

Научная статья
УДК 552.5



ИДИОМОРФНЫЕ КРИСТАЛЛЫ КВАРЦА В КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДОМАНИКОВОГО ГОРИЗОНТА ФРАНСКОГО ЯРУСА ВЕРХНЕГО ДЕВОНА ВОСТОЧНО-ОРЕНБУРГСКОГО СВОДОВОГО ПОДНЯТИЯ

Н. С. Сагдеева

Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа, Россия, sag-nyrija@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0491-8041>

В статье дано описание микровкрапленников идиоморфных кристаллов аутигенного кварца дипирамидальной формы и псевдогексагонального габитуса в карбонатных отложениях доманикового горизонта (франский ярус) Восточно-Оренбургского сводового поднятия. Вмещающая порода представлена нетипичным для доманиковых отложений микрозернистым органогенным известняком с фрагментами амфипор, строматопороидей, остракод, криноидей. На основе комплекса признаков — идиоморфизма кристаллов, их зонального строения, присутствия остатков вмещающего микритового карбоната внутри кристаллов, вкрапленники кварца относятся к скелетным формам, сформированным в результате быстрого роста в условиях резкой смены температур и перенасыщения растворов. Предполагается, что их формирование происходило на постседиментационном этапе в результате просачивания поровых или низкотемпературных гидротермальных растворов в толще карбонатных пород, погруженных на глубину более 2 км.

Ключевые слова: известняки, амфипоры, строматопоры, аутигенный кварц, гексагональный кристалл, доманиковый горизонт, франский ярус, Восточно-Оренбургское сводовое поднятие

Благодарности: автор выражает благодарность сотрудникам лаборатории стратиграфии палеозоя института геологии УФИЦ РАН за предоставленные палеонтологические данные, позволившие обосновать возраст вмещающих отложений, а также признателен Е. Н. Горожаниной и С. А. Даниленко за внимательное прочтение рукописи и ценные критические замечания, способствовавшие улучшению качества работы.

Работа выполнена в рамках государственного задания № FMRS 2025–0013 ИГ УФИЦ РАН.

Original article

IDIOMORPHIC QUARTZ CRYSTALS IN CARBONATE DEPOSITS OF THE DOMANIK HORIZON OF THE FRASNIAN STAGE OF THE UPPER DEVONIAN OF THE EAST ORENBURG ARCH UPLIFT

N. S. Sagdeeva

Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia, sag-nyrija@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0491-8041>

The paper describes microinclusions of idiomorphic authigenic quartz crystals of dipyrnidal shape and pseudoheagonal habit in the carbonate deposits of the Domanik horizon (Frasnian Stage) of the East Orenburg Arch Uplift. The host rock is represented by a microcrystalline organogenic limestone with fragments of amphiopores, stromatoporooids, ostracods, and crinoids, which is atypical for Doman-

Для цитирования: Сагдеева Н. С. Идиоморфные кристаллы кварца в карбонатных отложениях доманикового горизонта франского яруса верхнего девона Восточно-Оренбургского сводового поднятия // Геологический вестник. 2026. № 2. С. 205–213. <https://doi.org/10.31084/2619-0087/2026-2-14>

For citation: Sagdeeva N. S. (2026) Idiomorphic quartz crystals in carbonate deposits of the Domanik horizon of the Frasnian stage of the Upper Devonian of the East Orenburg arch uplift. *Geologicheskii vestnik*. 2026. No. 2. P. 205–213. <https://doi.org/10.31084/2619-0087/2026-2-14>

© Н. С. Сагдеева, 2026

ik deposits. Based on a set of features — euhedralism of the crystals, their zonal internal structure, and the presence of carbonate microinclusions — the quartz crystals are classified as skeletal forms formed as a result of rapid growth under conditions of sharp temperature fluctuations and solution supersaturation. It is suggested that their formation took place at the postsedimentary stage due to the percolation of pore fluids or low-temperature hydrothermal solutions through the carbonate sequence buried to a depth of more than 2 km.

Keywords: limestones, amphipores, stromatoporoids, authigenic quartz, hexagonal crystal, Domanik horizon, Frasnian Stage, East Orenburg Arch Uplift

Acknowledgements: the author expresses gratitude to the staff of the Laboratory of Paleozoic Stratigraphy, Institute of Geology -Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences for providing paleontological data that enabled the age determination of the host deposits, and is also grateful to E.N. Gorozhanina for careful reading of the manuscript and valuable critical comments that contributed to improving the quality of the work.

Funding: This work was carried out within the framework of the state assignment No. FMRS-2025–0013 of the Institute of Geology UFRS RAS.

Введение

Скважины, пробуренные в западной части Восточно-Оренбургского поднятия (ВОСП), вскрыли карбонатные отложения франского яруса. Франские отложения в пределах ВОСП представлены карбонатными породами с примесью терригенного и кремнистого материала [Геологическое..., 1997; Оренбургский..., 2013; Стратиграфическая..., 2016]. В результате палеонтологических определений комплекса конодонтов и брахиопод рассматриваемые отложения отнесены к доманиковому горизонту. Палеонтологическое датирование выполнено по комплексу конодонтов, представленных видами рода *Polygnathus* (данные О.В. Артюшковой), а также брахиопод *Theodossia ex gr. anosofi* (Vern.) (определения А.Г. Мизенс — ИГТ Уро РАН).

