

Геология, поиски и разведка месторождений нефти и газа

Geology, prospecting and exploration of oil and gas fields

25.00.12 Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений
(геолого-минералогические науки)

УДК 553.98(571.12)+551.762
DOI: 10.31660/0445-0108-2023-1-13-28

Промышленная продуктивность ачимовских отложений севера Западной Сибири

Я. И. Гладышева

*Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия
GladyshevaYI@gmail.com*

Аннотация. Нефтегазоносный потенциал Западной Сибири достаточен для развития нефтегазоносной отрасли России. Значительный вклад вносит север Западной Сибири, где максимальная плотность запасов углеводородов сконцентрирована на уникальных месторождениях, таких как Уренгойское, Ямбургское, Медвежье. В последнее десятилетие отмечается тенденция снижения эффективности геологоразведочных работ, что требует комплексного анализа фактического материала и выбора приоритетных направлений. Для севера Западной Сибири наиболее перспективным по концентрации промышленных запасов углеводородов является нижнемеловой комплекс мелового нефтегазоносного мегакомплекса, где неокомские клиноформные ачимовские отложения являются основным объектом изучения, так как предполагают значительную перспективу углеводородных ресурсов. Ачимовские отложения вскрыты почти на всей территории Надым-Пурского междуречья и характеризуются сложным строением. Формирование ачимовских пород в большинстве проходило в глубоководной части палеоморя, что сказалось на их неоднородности. Анализ геолого-промысловых параметров ачимовских объектов выявил максимальное количество залежей углеводородов в восточной и северной частях исследуемой территории, зоны активного рифтогенеза. В таких зонах первоначально должны быть проведены геологоразведочные работы.

Ключевые слова: ачимовские породы, клиноформные отложения, поисковые исследования, месторождения углеводородов

Для цитирования: Гладышева, Я. И. Промышленная продуктивность ачимовских отложений севера Западной Сибири / Я. И. Гладышева. – DOI 10.31660/0445-0108-2023-1-13-28 // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2023. – № 1. – С. 13–28.

Petroleum potential of Achimov deposits in the north of Western Siberia

Yana I. Gladysheva

Abstract. Western Siberia has oil and gas potential that is very important for the development of the oil and gas industry in Russia. The north of Western Siberia has special significance for the industry, that's where the maximum aggregate deposit of hydrocarbon reserves is located in fields, such as Urengoy, Yamburgskoye and Medvezhye. Over the last decade, a tendency to reduce the efficiency of geological exploration has appeared, therefore, it is necessary to conduct a comprehensive analysis of the actual material and to select priority areas. The Lower Cretaceous complex of the Cretaceous oil and gas megalithic complex located in the north of Western Siberia is the most lucrative. The Neocomian clinoform Achimov deposits of this complex are the main object of study. Achimov deposits are trapped almost throughout the Nadym-Pur interfluvial area and are having a complex structure. The formation of Achimov rocks mostly took place in the deep-water part of the paleosea that affected their heterogeneity. An analysis of the geological and field parameters of the Achimov deposits determined the maximum aggregate of hydrocarbon deposits in the eastern and northern parts of the study area, as well as zones of active rifting. Geological exploration should be carried out in such zones initially.

Keywords: Achimov rocks, clinoform deposits, exploratory researches, hydrocarbon deposits

For citation: Gladysheva, Ya. I. (2023). Petroleum potential of Achimov deposits in the north of Western Siberia. *Oil and Gas Studies*, (1), pp. 13-28. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2023-1-13-28

Введение

Геологоразведочные работы являются стратегически важными для пополнения ресурсов и запасов углеводородного сырья нашей страны. Выбор приоритетных направлений геологоразведочных работ, оценка рисков поисково-оценочных работ на разных территориях и нефтегазоносных комплексах севера Западной Сибири позволяют оптимизировать их. Для решения этих вопросов применяется комплексный подход исследований, базирующихся на изучении геолого-геофизических (макро- и микронеднородности) и промыслово-геологических параметров продуктивных объектов. Север Западной Сибири — это одно из основных направлений геологоразведочных работ.

Объекты и методы исследования

В настоящее время на севере Западной Сибири открыты новые залежи углеводородов (УВ) и уточнены геологические модели старых месторождений. Однако расположение продуктивных отложений неравномерно, как по разрезу, так и по площади. Наибольшая плотность запасов УВ связана прежде всего с крупными поднятиями первого порядка и приурочены к ним уникальными месторождениями, такими как Уренгойское, Яamburgское, Медвежье [1–3]. Эти месторождения были открыты еще в середине 60-х гг. XX века и характеризуются значительной степенью изученности различными методами исследований, прежде всего сейсморазведочными работами 3D, материалами бурения скважин. Комплексирование геологических данных как прямых, так и косвенных методов изучения промышленной нефтегазоносности отложений позволяет выявить первоочередные объек-

ты исследования при проектировании геологоразведочных работ для увеличения ресурсной базы страны [4–7].

На территории Западной Сибири по данным бурения глубоких скважин и интерпретации сейсморазведочных работ в разрезе выделяют два структурных этажа (без учета промежуточного этажа, распространенного локально): палеозойский фундамент и осадочные отложения (мезозойско-кайнозойский платформенный чехол).

Мезозойско-кайнозойский осадочный чехол подразделен на три нефтегазоносных мегакомплекса: доюрский, юрский и меловой (исключая палеоцен, который недостаточно изучен) [8]. С учетом региональных глинистых покрышек-флюидоупоров (основных маркеров) в пределах мегакомплексов выделены комплексы нефтегазоносности: доюрский, юрский (нижний, средний и верхний), меловой, состоящий из нижнемелового (нижнеенеокомский — ачимовский, верхнеенеокомский — шельфовый, аптальб-сеноманский) и верхнемелового (турон-маастрихтский). По результатам статистического анализа большая плотность запасов углеводородов на севере Западной Сибири фиксируется в меловом нефтегазоносном мегакомплексе, где особое место занимают ачимовские отложения.

Залежи УВ ачимовской толщи относятся к неантиклинальному типу и являются в настоящий момент объектами геологоразведочных работ [9]. Одним из первых геологов, исследовавших сложное клиноформное строение ачимовских тел севера Западной Сибири, был А. Л. Наумов [10].

