



Тематический семинар
«Литология палеокарста»

Thematic seminar
«Lithology of paleocarst»



УДК 550.8.052

DOI: 10.19110/geov.2022.7.1

Литология карстовых отложений разреза верхнего визе Залесской площади (северо-западная часть Оренбургской области, Россия)

М. Г. Бояршинова, Р. И. Калина

ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень; mgboyarshinova@tnnc.rosneft.ru, rikalina@tnnc.rosneft.ru

Слабоизученные отложения верхневизейского подъяруса Оренбургской области (юго-восточная часть Волго-Уральской нефтегазоносной провинции) являются одним из перспективных объектов геолого-разведочных работ. В одной из скважин Залесской площади, расположенной в зоне сочленения Южно-Татарского свода и Бузулукской впадины, в нижней части нерасчленённых алексинско-михайловско-веневских отложений верхневизейского подъяруса описана мощная толща доломитовых брекчий. На основе анализа комплекса данных литологических и минералогических исследований выделены литотипы пород, дано их детальное литологическое описание, проанализированы коллекторские свойства. Установлено, что встреченный в разрезе верхневизейского подъяруса Залесской площади комплекс отложений является результатом различных этапов карстования и последующего преобразования пород. Коллекторские свойства пород обусловлены проявлением постседиментационных преобразований. Карстовые процессы и их проявления требуют дальнейшего изучения на региональном уровне и учета при планировании геолого-разведочных работ на продуктивные пласты верхневизейского подъяруса.

Ключевые слова: Залесская площадь, верхневизейский подъярус, доломитовая брекчия, карстовый процесс.

Lithology of karst deposits of the Uppen Visean section of the Zaleskaya area (North-Western part of the Orenburg region, Russia)

M. G. Boyarshinova, R. I. Kalina

Tyumen Oil Research Center LLC, Tyumen

Poorly studied deposits of the Upper Visean section of the south-east of the Orenburg region are one of the promising objects of geological exploration. A powerful stratum of dolomite breccias is described in one of the wells of the Zalesovo area in the lower part of the undifferentiated the Venev, Mikhaylov and Aleksino strata of the Visean section. The section is composed of secondary dolomites with relics of primary textures and structures. Dolomitization complicates interpreting the genesis of deposits and conduct detailed sedimentological studies. Lithotypes of rocks are identified based on the analysis of a set of data from lithological and mineralogical studies. Lithotypes: 1) secondary dolomites with relics of primary textures, 2) dolomite breccia with clay-carbonate cement, 3) secondary breccia dolomites with relics of primary textures, 4) dolomite breccia. A detailed lithological description of the lithotypes is given. The features of their formation are determined. Reservoir properties of rocks are analyzed. It has been established that the sediment complex encountered in the section of the Uppen Visean section of the Zalesovo area are the result of different stages of karst formation and following transformation of rocks. Reservoir properties of rocks depend on the development of post-sedimentation transformations. Karst processes and their products require further study at the regional level and consideration when conducting geological exploration on productive reservoirs of the Uppen Visean section.

Keywords: Zalesovo area, Uppen Visean section, dolomite breccia, karst process.

Введение

Верхневизейский подъярус Оренбургской области, как и на всей территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции в целом, характеризуется низкой степенью изученности. Слабо и/или неравномерно освещены вопросы литологии, палеогеографии, стратиграфии (алексинский, михайловский и веневский гори-

зонты разделены в единичных скважинах), генезис пород-коллекторов, закономерности их распространения по латерали и вертикали, особенности формирования пустотного пространства пород и др. [2, 8, 9].

В последнее время при бурении новых скважин в пределах Оренбургской области проводят отбор керн-на из разреза нерасчленённых алексинско-михайлов-

Для цитирования: Бояршинова М. Г., Калина Р. И. Литология карстовых отложений разреза верхнего визе Залесской площади (северо-западная часть Оренбургской области, Россия) // Вестник геонаук. 2022. 7(331). С. 3–10. DOI: 10.19110/geov.2022.7.1.

For citation: Boyarshinova M. G., Kalina R. I. Lithology of karst deposits of the Uppen Visean section of the Zaleskaya area (North-Western part of the Orenburg region, Russia). Vestnik of Geosciences, 2022, 7(331), pp. 3–10, doi: 10.19110/geov.2022.7.1.

ско-веневских отложений как одного из перспективных объектов геолого-разведочных работ. В данном интервале разреза выделяют восемь продуктивных пластов — 1, O2, O3, O4, O4a, O5, O5a, O6 [2]. Установленные залежи нефти обычно небольшие по своим размерам. Коллекторы представлены карбонатными отложениями с высокой степенью изменчивости фильтрационно-емкостных характеристик [4, 9].

В 2020 г. в ходе проведения литологических исследований kernового материала одной из скважин Залесской площади, отобранного из нижней части нерасчленённых алексинско-михайловско-веневских отложений верхневизейского подъяруса, была описана мощная толща доломитовых брекчий и брекчированных доломитов. Результаты изучения особенностей литологического строения, генезиса и коллекторского потенциала упомянутых отложений рассматриваются в данной работе.

Материал и методы исследований

В административном плане территория исследований расположена в северной части Оренбургской области, в тектоническом отношении — на юго-востоке Волго-Уральской антеклизы, в зоне сочленения Южно-Татарского свода и Бузулукской впадины. Мощность алексинско-михайловско-веневских отложений Залесской площади изменяется в пределах от 200 до 300 м, глубина залегания — от 1500 до 1600 м. Толщина изучаемого разреза составляет около 70 м (с перерывом между интервалами отбора керна).