Доманиковый горизонт традиционно рассматривается как карбонатно-кремнистая формация, сложенная преимущественно глинисто-кремнистыми и известковистыми сланцами, а также тонкозернистыми битуминозными известняками [Максимова, 1970; Шакиров и др., 2022]. Вскрытые же карбонатные породы, в отличие от типичных отложений депрессионных доманикитов, представлены органогенно-обломочными известняками с многочисленными фрагментами амфиопор, строматопороидей, остракод, криноидей. В этих отложениях кремнезем обычно встречается в виде халцедоновых стяжений [Шакиров и др., 2022], реже — в форме аутигенных кристаллов. Вскрытые карбонатные породы, в отличие от типичных отложений депрессионных доманикитов, представлены органогенно-обломочными известняками с многочисленными фрагментами амфиопор, строматопороидей, кораллов, остракод, кри-

ноидей. Сведения о находках идиоморфных кристаллов кварца в доманиковых отложениях в литературе редки.

Целью работы является выяснение условий образования микровкрапленников кристаллов кварца, обнаруженных в органогенно-обломочных известняках доманикового горизонта. В задачи исследования входило описание литофациальных типов карбонатных пород, содержащих микровключения кварца, определение взаимоотношений между карбонатным матриксом и аутигенными включениями, характеристика вторичных изменений карбонатов, сравнение с литературными данными.

Материалы и методы

Образец отобран из керна скважины, пробуренной на юго-западе ВОСП, с глубины 3507 м. Описание микровключений кристаллов кварца в известняке выполнено по результатам изучения петрографических шлифов при помощи микроскопа БиоОптик-400. Определение литофациальных типов карбонатов проведено согласно методике [Dunham, 1962; Flügel, 2010].

Литофациальная характеристика карбонатных пород

В отличие от типичных депрессионных доманикитов изученные породы представлены светло-серыми комковатыми органогенно-обломочными известняками (рис. 1–1). Микроскопически они относятся к флаутстоунам и пакстоунам с многочисленными крупными фрагментами амфиопор, строматопороидей, кораллов — сирингопор, остракод, криноидей (рис. 1–2). Кро-

ме того, в ходе палеонтологической обработки породы методом растворения карбонатного матрикса, были выявлены фрагменты рыб и спикулы губок, которые в стандартных петрографических шлифах не фиксируются. Матрикс известняков сложен микритовым кальцитом с мелкой биокластикой — пакстоуном (рис. 1–3). Микро-

фациальные особенности известняков указывают на их формирование в области относительно тиховодной зоны шельфа или склона шельфа с коралловыми и строматопоровыми биогермами. Присутствие конодонтов и спикул губок указывает на относительно глубоководные условия шельфа рампового типа.