В Надым-Пурской нефтегазоносной области ачимовские клиноформные отложения залегают в основании сортымской свиты (ее аналогов), перекрывая глины нижнего мела (подачимовская толща) или породы баженовской свиты на разных глубинах. Минимальные современные глубины кровли ачимовских пластов фиксируются на юге (Ямсовейская площадь) — около 2 900 м, максимальные значения — более 3 900 м — отмечены на восточном склоне Медвежьего месторождения, Едейской площади, Северо-Самбургском и Уренгойском месторождениях. То есть перепад глубин залегания ачимовских пластов фиксируется в разных частях изучаемой территории и составляет около одного километра, что является следствием тектонических процессов различных блоков, большей частью сформировавшихся под влиянием неотектонических движений [11].

На момент формирования ачимовских клиноформных образований поверхность осадочного палеобассейна была относительно выровненной. За исключением приподнятых зон, большей частью древнего заложения, таких как районы Ямсовейского, Медвежьего, Ен-Яхинского поднятий.

Ачимовские пласты наиболее сложные по литологическому строению в разрезе осадочных отложений. По лабораторным исследованиям образцов керна выявлено, что ачимовские породы формировались большей частью в глубоководной части моря. На это указывают часто однородный мелкозернистый состав пород, признаки турбидитов и однообразие текстур. Предполагается, что основными источниками сноса ачимовских от-

ложений являлись осадки дельтовых склонов. Отложения образовывались на континентальных склонах, у подножия дельт (склоновые и присклоновые фации шельфовых пластов). Мутьевые потоки (турбидиты), придонные течения со значительной скоростью формировали конусы выносов, которые, объединяясь, создавали меридионально вытянутые линейные зоны, относительно параллельные берегу палеобассейна. Осадочные потоки (турбидитовые) создавали врезы на дне водоемов (палеоканьоны), срезая подстилающие образования или сминая их, перераспределяли осадки, образуя сложно построенные песчаные тела вблизи древних поднятий. Отложения континентальных склонов могут быть представлены либо в виде турбидитов — веерообразные тела, либо дебритов — локальные образования (линзы) [12–14].

По материалам интерпретации сейсморазведочных работ севера Западной Сибири ачимовские образования большей частью имеют сложное линзовидно-прерывистое распространение. Они трассируются по данным интерпретации сейсморазведочных работ 2D и 3D в меридиональном направлении с юга на север и северо-восток. Ачимовские тела нередко в плане перекрывают друг друга и ограничены в широтном направлении зонами глинизаций. Разрез ачимовских отложений на исследуемой территории обычно представлен несколькими пластами, перекрывающими друг друга. Детальная их корреляция проводится на основе комплексных исследований интерпретации данных сейсморазведочных работ 3D и прямых методов изучения материалов бурения скважин с учетом вторичного вскрытия пластов [15–17].

Общая толщина вскрытых бурением ачимовских пород в пределах севера Западной Сибири варьирует от 0 (Медвежья площадь) до 600 м (Ен-Яхинская и Ямбургская площади). Средняя величина общей толщины ачимовских пород около 200 м. По статистическому анализу глубин залегания кровли аргиллитов бажендовской свиты и общей толщины ачимовских отложений была выявлена корреляционная связь между этими параметрами [18, 19]. Тогда как между глубиной залегания кровли ачимовских пластов и общей их толщиной четкой зависимости не отмечается (рисунок).

Анализ параметров неоднородности ачимовских образований позволяет лишь условно разделить их по площади на зоны (восточная, центральная, западная, южная и северная).

К восточной зоне изучаемой территории (Надым-Пурское междуречье) относятся площади Уренгойского, Северо-Уренгойского, Самбургского, Северо-Самбургского месторождений и прилегающие участки. Кровля ачимовских пород фиксируется в диапазоне 3 390–4 190 м, общая толщина изменяется от 40 до 200 м.

Ачимовские отложения представлены неравномерным переслаиванием терригенных пород (песчаники, алевролиты, аргиллиты). По данным анализа керн (скв. 255 Уренгойская) песчаники серые, мелкозернистые, алевролитистые, с прослоями и редкими обломками уплотненных глин, с

глинистым и глинисто-карбонатным цементом. Слоистость неравномерно горизонтальная, пологоволнистая. Сортировка обломочного материала — средняя. Пористость составляет около 18,4 %, проницаемость — $0,3 \cdot 10^{-3}$ мкм². Алевриты серые, средне-мелкозернистые, текстура линзовидно-полосчатая. Состав песчаников и алевритов аркозовый. Аргиллиты темно-серые от тонкоотмученных до алевритовых, плотные, крепкие, со слоистой и неясной структурами. Слоистость неравномерная, горизонтальная, обусловленная распределением мелкоалевритового материала. Пористость породы составляет около 9,3 %.

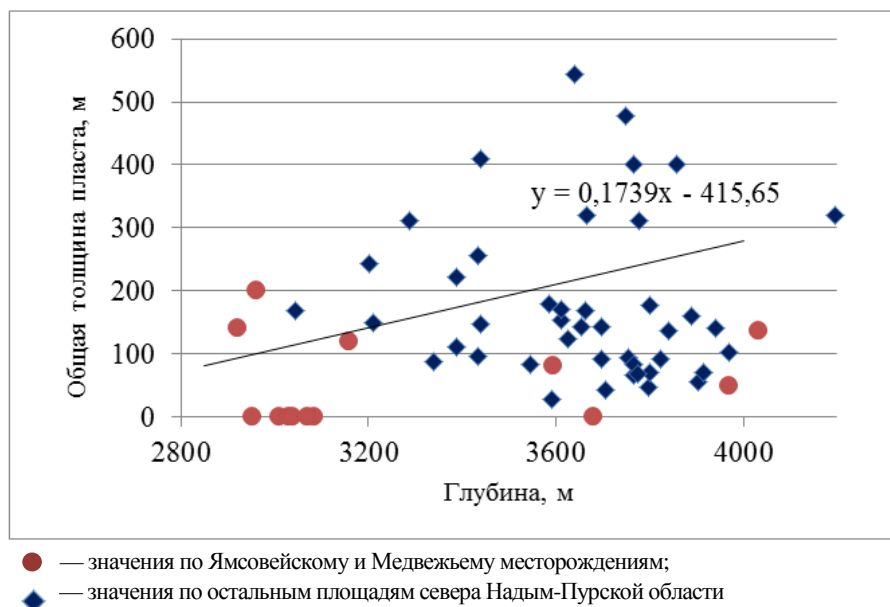


Рисунок. График зависимости общей толщины ачимовских отложений от глубины залегания их кровли

