



ГЕОЛОГИЯ

УДК 550.832

ЛИТОЛОГО-ПЕТРОФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (на примере Северо-Лиманского месторождения)

Б. А. Головин, К. Б. Головин, М. В. Калининкова, С. А. Руднев

Головин Борис Александрович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геофизики, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, bagolovin@yandex.ru

Головин Константин Борисович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геофизики, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, kosgol@yandex.ru

Калининкова Марина Викторовна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геофизики, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, kalinnikova1@rambler.ru

Руднев Сергей Александрович, аспирант кафедры геофизики, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Sergey.rudnev93@gmail.com

В настоящей статье рассмотрена литолого-петрофизическая модель нефтегазоносных карбонатных резервуаров Северо-Лиманского месторождения. Определены геолого-геофизические характеристики карбонатных коллекторов. Дано подробное литолого-стратиграфическое описание маркирующих горизонтов, участвующих в строении исследуемого месторождения. Составлены геологические модели пластовых резервуаров данково-лебедянских отложений и заволжско-малевских отложений Северо-Лиманского месторождения. Прослежена закономерность изменения коллекторских свойств (пористости, эффективной мощности пластов) по вертикали и латерали в исследуемых резервуарах. Сделан вывод о необходимости использования построенных моделей для успешного проведения бурения и геолого-технологических исследований.

Ключевые слова: литолого-петрофизическая модель, нефтегазоносный резервуар, пористость, проницаемость, эффективная мощность.

Lithological and Petrophysical Modeling of Oil and Gas Reservoirs of Carbonate Deposits (on the Example of the Severo-Limanskoye Oil Field)

B. A. Golovin, K. B. Golovin, M. V. Kalinnikova, S. A. Rudnev

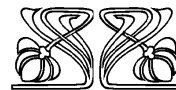
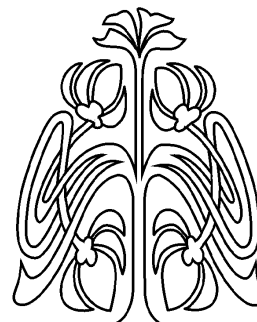
Boris A. Golovin, <https://orcid.org/0000-0003-1737-7341>, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, bagolovin@yandex.ru

Konstantin B. Golovin, <https://orcid.org/0000-0002-3716-5592>, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, kosgol@yandex.ru

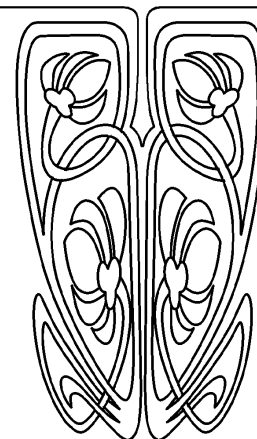
Marina V. Kalinnikova, <https://orcid.org/0000-0003-4077-0221>, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, kalinnikova1@rambler.ru

Sergey A. Rudnev, <https://orcid.org/0000-0003-3469-8649>, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, Sergey.rudnev93@gmail.com

In this article, a lithologic-petrophysical model of oil and gas bearing carbonate reservoirs of the Severo-Limanskoye oil field is considered. Geological and geophysical characteristics of carbonate reservoirs are determined. A detailed lithologic-stratigraphic description of the marking horizons is



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





given. Geological models of reservoir of the Dankovian-Lebedyanian sediments and the Zavolzhskian-Malevskian sediments of the Severo-Limanskoye oil field are compiled. The regularity of the change in reservoir properties (porosity, effective thickness of beds) along the vertical and laterals in the reservoirs was traced. The conclusion is made of the need to use built models for carrying out successful drilling and mud logging.

Key words: lithologic-petrophysical model, oil and gas reservoir, porosity, permeability, effective capacity.

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2018-18-4-265-272>

Северо-Лиманское месторождение расположено в пределах Лиманско-Западно-Ровенского сегмента бортовой зоны Прикаспийской впадины к северо-западу от полосы развития девонского рифового тренда [1]. Месторождение относится к многопластовым и содержит залежи углеводородов в данково-лебедянских, заволжско-малевских карбонатных, радаевских, бобриковских, тульских и алексинских отложениях, что обуславливает актуальность литолого-петрофизического моделирования данного геологического объекта с целью выявления закономерностей пространственной локализации зон коллекторов и покрышек, изучения генетических типов пустотного пространства коллекторов и особенностей строения ловушек различных типов.