Исследования проводились на основе литологического описания kernового материала. Kern характеризуется хорошим качеством, практически стопроцентным выносом (96.8–99.6 %), диаметром 100 мм. Общий объем изученного керна — 53.15 м.

Для уточнения минерального состава и структурных особенностей пород использовались имеющиеся данные петрографического описания шлифов (17 стандартных и 2 больших) и изучения пород методами растровой электронной микроскопии (3 обр.). С целью оценки фильтрационно-емкостных свойств пород были проанализированы результаты петрофизических исследований (коэффициент пористости и газопроницаемости по 74 стандартным образцам и 10 полноразмерным).

При интерпретации полученных данных использовались представления российских и зарубежных авторов, освещающих вопросы карстования пород (Г. А. Максимович, В. П. Быков, Р. Лукс и др.) [3, 5, 11, 13, 14].

Результаты исследований

Разрез сложен вторичными доломитами, неравномерно известковистыми, неравномерно глинистыми, разнокристаллическими, с тенями первичных структур (биокастовый пакстоун, грейнстоун, микробиальный байндстоун) и текстур, неравномерно сульфатизированными, трещиноватыми. Отмечаются редкие стилолитовые швы — зубчатые, реже зубчато-бугорчатые и бугорчатые, микро- и мелкоамплитудные, параллельные напластованию и разнонаправленные, пересекающиеся, выполненные глинистым (гидролюдистым), глинисто-органическим или органическим

веществом. Сульфатизация в виде гнезд, выполнения трещин, а также цемента доломитовых брекчий представлена ангидритом таблитчатой гипидиоморфной и шестоватой формы, от мелко- до грубокристаллической размерности. Встречается незначительная пиритизация (от единичных зерен до 4 %): в керне отмечаются редкие стяжения, в шлифах — рассеянные по породе микроглобули и их скопления неправильных форм, редко скопления кристаллов по стилолитовым швам. Глобулярная форма представления пирита также может подтверждать первичную микробиальную природу отложений на некоторых участках разреза.

По вещественному составу и структурно-текстурным особенностям пород были выделены литологические типы (ЛТ), в некоторой степени отражающие особенности их формирования:

ЛТ1 — доломиты вторичные, с тенями первичных структур,

ЛТ2 — доломитовая брекчия с глинисто-карбонатным цементом,

ЛТ3 — доломиты вторичные, брекчированные, с тенями первичных структур,

ЛТ4 — доломитовая брекчия.

Доломиты вторичные, с тенями первичных структур (ЛТ1). К данной группе относятся породы преимущественно мелко-тонко- и тонко-мелкокристаллические с тенями первичных структур (биокастовый вакстоун-пакстоун и грейнстоун-пакстоун) и текстур (слоистая, неяснослоистая). Среди теней органогенных остатков диагностирован детрит иглокожих, остракод, гастропод, фрагменты кораллов. Отмечаются разнонаправленные, иногда многочисленные трещины — прямолинейные и слабоизвилистые, полые и минерализованные, залеченные кальцитом, доломитом или ангидритом (рис. 1).

Пустотное пространство представлено открытыми трещинами (раскрытостью по данным изучения шлифов до 0.17 мм), редкими межкристаллическими и изолированными внутризерновыми порами (размером 0.02–0.98 мм), единичными кавернами. По результатам петрофизических исследований коэффициент пористости (Кп) пород изменяется от 0.2 до 6.5 %, коэффициент газопроницаемости (Кпрг) — от 0.002 до 28.216 мД.

Доломитовая брекчия с глинисто-карбонатным цементом (ЛТ2) сложена обломками неокатанной (угловатой) и округлой форм, неотсортированными — от дресвяной до щебеночной размерности, без следов переноса. В обломках — доломит, преимущественно мелко-тонко- и тонко-мелкокристаллический с теньевыми структурами биокастовых вакстоунов, вакстоун-пакстоунов и микробиальных байндстоунов. Органические остатки (тени) — детрит иглокожих, фрагменты кораллов. Глинисто-карбонатный цемент по взаимоотношению с обломочным материалом распределен неравномерно (прослоями, слоями, пятнами). Карбонатная составляющая представлена разнокристаллическим (от микро- до грубо-) доломитом, глинистая — гидролюдистыми минералами, реже каолинитом, выполняющими межкристаллическое пространство доломита и составляющими 3–6 % объема породы (по данным петрографических исследований шлифов). Встречается незначительная (от единичных зерен до 1 %) терригенная примесь, представленная рассеянными по по-



роде зернами кварца и полевых шпатов тонко- и мелкозернистой размерности. Также для пород характерно наличие карбонатных корок (каliche) (рис. 2).

