачности, температуре того или иного водоема [17–19].

Большое значение имеют породообразующие водоросли, обладающие известковым или кремневым скелетом. Кодиевые и дазикладациевые водоросли в позднем карбоне обитали преимущественно в районах развития биогермов и прибрежных отмелей-банок. Все кодиевые и дазикладациевые водоросли были донными прикрепленными организмами. Некоторые трудности вызывает только восстановление условий существования эпимастопор – самых крупных из водорослей обитателей биогермов и банок. В первоначальном виде их слоевища имели облик крупных субсферических, эллипсоидальных или субцилиндрических образований без явно выраженных признаков прикрепления. Все кодиевые и дазикладациевые водоросли были обитателями мелководных участков бассейна с глубинами не более 25–30 м [20–22].

Красные водоросли представлены *Ungdarella*, причем они обитают исключительно в районах накопления карбонатных осадков. Наиболее часто встречаются в органогенно-обломочных известняках. Со значительно меньшим количеством особей встречаются в отложениях зоны биогермов, к ним присоединяются мелкие доценеллы. Унгдареллы обладают широким приспособительным диапазоном терпимости к незначительному повышению и понижению солености морской воды. Они существовали как на участках накопления чистых карбонатных осадков, так и при незначительном привносе терригенного материала.

На протяжении всего разреза встречены фораминиферы. В различных участках ископаемого бассейна они представлены различными формами и являются исключительно морскими обитателями. Фораминиферы часто становятся породообразующими организмами. Бла-

годаря тому, что их раковины не велики, они встречаются как в обломках, так и целые. Так, например, отсортированные переотложенные обломки фораминифер участвуют в строении шламовых известняков [23, 24].

Фузулиниды встречаются совместно с раковинным детритом в маломощных слоях органогенно-обломочного известняка. Обломочной составляющей осадка кроме раковинного детрита являются членики криноидей, обломки мшанок, слоевища сине-зеленых водорослей. Концентрация фузулинид в некоторых прослоях пород объясняется тем, что быстро размножившиеся фузулиниды, поселившиеся на таких участках, создавали многочисленные поселения. Посмертное их перемещение было незначительным.

Подавляющее большинство исследователей считают, что фузулиниды были донными прикрепленными организмами. Крупные вздутые и шаровидные раковины обычно приурочены к биогермам. Они были не только донными обитателями, но могли и прикрепляться к стеблям криноидей, колониям мшанок; последнее предположение доказать практически невозможно. Фузулиниды всегда сопровождают водорослями, глубины существования которых, по заключению многих исследователей, не превышают 35–50 м.

В биогермных фациях количество фузулинид относительно невелико. В пределах биогермов можно выделить несколько основных разновидностей организмов слагающих их пород, которые образуют неправильные по форме тела, взаимно переходящие по простираннию и разрезу. Таковыми являются: гидрактиноидные известняки, сложенные массивными пластинами гидроидных полипов (палеоплезинов) – фузулиниды отсутствуют. Тонкозернистые известняки с массовыми скоплениями мшанок и мелких фораминифер – фузулиниды редки. Участки обломочных известняков с массовыми слоевищами известковых водо-

рослей, разнообразным раковинным детритом – фузулиниды присутствуют.

Фузулиниды относительно редки в нижней части разреза. В верхней части вместе с фузулинидами встречаются крупные колонии водорослей, части стеблей морских лилий. Имеются брахиоподы, пелициподы.

В породообразующем значении важную роль играли иглокожие. Морские прикрепленные или свободно живущие животные с радиальной симметрией и подкожным известковым скелетом в виде разной формы пластин и игл. После смерти животного скелет обычно рассыпается на части. Так, по отдельным элементам под микроскопом можно определить лишь крупные классы морских лилий (криноидей) и морских ежей.

Брахиоподы, двусторонне-симметричные животные с двусторчатой асимметричной раковиной известкового состава, при жизни или лежат на дне, или прикрепляются ножкой к субстрату. Брахиоподы – морские животные, обитали на различной глубине. Мелководные имеют более толстую и прочную раковину, чем глубоководные. В биогермах занимали все биологические ниши.