В пределах ачимовского разреза Уренгойского месторождения выделяется от двух до пяти пластов (Ач₀–Ач₆), общая толщина которых варьирует от 20 до 60 м. Коэффициент песчаности изменяется от 0,25 до 0,9 (в среднем 0,5). Коэффициент расчлененности изменяется от 3 до 15 (в среднем около 5). Эффективная толщина — в диапазоне от 4 до 50 м (в среднем около 14 м). Мощность пропластков коллектора изменяется от 0,6 до 5,0 м, в среднем составляет около 1,2 м. Фильтрационно-емкостные свойства коллектора в среднем имеют следующие значения: пористость — 14,0 %, проницаемость — около $0,5 \cdot 10^{-3}$ мкм². Ачимовские пласты разделяются глинистыми пластами, изолирующие свойства которых невысоки.

В ачимовском объекте на Уренгойском месторождении было открыто максимальное количество залежей УВ (девятнадцать), которые имеют значительную площадь распространения. Ряд залежей вытянуты меридионально на расстояние более 150 км. Около двенадцати залежей по насыще-

нию являются газоконденсатными, четыре — нефтяные, одна — газоконденсатнонефтяная, две — нефтегазоконденсатные. Залежи сложные, по типу пластовые, литологически и тектонически экранированы или ограничены. На Западно-Уренгойской площади в скв. 650 выделены три ачимовских пласта (Ач₀–Ач₂) на глубинах 3 840–3 980 м. На Северо-Уренгойском месторождении было выделено два продуктивных ачимовских пласта (Ач₁–Ач₂), вскрытых на глубинах 3 860–3 970 м. Открыты залежи нефти в ачимовских пластах (Ач₅) Самбурского и Северо-Самбурского месторождений.

К центральной зоне Надым-Пурской нефтегазоносной области отнесены Ен-Яхинское, Песцовое, Юбилейное, и примыкающие к ним небольшие месторождения, такие как Восточно-Юбилейное, Западно-Юбилейное, Северо-Юбилейное, Южно-Песцовое. Кровля ачимовских отложений вскрыта на глубинах от 3 210 до 3 850 м, общая толщина изменяется от 20 до 600 м.

В пределах Ен-Яхинской площади была пробурена сверхглубокая параметрическая скв. СГ-7 (забой 8,25 км). Ачимовские отложения вскрыты в интервале глубин 3 247–3 847 м. В разрезе выделено до пяти пластов (АчБУ₁₀–АчБУ₁₃). По данным лабораторного анализа керн в интервале глубин 3 620–3 626 м (пласт АчБУ₁₁) породы представлены неравномерным переслаиванием алевритистых аргиллитов и глинистых алевролитов. Аргиллит темно-серый, углистый, алевритистый. Алевролит серый, глинистый с переходами до алевропесчаника, с линзами аргиллита. В алевролите преобладают минералы кварца и калиевые полевые шпаты. По крупности материал не отсортирован. В породе присутствует мелкий углефицированный растительный детрит. Ниже по разрезу керн (интервал глубин 3 633,3–3 640,4 м) представлен алевролитом тонкослоистым с оползневыми текстурами и песчаником светло-серым мелкозернистым, полимиктовым. Обломочный материал изменяется по размеру от 0,03 до 0,25 мм, плохо отсортирован. По исследованиям керн предполагается, что область сноса находилась вблизи Ен-Яхинского поднятия, так как обломочный материал не окатан. Цемент по составу глинисто-карбонатный, пленочно-поровый. В породе встречаются окатанные зерна граната и циркона. Общая толщина ачимовских пластов в среднем около 190 м, эффективная толщина изменяется от 17 до 132 м. Общая толщина пропластков коллектора варьирует от 0,4 до 7 м, в среднем 1,2 м. Фильтрационно-емкостные свойства коллектора в среднем изменяются в следующем диапазоне: пористость 11,0–14,0 %, редко достигает 16–18 %, проницаемость — $0,5\text{--}2 \cdot 10^{-3}$ мкм².

На соседней Песцовой площади ачимовские отложения вскрыты на глубине 3 209–3 729 м. В ачимовском разрезе выделено до пяти пластов (АчБУ₁₀–АчБУ₁₃). По данным исследования керн скв. 210 (интервал глубин 3 620–3 626 м) (пласт АчБУ₁₁) породы представлены неравномерным переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Песчаники светло-серые, полевощпат-кварцевые с углисто-слиудистым материалом. Алевролиты серые

плотные слюдистые. Аргиллиты темно-серые до черных. В керне отмечается обилие обугленного растительного детрита по плоскостям наложения. Средние значения пористости — 14,0 %, проницаемости — $0,13 \cdot 10^{-3}$ мкм². Общая толщина ачимовских пластов Песцовой площади изменяется от 20 до 165 м. Коэффициент песчаности изменяется от 0,2 до 0,8 (в среднем 0,5). Коэффициент расчлененности изменяется от 3 до 6 (в среднем 3). Эффективная толщина в диапазоне от 4 до 70 м (в среднем около 12 м). Мощность пропластков коллектора изменяется от 0,4 до 7,0 м, в среднем составляет около 1,2 м. Фильтрационно-емкостные свойства коллектора в среднем имеют следующие значения: пористость — 15,0 %, проницаемость — около $0,14 \cdot 10^{-3}$ мкм².