Отмечаются многочисленные трещины различного генезиса: 1) трещины усыхания – короткие, кли-

новидные, извилистые, залеченные доломитом, приуроченные преимущественно к доломитам с реликтовыми микробиальными структурами; 2) трещины поверхностного карстования пород – разнонаправленные, иногда расширенные до полостей, выполненные гли-

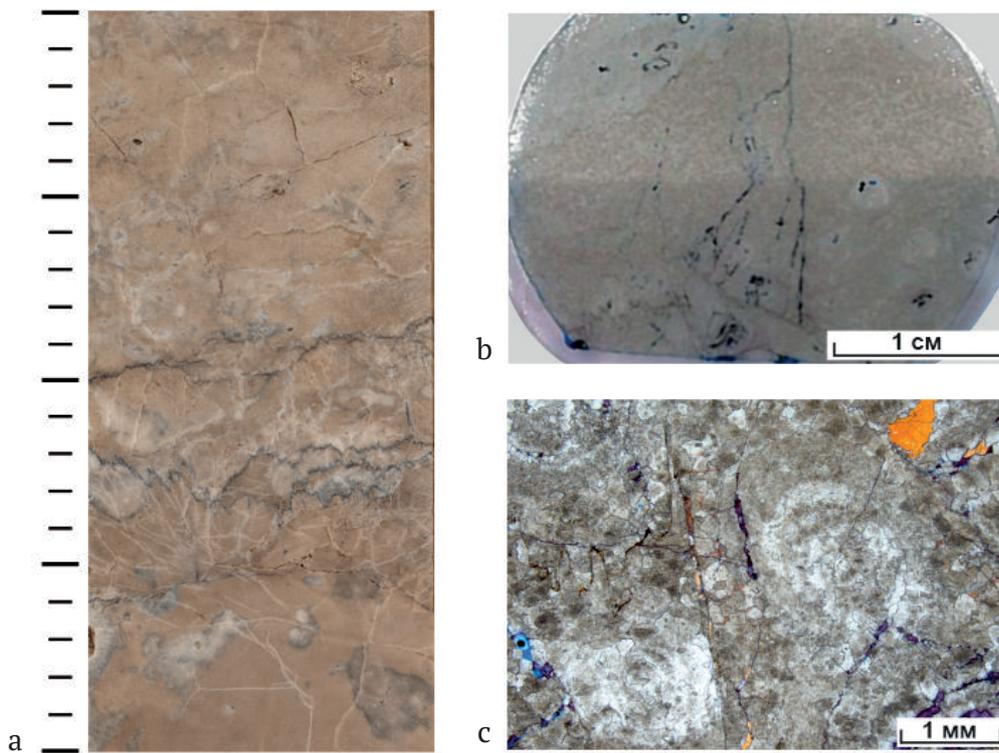


Рис. 1. Доломиты вторичные с тенями первичных структур: а – фото керна, интервал 1773.16–1773.36 м; б – скан шлифа, глубина 1773.26 м; с – фото шлифа, 1773.26 м, II

Fig. 1. Secondary dolomites with relics of primary structures: a – photo of the core, interval 1773.16–1773.36 m; b – scan of the section, depth 1773.26 m; c – photo of the section, depth 1773.26 m, II

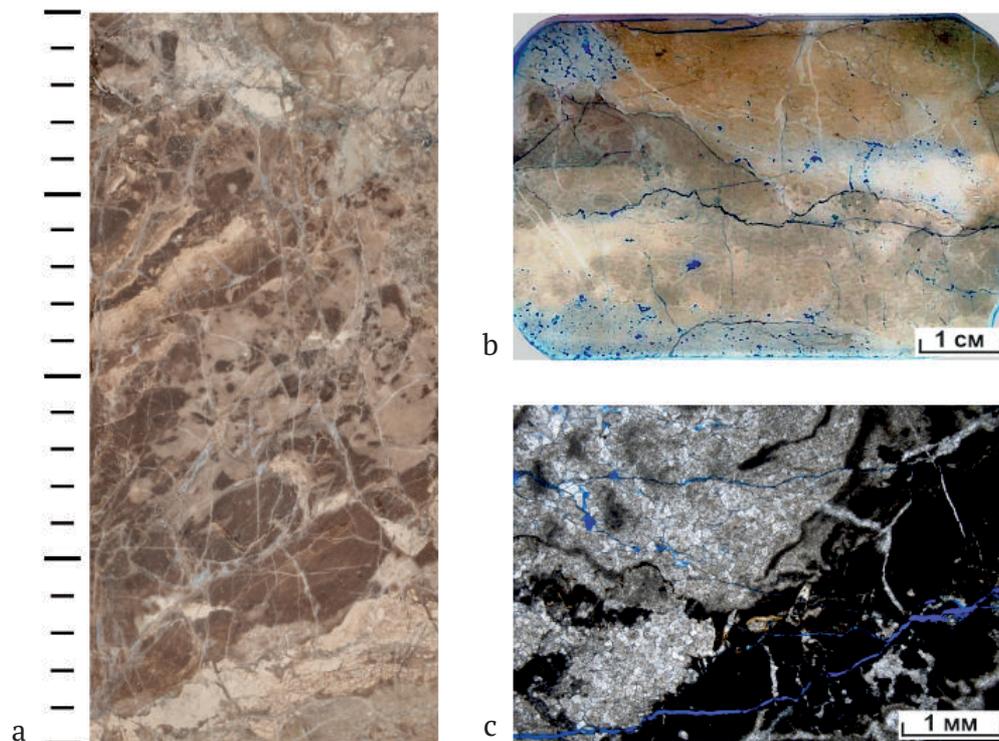


Рис. 2. Доломитовая брекчия с глинисто-карбонатным цементом: а – фото керна, интервал 1740.23–1740.43 м; б – скан шлифа, глубина 1740.35 м; с – фото шлифа 1740.35 м, II