Остракоды обитали как в пресных, так и в соленых водных бассейнах, участвовали в породообразовании. В ископаемом осадке встречаются изолированные и соединенные целые створки или их обломки. Встреченные формы сохранности: тонкие раковины, сохранившие свою первоначальную структуру, перекристаллизованные раковины с признаками створок и замещенные вторичным кальцитом без признаков створок.

Известняки и доломиты этой части разреза отличаются большим разнообразием структурных и текстурных особенностей и разнообразием органических остатков, среди них наиболее распространены фораминиферы, иглокожие, мшанки, водоросли и в меньшей степени – остатки брахиопод и остракод. Характер и систематический состав ассоциации ис-

копаемых организмов отражает экологические особенности среды их обитания. В любом случае они относятся к морским мелководным фациям. В условиях изменяющегося гидрологического режима создаются скопления органических остатков определенного таксономического вида. В разрезе гжельского яруса выделяются водорослевые, фораминиферовые, фузулинидовые, криноидные и мшанковые поселения [25].

К фациям водорослевых поселений принадлежат водорослевые известняки (рис. 1), сложенные хрупкими и тонкими остатками зеленых и багряных водорослей. По особенностям своего строения они не могли создавать массивные органогенные постройки, а образовывали, по видимому, заросли, покрывающие какую-то часть морского дна. После отмирания организмов в донном осадке скапливались их твердые скелетные остатки, дав впоследствии прослой (до 0,5 м) водорослевых известняков. Среди известняков преобладают биоморфные и органогенно-детритовые. В этих известняках водорослям сопутствуют фораминиферы, фузулиниды, членики криноидей, брахиоподы. Рассматриваемые фации тесно связаны с органогенными постройками и с фациями различных фаунистических поселений.

К фациям фораминиферовых поселений отнесены фораминиферовые известняки (рис. 2) и реликтивно-фораминиферовые доломиты. При сильной перекристаллизации, сопровождающей доломитизацию, вещество раковин фораминифер подвергается изменениям вместе с цементирующей массой. Преобладающими микроструктурами фораминиферовых известняков являются детритовая и мелкодетритовая. Для фаций фораминиферовых поселений, помимо фораминифер, наиболее характерны водоросли, брахиоподы, мшанки и членики криноидей. Фораминиферовые поселения в фациальных рядах параллельны фузулинидовым поселениям; с одной стороны они примыкают к органогенным построй-