Ранее нами была разработана методика геологического моделирования нефтегазоносных резервуаров в процессе бурения [2], на основе которой построены геологические модели пластовых резервуаров карбонатных отложений Северо-Лиманского месторождения, рассмотренные в настоящей статье.

Основные черты геологического строения, характеристика и некоторые особенности распределения терригенных и в меньшей степени карбонатных коллекторов, типов ловушек и резервуаров УВ в нижнекаменноугольных отложениях рассмотрены в работах [3–6]. Однако в них не ставилось специальной задачи построения детальных геологических моделей пластовых резервуаров. Недостаточно также освещены особенности строения резервуаров и распределения фильтрационно-емкостных и изолирующих свойств пород в карбонатных отложениях данково-лебедянского и заволжско-малевского горизонтов.

Построение априорной литолого-петрофизической модели пластовых резервуаров в соответствии с применяемой методикой осуществляется на основе материалов промыслово-геофизических исследований с использованием уверенно выделяющихся и прослеживающихся маркирующих горизонтов (реперов), последовательно приближающихся к перспективному пласту по мере углубления скважины [2]. Напомним, что маркирующий горизонт (репер) представляет собой детальное стратиграфическое подразделение, хорошо выдерживающееся на значительное расстояние и служащее для сопоставления разрезов.

Система реперного горизонта создает более или менее жесткий каркас для корреляции заключенных между ними интервалов разреза, хуже выдержанных по своему литологическому составу или палеонтологической характеристике.

Исходя из априорных данных о геологическом строении моделируемого месторождения были использованы следующие маркирующие горизонты:

– подошва кунгурских отложений (P_1^k) – характерна сменой галита разнокристаллического, прозрачного и ангидритов от молочно-белых до буро-серых и голубоватых, микрозернистых доломитами и доломит-ангидритовыми породами от серых до буро-серых, тонкогоризонтально-листных, микрозернистых;

– подошва гжельских отложений (C_3^{gi}) – характерна сменой известняков серых микрозернистых, органогенно-обломочных, доломитизированных, массивных аргиллитами от зелено-серых, тонкоотмученных до серых алевритистых, тонкослоистых;

– подошва каширских отложений (C_2^{ks}) – характерна сменой известняков серых и светло-серых, микритовых и органогенно-обломочных, неравномерно перекристаллизованных, с прослоями глинистых аргиллитов серых и зеленовато-серых, тонкоотмученных, листоватых, известковистых, слюдястых;

– подошва мелекесских отложений (C_2^{mk}) – характерна сменой аргиллитов серых и зеленовато-серых, в разной степени алевритистых, известковистых, слюдястых и тонкослоистых с известняками светло-серыми, почти белыми от микритовых до разнотернистых перекристаллизованных, с прослоями брекчиевидных. Этим известнякам свойственны высокая скорость проходки и сравнительно низким кажущимся сопротивлением. Описанные известняки вниз по разрезу сменяются серыми, более плотными, перекристаллизованными разностями, скорость бурения в которых снижается, а сопротивление растет. Граница раздела этих известняков служит промежуточным репером, указывающим на приближение через 40–50 м углубления скважины более контрастного глинистого репера, залегающего, видимо, в основании краснополянского горизонта и служащего к тому же экраном для резервуара в серпуховских отложениях. Вход в этот глинистый пласт является показателем того, что через 2–10 м скважина войдет в потенциально продуктивный пласт;

– подошва серпуховских отложений, совпадающих с покровской глинистой пачкой (C_1^s) – характерна сменой доломитов светло-серых криптозернистых плотных массивных аргиллитами от темно-серых до черных, тонкоплитчатых, тонкоотмученных, известковистых. Практически постоянная мощность (около 25 м) обеспечивает достаточно точный прогноз вскрытия подстилающих продуктивных пород;



– подошва михайловских отложений (C_1^{mh}) – характерна сменой известняков тонко-мелкозернистых, серых, органогенно-обломочных и песчаниковидных, с прослоями окремнелых, массивных аргиллитов серых и от темно-серых до черных, алевритистых, с обугленным растительным детритом, горизонтально- и наклоннослоистых;

– подошва бобринских отложений (C_1^{bb}) – характерна сменой песчаников мелкозернистых, кварцевых, серых, с обрывками обугленного растительного детрита с прослоями слюдястых глинистых алевролитов известняками серыми микритовыми и биоморфно-детритовыми, кавернозными, горизонтально слоистыми и массивными, с прослоями песчаниковидных и гравелитоподобных;

– подошва упинских отложений (C_1^{up}) – характерна сменой известняков серых глинистых, пелитоморфных с прослоями тонкоотмученных серо-зеленых аргиллитов известняками буро-серыми, доломитизированными и доломитами крупнозернистыми, серыми и кремовыми сильно перекристаллизованными, кавернозными, массивными.