На Западно-Песцовой площади кровля ачимовской толщи вскрыта в интервале глубин 3 200–3 780 м. В скв. 300 выделены пять ачимовских пластов (АчБУ₉–АчБУ₁₃). Ачимовский разрез представлен переслаиванием песчаников, аргиллитов и алевролитов. Песчаники светло-серые, мелкозернистые, полевошпат-кварцевые, слюдистые, массивной текстуры, плотные на глинистом и известковисто-глинистом поровом цементе. Мощность песчаников изменяется от 0,8 до 3,2 м, среднее значение пористости — около 15 %, проницаемость — $3,4 \cdot 10^{-3}$ мкм². Аргиллиты темно-серые до черных, плотные, крепкие. Алевролиты серые среднезернистые. В скв. 310 ачимовские отложения (интервал глубин 3 653,0–3 776,0 м) представлены неравномерным переслаиванием терригенных пород. Песчаники серые, среднезернистые, кварц-полевошпатовые, крепкие, на карбонатном и глинисто-карбонатном цементе базально-порового типа. Алевролиты серые, мелкозернистые, кварц-полевошпатовые. Аргиллиты черные, пелитовые, крепкие. Слоистость плоскопараллельная, иногда волнистая, линзовидная. Мощность песчаников изменяется от 0,8 до 4,2 м, среднее значение пористости — около 14,5 %.

На Юбилейном месторождении, расположенном западнее Уренгойского месторождения, кровля ачимовских отложений вскрыта в интервале глубин 3 280–3 860 м. В ачимовском разрезе выделены пласты АчБУ₁₄ и АчБУ₁₄². По материалам анализа керна в скв. 200 ачимовские отложения представлены переслаиванием песчаников, аргиллитов, алевролитов. Песчаники светло-серые, плотные, среднезернистые, кварцевые, средней крепости, на карбонатно-глинистом цементе, порового типа. В керне отмечены включения углисто-растительных остатков, большое количество слюдистого материала. Аргиллиты черные, плотные, слоистые. Алевролиты светло-серые, плотные, средне-крепкие, с включениями углисто-растительного материала и слюды. Общая толщина ачимовских отложений на Юбилейной площади изменяется от 30 до 400 м, в среднем — 200 м. Мощность пропластков-коллекторов изменяется от 1,0 до 5,0 м. Пористость варьирует от 16,0 до 19,0 %.

На соседней Западно-Юбилейной площади в скв. 22 в ачимовском разрезе в интервале глубин 3 788,0–3 956,0 м было выделено два пласта (АчБУ₁₂, АчБУ₁₃). Керн отложений представлен переслаиванием терриген-

ных пород (песчаники, алевролиты и аргиллиты). Песчаники серые, кварцевые, мелкозернистые, на карбонатно-глинистом цементе порово-контактового типа средней крепости с переслаиванием и многочисленными внутри слоевыми деформациями аргиллита темно-серого алевролитистого и алевролита серого кварцевого слюдистого. Общая толщина ачимовских отложений в диапазоне 90–150 м. Мощность пропластков-коллекторов изменяется от 0,4 до 3,8 м. Пористость изменяется от 12,0 до 18,0 %, проницаемость в диапазоне от $0,1 \cdot 10^{-3}$ до $5,0 \cdot 10^{-3}$ мкм².

На Песцовом месторождении открыто около двенадцати залежей углеводородов в ачимовских объектах (десять газоконденсатных, одна нефтегазоконденсатная и одна нефтяная залежи). Залежи по типу пластовые, литологически и тектонически экранированы. На Западно-Песцовой площади открыты две нефтегазоконденсатные залежи. На Южно-Песцовой площади была открыта одна газоконденсатная залежь пласта АчБУ₁₃. На Юбилейном, Западно-Юбилейном и Восточно-Юбилейном месторождениях из ачимовских отложений получены непромышленные притоки УВ.

К западной зоне Надым-Пурского междуречья отнесены следующие площади: Южно-Падинская, Падинская, Восточно-Медвежья, Медвежья, Западно-Медвежья. Кровля ачимовского разреза фиксируется на глубинах от 3 070 до 4 030 м, общая толщина изменяется от 0 до 270 м.

На Южно-Падинском месторождении ачимовский разрез подразделен на три пласта (АчБН₁₅⁰–АчБН₁₅²). По материалам исследования керна (скв. 5 034) ачимовские отложения представлены переслаиванием песчаников, аргиллитов и алевролитов. Песчаники светло-серые, средне-мелкозернистые, кварцевые, средней крепости, на глинистом цементе, порово-контактового типа, плотные, с включениями глауконита, полевого шпата и углистого детрита. Аргиллиты серые, темно-серые, пелитоморфные, плотные, крепкие. Алевролиты серые, до буровато-серых, кварцевые, на глинистом цементе, плотные, средней крепости, с включениями полевого шпата. Мощность коллекторов ачимовских пластов изменяется от 0,4 до 6,2 м. Пористость составила от 13,0 до 15,0 %, проницаемость в среднем — $0,5 \cdot 10^{-3}$ мкм².

На соседней Нерутинской площади в ачимовской толще выделены два пласта (АчБН₁₅¹–АчБН₁₅²). Породы ачимовских пластов также представлены переслаиванием терригенных пород. Песчаники светло-серые, мелкозернистые, зерна плохо окатанные, кварцевые, на глинисто-карбонатном цементе порового типа, средней крепости, с включениями слюды. Аргиллиты темно-серые, алевролитистые, средней крепости. В нижней части разреза встречены прослой алевролита светло-серого, кварцевого на глинисто-карбонатном цементе. Мощность коллекторов изменяется до 3,8 м, пористость в диапазоне 13,0–17,0 %.

Севернее Южно-Падинского участка, на Падинской площади, в ачимовском разрезе выделены четыре пласта (АчБН₁₃⁰–АчБН₁₄) на глубинах 3 650–4 000 м.

На юге Медвежьего месторождения в скв. 62 был выделен один ачимовский пласт (АчБН₁₅) в интервале глубин 3 054,0–3 100,0 м. По данным ГИС ачимовский пласт представлен переслаиванием коллекторов и неколекторов. Мощность пропластков коллектора пласта АчБН₁₅ изменяется от 0,8 до 3,6 м. Пористость по данным ГИС изменяется от 14,0 до 18,0 %, в среднем около 16,0 %.

На севере Медвежьего месторождения, на Ныдинском участке, в скв. 75 были выделены три ачимовских пласта (АчБН₁₁⁰¹–АчБН₁₁) в интервале глубин 3 045,0–3 203,0 м. Керна ачимовских отложений представлен переслаиванием песчаников и аргиллитов. Песчаники светло-серые, мелкозернистые, кварцевые, алевритистые, крепкие, с включениями углисто-слюдистого материала, массивные, однородные на карбонатном цементе контактного типа. В керне отмечены многочисленные включения углисто-слюдистого материала. Аргиллиты слюдистые темно-коричневые алевритистые слоистые. Мощность коллекторов изменяется от 0,4 до 5,2 м, в среднем около 1,8 м, пористость составила в среднем около 13,0 %, проницаемость — $0,13 \cdot 10^{-3}$ мкм².