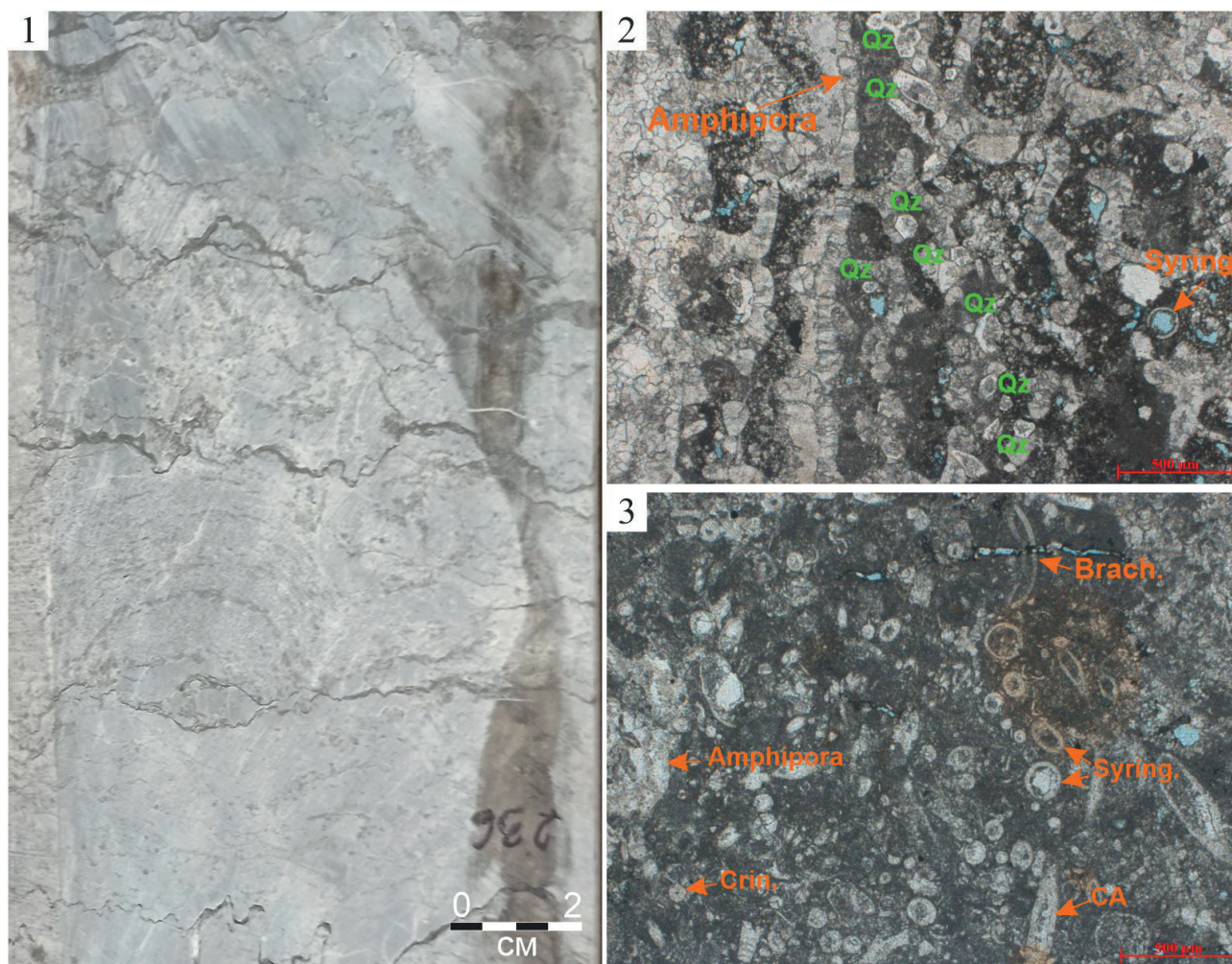


Рис. 1. Кораллово-строматопоровый известняк доманикового горизонта из керна скважины в западной части ВОСП

Условные обозначения: 1 — серый микрозернистый известняк с субпараллельными стилолитами, штуф; 2 — флаутстун, содержащий реликты амфиопор и синрингопор, в матриксе породы отмечаются гексаэдральные кристаллы кварца; 3 — пакстоун, содержащий фрагменты амфиопор, синрингопор, брахиопод, криноидей и известковых водорослей: Буквенные обозначения: Amphiopora — фрагмент амфиопоры; Crin. — членник криноидеи; Syring. — фрагмент коралла синрингопоры; CA — известковые водоросли; Brach. — брахиопода; Qz — кристалл кварца. 2, 3 — шлифы, николи параллельны, линейка 0,5 мм

Fig. 1. Coral-stromatoporoid limestone of the Domanik horizon from the well core in the western part of the East Orenburg Swell Uplift (EOSA).

Legend: 1 — Gray microcrystalline limestone with subparallel stylolites, hand specimen; 2 — Floatstone containing relics of Amphiopora and Syringopora; euhedral quartz crystals are observed in the rock matrix; 3 — Packstone containing fragments of Amphiopora, Syringopora, brachiopods, crinoids, and calcareous algae. Symbols: Amphiopora — amphiopore fragment; Crin. — crinoid fragment; Syring. — syringopore coral fragment; CA — calcareous algae; Brach. — brachiopod; Qz — quartz crystal. Thin sections: 2, 3 — plane-polarized light. Scale bar — 0.5 mm

Наиболее распространенным типом пород доманикового горизонта являются битуминозные тенетаулитовые известняки, которые в данном разрезе отсутствуют. Для центральных зон Камско-Кинельских прогибов характерны отложения доманикового горизонта, представленные депрессионными битуминозными кремнисто-карбонатными породами [Максимова, 1970; Морозов и др., 2014; Фортунатова и др., 2018; Горожанина и др., 2018, Горожанин и др., 2018, Вашкевич и др., 2019; Шакиров и др., 2022].

Доманиковый горизонт, вскрытый скважинами в западной части ВОСП, сложен нетипичными биогермными и органогенно-обломочными известняками. Похожие органогенно-обломочные известняки (флаутстоуны) с кораллами и строматопорами появляются в верхней части доманикового

горизонта, вскрытого скв. 2 Рустамовской на северо-востоке склоне Башкирского свода [Горожанина и др., 2018]. Биогермные кораллово-строматопоровые фации известняков франско-фаменского интервала относятся к рифовым фациям, они встречаются в бортовом и шельфовом (сводовом) типах разрезов верхнего девона Волго-Уральской области [Горожанина и др., 2018; Горожанин и др., 2018; Шакиров и др., 2022].

Особенности строения микровкрапленников кристаллов кварца

Обнаруженные идиоморфные кристаллы кварца размером до 2 мм в поперечном сечении имеют гексагональную форму (рис. 2–1, 2, 3), что сви-