Карбонатные отложения данково-лебединского и заволжско-малевского горизонтов, в свою очередь, характеризуются свойственными им промыслово-геофизическими показателями. Данные нейтронного гамма-каротажа (НГК) демонстрируют здесь наиболее высокие показания 4–5,5 усл. ед., в связи с чем именно в таких интервалах выбирается плотный опорный пласт для определения пористости по разностному параметру. Наоборот, по показаниям гамма-каротажа (ГК) описываемые отложения характеризуются низкими значениями, что свидетельствует о невысокой глинистости (не более 10%) пород, которая, впрочем, иногда повышается до 15–20% в коллекторских интервалах. Пористость таких плотных пород колеблется от 1 до 3%. Кроме того, плотные прослои выделяются значениями интервального времени (Δt), не превышающими 160–170 мксек, которые в коллекторах увеличиваются до 200–220 мксек.

Для рассматриваемых отложений типичны высокие величины сопротивлений, резко изменяющиеся по сфокусированным методам, что затрудняет однозначное выделение коллекторов электрическими методами. Аналогично поведение показаний микрозондов (МК), хотя по кавернометрии в коллекторских интервалах фиксируется уменьшение диаметра скважины, обычно соответствующего номиналу. Однако изредка кавернометрией отмечается наличие каверн в глинистых пропластках или глинистых высокопористых коллекторах.

Корреляция данково-лебединских и заволжско-малевских отложений осуществлялась преимущественно по диаграмме радиоактивного каротажа (НГК-ГК), так как водородосодержание является наиболее значимым коррелятивным признаком сравнительно однородных по вещественному составу карбонатных пород.

Корреляция пластов коллекторов в ряде случаев осложняется невыдержанностью их фильтрационно-емкостных параметров, и прежде всего пористостью, которая, как это будет показано ниже, в некоторых случаях имеет тенденцию к уменьшению в сводовой части поднятия. Здесь коллектор, хотя ещё и различается по НГК, становится практически непроницаемым, замещаясь плотными разностями известняков.

В среднем, по данным геофизических исследований скважин (ГИС), пористость коллекторов данково-лебединских и заволжско-малевских отложений составляет 8–12% при минимальных и максимальных значениях соответственно 5% и 20%. Это, как мы увидим ниже, во-первых, согласуется с определением пористости по керну, во-вторых, свидетельствует о неоднородности структуры порового пространства коллекторов и невыдержанности по простиранию их фильтрационно-емкостных свойств.

Описание литолого-петрофизических моделей пластовых резервуаров карбонатных отложений мы начнем с резервуара в данково-лебединских отложениях фаменского яруса верхнего девона – наиболее глубокозалегающего из известных в пределах Северо-Лиманского месторождения.

В нашем распоряжении оказались материалы промыслово-геофизических исследований в скважинах 7, 18, 19, 21 и 30, в которых вскрыты отложения этого возраста на глубинах 3428–3560 м. Они представлены серыми, буро-серыми и кремевыми известняками, массивными и горизонтально слоистыми, биоморфно-детритовыми с прослоями песчаниковидных и гравелитоподобных. Последние состоят из окатанных и полукатанных обломков карбонатных пород и макрофауны.

Как известно, коллекторские свойства карбонатных пород определяются двумя основными факторами: седиментационно-диагенетическим (формирование первичной емкости) и постседиментационным (преобразование первичной и возникновение вторичной емкости).

Вследствие химической неустойчивости карбонатных пород первичная пористость в них сохраняется редко. Постседиментационные же процессы в зависимости от физико-химических условий литогенеза могут проявляться двояко.

При щелочной реакции среды (пластовых вод) развивается перекристаллизация карбонатного материала, которая, снижая пористость и проницаемость известняков, может вновь их создавать. При перекристаллизации возрастает крупность кристаллических форм в относительно ограниченном объеме, что приводит к возникновению трещин между кристаллами, образуется трещинная проницаемость, а следовательно, и коллектор порово-трещинного типа.