Fig. 2. Dolomite breccia with clay-carbonate cement: a – photo of the core, interval 1740.23–1740.43 m; b – scan of the section, depth 1740.35 m; c – photo of the section, depth 1740.35 m, II

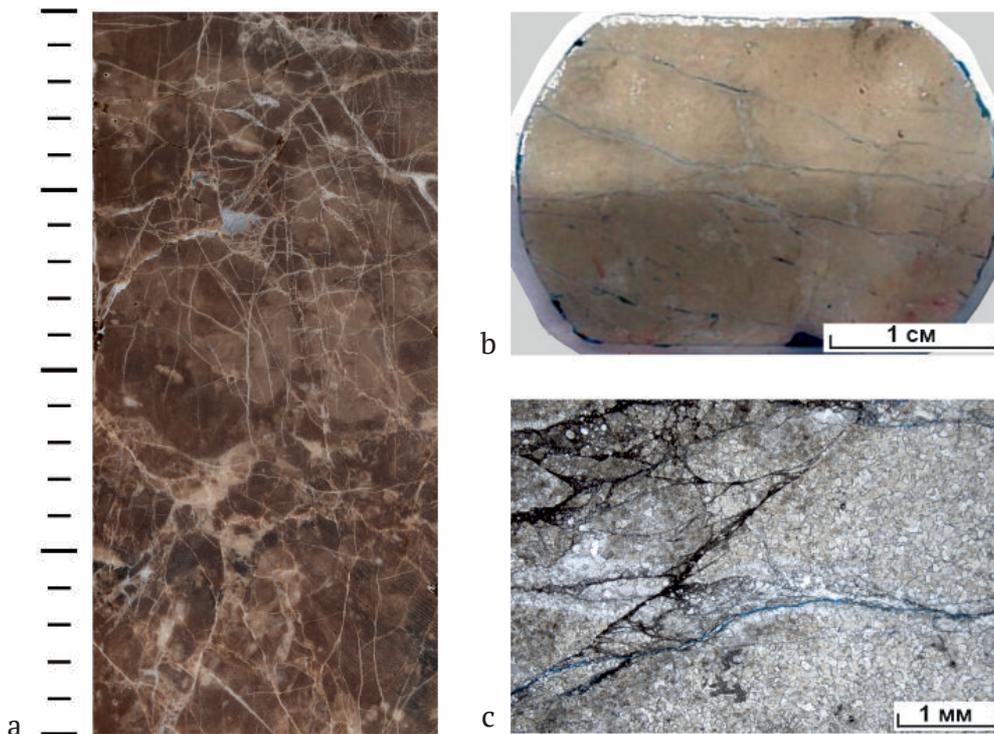


Рис. 3. Доломитовая брекчия с глинисто-карбонатным цементом: а — фото ядра, интервал 1762.16–1762.36 м; б — скан шлифа, глубина 1762.33 м; в — фото шлифа, глубина 1762.33 м, II

Fig. 3. Dolomite breccia with clay-carbonate cement: а — photo of the core, interval 1762.16–1762.36 m; б — scan of the section, depth 1762.33 m; в — photo of the section, depth 1762.33 m, II

нистым и глинисто-карбонатным материалом, часто разбивают первичную породу, придавая ей брекчиевидный облик; 3) литогенетические — разнонаправленные, залеченные кальцитом, доломитом или ангидритом, редко с примесью органического вещества, связанные, вероятно, с деформацией пород при уплотнении закарстованной толщи.

Породы преимущественно плотные, с редкими межкристаллическими порами (размером 0.01–0.85 мм) и полыми трещинами (раскрытостью, по данным изучения шлифов, до 0.03 мм) ($K_p = 0.6\text{--}4.3\%$, $K_{пр} = 0.003\text{--}6.995$ мД).

Доломиты вторичные брекчированные с тенями первичных структур (ЛТ3). Породы данного типа мелко-тонко- и тонко-мелкокристаллические с реликтовыми структурами биокластового вакстоуна и пакстоун-вакстоуна. Органические остатки (тени) представлены детритом иглокожих, неопределимым раковинным детритом, фрагментами раковин гастропод и кораллов. Брекчиевая текстура пород обусловлена наличием многочисленных разноориентированных трещин — полых или выполненных кальцитом, ангидритом, доломитом. Встречаются трещины, участками расширенные до полостей (до 3 см), залеченные ангидритом или кальцитом, иногда с разноразмерными (от мелкодресвяной до среднещелевой размерности) угловатыми обломками основной породы (фрагменты стенок трещин) (рис. 3).

Пустотное пространство представлено открытыми, частично расширенными трещинами (раскрытостью, по данным изучения шлифов, до 0.6 мм) и редкими межкристаллическими порами размером 0.01–0.8 мм. По данным петрофизических исследований, коэффициент пористости составляет от 0.5–3.6 %, ко-

эффициент газопроницаемости изменяется от 0.013 до 17.653 мД.

Доломитовая брекчия (ЛТ4). Породы сложены обломками неокатанной (угловатой) и полуокатанной форм, не сортированными по размеру — от дресвяной до глыбовой (превышающей диаметр ядра) размерности, неориентированными, представленными доломитом тонко- и мелкокристаллическим, с тенями первичных структур. Цемент имеет различный характер заполнения — от скудного, заполняющего пространство между обломками, до обильного, с плавающими в нем обломками базального типа. Распределение цемента преимущественно равномерное. Минеральный состав цементирующей массы различный — карбонатный, сульфатно-карбонатный, сульфатный, глинисто-карбонатный.