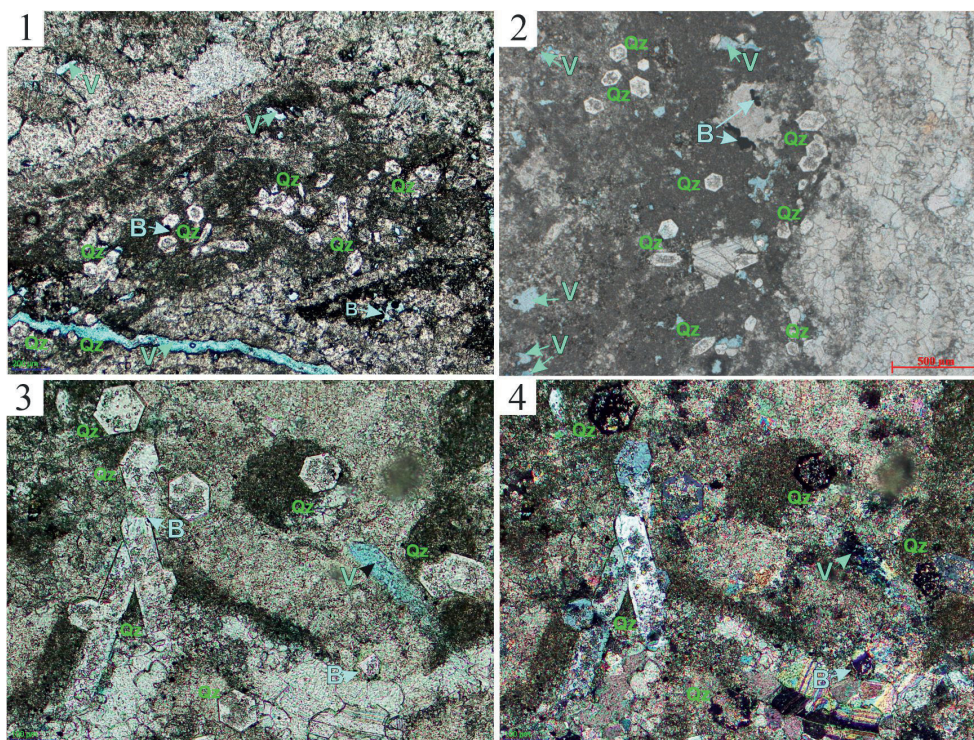


Рис. 2 Аутигенные кристаллы кварца в биогермных кораллово-строматопоровых известняках (флаутстоунах) доманикового горизонта ВОСП

Условные обозначения: 1 — рассеянные кристаллики кварца дипирамидальной формы в пелитоморфном кальците внутри полостей строматопор; 2 — рассеянные кристаллики кварца в матриксе строматопорого флаутстоуна; 3, 4 — вросстки кристалликов кварца пирамидальной формы с гексагональными поперечными сечениями и включениями микритового карбоната (скелетные кристаллы). Буквенные обозначения: Qz — кристалл кварца, B — битум, V — ваги (пустоты). 1–4 шлифы, 1–3 — николи параллельны, 4 — николи скрещены, линейка 0,5 мм.

Fig. 2. Authigenic quartz crystals in biogenic coral-stromatoporoid limestones (floatstones) of the Domanik horizon, East Orenburg Swell Uplift (EOSA).

Legend:

1 — Scattered dipyratid quartz crystals in pelitic calcite within stromatoporoid cavities; 2 — Scattered quartz crystals in the matrix of stromatoporoid floatstone; 3, 4 — Pyramidal quartz crystal intergrowths with hexagonal cross-sections and microsparitic carbonate inclusions (skeletal crystals). Symbols: Qz — quartz crystal; B — bitumen; V — vugs (voids). 1–4 — thin sections; 1–3 — plane-polarized light; 4 — crossed polars. Scale bar — 0.5 mm.

детельствует о свободном росте в матрике породы. При детальном изучении внутреннего строения кристаллов под бинокулярным микроскопом установлено, что они не являются монокристаллическими образованиями и соответствуют скелетным кристаллам (рис. 2–2,3). Во внутренних частях фиксируются замкнутые и полуоткрытые полости неправильной формы, размером от 0,1 до 0,5 мм. Наличие микритовых карбонатных включений внутри кристалликов кварца свидетельствует о захвате фрагментов вмещающей породы в процессе активного роста кристалла из раствора [Балицкий и др., 2005;]. При изучении полированного шлифа и поверхности образца под бинокулярным микроскопом установлено, что контакт кристалла кварца с карбонатным матриксом является прямым, цементационным, без признаков коррозии внешних граней.

Кристаллики кварца рассеяны в микритовом матриксе флаутстоунов (рис. 2–2), а также развиты в каркасе строматопор (рис. 2–3).

Обсуждение

При микроскопическом изучении шлифов кораллово-строматопоровых известняков из доманикового горизонта были обнаружены рассеянные вкрапленники идиоморфных кристаллов кварца (рис. 2). Особенностью этих кварцевых вкраплений является идиоморфизм кристаллов, их дипирамидальная форма и правильные гексагональные сечения. Кварц относится к минералам тригональной сингонии, однако его хорошо образованные кристаллы внешне нередко проявляют гексагональный облик, что обусловлено сложным двойникованием и развитием шестигранных призм, увенчанных дипирамидальными головками [Булах, 1989]. В изученных образцах кварц характеризуется удлинённой дипирамидальной формой с гексагональными сечениями и представлен скелетными кристаллами, формирование которых обычно связано с относительно быстрой кристаллизацией. Идиоморфизм, дипирамидальный габитус, четкие грани и наличие остаточных включений вмещающей породы в центральных частях кристаллов свидетельствуют об их росте непосредственно в микрозернистой карбонатной породе. Скелетные кристаллы нарастают преимущественно за счет развития ребер и вершин граней, тогда как центральные зоны остаются недовосстановленными, сохраняя фрагменты карбонатного субстрата. В процессе быстрой кристаллизации такие кристаллы нередко захватывают битум-

ное вещество, глинистые частицы, газовой-жидкие включения и кальцит [Балицкий и др., 2005]. Кварцевые кристаллы представлены типичными длиннопризматическими двухголовыми хорошо сформированными индивидами. Наличие включений матрикса говорит об их развитии по принципу метасоматического/метаморфического замещения основной массы породы.