При наличии кислых флюидов в пустотном пространстве начинается выщелачивание (растворение) $CaCO_3$ и образование кавернового типа коллектора.



В длительной постседиментационной истории карбонатных пород перечисленные процессы сменяют, иногда неоднократно, друг друга, образуя кавернозность и трещиноватость нескольких генераций. Это, а также вероятная тектоническая трещиноватость, проявляющаяся обычно на сводах локальных структур, приводит к образованию сложных вторичных трещинно-каверново-поровых коллекторов.

Коллекторские свойства карбонатных отложений верхнего девона – нижнего карбона Северо-Лиманского месторождения

Горизонт	Количество определений	Открытая пористость, %	Количество определений	Проницаемость, мД
Данково-лебединский	16	1,6-12,7 / 7,54	9	0,01–76,6/26,59
Заволжско-малевский	45	0,4-18,2 / 6,17	14	0,01–91,4/73,97

Примечание. В числителе даны минимальное и максимальное значение, в знаменателе – среднее.

Согласно графику на рис. 1 биоморфные известняки с пористостью 5–8% в ряде случаев еще могут сохранять проницаемость на уровне 8–9 мД и, следовательно, являться коллекторами порового (каверново-порового) типа. Однако сгустковые и биоморфно-детритовые разности при этих же значениях пористости имеют межгранулярную проницаемость 2–3 мД, а микрозернистые (хемогенные, перекристаллизованные, глинистые и т. д.)

оказываются практически непроницаемыми, т. е., утрачивают свойства коллекторов порового типа.

Интерпретация данных промыслово-геофизических исследований, дополненная анализом материалов лабораторного изучения керна, позволяет выделить в разрезе данково-лебединского горизонта от четырех (скв. 19) до восьми (скв. 30) коллекторских пластов мощностью от 1 до 8 м. Суммарные эффективные мощности коллекторов горизонта в целом варьируются от 11,6 м в скв. 19 до 27,6 м в скв. 21.

Как следует из рис. 2, несмотря на сложный линзовидно-пластовый характер перемежаемости плотных непроницаемых разностей известняков с коллекторскими пластами, последние отличаются достаточной выдержанностью и довольно хорошо прослеживаются по площади. Межскважинная корреляция коллекторских пластов по материалам ГИС особых затруднений не вызывает.

Характерно, что наблюдаемые суммарные эффективные мощности коллекторов пространственно совпадают с довольно резким увеличением мощности известняков данково-лебединского горизонта и приурочены к северо-западной периклинали поднятия. Это, по-видимому, связано с наличием здесь небольшого подводного русла (бороздины), врезанного в подстилающие отложения и заполненного обломочными разностями известняков – песчаниковидных и гравелитоподобных, охарактеризованных керном в кровельной части горизонта (скв. 21, интервал 3472–3480).

Детально морфологические и литологические особенности указанных русел и выполняющих их пород мы рассмотрим ниже. Здесь же отметим, что последние, имея карбонатный состав, обладают структурно-текстурными признаками гравийно-песчано-алевритовых пород. Благодаря этому они характеризуются высокими значениями первичной межзерновой пористости, которая увеличивается при вторичном выщелачивании карбонатного материала.

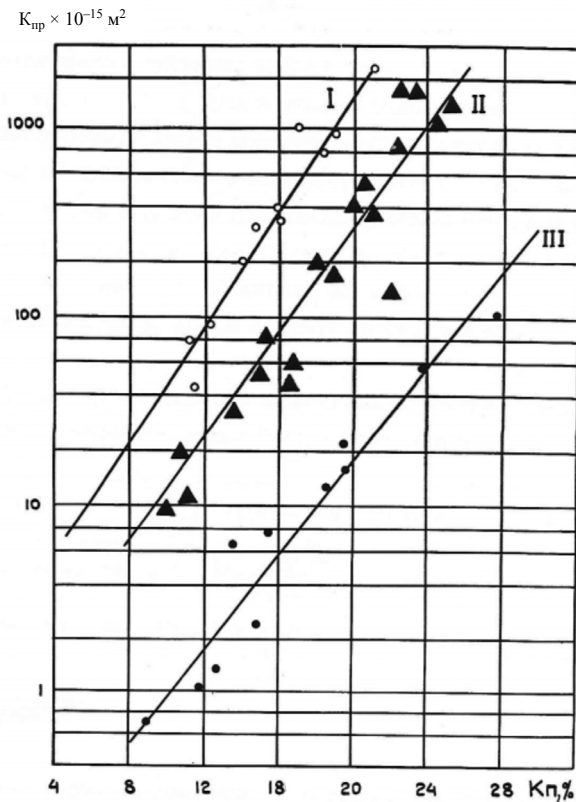


Рис. 1. График зависимости между проницаемостью и пористостью в разных структурных типах известняков [7]: известняки: I – биоморфные; II – комковатые, сгустковые, детритовые; III – шламовые, микрозернистые

