



УДК 553.981/982(571.5)

Особенности геологического строения Среднеботуобинского нефтегазоконденсатного месторождения

Н. И. Акулов, Р. Р. Валеев

Институт земной коры СО РАН

Аннотация. Открытие в юго-восточной части Сибирской платформы месторождений докембрийской нефти и газа поставило перед литологами целый ряд вопросов, и прежде всего вопрос об условиях ее формирования. Выполненные исследования позволили установить следующее: 1) на Среднеботуобинском месторождении биллирикская свита совместно с нижнебюкской подсвитой вмещают основную часть продуктивных отложений; 2) ботуобинский продуктивный пласт представляет собой часть сложной системы барового песчаного тела, сформированного в прибрежной зоне обширного внутриплитного водоема, который в настоящее время представляет собой нефтегазовый природный резервуар; 3) песчаники ботуобинского продуктивного пласта обладают высокими коллекторскими свойствами вследствие их слабой цементации, что способствовало свободной циркуляции продуктивных флюидов в пределах барового тела и формированию нефтегазовых ловушек. Отмечено, что при корреляции стратиграфических подразделений на нефтегазовых месторождениях необходимо использовать следующие маркирующие горизонты: пласт каолиновой коры выветривания и ее переотложенных продуктов, залегающих в основании курсовской свиты и ее аналогов; пласт аргиллитов в кровле курсовской свиты, содержащий первые определяемые палеонтологические остатки в виде микрофоссилий; толща песчаников со слабой степенью цементации, формирование которых происходило в прибрежно-морских условиях древних песчаных баров; комплекс терригенно-карбонатных отложений в составе верхнебюкской подсвиты и ее аналогов; пласт окремненных доломитов в подошве даниловской свиты и ее стратиграфических аналогов. На выполненной авторами схеме корреляции наиболее продуктивный пласт – ботуобинский нефтегазоносный – представлен песчаниками с редкими прослоями аргиллитов. Установлено, что формирование Ботуобинского песчаного бара произошло не в результате трансгрессии моря, как это считалось ранее, а в результате его регрессии.

Ключевые слова: нефть, газ, Сибирская платформа, венд, корреляция, Среднеботуобинское месторождение, ботуобинский нефтегазоносный пласт.

Введение

Важнейшим событием конца XX столетия стало открытие на территории Республики Саха (Якутия) Среднеботуобинского нефтегазоконденсатного месторождения, приуроченного к Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. В октябре 2013 г. завершилось строительство нефтепровода и целого ряда нефтеперекачивающих станций, и началась коммерческая до-

быча нефти. В настоящее время это одно из крупнейших разрабатываемых месторождений в Восточной Сибири. В геологическом строении месторождения принимают участие архейские образования фундамента и венд-кембрийские отложения осадочного чехла Сибирской платформы. В 1986 г. на Четвертом межведомственном стратиграфическом совещании была принята стратиграфическая схема исследуемых отложений для данного региона, а в 1988 г. она была утверждена Межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК). Данной схемы придерживаются все современные исследователи, в том числе и мы [4].

Основная задача данной статьи заключалась в проведении геологической корреляции продуктивных отложений, выявлении особенностей их строения и структурной приуроченности, обусловившей формирование месторождения.

Стратиграфическая характеристика разреза

В стратиграфическом строении Среднеботуобинского нефтегазоконденсатного месторождения (рис. 1) основную роль играют вендские отложения, которые являются нефтегазоносными и подразделяются на четыре свиты: курсовскую, бюкскую, успунскую и кудулахскую. Не менее важная роль принадлежит и перекрывающим их нерасчлененным венд-кембрийским образованиям юрхской и билирской свит. Они также содержат продуктивные нефтегазоносные пласты и представляют большой интерес для нефтяников.

Курсовская свита с размывом залегает на маломощных (до 4 м) продуктах коры химического выветривания кристаллического фундамента платформы, представленного гранитоидами, гнейсами и гранито-гнейсами. В нижней части свиты сосредоточены песчаники с прослоями аргиллитов и алевролитов. Алевролиты и аргиллиты серые и зеленовато-серые. Песчаники серые кварц-полевошпатовые разнозернистые массивные и залегают на маломощных гравелитах с мелкогалечными конгломератами. Выше по разрезу залегают аргиллиты с прослоями алевролитов и песчаников. Аргиллиты темно-серые алевролитистые, горизонтально слоистые с многочисленными прослойками светло-серых песчаников и алевролитов. Алевролиты полевошпатово-кварцевые, участками глинистые и песчанистые. В составе верхней части курсовской свиты выявлено три пласта: арылахский, хамакинский и улаханский. Здесь же обнаружены вендские микрофоссилии (рис. 2).