Карбонатные минералы представлены кристаллами доломита — яснокристаллическими светлыми индивидами от микро- до крупнозернистой размерности, от ксеноморфных до идиоморфных. Кристаллы ангидрита могут слагать мономинеральный сульфатный цемент в виде маломощных прослоев (до 20 см) или составлять от нескольких процентов до половины объема цемента смешанного типа. Глинистые минералы в виде микрочешуйчатых гидрослюдистых агрегатов выполняют межкристаллическое пространство доломита и по шлифам содержатся в количестве 3–5 % от общего объема цемента (рис. 4).

Породы этого литотипа разбиты разнонаправленными трещинами, иногда ветвящимися, полыми и залеченными кальцитом, доломитом или сульфатами.

Пустотное пространство распределено довольно равномерно и представлено открытыми трещинами (раскрытостью, по данным изучения шлифов, до

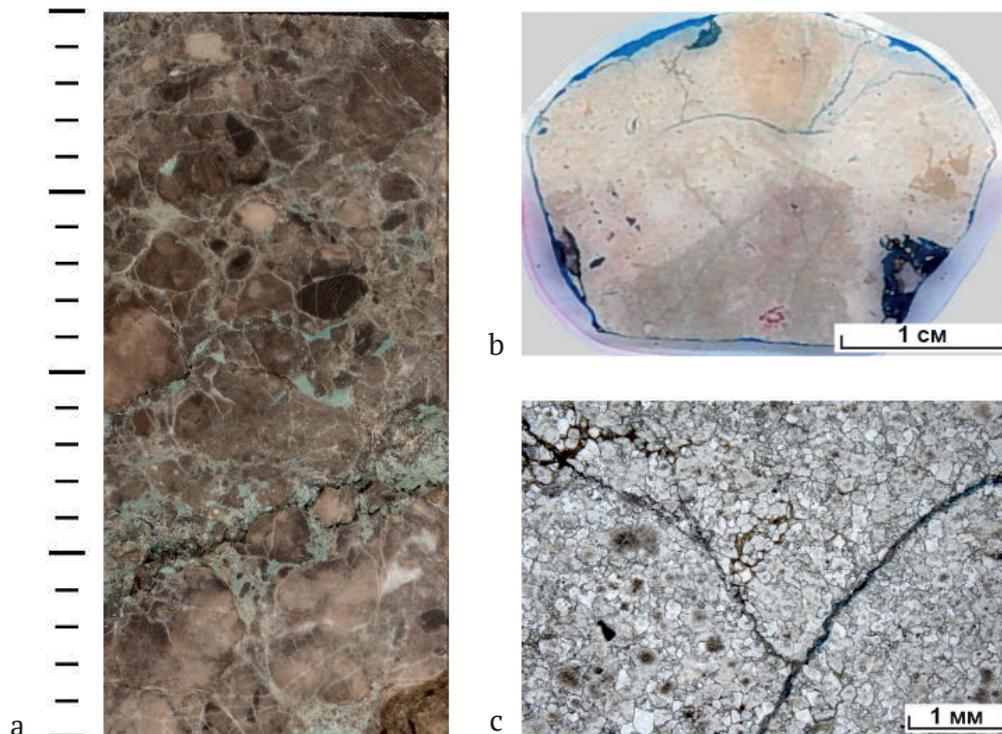


Рис. 4. Доломитовая брекчия: а — фото ядра, интервал 1764.06–1764.26 м; б — скан шлифа, глубина 1764.13 м; с — фото шлифа, глубина 1764.13 м, II

Fig. 4. Dolomite breccia: a — photo of the core, interval 1764.06–1764.26 m; b — scan of the section, depth 1764.13 m; c — photo of the section, depth 1764.13 m, II

0.04 мм), межкристаллическими изолированными порами (размером 0.03–0.35 мм) и кавернами полигональных форм. По результатам лабораторных исследований фильтрационно-емкостных свойств пород коэффициент пористости данного типа пород изменяется от 0.8 до 6.5 %, коэффициент газопроницаемости — от 0.014 до 266.797мД.

Анализ распределения по разрезу выделенных литологических типов пород показал преобладание отложений первого и четвертого литотипов (рис. 5). Доломиты ЛТ1 с прослоями до 0.5 м доломитов ЛТ3 и ЛТ2 практически полностью слагают нижнюю часть (около 20 м) изученного разреза. Выше они встречаются только в виде отдельных прослоев толщиной от 0.1 до 1.2 м. Отложения ЛТ2 встречаются в верхней части разреза пачкой толщиной 5.0 м с прослоями доломитов ЛТ3 (0.5 м) и единичным слоем (0.9 м) доломитовой брекчии ЛТ4.

Породы ЛТ4 преобладают в верхней части разреза в виде прослоев и пачек толщиной от 0.5 до 5.3 м. Обычно залегают среди отложений ЛТ1 и ЛТ2. Для них характерна резкая, часто неровная, с карманами, нижняя граница. Верхняя граница может быть как отчетливая, хорошо выраженная, так и в виде постепенного перехода к брекчированным доломитам третьего литотипа.