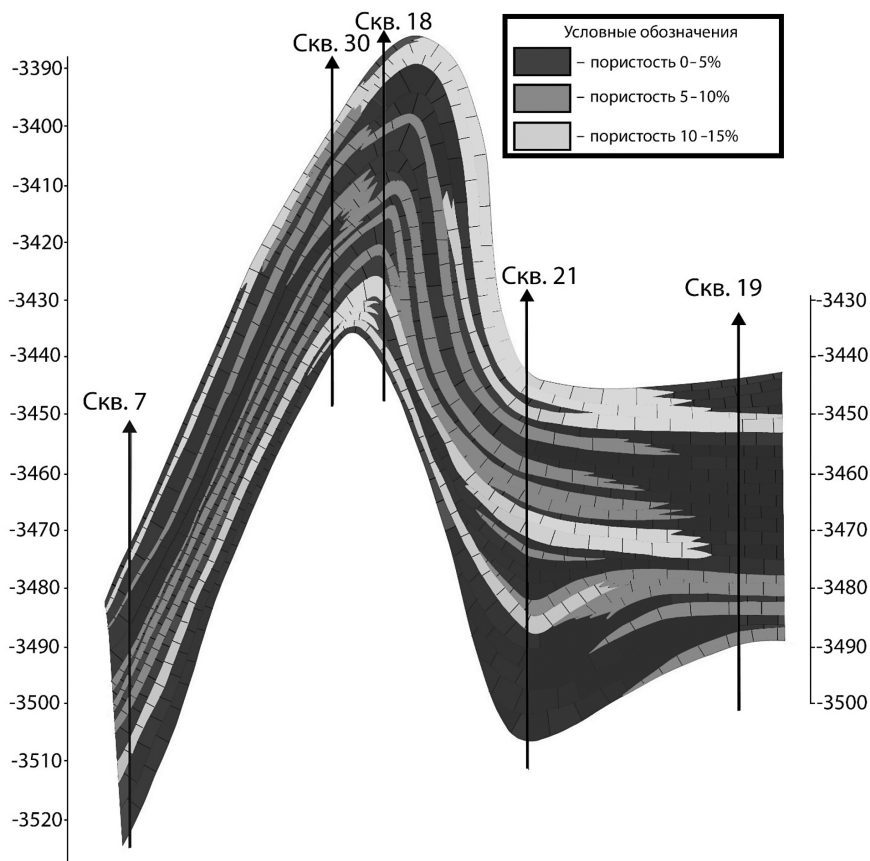


Рис. 2. Геологическая модель пластового резервуара данково-лебедянских отложений Северо-Лиманского месторождения

Не случайно наибольшие максимальные значения пористости известняков данково-лебедянского горизонта (12,7%) соответствуют их песчаниковидным и гравелитоподобным разностям. Судя по довольно ограниченным анализам керна, можно предположить, что в условиях Северо-Лиманского месторождения, а возможно, и всей северо-западной бортовой зоны Прикаспийской впадины на рассматриваемых глубинах, по меньшей мере до 3,5 км, пористость таких известняков будет не ниже 10–12%. Этим же породам свойственны и наибольшие величины проницаемости (до 76,6 мД).

В целом данные изучения керна свидетельствуют о том, что преобладающим типом емкости карбонатных пород-коллекторов этого возраста является каверново-поровый. Возможное развитие трещиноватости в своде структуры может привести к образованию трещинно-каверново-поровых коллекторов.

Как следует из наших построений, а также данных [3], коллекторские пласты рассматриваемого горизонта образуют ловушку пластового сводового типа. В кровельной части горизонта залегает коллекторский пласт с пористостью 10–15%, поэтому экраном для ловушки являются подошвенные слои, залегающие выше плотных известняков заволжско-малевского горизонта.

Подводя итог рассмотрению геологической модели данково-лебедянского пластового резервуара, необходимо подчеркнуть довольно слабую его изученность бурением.