Бюкская свита по особенностям литологического состава подразделяется на две подсвиты. Нижнебюкская подсвита вмещает основной продуктивный пласт – ботуобинский. Она сложена мелко- и среднезернистыми песчаниками с подчиненными прослоями крупнозернистых, гравелистых песчаников, алевролитов, реже аргиллитов. Песчаники кварцевые, местами полевошпатово-кварцевые, светло-серые и темно-серые. Алевролиты и аргиллиты коричневатого-серые до черных. В отличие от терригенной нижнебюкской подсвиты, верхнебюкская подсвита сложена хемогенными образованиями, представленными доломитами, доломито-ангидритами, ангидритами с прослоями мергелей и аргиллитов. В аргиллитах обнаружены микрофоссилии вендского возраста [2].

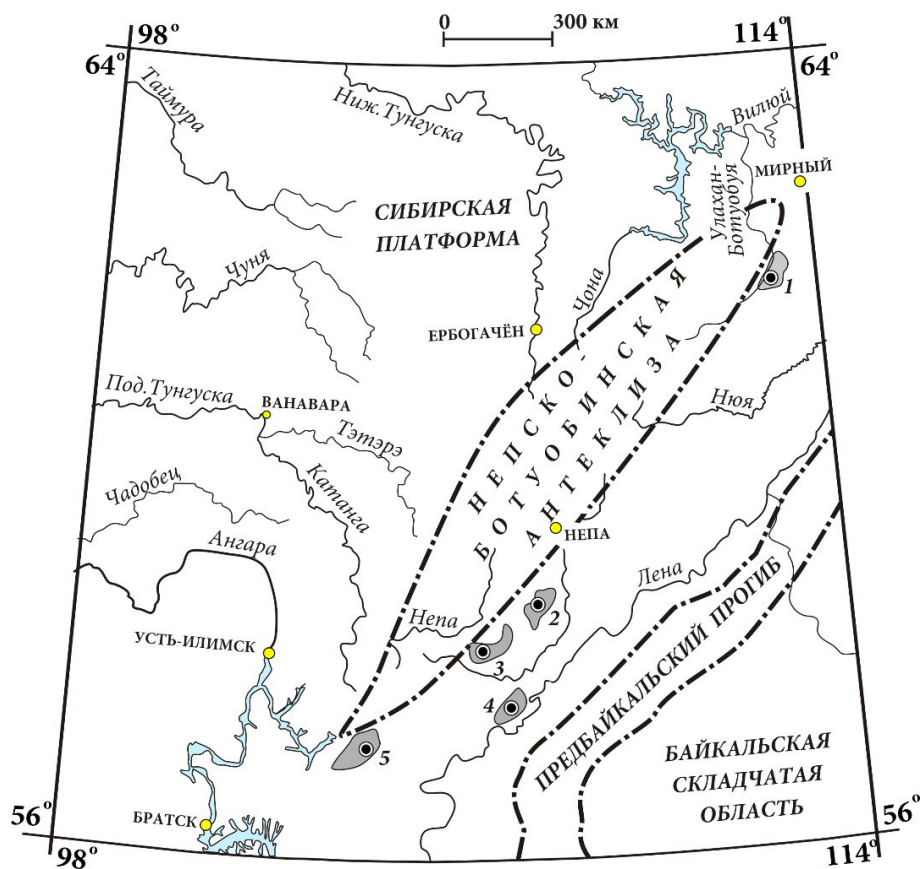


Рис. 1. Схема расположения некоторых нефтегазовых месторождений в юго-восточной части Сибирской платформы. Залитыми полями с цифрами отмечены исследуемые месторождения: 1 – Среднеботуобинское; 2 – Дулиньминское; 3 – Ярахтинское; 4 – Марковское; 5 – Верхнечитортминское

Успунская свита с несогласием залегает на бюкской. Свита представлена серыми тонкокристаллическими доломитами с прослоями мергелей, аргиллитов, доломито-ангидритов и ангидритов. В отложениях свиты обнаружены микрофоссилии вендского возраста.