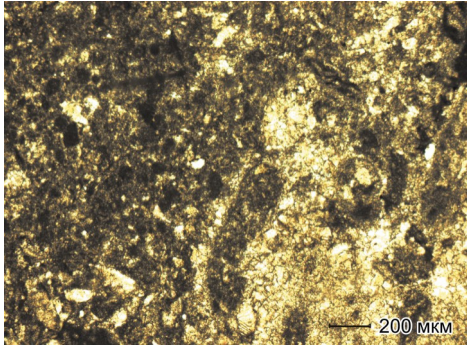


Рис. 1. Водорослевый известняк, глубина 53,35 м

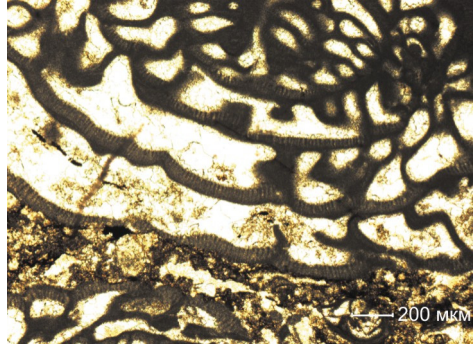


Рис. 3. Фузулиновый известняк, глубина 39,4 м

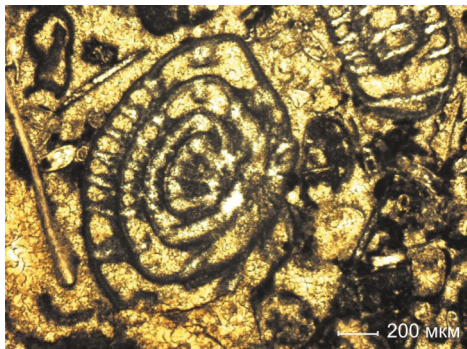


Рис. 2. Фораминиферовые известняки, глубина 46,4 м

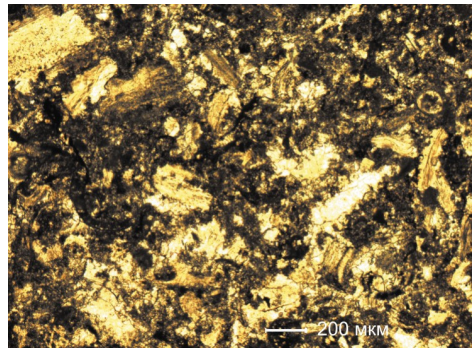


Рис. 4. Криноидный известняк, глубина 37,8 м

кам, в другом направлении – сменяются поселениями криноидей, мшанок и других организмов.

Фации фузулиновых поселений представлены фузулиновыми известняками (рис. 3) и реликтово-фузулиновыми доломитами. Среди известняков преобладают органогенные и органогенно-детритовые разности, среди доломитов – тонко- и мелкозернистые (кристаллические). Иногда встречаются известняки различной степени глинистости. Для них характерна пелитоморфная микроструктура цементирующей массы. Для органических остатков фации фузулиновых поселений свойственны членики криноидей, мшанки и водоросли. Представители других групп встречаются исключительно редко. Фузулиновые поселения тесно связаны постепенными переходами с органогенными постройками,

отмелями, криноидными и мшанковыми поселениями.

Фации криноидных поселений представлены криноидными известняками (рис. 4). Выделение этих фаций несколько условно, так как в некоторых случаях нет уверенности в накоплении скелетных остатков криноидей на месте их обитания. Преобладающей микроструктурой является органогенно-детритовая. Из органических остатков фациям криноидных поселений свойственны водоросли, разнообразные фораминиферы, в том числе крупные фузулины, мшанки и брахиоподы. Криноидные поселения были распространены на склонах и периферии органогенных построек. Расположены между фораминиферовыми и фузулиновыми поселениями с одной стороны и мшанковыми с другой, будучи связаны с ними постепенными переходами.

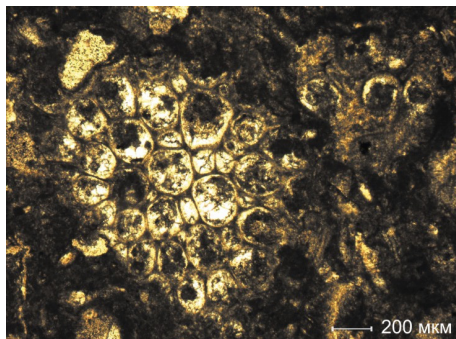


Рис. 5. Мшанковый известняк, глубина 92,91 м

Мшанковые фации представлены исключительно мшанковыми известняками (рис. 5), почти целиком сложенными скелетными остатками этих организмов. Известняки шламовые, органогенно-детритовые. Из органических остатков, кроме мшанок, для этих фаций характерны багряные водоросли, многочисленные фораминиферы, в том числе крупные фузулиниды, частые и разнообразные брахиоподы, иногда членики криноидей. Мшанковые поселения, как правило, располагаются в конце фациальных рядов у подножья склона органогенных построек и по их

периферии. Они связаны постепенными переходами с фациями всех описанных выше поселений организмов.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы. Разрез скважины можно условно разделить на две части. В нижней части преимущественное значение в карбонатообразовании имеют мшанки, фораминиферы, палеоаплезины, водоросли. Последние являются активными порообразователями и формируют небольшие по размерам рифогенные тела. В структурном отношении являются органогенно-обломочными известняками и имеют межформенные и внутрiformенные поры. В верхней части разреза основными представителями органического мира являются фораминиферы, фузулиниды, которые, в свою очередь, имеют порообразующее значение. Мелко-тонкозернистая и органогенно-детритовая структура подчеркивает зарифовую зону. По характеру разреза можно говорить о господстве в этом районе обстановок мелководного теплого морского бассейна с условиями, благоприятными для непродолжительного роста рифогенных образований.