Обратимся к описанию модели пластового резервуара в отложениях заволжско-малевского горизонта турнейского яруса нижнего карбона Северо-Лиманского месторождения. Они вскрыты скважинами 7, 13, 15, 16, 19, 21 и 30 на глубинах 3362–3474 м, что отражено на рис. 3. Породы, слагающие горизонт, представлены известняками серыми, буро-серыми, кремовыми и коричнево-серыми, биоморфно-детритовыми, песчано-гравийными, органогенно-обломочными, брекчиевидными, в различной степени перекристаллизованными, выщелоченными, часто доломитизированными. Текстуры известняков преимущественно массивные, реже слоистые с тонкими прослойками зеленовато-серых аргиллитов. Кроме того, присутствуют доломиты, по-видимому, вторичные, серые, буро-серые, массивные и песчаниковидные, кавернозные или крепко сцементированные, часто трещиноватые (сква. 15, интервал 3392–3404 м).

Коллекторские свойства известняков и доломитов заволжско-малевского горизонта характеризуются значительно большим разбросом значений пористости и проницаемости по сравнению с

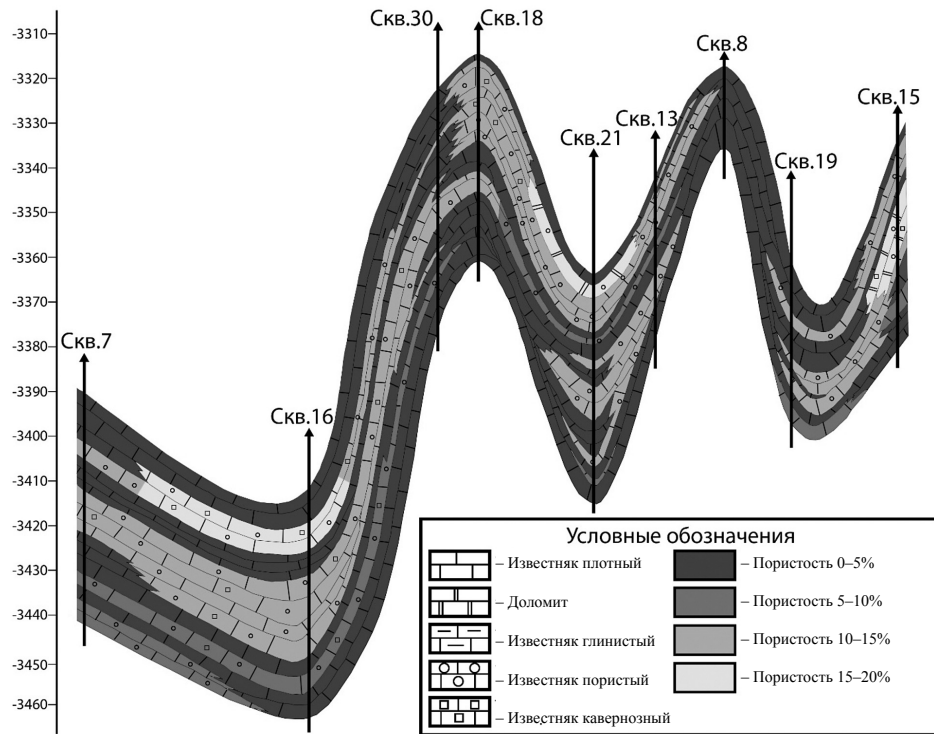


Рис. 3. Геологическая модель пластового резервуара заволжско-малевских отложений Северо-Лиманского месторождения

породами данково-лебединского горизонта (см. таблицу). Максимальные величины пористости и проницаемости их значительно выше таковых данково-лебединских известняков. Вместе с тем здесь имеется и большое количество очень плотных известняков, пористость которых не превышает 1%. За счет этого и средняя величина данного параметра в рассматриваемых породах несколько ниже, чем в их верхнедевонских литологических аналогах.

Материалы ГИС и данные исследования керна свидетельствуют о наличии в разрезе горизонта от трёх (сква. 13, 15, 18, 19, 30) до семи (сква. 21) коллекторских пластов мощностью от 1–1,5 до 18 м (сква. 16, 18). В основании горизонта залегает пласт плотных непроницаемых известняков мощностью 4–6 м, разделяющий данково-лебединский и заволжско-малевский пластовые резервуары. Однако вскрытие здесь скважинами 7 и 19 линз коллекторов с открытой пористостью в пределах 5–10% позволяет сделать вывод о невыдержанности указанного экрана даже в локальном плане, а следовательно, и о малой его надёжности. В связи с этим не исключается возможность гидродинамической связи заволжско-малевского и данково-лебединского резервуаров, которая может усиливаться трещиноватостью известняков.