Кудулахская свита согласно залегает на успунской. В ее составе преобладают доломиты, глинистые доломиты и ангидритовые доломиты. Встречаются водорослевые доломиты с тонковолокнистой текстурой.

Юряхская свита залегает согласно на кудулахской. По литологическому составу подразделяется на две подсвиты. Нижнеюряхская подсвита сложена коричневатато-серыми массивными доломитами, местами переходящими в известняки с прослоями ангидрито-доломитов и аргиллитов. Верхнеюряхская подсвита состоит из переслаивающихся светло-серых массивных мелкопористых доломитов, ангидритистых доломитов, мергелей и аргиллитов.

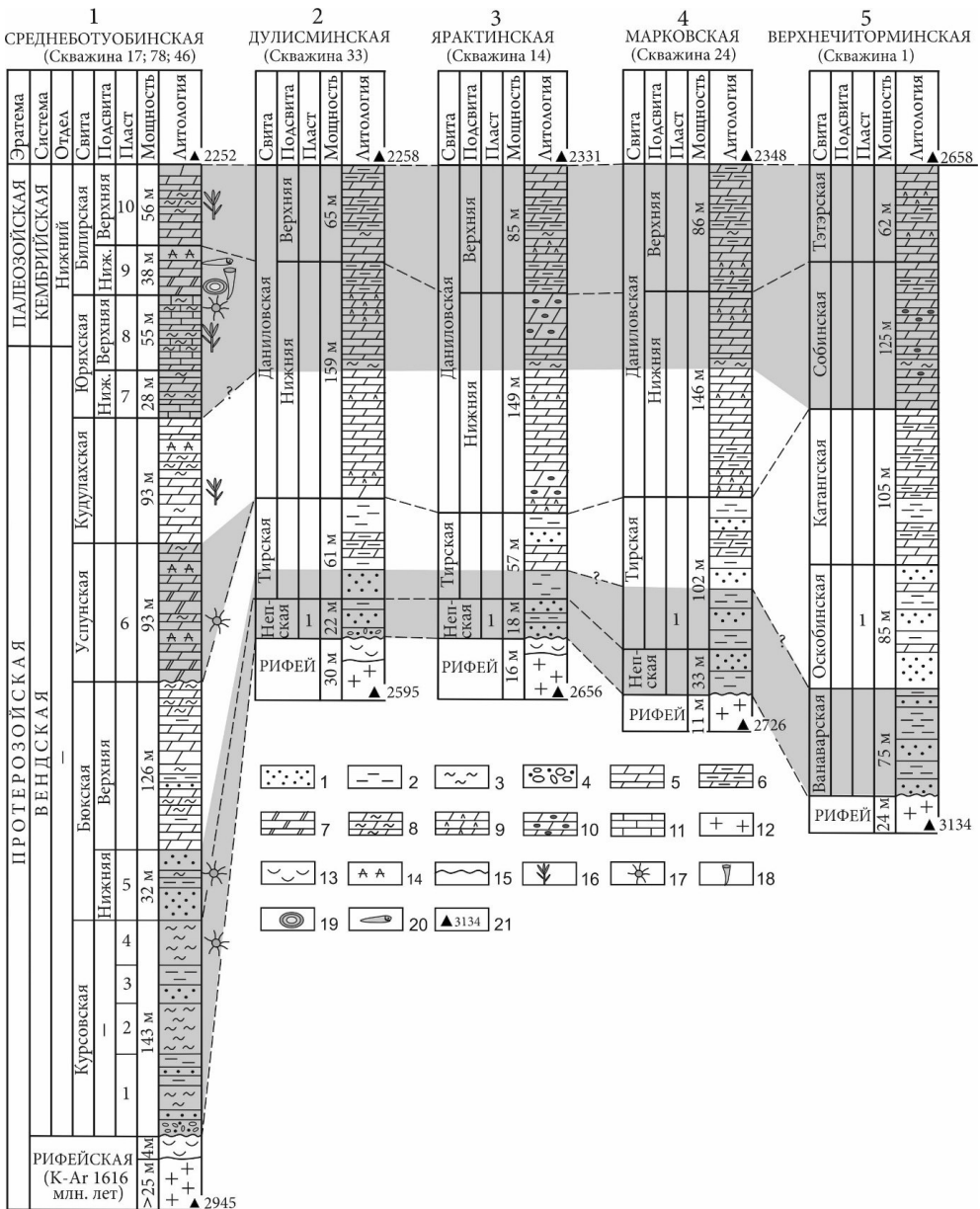


Рис. 2. Корреляция нефтегазоносных (продуктивных) отложений на исследуемых месторождениях. Условные обозначения: 1 – песчаники; 2 – алевролиты; 3 – аргиллиты; 4 – гравелиты и мелкогалечные конгломераты; 5 – доломиты; 6 – доломиты глинистые; 7 – доломиты известковистые; 8 – мергели; 9 – доломито-ангидриты; 10 – окремненные доломиты; 11 – известняки; 12 – гранитоиды и гнейсы платформенного фундамента; 13 – кора химического выветривания; 14 – ангидриты; 15 – граница несогласного залегания пород; 16 – ископаемые отпечатки водорослей; 17 – микрофоссилии; 18 – археоциаты; 19 – строматолиты; 20 – акри-тархи; 21 – глубина (м) расположения верхнего и нижнего уровней продуктивных отложений. Серым цветом выделены комплексы продуктивных пластов

Билирская свита открывает палеозойскую страницу на юго-востоке Сибирской платформы. Она представлена кембрийскими отложениями, отчетливо подразделяющимися на две подсвиты. Нижнебилирская подсвита состоит из серых слоистых строматолитов с прослоями зеленовато-серых и красновато-бурых аргиллитов. С отложениями подсвиты связан второй продуктивный пласт – осинский-II, в котором располагаются запасы газа и трудноизвлекаемые залежи нефти Среднеботуобинского месторождения.