Список литературы

1. Путеводитель стратиграфической эксплуатации по карбону Урала в непрерывных разрезах Западного Урала / О.А. Щербаков, М.Ф. Шестакова, М.В. Щербакова [и др.] // Стратиграфия и палеогеография карбона Евразии. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. – С. 307–317.
2. Маслов В.П. Атлас порообразующих организмов (известковых и кремневых). – М.: Наука, 1973. – С. 267.
3. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. – Ч. 2. Карбонатные породы / ред. А.В. Хабарков. – М.: Недра, 1968. – С. 700.
4. Белоусова О.Н., Михина В.В. Общий курс петрографии. – М.: Недра, 1972. – 344 с.
5. Методика палеонтологических исследований / под ред. Б. Каммела и Д. Раупа. – М.: Мир, 1973.
6. Regional aspects of carbonate deposition / Ed. by R.L. LeBlanc, J.G. Breeding // *Sos. Econ. Pal. and Min. Spec. Pubn.* – 1957. – № 5. – P. 125–178.
7. Manet V. Paleogeographie des algues calcaires marines carboniferes // *Cand. J. Earth Sci.* – 1992. – Vol. 29, № 1. – P. 174–194.
8. Хворов И.В. Атлас карбонатных пород среднего и верхнего карбоната Русской платформы. – М.: Изд-во АН СССР, 1958.
9. Хеллем Э. Интерпретация фаций и стратиграфическая последовательность: пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 328 с.
10. Геккер Р.Ф. Тафономические и экологические особенности фауны и флоры Главного девонского поля. – М.: Наука, 1983. – 144 с.
11. Мелкишев О.А., Дурников В.И. Генетические особенности карбонатных коллекторов зоны сочленения Соликамской депрессии и передовых складок Урала // *Вестник Пермского государ-*

ственного технического университета. Геология, геоинформационные системы, горно-нефтяное дело. – 2010. – № 5. – С. 17–22.

12. Ефимов А.А., Кочнева О.В. Влияние фациальной приуроченности на продуктивность карбонатных отложений башкирского яруса // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2011. – № 1. – С. 19–24.

13. Мелкишев О.А., Кривошеков С.Н. Стохастическая оценка прогнозных ресурсов нефти на поисково-оценочном этапе геолого-разведочных работ // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 4. – С. 33–41.

14. Дерюшев А.Б., Потехин Д.В. Применение многовариантного моделирования при распределении K_d с целью оценки достоверности построения трехмерных литолого-фациальных моделей на примере нижнетиманских отложений Кирилловского месторождения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 5. – С. 32–38.

15. Галкин В.И., Александрова Т.В., Костарев Г.С. Совершенствование методики оценки перевода ресурсов в запасы // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – № 6. – С. 7–14.

16. Дерюшев А.Б. Опыт трехмерного геологического моделирования перспективных структур с применением результатов сейсмо- и литолого-фациального анализов, а также данных месторождений // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – № 7. – С. 18–26.

17. Иванова Р.М. Некоторые известковые водоросли карбона Урала // Палеонтологический журнал. – 1999. – № 6. – С. 76–79.

18. Heckel P.H. Overview of Pennsylvanian (Upper Carboniferous) stratigraphy in Midcontinent region of North America. Middle and Upper Pennsylvanian (Upper Carboniferous) cyclothem succession in Midcontinent Basin, U.S.A. // Kansas Geol. Surv. Open-file report. – 1999. – № 99 – 27. – P. 68–102.

19. Степанов Д.В. Палеонтологический атлас каменноугольных отложений Урала. – Л.: Недра, 1975. – 359 с.

20. Skotese C.R. Phanerozoic reconstruction. A new look at the assamble of Asia / University of Texas, Institute of Geophysics. – Texas, 1986. – Technical Report N 66.

21. Bradley W.H. Algae reefs and oolites of the Green River formation // U.S. Geol. Surv. Prof. Paper. – 1929. – P. 203–223. – 154-G.

22. Recent developments in carbonate sedimentology in Central Europe / Ed. by G. Muller, G.M. Friedman. – Berlin, Springer-Verlag, 1968.