В пределах Медвежьей площади в ряде скважин на юге (скв. 32, 34), в центральной (скв. 1001) и восточной (скв. 5006, 5007, 5008) частях ачимовские песчаные пласты отсутствуют.

На Южно-Падинском участке и примыкающем к нему Восточно-Медвежьем в ачимовских отложениях были открыты три залежи углеводородов, разные по насыщению: в пласте АчБН₁₅² — нефтяная залежь, в пласте АчБН₁₅¹ — газоконденсатнонефтяная, в пласте АчБН₁₅⁰ — газоконденсатная. По типу залежи пластовые, литологически и тектонически экранированные. На севере Медвежьей площади (Ныдинский участок) в ачимовских отложениях были открыты две залежи УВ: газоконденсатнонефтяная (пласт АчБН₁₁⁰) и газоконденсатная (АчБН₁₁⁰¹). Залежи по типу массивные.

К южной зоне изучаемой территории Надым-Пурского междуречья отнесено Ямсовейское месторождение и обрамляющие его площади: Мариэттинская и Западно-Ягенетская. На Ямсовейской площади вскрыты ачимовские отложения (пласты АчБУ₁₄¹–АчБУ₁₅² на глубинах 2 907–3 175 м). На прилегающих участках глубина залегания ачимовских пластов варьирует от 3 740 до 4 050 м. Общая толщина ачимовских отложений изменяется от 42 до 188 м, в среднем 40 м. Ачимовский разрез представлен неравномерным переслаиванием песчано-алевролитовых и глинистых пропластков. Песчаники светло-серые мелкозернистые с глинистым цементом с разным содержанием карбонатного материала. Песчаники аркозовые, содержание кварца и полевых шпатов около 40 %, обломков пород — до 12 %, слюды — около 8 %. В керне отмечены углефицированные растительные остатки (аттрит, мелкий детрит по наслоению), единичные мелкие включения угля, следы взмучивания, оползания и смятия осадка, отдельные слойки с признаками деформации и смещения, малоамплитудные микросбросы. Аргиллит темно-серый, неравномерно алевритистый, плотный,

крепкий, с неровным раковистым изломом. Эффективные толщины ачимовских пластов изменяются от 20 до 38 м, толщина пропластков коллектора изменяется от 0,4 до 4,2 м. Коэффициент песчаности в среднем 0,6, расчлененность около 11. Пористость коллекторов изменяется в пределах от 10 до 17 %, проницаемость до $8 \cdot 10^{-3} \text{мкм}^2$.

На Мариэттинской площади, расположенной на западе Ямсовейского месторождения в ачимовском разрезе, выделены четыре пласта (АчБП₉¹–АчБП₁₀¹) в интервале глубин 3 822–4 054 м. Керн ачимовских отложений представлен неравномерным переслаиванием терригенных пород: песчаником серым, кварцевым, мелкозернистым, массивным, с пологоволнистыми, линзовидными пропластками аргиллита темно-серого, алевролитистого, слюдистого, плотного, песчаник на карбонатно-глинистом цементе контактово-порового тип. Эффективные толщины пластов изменяются от 8 до 22 м, толщина пропластков коллектора изменяется от 0,4 до 3,0 м. Коэффициент песчаности — в среднем 0,4, расчлененность — около 20. Пористость коллекторов изменяется в пределах от 10 до 15 %, проницаемость до $0,3 \cdot 10^{-3} \text{мкм}^2$.

С востока Ямсовейской площади примыкает Западно-Ягенетский участок, где по результатам бурения в ачимовских отложениях выделены пласты АчБУ₁₅⁶–АчБУ₁₆², на глубине 3 748–3 932 м. Керн ачимовских отложений представлен песчаником темно-серым мелко-зернистым крепким, с тонкими прослоями глин, толщина пропластков коллектора изменяется до 6 м, пористость варьирует от 14,5 до 17,3 %.

На Ямсовейской площади были открыты залежи (нефтяная и газоконденсатная) в пласте АчБУ₁₄¹. Залежи углеводородов небольшие по размерам, пластовые, тектонически экранированные. На Мариэттинском и Западно-Ягенетском участках промышленная продуктивность ачимовских пластов не подтверждена.

К северной зоне отнесены Ямбургская, Харвутинская, Парусовая площади и соседние участки.

На Ямбургской площади ачимовские отложения (пласты Ач₂БУ₁₀–Ач₂БУ₁₃ (аналоги Ач₀–Ач₅)) вскрыты в интервале глубин 3 450,0–4 100 м. Общая толщина ачимовского разреза изменяется от 50 до 590 м. Ачимовские породы сложены неравномерным переслаиванием терригенных пород (песчаников, алевролитов и аргиллитов). Песчаники светло-серые мелкозернистые алевролитистые, плотные с массивной текстурой на глинистом цементе. Алевролиты светло-серые, серые разномзернистые, слюдистые, иногда карбонатные. Аргиллиты темно-серые однородные плотные. Текстура пород пологоволнистая, линзовидная за счет намывов алевролитового материала. Контакт с подстилающими породами резкий, отмечаются знаки ряби. В керне присутствует мелкорассеянный углефицированный детрит. Для ачимовских пород характерно наличие трещин, иногда заполненных кальцитом, часто секущих друг друга, направленных почти вертикально, со следами мелких сбросов.

В пределах ачимовского разреза Ямбургского месторождения выделяется от одного до шести пластов (Ач₀–Ач₅), общая толщина которых варьирует от 10 до 65 м. Коэффициент песчаности изменяется от 0,2 до 0,8 (в среднем 0,4). Коэффициент расчлененности изменяется от 2 до 20 (в среднем около 7). Эффективная толщина в диапазоне от 3 до 40 м (в среднем около 12 м). Мощность пропластков коллектора изменяется от 0,6 до 4,6 м (в среднем около 1,4 м). Пористость изменяется от 10,0 до 19,0 %, в среднем составляет 15,0. Проницаемость изменяется от 0,05 до $5,7 \cdot 10^{-3}$ мкм² (в среднем около $1,8 \cdot 10^{-3}$ мкм²).