Обсуждение

Карбонатные отложения верхневизейского подъяруса Волго-Уральской нефтегазоносной провинции накапливались в пределах обширного эпиконтинентального бассейна в приэкваториальной тропической области в условиях аридного и семиаридного клима-

та [8]. Бассейн седиментации в пределах площади работ на момент накопления изучаемого интервала разреза характеризовался мелководностью, нормальной соленостью, спокойным и умеренным гидродинамическим режимом, слабобрасчленным рельефом дна [10]. Данные региональных исследований подтверждаются результатами изучения ядра соседних скважин. Породы изучаемого интервала разреза представлены известняками биокластовыми и пелоидно-биокластовыми (по Данэму — пакстоун, реже — вакстоун, рудстоун, флаутстоун) с неяснослоистой текстурой и известняками слабоглинистыми микрокристаллическими с редкими биокластами (мадстоун, вакстоун), неяснослоистыми, с прожилками глинисто-органического вещества, неравномерно слабобиотурбированными. Известняки неравномерно доломитизированы, вплоть до перехода во вторичные доломиты. Среди биокластового материала отмечаются остатки нормально-морских организмов: детрит брахиопод, иглокожих, кораллов, зеленых водорослей, а также фрагменты мшанок, раковин гастропод, целые раковины остракод и фораминифер.

«Полная» доломитизация пород изучаемой толщи затрудняет интерпретацию генезиса отложений, включая проведение детального седиментологического анализа. Тем не менее ряд установленных признаков позволяет частично определить особенности образования пород.

Структурно-текстурные особенности доломитовых брекчий с глинисто-карбонатным цементом ЛТ-2, по всей видимости, обусловлены формированием первичных пород в условиях субаэральной экспозиции с развитием процессов поверхностного карстования. На это указывает наличие тневых дезинтегри-

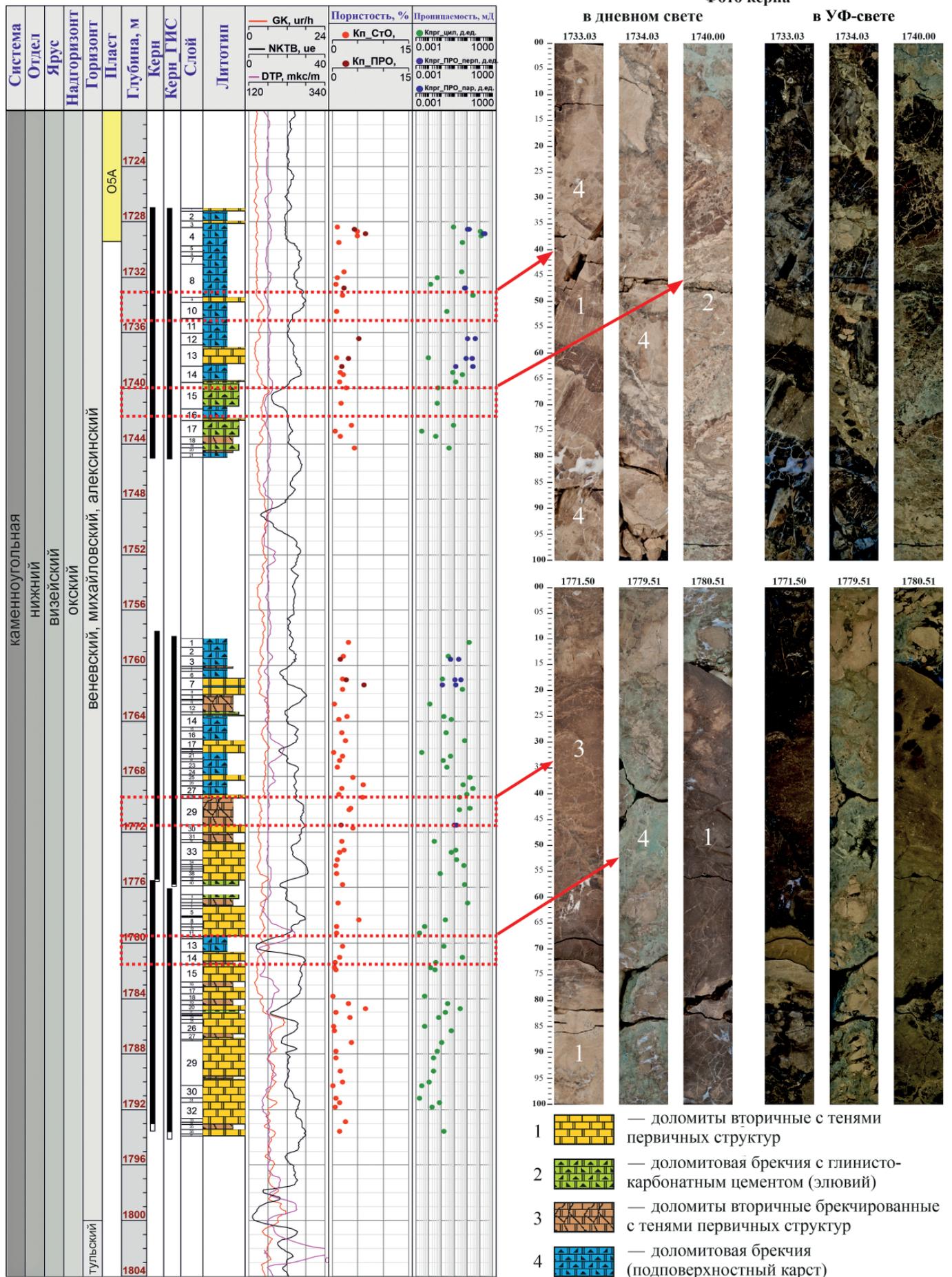


Рис. 5. Распределение литотипов по разрезу скважины

Fig. 5. Distribution of lithotypes by well section



рованных структур микробийных байндстоунов, корочек каличе, трещин усыхания и поверхностного карстования, а также отсутствие следов переноса обломков [3, 11].