Отметим, кстати, что на плохие изолирующие качества покрышек залежей Северо-Лиманского месторождения в целом обращалось внимание в работах [5, 6]. Об этом свидетельствует в первую очередь его многопластовый характер.

Как и в случае данково-лебединских известняков, в заволжско-малевских отложениях наблюдается довольно сложная перемежаемость как коллекторов и флюидоупоров, так и коллекторов различного качества. Однако прослеживаемость коллекторских пластов здесь несколько хуже, чем в данково-лебединских отложениях. Так, в северо-западной части свода структуры по кровле заволжско-малевских карбонатов скважина 8 в интервале 3362–3380 м вскрыла зону отсутствия коллекторов, которая может быть обусловлена как выклиниванием здесь проницаемых пластов, так и вторичной цементацией известняков.

Примечательно, что эта зона совпадает с уменьшением мощности здесь заволжско-малевских отложений в целом. Она имеет в плане либо округло-изометричную форму, либо вытянутую с СЗ-ЮВ простиранием. Конфигурация изопакит суммарной мощности коллекторов позволяет прогнозировать аналогичную небольшую зону широтного простирания на юго-западной периклинали поднятия к западу от скважины 30.

Плотные породы в этих зонах представлены буро-серыми и серо-коричневыми известняками доломитизированными и в меньшей степени доломитами массивными, крупнозернистыми, в различной степени (иногда очень сильно) перекристаллизованными. Известняки содержат прослойки зелено-серых, тонкослоистых аргиллитов (сква. 19, интервал 3412–3417 м). Встречаются брекчиевидные и песчано-гравийные обломочные крепко сцементированные разности известняков



(скв. 19, интервал 3397–3402 м). По-видимому, известняки в этих прослоях содержат примесь глинистого материала.

Коллекторы заволжско-малевского резервуара представлены серыми и буро-серыми биоморфными, с прослоями песчаниковидных известняками, в различной степени перекристаллизованными, иногда слабо сцементированными. Хотя и селективно, но достаточно широко развитые процессы выщелачивания привели к образованию многочисленных каверн размером от 0,8 до 1 мм, несомненно, являющихся частью эффективной ёмкости и образующих каверново-поровый тип коллектора.

Помимо выщелачивания, в ряде случаев улучшению фильтрационно-ёмкостных свойств рассматриваемых известняков способствовала их селективная доломитизация. Вскрытые в скв. 15 на глубине 3399–3404 м вторичные мелкокавернозные доломиты обладают максимальными для пород этого возраста значениями пористости 18,2% при проницаемости 67 мД. Достаточно высокой ёмкостью (15,5%) характеризуются песчаниковидные доломиты, вскрытые в скв. 21 в интервале глубин 3405–3410 м.

Необходимо отметить, что согласно имеющимся данным, представленным на рис. 3, наилучшие коллекторы с ёмкостью 15–20% сосредоточены в основном на периклиналях структуры (скв. 16, 21) и в северо-восточной части ее свода скв. 15. Такое их распространение, по-видимому, связано с наличием здесь, главным образом, обломочных (песчаниковидных) разностей известняков, обладающих высокой первичной пористостью. Прослои этих известняков являлись проводящими каналами для агрессивных выщелачивающих и доломитизирующих растворов, образовавших вокруг них ореолы вторичной пористости (кавернозности), и, следовательно, коллекторов каверново-порового типа.

Вместе с тем нетрудно заметить, что указанные высокоемкие коллекторы не являются доминирующими в разрезе заволжско-малевского резервуара. Значительно более широко распространены коллекторы с ёмкостью, лежащей в пределах 10–15% и 5–10%. Проницаемость таких коллекторов в случаях, когда она не определялась лабораторным путем, можно установить с помощью графика (см. рис. 1). Необходимо также учитывать, что проницаемость известняков может быть значительно усилена трещиноватостью (каверново-трещинно-поровый тип коллектора).

По мнению М. Г. Шебалдиной, известняки заволжско-малевского горизонта образуют ловушку пластового сводового типа. Однако проведённые нами исследования свидетельствуют о том, что данный резервуар обладает признаками (наличие зон выклинивания коллекторов) структурно-литологической ловушки.