На Харвутинской площади ачимовские пласты (Ач₀ (Ач₁₉)–Ач₃¹ (Ач₁₄⁴)) вскрыты в интервале глубин 3 450,0–4 001 м. Общая толщина ачимовского разреза достигает 70,0 м. Отложения представлены неоднородным переслаиванием песчаников, аргиллитов и алевролитов. Песчаники серые, светло-серые, мелкозернистые, кварц-полевошпатовые, на глинистом, иногда карбонатно-глинистом цементе базально-порового типа с включениями слюды, рассеянного детрита. Алевролиты серые, среднезернистые, кварц-полевошпатового состава. Аргиллиты темно-серые до черного, алевропелитовые, плотные, крепкие. Мощность проницаемых пропластков изменяется от 0,4 до 5,6 м. Пористость изменяется от 10,0 до 17,0 %, проницаемость в среднем около $1,1 \cdot 10^{-3}$ мкм².

На Парусовой площади ачимовские пласты вскрыты на глубине 3 200–3 540 м, пласты АчБУ₆–АчБУ₈¹. Отложения представлены неравномерным переслаиванием коллекторов и неколлекторов. Общая толщина разреза достигает 140 м, выделено до пяти ачимовских пластов. Общая толщина пластов достигает 50 м. Мощность проницаемых пропластков изменяется от 0,4 до 8,6 м. Пористость изменяется до 19,0 %.

На Южно-Парусовом участке ачимовские отложения вскрыты на глубинах 3 640,0–4 049,0 м, выделено восемь пластов (АчБУ₈⁰²⁻¹–АчБУ₉²⁻³). Ачимовские отложения представлены частым переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Песчаники серые, мелкозернистые, полевошпат-кварцевые. Алевролиты светло-серые, разнозернистые. Аргиллиты темно-серые, плотные. Проницаемые пропластки характеризуются мощностью в диапазоне 0,4–5,2 м, в среднем около 1,5 м. Пористость изменяется от 13,0 до 18,0 %, в среднем 14,6 %.

На Ямбургском месторождении в ачимовских объектах открыто более двенадцати залежей УВ, одна — нефтяная, пять — нефтегазоконденсатные, остальные — газоконденсатные. На Харвутинском месторождении открыто около шести залежей УВ в пластах Ач₀ (Ач₁₉) – Ач₃¹ (Ач₁₄⁴). Залежи по насыщению газоконденсатнонефтяные и газоконденсатные. Залежи пластовые, литологически экранированные. На северо-западе изучаемой территории на Южно-Парусовом месторождении в ачимовском пласте открыта небольшая газоконденсатная залежь.

Результаты

Ачимовские отложения на исследуемой территории Надым-Пурского междуречья вскрыты бурением почти на всей территории, за исключением западной его части (Медвежье месторождение).

С запада на восток от Медвежьего до Уренгойского месторождений (по современным глубинам) кровля ачимовских пород увеличивается от 3 070 до 3 390 м. С юга на север (от Ямсовейского до Ямбургского месторождений) глубина возрастает от 2 910 до 3 450 м. Из этой закономерности выпадают локальные участки, приуроченные к впадинам (опущенные блоки), такие как Падинский, Мариэттинский и ряд других. Глубина кровли ачимовских объектов здесь изменяется от 3 650 до 3 820 м [2].

Общая толщина ачимовского разреза возрастает с юга на север (от Ямсовейского до Ямбургского месторождений) от 40–190 до 600 м. В большинстве своем ачимовские отложения представлены клиноформным комплексом (унда-, клино- и фондоформа), который картируется по данным интерпретации сейсморазведочных работ 2D и 3D. Часто песчаные тела имеют более сложную форму из-за разнообразных факторов, таких как удаленность от источника питания, рельефа дна, течений и многих других. Разрез ачимовки состоит из неравномерного переслаивания терригенных пород, где количество песчаных разностей изменяется в широких пределах. В среднем коэффициент песчаности в пластах составляет около 0,5 д.ед., а в более погруженных участках-блоках (глубиной за 3 500 м) — около 0,2 д.ед. Мощность прослоев проницаемых пород в пласте в среднем 1,2 м, редко отдельные песчаные пропластки достигают 5–7 м. Фильтрационно-емкостные характеристики большей частью низкие из-за значительной доли глинистой компоненты в породах, пористость в среднем около 14 %, проницаемость — $0,1-1,0 \cdot 10^{-3}$ мкм². На ряде месторождений в керне ачимовских пород отмечены трещины, наличие трещинно-порового коллектора.

Обсуждение

Комплексный анализ ачимовских отложений севера Западной Сибири позволил отметить их широкое распространение, общую схожесть геолого-геофизических характеристик. Однако наибольшая плотность запасов углеводородов зафиксирована в пределах восточной части территории, на Уренгойской площади и прилегающих к ней соседних участках. Хотя восточная зона характеризуется небольшими значениями общих толщин ачимовского разреза — в среднем около 200 м. Второй по плотности запасов углеводородов является северная зона, где открыто Ямбургское месторождение. Но ачимовские залежи здесь по своим размерам на порядок меньше чем в восточной зоне. По насыщению преобладают газоконденсатные залежи (в два раза) над нефтегазоконденсатными и нефтяными. Центральная зона имеет большую плотность запасов углеводородов на Песцовой площади. По южной и западной зонам плотность запасов в ачимовских

отложениях значительно меньше. Такое распределение связано не столько с толщиной осадконакопления, близостью источника сноса осадков, сколько прежде всего с тектоническими процессами, рифтогенезом в пределах грабен-рифтов (Колтогорско-Уренгойский, Худуттейский, Ямальский) [2, 19–21].

Выводы

С учетом выполненных исследований геолого-геофизических данных на территории севера Западной Сибири (Надым-Пурского междуречья) по ачимовским отложениям нижнего мела автор предполагает, что промышленные перспективы нефтегазоносности связаны с восточной и северной зонами (до глубин кровли 3 500 м). Более погруженные породы характеризуются повышенной глинизацией, уплотнением осадков и низкими фильтрационно-емкостными параметрами. Однако возможны зоны разуплотнения пород вблизи антиклинальных поднятий и тектонических разломов. Такие зоны фиксируются по данным интерпретации сейсморазведочных работ 3D.