Доломитовые брекчии ЛТ-4, вероятно, являются результатом обрушения сводовых частей и/или стен палеопещер. Для пород отмечаются такие характерные признаки, как отсутствие сортировки обломочного материала по размеру, разнообразная форма обломков, отсутствие ориентировки, беспорядочная текстура, различный литологический состав обломков и цементов (глинистый, глинисто-карбонатный, карбонатный, сульфатный) [3]. По отсутствию ориентированности обломков, иногда различному литологическому составу можно отнести отложения к хаотичному типу по классификации брекчий и обломочных отложений в пещерных системах, предложенной Р. Луксом [14].

В целом установленные в ходе работ литологические типы пород хорошо согласуются с фациями карстовых палеопещер, классифицированными по структурным и текстурным особенностям пород Р. Луксом и П. Мешером [13]. По предложенной модели доломиты ЛТ1 и доломитовые брекчии ЛТ2 можно отнести к нарушенным или слабонарушенным породам, вмещающим карстовые образования и располагающимся вокруг пещер. Доломиты ЛТ3 формировались по сильно нарушенным породам, примыкающим к пещере или находящимся над ней.

Формирование таких крупных подповерхностных карстовых форм могло происходить в результате инфильтрации атмосферных (недонасыщенных) вод и их длительного воздействия на отложения во время крупного перерыва в осадконакоплении — возможно на границе визейского и серпуховского ярусов [9]. На ряде площадей (Бобровская, Могутовская) Оренбургской области зафиксирован неравномерный размыв кровли визейского яруса [7].

Наличие карстовых образований может также являться причиной невыдержанности простираения продуктивных пластов верхневизейского подъяруса.

Выводы

Присутствующий в разрезе верхневизейского подъяруса Залесской площади комплекс отложений является результатом различных этапов карстования и последующего преобразования пород.

Коллекторские свойства пород изученного интервала разреза не зависят от первичных структур и обстановок осадконакопления. В первую очередь они обусловлены постседиментационными преобразованиями пород — доломитизацией, трещинообразованием, сульфатизацией. По оценочно-генетической классификации карбонатных коллекторов К. И. Багринцевой [1], в изучаемом интервале разреза встречаются коллекторы преимущественно трещинного типа.

На других площадях в случае отсутствия интенсивного проявления вторичных процессов — доломитизации и сульфатизации — можно предполагать наличие подповерхностного (подземного) карста и связанных с ним коллекторов (доломитовые брекчии с незалеченными пустотами между обломками, каверны и полости).

Карстовые процессы, брекчии обрушения палеопещер и результаты преобразования осадочных толщ, включающих в себя крупные карстовые формы, требуют дальнейшего изучения на региональном уровне и учета при планировании геолого-разведочных работ на продуктивные пласты верхневизейского подъяруса. Обрушение и уплотнение систем пещер создают потенциал для развития крупномасштабных систем разломов, которые могут простираться вверх на несколько сотен метров и при этом быть не связанными с региональными тектоническими процессами [3, 5, 13].

Авторы выражают искреннюю благодарность заведующему лабораторией изучения карбонатных коллекторов ООО «ТНЦ» О. В. Неделько за всестороннюю поддержку в проведении исследований.

Литература

1. Багринцева К. И., Дмитриевский А. Н., Бочко Р. А. Атлас карбонатных коллекторов месторождений нефти и газа Восточно-Европейской и Сибирской платформ / Под ред. К. И. Багринцевой. М., 2003. 264 с.: ил.
2. Баранов В. К., Галимов А. Г., Донцевич И. А. и др. Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. Оренбург: Оренбургское книж. из-во, 1997. 272 с.
3. Быков В. Н. Нефтегазовое карстование. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2002. 351 с.
4. Куликов Б. Н., Горелова Т. Л., Худякова О. Ю. Влияние особенностей литолого-петрографического состава коллекторов залежей окского надгоризонта Бобровского месторождения на их разработку // Геолого-промысловый анализ при разработке нефтяных месторождений. Куйбышев, 1983. С. 48–54. (Тр. Гипровостокнефти).
5. Максимович Г. А. Основы карстования. Том 1: Вопросы морфологии карста, спелеологии и гидрогеологии карста. Пермь: Пермское книж. изд-во, 1963. 443 с.
6. Максимович Г. А., Быков В. Н. Карст карбонатных нефтегазоносных толщ. Пермь: Пермский гос. ун-т, 1978. 96 с.
7. Мелехова А. Т., Шутов Г. Я. Перспективы нефтеносности отложений окского надгоризонта в пределах Оренбургской области // Геология и нефтегазоносность палеозоя Оренбургской области и прилегающих районов. М.: Недра, 1968. Вып. 76. С. 38–42.
8. Немирович Т. Г., Вилесов А. П., Бутолина Ю. А., Старухин Л. С. Новый взгляд на геологическое строение сложно построенных окских пластов Волго-Уральской НПП // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2015. Вып. 1. С. 4–10.
9. Прядкина А. П., Солдатова А. А. Разработка продуктивных пластов окского надгоризонта на месторождениях Куйбышевской области // Геолого-промысловый анализ при разработке нефтяных месторождений. Куйбышев, 1983. С. 48–54. (Тр. Гипровостокнефти).
10. Трихонович Г. В. Условия залегания продуктивных пластов окского надгоризонта на территории Оренбургской области // Актуальные вопросы и инновационные решения в нефтегазовой отрасли: Тр. всероссийской науч.-практ. конф. Самара, 2021. С. 4–8.
11. Esteban M., Klappa C. F. Subaerial exposure // Carbonate depositional environments. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 33, 1983. 1–54 pp.
12. Haq B. U., Schutter S. R. A Chronology of Paleozoic Sea-Level Changes. Science, 2008, vol. 322. 64–68 pp.