23. Чувашов Б.И., Шуйский В.П. Стратиграфические и фациальные комплексы известковых водорослей палеозоя Урала // Известковые водоросли и строматолиты (систематика, биостратиграфия, фациальный анализ). – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 98–125.

24. Устрицкий В.И. Бореальная биогеографическая область в палеозое // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 1993. – Т. 1, № 2. – С. 67–77.

25. Справочное руководство по петрографии осадочных пород / под ред. В.Б. Татарского. – Ленинград: Гос. науч.-техн. изд-во нефт. и гор.-топлив. лит.-ры, 1958.

References

1. Shcherbakov O.A., Shestakova M.F., Shcherbakova M.V. [et al.] Putevoditel' stratigraficheskoi ekspluatatsii po karbonu Urala v nepreryvnykh razrezakh Zapadnogo Urala [Stratigraphic Guide manual Carboniferous to the Urals in the continuous sections of the Western Urals]. *Stratigrafiia i paleogeografiia karbona Evrazii*, 2002, pp. 307–317.

2. Maslov V.P. Atlas porodoobrazuiushchikh organizmov (izvestkovykh i kremnyykh) [Atlas of rock-forming organisms (calcareous and siliceous)]. Moscow: Nauka, 1973. 267 p.

3. Atlas tekstur i struktur osadochnykh gornykh porod. Karbonatnye porody [Atlas textures and structures of sedimentary rocks]. Ed. A.V. Khabarkov. Moscow: Nedra, 1968, part 2. 700 p.

4. Belousova O.N., Mikhina V.V. Obshchii kurs petrografii [General course petrography]. Moscow: Nedra, 1972. 344 p.

5. Metodika paleontologicheskikh issledovaniy [Paleontological research methodology]. Ed. B. Kamela, D. Raupa. Moscow: Mir, 1973. 391 p.
6. Regional aspects of carbonate deposition. Ed. R.L. LeBlanc, J.G. Breeding. *Tulsa Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publications*, 1957, vol. 5, pp. 125–178.
7. Mamet B. Paleogeographie des algues calcaires marines carboniferes. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 1992, vol. 29, no. 1, pp. 174–194.
8. Khvorova I.V. Atlas karbonatnykh porod srednego i verkhnego karbonata Russkoi platform [Atlas of carbonate rocks of middle and upper carbonate Russian platform]. Moscow: Izdatel'stvo akademii nauk USSR, 1958. 170 p.
9. Khellem E. Interpretatsiia fatsii i stratigraficheskaiia posledovatel'nost'[Interpretation of facies and stratigraphic sequence]. Moscow: Mir, 1983. 328 p.
10. Gekker R.F. Tafonomicheskie i ekologicheskie osobennosti fauny i flory Glavnogo devonskogo polia [Taphonomic and ecological features of the fauna and flora of the Main Devonian Field]. Moscow: Nauka, 1983. 144 p.
11. Melkishev O.A., Durnikin V.I. Geneticheskie osobennosti karbonatnykh kollektorov zony sochleneniia Solikamskoi depressii i peredovykh skladok Urala [Genetic features of the carbonate reservoirs junction zone of Solikamskaya depression and the Urals advanced folds]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Geologiya, geoinformatsionnye sistemy, gorno-neftianoe delo*, 2010, no. 5, pp. 17–22.
12. Efimov A.A., Kochneva O.E. Vliianie fatsial'noi priurochennosti na produktivnost' karbonatnykh otlozhenii bashkirskogo iarusy [Influence of facies affiliation on carbonate deposits' productivity of bashkirskiy layer]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2011, no. 1, pp. 19–24.
13. Melkishev O.A., Krivoshekov S.N. Stokhasticheskaiia otsenka prognoznnykh resursov nefiti na poiskovo-otsenochnom etape geologo-razvedochnykh rabot [Stochastic evaluation of oil resources forecast on the stage of geological exploration work]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 4, pp. 33–41.
14. Derjushev A.B., Potehin D.V. Primenenie mnogovariantnogo modelirovaniia pri raspredelenii K_p s tsel'iu otsenki dostovernosti postroeniia trekhmernykh litologo-fatsial'nykh modelei na primere nizhnetimanskikh otlozhenii Kirillovskogo mestorozhdeniia [Application of multivariant simulation in distribution K_p to assess the accuracy of construction between lithofacies three models by example nizhnetimanskikh deposits, Kirillovskoe field]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 5, pp. 32–38.
15. Galkin V.I., Aleksandrova T.V., Kostarev G.S. Sovershenstvovanie metodiki otsenki perevoda resursov v zapasy [Improvement of methods for estimating resource transfer into reserves]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2013, no. 6, pp. 7–14.
16. Deriushev A.B. Opyt trekhmernogo geologicheskogo modelirovaniia perspektivnykh struktur s primeneniem rezul'tatov seismo- i litologo-fatsial'nogo analizov, a takzhe dannykh mestorozhdenii [Experience of three-dimensional geological modelling of prospective structures using the results of seismic and lithofacies analysis, field-analog data]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2013, no. 7, pp. 18–26.
17. Ivanova R.M. Nekotorye izvestkovye vodorosli karbona Urala [Some calcareous algae carbon Urals]. *Paleontologicheskii zhurnal*, 1999, no. 6, pp. 76–79.
18. Heckel P.H. Overview of Pennsylvanian (Upper Carboniferous) stratigraphy in Midcontinent region of North America. Middle and Upper Pennsylvanian (Upper Carboniferous) cyclothem succession in Midcontinent Basin, U.S.A. *Kansas Geological Survey. Open-file report*, 1999, no. 99–27, pp. 68–102.
19. Stepanov D.V. Paleontologicheskii atlas kamennougol'nykh otlozhenii Urala [Paleontological Atlas of Carboniferous deposits of the Urals]. Leningrad: Nedra, 1975. 359 p.
20. Skotese C.R. Phanerozoic reconstruction: a new look at the assamble of Asia. *University of Texas, Institute of Geophysics Technical Report*, 1986, no. 66. 54 p.
21. Bradley W.H. Algae reefs and oolites of the Green River formation. *U.S. Geol. Surv. Prof.*, 1929, no. 154-G, pp. 203–223.
22. Recent developments in carbonate sedimentology in Central Europe. Ed. G. Muller, G.M. Friedman. Berlin: Springer-Verlag, 1968. 256 p.