Список источников

1. Геология нефти и газа Западной Сибири / А. Э. Конторович, И. И. Нестеров, Ф. К. Салманов [и др.]. – Москва : Недра, 1975. – 679 с. – Текст : непосредственный.
2. Гладышева, Я. И. Нефтегазовый потенциал севера Западной Сибири (район Надым-Пурского междуречья) : монография / Я. И. Гладышева ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тюменский индустриальный университет. – Тюмень : ТИУ, 2021. – 204 с. – Текст : непосредственный.
3. Бородкин, В. Н. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности ачимовской толщи севера Западной Сибири : монография / В. Н. Бородкин, А. Р. Курчиков ; отв. ред. А. Э. Конторович ; ОАО «СибНАЦ», Западно-Сибирский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН. – Новосибирск : СО РАН, 2010. – 138 с. – Текст : непосредственный.
4. Weiss, E. Birth of the new geoscientist / E. Weiss. – DOI 10.3997/1365-2397.29.1.46393. – Direct text // First Break. – 2011. – Vol. 29, Issue 1. – P. 35–36.
5. Plessix, R. E. A parametrization study for surface seismic full waveform inversion in an acoustic vertical transversely isotropic medium / R. E. Plessix, Q. Cao. – DOI 10.1111/j.1365-246X.2011.04957.x. – Direct text // Geophysical Journal International. – 2011. – Vol. 185, Issue 1. – P. 539–556.
6. Khromova, I. Comparison of seismic-based methods for fracture permeability prediction / I. Khromova, B. Link, N. Marmelevskiy. – DOI 10.3997/1365-2397.2011001. – Direct text // First Break. – 2011. – Vol. 29, Issue 1. – P. 37–44.
7. Долгих, Ю. Н. Многоуровневая сейсморазведка и кинематическая инверсия данных МОВ-ОГТ в условиях неоднородной ВЧР / Ю. Н. Долгих. – Москва : ЕАГЕ Геомодель, 2014. – 211 с. – Текст : непосредственный.

8. Конторович, В. А. Мезозойско-кайнозойская тектоника и нефтегазоносность Западной Сибири / В. А. Конторович. – Текст : непосредственный // Геология и геофизика. – 2009. – № 4. – С. 461–474.
9. Обоснование направлений поисково-оценочных работ в пределах Уренгойского и сопредельных районов севера Западной Сибири / А. Р. Курников, В. Н. Бородкин, С. М. Зарипов [и др.]. – Текст : непосредственный // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2011. – № 8. – С. 4–14.
10. Наумов, А. Л. Новый тип литологических ловушек в неокомских отложениях Западной Сибири / А. Л. Наумов, Ф. З. Хафизов. – Текст : непосредственный // Геология нефти и газа. – 1986. – № 1. – С. 31–35.
11. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири / А. А. Нежданов, В. А. Пономарев, Н. А. Туренков, С. А. Горбунов. – Москва : Академия горных наук, 2000. – 245 с. – Текст : непосредственный.
12. Нежданов, А. А. Сейсмогеологический анализ строения нефтегазоносных отложений Западной Сибири для целей прогноза и картирования неантиклинальных ловушек и залежей УВ : специальность 25.00.12 «Геология, поиски и разведка горючих ископаемых» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук / Нежданов Алексей Алексеевич. – Тюмень, 2004. – 44 с. – Место защиты : Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Текст : непосредственный.
13. Дручин, В. С. Выбор оптимальной методики геометризации прерывистых коллекторов / В. С. Дручин. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2010. – № 5. – С. 35–39.
14. Гладышева, Я. И. Прогноз границ распространения ачимовских отложений в пределах Уренгойского мезовала с целью оценки перспектив их нефтегазоносности / Я. И. Гладышева. – Текст : непосредственный // Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений : сборник. – Москва : ООО «ИРЦ Газпром», 2005. – № 2. – С. 3–6.
15. Мельников, А. В. Стратиграфическая основа геологического моделирования неокомских отложений в пределах Уренгойского и прилегающих районов севера Западной Сибири / А. В. Мельников. – Текст : непосредственный // Горные ведомости. – 2010. – № 3. – С. 36–49.
16. Стратиграфокорреляционная основа построения региональной сейсмогеологической модели неокомских шельфовых и клиноформных отложений севера Западной Сибири / В. Н. Бородкин, Н. П. Дещеня, И. И. Нестеров (мл.) [и др.]. – Текст : непосредственный // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2003. – № 4–5. – С. 34–40.
17. Баженовский горизонт Западной Сибири : Стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность / Ю. В. Брадучан, А. В. Гольберт, Ф. Г. Гулари [и др.] ; отв. ред. В. С. Вышемирский. – Новосибирск : Наука, 1986. – 216 с. – Текст : непосредственный.
18. Гладышева, Я. И. Анализ среднеюрских отложений севера Западной Сибири для оценки риска бурения глубоких скважин / Я. И. Гладышева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. – 83 с. – Текст : непосредственный.
19. Gladisheva, Ya. I. Productivity of the Upper Jurassic of the North of the Western Siberia / Ya. I. Gladisheva, A. S. Gavrilchuk. – Text : electronic // Conference Proceedings, Tyumen, March 2019. – URL: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201900565>.

20. Большаков, Ю. Я. Теория капиллярности нефтегазонакопления / Ю. Я. Большаков ; отв. ред. А. Э. Конторович ; Российская академия наук, Сибирское отделение, Институт проблем освоения Севера. – Новосибирск : Наука, 1995. – 179 с. – Текст : непосредственный.

21. Ivanhoe, L. F. Evaluating prospective basins. I. Oil/gas potential in basins estimated / L. F. Ivanhoe. – Text : electronic // Oil Gas Journal. – URL: <https://www.osti.gov/biblio/6726142>. – Published: December, 6, 1976.

References

1. Kontorovich, A. E., Nesterov, I. I., Salmanov, F. K., Surkov, V. S., Trofimuk, A. A., & Erv'e, Yu. G. (1975). *Geologiya nefti i gaza Zapadnoy Sibiri*. Moscow, Nedra Publ., 679 p. (In Russian).