Вопрос об источнике кремнезема, участвовавшего в формировании описанных кристаллов кварца, требует отдельного рассмотрения, поскольку существует несколько потенциальных его источников. Первым из них является биогенный опал из спикул кремниевых губок [Mei, J., et al., 2024]. Остатки спикул губок были обнаружены при растворении карбонатов для выделения фауны конодонтов.

Возможным источником кремнезема также мог служить вулканогенный материал. Известно, что в позднем девоне на значительной части Восточно-Европейской платформы, включая Камско-Кинельскую систему прогибов, проявился масштабный рифтогенный магматизм [Максимова, 1970; Фокин, Никишин, 1999], сопровождавшийся выносом вулканического пепла и формированием туфовых прослоев [Силантьев и др., 2025]. Так, в разрезе доманиковой толщи в сопредельном тектоническом элементе Волго-Уральской области — Муханово-Ероховской впадине, установлены прослои туффицитов, свидетельствующие о влиянии позднедевонского вулканизма на осадконакопление в регионе [Шакиров и др., 2022]. Также туфогенные прослои описаны среди глубоководных депрессионных отложений доманиковой свиты в пределах Мелекесской впадины [Фортунатова и др., 2018].

В пределах Восточно-Оренбургского сводового поднятия в изученном интервале глубин 3501–3520 м признаки вулканогенного материала (пепловые прослои, туфы, вулканическое стекло) не установлены. Однако на глубине около 3520 м. вскрываются зеленоватые доломитизированные известняки, по облику сходные с туфовыми разностями, что может косвенно указывать на проявление вулканогенного влияния на более глубоких уровнях разреза. Отсутствие туфового материала в рассмотренном интервале, вероятно, обусловлено удаленностью района от зон активного позднедевонского рифтогенеза либо фациальными особенностями разреза.

Вероятным источником кремнезема в доманикитах, могли быть глубинные гидротермаль-

ные растворы [Шакиров и др., 2022]. Вмещающие отложения не содержат кремнистых конкреций, а также не несут признаков интенсивного гидротермального изменения (массивного окварцевания, эпидотизации, перекристаллизации всего карбонатного матрикса). Это позволяет предполагать, что гидротермальный флюид был низкотемпературным и действовал локально, преимущественно в пределах микропор и открытых полостей. В породе также отсутствуют литокласты или экзотические обломочные зерна [Фролов, 1992], которые могли бы служить источником аллохтонного кварца, что дополнительно подтверждает гидротермальное происхождение и формирование кристалла *in situ*.

В породах доманиковой формации, детально изученных на территории Тимано-Печорского и Волго-Уральского бассейнов, описаны идиоморфные кристаллы кварца, приуроченные к трещинам и прожилкам, секущим первичную слоистость [Kiryukhina et al. 2013; Zavyalova et al., 2019]. Формирование таких кристаллов относят к стадии позднего катагенеза (в диапазоне от мезокатагенеза до апокатагенеза) и генетически связывают с гидротермальными процессами. Эти кристаллы кварца обладают характерными признаками гидротермальной генерации: обнаруживают мутную зональность, сопровождаются минералами-спутниками (пирит, барит, флюорит, кальцит второй генерации). Они встречаются в зонах интенсивной гидротермальной переработки пород с развитыми ореолами окварцевания и перекристаллизации карбонатного матрикса.

Характер взаимоотношения кварцевых вкрапленников с вмещающей породой — наличие резкой границы между кристаллом и карбонатным матриксом, отсутствие ореолов преобразования вокруг кристалла — указывает на то, что кристаллы кварца в образце, описанном в настоящей работе, расположены не в трещине или прожилках, а рассеяны в матриксе карбонатной породы. Предполагается, что кристаллы кварца являются аутигенными образованиями, сформировавшимися на постседиментационном этапе в карбонатной толще доманикового горизонта.

По данным [Flügel, 2010], идиоморфные кристаллы кварца в микрозернистых известняках образуются при просачивании солоноводных рассолов, циркулирующих вблизи соляных диапиров. Данный механизм наиболее характерен для зон тектонической активности, где соляная тектоника способствует формированию проводящих ка-

налов и созданию открытого пространства, необходимого для свободного роста кристаллов. Такие высокоминерализованные флюиды способствуют перераспределению кремнезема и кристаллизации аутигенного кварца в карбонатной матрице.