13. Loucks R. G. A review of coalesced, collapsed-paleo-cave systems and associated suprastratal deformation // Time in karst. Postojna, 2007. 121–132 pp.

14. Loucks, R. G. Paleocave carbonate reservoirs: origins, burial-depth modifications, spatial complexity, and reservoir implications. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 83, 1999. 1795–1834 pp.

References

1. Bagrintseva K.I., Dmitrievsky A.N., Bochko R.A. *Atlas karbonatnykh kollektorov mestorozhdeniy nefiti i gaza Vostochno-Yevropeyskoy i Sibirskoy platform* (Atlas of carbonate reservoirs of oil and gas fields of the East European and Siberian platforms). Edited by K. I. Bagrintseva, Moscow, 264 p.

2. Baranov V. K., Galimov A. G., Dentskevich I.A. et al. *Geologicheskoye stroyeniye i neftegazonosnost' Orenburgskoy oblasti* (Geological structure and oil and gas potential of the Orenburg region). Orenburg: Orenburg Book Publishing House, 1997, 272 p.

3. Bykov V. N. *Neftegazovoye karstovedeniye* (Oil and gas karst studies). Perm: Perm University Press, 2002, 351 p.

4. Kulikov B. N., Gorelova T. L., Khudyakova O. Y. *Vliyaniye osobennostey litologo-petrograficheskogo sostava kollektorov zalezhey okskogo nadgorizonta Bobrovskogo mestorozhdeniya na ikh razrabotku* (The influence of the features of the lithological and petrographic composition of the reservoirs of the Oka supra-horizon of the Bobrovsky field on their development). Geological and field analysis in the development of oil fields. Kuibyshev: Hyprovostokneft, 1983, 48–54 pp.

5. Maksimovich G. A. *Osnovy karstoveden'ya. Tom 1: Voprosy morfologii karsta, speleologii i gidrogeologii karsta* (Fundamentals of karst studies. Volume 1: Questions of karst morphology, speleology and hydrogeology of karst). Perm: Perm Book Publishing House, 1963, 443 p.

6. Maksimovich G. A., Bykov V. N. *Karst karbonatnykh neftegazonosnykh tolshch* (Karst of carbonate oil and gas bearing strata). Perm, Perm State University, 1978, 96 p.

7. Melekhova A. T., Shutov G. Y. *Perspektivy neftenosnosti otlozheniy okskogo nadgorizonta v predelakh Orenburgskoy oblasti* (Prospects of oil-bearing deposits of the Oka horizon within the Orenburg region). Geology and oil and gas potential of the Paleozoic of the Orenburg region and adjacent areas. Moscow, Nedra Publishing House, 1968, 76, 38–42 pp.

8. Nemirovich T. G., Vilesov A. P., Butolina Y. A., Starukhin L. S. *Novyy vzglyad na geologicheskoye stroyeniye slozhno postroyennykh okskikh plastov Volgo-Ural'skoy NGP* (A new look at the geological structure of the complexly constructed Oka strata of the Volga-Ural NGP). Geology, geophysics and development of oil and gas deposits, 2015, 1, 4–10 pp.

9. Pryadkina A. P., Soldatova A. A. *Razrabotka produktivnykh plastov okskogo nadgorizonta na mestorozhdeniyakh Kuibyshevskoy oblasti* (Development of productive reservoirs of the Oka horizon in the fields of the Kuibyshev region). Geological and field analysis in the development of oil fields. Kuibyshev, Hyprovostokneft, 1983, 48–54 pp.

10. Trichonovich G. V. *Usloviya zaleganiya produktivnykh plastov okskogo nadgorizonta na territorii Orenburgskoy oblasti* (Conditions of occurrence of productive reservoirs of the Oka supra-horizon on the territory of the Orenburg region). Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference «Topical issues and innovative solutions in the oil and gas industry», Samara, 2021, 4–8 pp.

11. Esteban M., Klappa C. F. Subaerial exposure. Carbonate depositional environments. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 33, 1983, 1–54 pp.

12. Haq B. U., Schutter S. R. A Chronology of Paleozoic Sea-Level Changes. Science, 2008, V. 322, 64–68 pp.

13. Loucks R. G. A review of coalesced, collapsed-paleo-cave systems and associated suprastratal deformation. Time in karst, Postojna, 2007, 121–132 pp.

14. Loucks, R. G. Paleocave carbonate reservoirs: origins, burial-depth modifications, spatial complexity, and reservoir implications. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 83, 1999, 1795–1834 pp.

Поступила в редакцию / Received 30.05.2022