2. Gladysheva, Ya. I. (2021). *Neftegazovyy potentsial severa Zapadnoy Sibiri (rayon Nadym-Purskogo mezhdurech'ya)*. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., 204 p. (In Russian).

3. Borodkin, V. N., & Kurchikov, A. R. (2010). *Geologicheskoe stroenie i perspektivy neftegazonosnosti achimovskoy tolshchi severa Zapadnoy Sibiri*. Novosibirsk, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 138 p. (In Russian).

4. Weiss, E. (2011). Birth of the new geoscientist. *First Break*, 29(1), pp. 35-36. (In English). DOI: 10.3997/1365-2397.29.1.46393

5. Plessix, R. E., & Cao, Q. (2011). A parametrization study for surface seismic full waveform inversion in an acoustic vertical transversely isotropic medium. *Geophysical Journal International*, 185(1), pp. 539-556. (In English). DOI: 10.1111/j.1365-246X.2011.04957.x

6. Khromova, I., Link, B., & Marmelevskiy, N. (2011). Comparison of seismic-based methods for fracture permeability prediction. *First Break*, 29(1), pp. 37-44. (In English). DOI: 10.3997/1365-2397.2011001

7. Dolgikh, Yu. N. (2014). *Mnogourovnevaya seysmorazvedka i kinematischeeskaya inversiya dannykh MOV-OGT v usloviyakh neodnorodnoy VChR*. Moscow, EAGE Geomodel' Publ., 211 p. (In Russian).

8. Kontorovich, V. A. (2009). The meso-cenozoic tectonics and petroleum potential of West Siberia. *Russian Geology and Geophysics*, (4), pp. 461-474. (In Russian).

9. Kurchikov, A. R., Borodkin, V. N., Zaripov, S. M., Melnikov, A. V., & Koksharov, K. E. (2011). Substantiation of directions of prospecting-evaluation activity within the limits of Urengoi and adjoining regions in the northern part of the Western Siberia. *Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields*, (8), pp. 4-14. (In Russian).

10. Naumov, A. L., & Khafizov, F. Z. (1986). *Novyy tip litologicheskikh lovushek v neokomskikh otlozheniyakh Zapadnoy Sibiri*. *Geologiya nefti i gaza*, (1), pp. 31-35. (In Russian).

11. Nezhdanov, A. A., Ponomarev, V. A., Turenkov, N. A., & Gorbunov, S. A. (2000). *Geologiya i neftegazonosnost' achimovskoy tolshchi Zapadnoy Sibiri*. Moscow, Akademiya gornykh nauk Publ., 245 p. (In Russian).

12. Nezhdanov, A. A. (2004). *Seysmogeologicheskiy analiz stroeniya neftegazonosnykh otlozheniy Zapadnoy Sibiri dlya tseley prognoza i kartirovaniya neantiklinal'nykh lovushek i zalezhey UV*. Avtoref. diss. ... dokt. geol.-mineral. nauk, 44 p. Tyumen. (In Russian).

13. Druchin, V. S. (2010). *Vybor optimal'noy metodiki geometrizatsii preryvistykh kollektorov*. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Neft' i gaz*, (5), pp. 35-39. (In Russian).

14. Gladysheva, Ya. I. (2005) Prognoz granits rasprostraneniya achimovskikh otlozheniy v predelakh Urengoyskogo mezovala s tsel'yu otsenki perspektiv ikh neftegazonosnosti. Geologiya, burenie, razrabotka i ekspluatatsiya gazovykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy: sbornik, (2). Moscow, IRTS Gazprom LLC, pp. 3-6. (In Russian).

15. Mel'nikov, A. V. (2010). Stratigraficheskaya osnova geologicheskogo modelirovaniya neokomskikh otlozheniy v predelakh Urengoyskogo i prilegayushchikh rayonov severa Zapadnoy Sibiri. Gornye vedomosti, (3), pp. 36-49. (In Russian).

16. Borodkin, V. N., Deshchenya, N. P., Nesterov, I. I., Penyagin, P. V., & Karimova, N. A. (2003). Stratigrafokorrelyatsionnaya osnova postroeniya regional'noy seysmogeologicheskoy modeli neokomskikh shel'fovykh i kliniformnykh otlozheniy severa Zapadnoy Sibiri. Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields, (4-5), pp. 34-40. (In Russian).

17. Braduchan, Yu. V., Gol'bert, A. V., Gurari, F. G., Zakharov, V. A., Bulynnikova, S. P., Klimova, I. G.,... Turbina, A. S. (1986). Bazhenovskiy gorizont Zapadnoy Sibiri: Stratigrafiya, paleogeografiya, ekosistema, neftenosnost'. Novosibirsk, Nauka Publ., 216 p. (In Russian).

18. Gladysheva, Ya. I. (2012). Analiz sredneyurskikh otlozheniy severa Zapadnoy Sibiri dlya otsenki riska bureniya glubokikh skvazhin. Tyumen, Tyumen State Oil and Gas University Publ., 83 p. (In Russian).

19. Gladysheva, Ya. I., & Gavrilchuk, A. S. (2019). Productivity of the Upper Jurassic of the North of the Western Siberia. Conference Proceedings, Tyumen, March, 2019. (In English). Available at: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201900565>

20. Bol'shakov, Yu. Ya. (1995). Teoriya kapillyarnosti neftegazonakopleniya. Novosibirsk, Nauka Publ., 179 p. (In Russian).

21. Ivanhoe, L. F. (1976). Evaluating prospective basins. I. Oil/gas potential in basins estimated. Oil Gas Journal. (In English). Available at: <https://www.osti.gov/biblio/6726142>

Информация об авторе

Information about the author

Гладышева Яна Игоревна,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, GladyshevaYI@gmail.com

Yana I. Gladysheva, Candidate of Geology and Mineralogy, Associate Professor at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen, GladyshevaYI@gmail.com

Статья поступила в редакцию 17.08.2022; одобрена после рецензирования 11.11.2022; принята к публикации 20.11.2022.

The article was submitted 17.08.2022; approved after reviewing 11.11.2022; accepted for publication 20.11.2022.