Заключение

Проведенное литологическое и палеонтологическое изучение карбонатных отложений доманикового горизонта франского яруса верхнего девона из керна скважин Восточно-Оренбургского сводового поднятия (глубина 3507 м) позволило обнаружить в них рассеянные микровкрапленники идиоморфных кристалла кварца размером до 2 мм дипирамидальной формы псевдогексагонального облика. Вмещающие породы представлены микрозернистыми органогенно-обломочными известняками — флаутстоунами и пакстоунами, содержащими многочисленные фрагменты амфиопор, строматопороидей, сиригипор, остракод, криноидей, а также спиккулы губок и остатки конодонтов. Данные отложения не являются типичным для доманиковой формации, сложенной преимущественно битуминозными кремнисто-карбонатными породами депрессионных фаций.

Кристаллы кварца характеризуются идиоморфизмом, дипирамидальной формой с гексагональными поперечными сечениями, наличием внутренних полостей с включениями вмещающего карбонатного микритового матрикса, что позволяет относить их к скелетным формам, сформированным в условиях быстрой кристаллизации. Контакт кристаллов с карбонатным матриксом без признаков коррозии внешних граней указывает на их аутигенный рост непосредственно в карбонатной породе. Отсутствие радиально-лучистых трещин давления и ореолов гидротермальной проработки вмещающих пород свидетельствует о локальном и низкотемпературном характере процесса минералообразования.

Анализ возможных источников кремнезема показал, что биогенный опал (спиккулы губок) и вулканогенный материал не являются определяющими для изученного образца. Наиболее вероятным источником кремнезема могли быть низкотемпературные гидротермальные растворы либо поровые флюиды, циркулировавшие на постседиментационном этапе в карбонатной толще, погруженной на глубину более 2 км.

Описанная находка расширяет существующие представления о формах проявления гид-

ротермальной минерализации в карбонатах доманикового горизонта франского яруса Волго-Уральской области, демонстрируя возможность формирования идиоморфных кристаллов кварца не только в трещинах с развитыми прожилками, но и непосредственно в матриксе карбонатной породы при локальном поступлении кремнеземсодержащих флюидов.

Список литературы

- Балицкий В. С., Балицкая Л. В., Бубликова Т. М., Борков Ф. П. Экспериментальное изучение механизмов образования и форм захвата водно-углеводородных включений в процессе роста кристаллов кварца, кальцита и флюорита в нефтесодержащих гидротермальных растворах. Доклады Академии наук, 2005. 404 (1). С. — 90–93.
- Булах А. Г. Минералогия с основами кристаллографии. — М.: Недра, 1989. 351 с
- Бушнев Д. А., Бурдельная Н. С. Кинетика образования индивидуальных углеводородов C1-C5 при ступенчатом сухом пиролизе керогена доманикового сланца после гидротермального воздействия // Вестник геонаук. — 2024. — № 9. <https://doi.org/10.19110/geov.2024.9.1>
- Вашкевич А. А., Стрижнев К. В., Шашель В. А., Захарова О. А., Заграновская Д. Е., Морозов Н. В. Геолого-геофизические особенности строения отложений доманикового типа, влияющие на оценку запасов и ресурсного потенциала УВ // М.: Нефтяное хозяйство. — 2019. — № 12. — С. 16–20.
- Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. Оренбург: Оренбургское книжное издательство, 1997. 272 с.
- Горожанина Е. Н., Горожанин В. М., Заграновская Д. Е., Захарова О. А. О строении Камско-Кинельской системы прогибов // Известия ВУЗОВ. Геология и разведка, 2019. № 3. С. 9–20.
- Горожанин В. М., Горожанина Е. Н., Артюшкова О. В., Заграновская Д. Е., Захарова О. А. Вторичное минералообразование в породах доманикового горизонта // Экзолит-2019. Фациальный анализ в литологии: теория и практика: годичное собрание (научные чтения), посвященное 110-летию со дня рождения профессора Г. Ф. Крашенинникова, Москва, 27–28 мая 2019 г. Сборник научных материалов / под ред. Ю. В. Ростовцевой. Москва: МАКС Пресс, 2019. С. 38–40.
- Максимова С. В. Эколого-фациальные особенности и условия образования доманика. — М.: Наука, 1970. — 85 с.
- Максимова С. В. Формация доманиковая // Геологический словарь — Научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСГЕИ). 1970. С. 990
- Морозов В. П., Кольчугин А. Н., Королев Э. А., Плотникова И. Н., Пронин Н. В. Литолого-фациальный анализ домаников Волго-Уральского региона // Мат-лы 10 Уральского литологического совещания. Екатеринбург: ИГТ УРО РАН, 2014. С. 134–135
- Оренбургский тектонический узел: геологическое строение и нефтегазоносность / Под ред. Ю. А. Воложа, В. С. Парасыны. М.: Научный мир, 2013. 259 с.
- Силантьев В. В., Нургалиев Д. К., Сунгатуллина Г. М., Мифтахутдинова Д. М., Куликова А. В., Нургалиева Н. Г., Саетгалиева Я. Я., Вандин А. С. Первые радиоизотопные U — Pb LA-ICP-MS датировки пограничных отложений девона и карбона в доманиковых фациях Камско-Кинельской системы прогибов (Волго-Уральская нефтегазоносная провинция, Восточно-Европейская платформа). Георесурсы. 2025; 27 (2):297–304. <https://doi.org/10.18599/grs.2025.2.22>
- Стратиграфическая схема верхнедевонских отложений Волго-Уральского субрегиона. Объяснительная записка. М.: ВНИГНИ, 2016. 43 с.
- Фокин П. А., Никишин А. М. Тектоническое развитие Восточно-Европейской платформы в девоне и начале карбона // Вестник Моск. ун-та. Сер. Геология. 1999. С. 9–20.
- Фортунатова Н. К., Зайцева Е. Л., Кононова Л. И., Баранова А. В., Бушуева М. А., Михеева А. И., Афанасьева М. С., Обуховская Т. Г. Литолого-фациальная и био-стратиграфическая характеристика верхнедевонских отложений опорной скважины 1 Мелекеская (Мелекесская впадина, Волго-Уральская область) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. — 2018. — Т. 93, № 5–6. — С. 3–49.
- Фролов В. Т. Петрография осадочных пород. М.: Изд-во МГУ, 1992. — 336 с.
- Шакиров В. А., Вилесов А. П., Морозов В. П., Хаяюзкин А. С., Андрушкевич О. Ю., Сосновская Е. Б., Немков И. П., Лопатин А. П., Гилаев Г. Г. Породы-вулканиты в конденсированных доманиковых фациях Муханово-Ероховской внутришельфовой впадины // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 2022. — № 2 (362). С. 14–26. [https://doi.org/10.33285/2413-5011-2022-2\(362\)-14-26](https://doi.org/10.33285/2413-5011-2022-2(362)-14-26)
- Dunham R. J. (1962) Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham W. E. (ed.) Classification of Carbonate Rocks: A Symposium. AAPG Memoir, V. 1. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists. P. 108–121.
- Flügel E. (2010) Microfacies of carbonate rocks. Berlin: Springer-Verlag. 984 p.
- Kayukova G. P., Feoktistov D. A., Gabdrakhmanov D. T., Khasanova N. M., Khisamov R. (2017) Transformation of organic matter of rocks from domanik deposits in hydrothermal and pyrolytic processes. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, V. 17, Is. 14, P. 973–980. <https://doi.org/10.5593/sgem2017/14/S06.122>
- Kiryukhina T. A., Fadeyeva N. P., Stupakova A. V., Poludetkina E. N., Sautkin R. S. (2013) Domanik deposits of Timan-Pechora and Volga-Urals basins. Oil and Gas Geology, (3), 76–87.
- Mei J., Liang C., Cao Y., Han Y. (2024) Types, genesis and significance of quartz in shales. Journal of Palaeogeography (Chinese Edition), V. 26, No. 2, P. 487–501. <https://doi.org/10.7605/gdxb.2024.02.038>
- Zavyalova A. P., Chupakhina V. V., Stoupakova A. V., Gatovsky J. A., Kalmykov G. A., Korobova N. I., Suslova A. A.,