Рассмотренные априорные геологические модели пластовых резервуаров карбонатных отложений Северо-Лиманского месторождения являются

основой для проведения геолого-технологических исследований (ГТИ) скважин, бурение которых будет осуществлено в будущем. В процессе бурения модели должны оперативно дополняться новыми данными, полученными на основе геолого-технологических и промыслово-геофизических исследований в бурящихся скважинах, тем самым увеличивая точность существующих моделей и предоставляя более широкий круг возможностей для прогноза геологического строения ожидаемых и вскрытию интервалов.

Изложенные в настоящей статье материалы позволяют сделать следующие выводы.

1. Имеющийся комплекс материалов дает возможность проследить вертикальное и латеральное распределение коллекторских и непроницаемых пластов известняков и доломитов, а также изучить особенности пластовых резервуаров в карбонатных отложениях данково-лебедевского горизонта верхнего девона и заволжско-малевского горизонта нижнего карбона Северо-Лиманского месторождения;

2. Коллекторы данково-лебедевских отложений относятся к типам низко- и среднеемких каверново-поровых и, возможно, трещинно-каверново-поровых. Коллекторы заволжско-малевских отложений вследствие более резкой анизотропии коллекторских свойств относятся к типам низко-, средне- и высокоемких каверново-поровых, трещинно-каверново-поровых и в меньшей степени поровых. Несмотря на наличие в заволжско-малевских отложениях более высокоемких коллекторов, прослеживаемость их по площади несколько хуже, чем таковых в данково-лебедевских отложениях. Лучшими фильтрационно-ёмкостными свойствами среди пород обоих горизонтов обычно обладают песчаниковидные известняки, а в отложениях заволжско-малевского горизонта, кроме того, доломитизированные известняки и доломиты.

Карбонатные породы-коллекторы изученных горизонтов входят в состав пластово-сводового (данково-лебедевский горизонт) и переходного от пластово-сводового к структурно-литологическому (заволжско-малевский горизонт) резервуаров.

Библиографический список

1. Григорьев, Н. С., Ряховский, В. В. Отчёт о работах Кочетновской сейсмической партии 0579. Саратов, 1980. 112 с.
2. Головин, Б. А., Головин, К. Б., Калинин, М. В., Кузнецов, И. В., Руднев, С. А. Перспективы геологического моделирования нефтегазоносных резервуаров в процессе бурения // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 2. С. 110–117.
3. Шебалдина, М. Г., Мелехова, А. Т., Морозов, С. Н. Альбом моделей строения ловушек в палеозойских отложениях Саратовской области (на площадях, находящихся в бурении). Фонды Нижне-Волжского научно-исследовательского института геологии и геофизики (НВНИИГТ). Саратов, 1983. 47 с.



4. Шехтер, В. В., Лукашов, А. И. Опыт-методические работы по использованию современных математических методов при промыслово-геофизических исследованиях. Отчёт о работах темпартии № 205. Саратов, 1980. 163 с.
5. Югай, Т. А., Шебалдина, М. Г., Мелехова, А. Т. Характеристика терригенных коллекторов и типов ловушек нижнего карбона Лиманской площади (научная разработка). Саратов, 1979. 201 с.
6. Югай, Т. А., Шебалдина, М. Г., Мелехова, А. Т. Резервуары нефти и газа в терригенных отложениях раннего карбона Северо-Лиманского месторождения (в связи с локальным прогнозированием месторождений в бортовой зоне Прикаспийской впадины). Саратов, 1980. 135 с.
7. Тульбович, Б. И. Коллекторские свойства и химия поверхности продуктивных пород. Пермь, 1975. 194 с.

Образец для цитирования:

Головин Б. А., Головин К. Б., Калининкова М. В., Руднев С. А. Литолого-петрофизическое моделирование нефтегазоносных резервуаров карбонатных отложений (на примере Северо-Лиманского месторождения) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 4. С. 265–272. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2018-18-4-265-272>

Cite this article as:

Golovin B. A., Golovin K. B., Kalinnikova M. V., Rudnev S. A. Lithological and Petrophysical Modeling of Oil and Gas Reservoirs of Carbonate Deposits (on the Example of the Severo-Limanskoye oil Field). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2018, vol. 18, iss. 4, pp. 265–272 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2018-18-4-265-272>