23. Chuvashov B.I., Shuiskii V.P. Stratigraficheskie i fatsial'nye komplekсы izvestkovykh vodoroslei paleozoiа Uralа [Stratigraphic and facies complexes calcareous algae Paleozoic Urals]. *Izvestkovye vodorosli i stromatolity (sistemika, biostratigrafіia, fatsial'nyi analiz)*. Novosibirsk: Nauka, 1988, pp. 98–125.

24. Ustritskii V.I. Boreal'naia biogeograficheskaia oblast' v paleozoe [Boreal biogeographic the area in the Paleozoic]. *Stratigrafіia. Geologicheskаia korreliatsіia*, 1993, vol. 1, no. 2, pp. 67–77.

25. Tatarskii V.B. Spravochnoe rukovodstvo po Petrografii osadochnykh porod [Reference Guide Petrography of sedimentary rocks]. Leningrad: Gosudarstvennoe nauchno-tekhnicheskoe izdatel'stvo nef'tianoi i gorno-toplivnoi literatury, 1958. 1007 p.

Об авторах

Дурникін Владимир Иванович (Пермь, Россия) – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии нефти и газа Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29).

Трясина Людмила Андреевна (Пермь, Россия) – Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29; e-mail: trjascinaljudmila@rambler.ru).

Полухина Татьяна Владимировна (Пермь, Россия) – Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29; e-mail: tatyana-latukhina@yandex.ru).

About the authors

Vladimir I. Durnikin (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Department of Geology Oil and Gas, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29).

Liudmila A. Triastsina (Perm, Russian Federation) – Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29; e-mail: trjascinaljudmila@rambler.ru).

Tat'iana V. Polukhina (Perm, Russian Federation) – Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29; e-mail: tatyana-latukhina@yandex.ru).

Получено 28.08.2013