Bolshakova M. A., Sannikova I. A., Kalmykov A. G. (2019) Comparison of the Domanic Outcrops in the Volga-Ural and Timan-Pechora Basins. *Moscow University Geology Bulletin*, V. 74, No. 1, P. 56–72. <https://doi.org/10.3103/S0145875219010149>

References

Balitskii V. S., Balitskaya L. V., Bubliikova T. M., Borkov F. P. (2005) Experimental study of the mechanisms of formation and forms of capture of water-hydrocarbon inclusions during the growth of quartz, calcite and fluorite crystals in oil-bearing hydrothermal solutions. *Doklady Akademii Nauk*, 404 (1), 90–93. (In Russian).

Bulakh, A. G. (1989). *Mineralogiya s osnovami kristallografii*. Nedra Press

Bushnev D. A., Burdelnaya N. S. (2024) Kinetics of formation of individual C1 — C5 hydrocarbons during stepwise dry pyrolysis of kerogen from Domanik shale after hydrothermal treatment. *Vestnik geonauk*, (9). <https://doi.org/10.19110/geov.2024.9.1> (In Russian).

Vashkevich A. A., Strizhnev K. V., Shashel V. A., Zakharova O. A., Zagranovskaya D. E., Morozov N. V. (2019) The impact of the peculiarities of the geological and geophysical structure of Domanic deposits on the assessment of the hydrocarbons reserves and resources. *Oil Industry*, (12), 16–20. <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2019-12-16-20> (In Russian).

Geological structure and oil and gas potential of the Orenburg region. (1997) Orenburg: Orenburg Book Publishing House. 272 p. (In Russian).

Gorozhanina E. N., Gorozhanin V. M., Zagranovskaya D. E., Zakharova O. A. (2019) On the structure of the Kamsko-Kinel system of troughs. *Proceedings of Higher Educational Institutions. Geology and Exploration*, (3), 9–20. (In Russian).

Gorozhanin V. M., Gorozhanina E. N., Artyushkova O. V., Zagranovskaya D. E., Zakharova O. A. (2019) Secondary mineralization in the rocks of the Domanik horizon. In: *Exolith-2019. Facies analysis in lithology: theory and practice. Annual meeting (scientific readings) dedicated to the 110th anniversary of the birth of Professor G. F. Krasheninnikov*. Moscow, May 27–28, 2019. Collection of scientific materials. Ed. by Yu. V. Rostovtseva. Moscow: MAKSS Press. 38–40. (In Russian).

Maksimova S. V. (1970) Ecological and facies features and conditions of formation of Domanik. Moscow: Nauka. 85 p. (In Russian).

Maksimova S. V. (1970) Domanik formation. In: *Geological Dictionary*. A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute. 990. (In Russian).

Morozov V. P., Kolchugin A. N., Korolev E. A., Plotnikova I. N., Pronin N. V. (2014) Lithofacies analysis of Domanikites of the Volga-Ural region. *Proceedings of the 10th Ural Lithological Meeting*. Yekaterinburg: Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 134–135. (In Russian).

Orenburg tectonic node: geological structure and oil and gas potential. (2013) Ed. by Yu. A. Volozh, V. S. Parasyana. Moscow: Nauchnyi mir. 259 p. (In Russian).

Silantiev V. V., Nurgaliev D. K., Sungatullina G. M., Miftakhutdinova D. M., Kulikova A. V., Nurgalieva N. G., Saetgaleeva Ya. Ya., Vandin A. S. (2025) First radioisotope U — Pb LA-ICP-MS dating of the Devonian — Carboniferous boundary deposits in the Domanik facies of the Kamsko-Kinel trough system (Volga-Ural petroleum province, East European Platform). *Georesursy*, 27 (2), 297–304. <https://doi.org/10.18599/grs.2025.2.22> (In Russian).

Stratigraphic scheme of the Upper Devonian deposits of the Volga-Ural subregion. Explanatory note. (2016) Moscow: VNIGNI. 43 p. (In Russian).

Fokin P. A., Nikishin A. M. (1999) Tectonic evolution of the East European Platform in the Devonian and Early Carboniferous. *Moscow University Geology Bulletin*, (2), 9–20. (In Russian).

Fortunatova N. K., Zaitseva E. L., Kononova L. I., Baranova A. V., Bushueva M. A., Mikheeva A. I., Afanasyeva M. S., Obukhovskaya T. G. (2018) Lithological-facial and biostratigraphic characteristics of the Upper Devonian deposits of the reference well 1 Melekesskaya (Melekesskaya depression, Volga-Ural region). *Bulletin of Moscow society of naturalists. Geological series*. 93 (5-6), 3–49. (In Russian).

Frolov V. T. (1992) Petrography of sedimentary rocks. Moscow: MSU Publishing House. (In Russian).

Shakirov V. A., Vilesov A. P., Morozov V. P., Khayuzkin A. S., Andrushkevich O. Yu., Sosnovskaya E. B., Nemkov I. P., Lopatin A. P., Gilayev G. G. (2022) Volcanic rocks in condensed Domanik facies of the Mukhanovo-Erokhovskaya intra-shelf depression. *Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields*, (2), 14–26. [https://doi.org/10.33285/2413-5011-2022-2\(362\)-14-26](https://doi.org/10.33285/2413-5011-2022-2(362)-14-26) (In Russian).

Dunham R. J. (1962) Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham W. E. (ed.) *Classification of Carbonate Rocks: A Symposium*. AAPG Memoir, V. 1. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists. 108–121.

Flügel E. (2010) Microfacies of carbonate rocks. Berlin: Springer-Verlag. 984 p.

Kayukova G. P., Feoktistov D. A., Gabdrakhmanov D. T., Khasanova N. M., Khisamov R. (2017) Transformation of organic matter of rocks from domanik deposits in hydrothermal and pyrolytic processes. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, V. 17, Is. 14, 973–980. <https://doi.org/10.5593/sgem2017/14/S06.122>

Kiryukhina T. A., Fadeyeva N. P., Stupakova A. V., Poludetkina E. N., Sautkin R. S. (2013) Domanik deposits of Timan-Pechora and Volga-Urals basins. *Oil and Gas Geology*, (3), 76–87.

Mei J., Liang C., Cao Y., Han Y. (2024) Types, genesis and significance of quartz in shales. *Journal of Palaeogeography (Chinese Edition)*, V. 26, No. 2, 487–501. <https://doi.org/10.7605/gdxb.2024.02.038>

Zavyalova A. P., Chupakhina V. V., Stoupakova A. V., Gatozsky J. A., Kalmykov G. A., Korobova N. I., Suslova A. A., Bolshakova M. A., Sannikova I. A., Kalmykov A. G. (2019) Comparison of the Domanic Outcrops in the Volga-Ural and Timan-Pechora Basins. *Moscow University Geology Bulletin*, V. 74, No. 1, 56–72. <https://doi.org/10.3103/S0145875219010149>

Сведения об авторе:

Сагдеева Нурия Сабировна, институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия, sag-nyrija@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0491-8041>

About the author:

Nuriya S. Sagdeeva, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation, sag-nyrija@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0491-8041>

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 13.04.2026; одобрена после рецензирования 20.05.2026; принята к публикации 01.07.2026

The article was submitted 13.04.2026; approved after reviewing 20.05.2026; accepted for publication 01.07.2026