Верхняя подсвита вмещает органогенные доломитизированные известняки, доломиты и глинистые доломиты. Все породы сероцветные и преимущественно массивные, хотя встречаются среди них и горизонтально-слоистые. С отложениями подсвиты связан третий продуктивный пласт – осинский-I, в котором располагаются запасы газа и трудноизвлекаемые залежи нефти Среднеботуобинского месторождения. Продуктивность пласта подтверждена на Среднеботуобинском, Талаканском, Северо-Талаканском, Верхнечонском и Пилюдинском месторождениях.

В породах билирской свиты выявлен обширный комплекс археоциат, хиолитов, водорослей, строматолитов, микрофитолитов, акритархов томмотского и атдабанского ярусов нижнего кембрия.

Выше по разрезу билирская свита перекрыта 2250-метровой толщей «пустых» преимущественно кембрийских образований, в том числе и 165-метровой толщей юрских песчаников и конгломератов, а также силлами долеритов, мощность которых достигает 145 м.

Проведенная **корреляция стратиграфических подразделений**, вмещающих продуктивные нефтегазонасыщенные пласты на юго-востоке Сибирской платформы, показала, что на Среднеботуобинском месторождении билирская свита совместно с нижнебюкской подсвитой вмещают основную часть запасов углеводородного сырья. На выполненной авторами схеме корреляции наиболее продуктивный пласт – ботуобинский нефтегазонасыщенный – представлен песчаниками с редкими прослоями аргиллитов (см. рис. 2). Характерной особенностью песчаников из ботуобинского пласта является низкое содержание в его составе цемента (от долей до 7 %). В кровле пласта наблюдается постепенное увеличение содержания карбонатного цемента, и отмечен плавный переход песчаников к вышележащим доломитам верхнебюкской подсвиты. С ботуобинским пластом связана основная нефтегазонасыщенность Среднеботуобинского, Чаяндинского, Таас-Юрхского, Иреляхского, Мирнинского и других месторождений.

В основу корреляционной схемы положены базальные кристаллические породы фундамента Сибирской платформы, которые почти повсеместно перекрыты маломощной каолиновой корой выветривания, являющейся важнейшим маркирующим горизонтом.

Второй особенностью нефтегазовых месторождений на юго-востоке Сибирской платформы является полное отсутствие в курсовской свите, ее стратиграфических аналогах – непской и ванаварской свитах – хемогенных образований, и прежде всего карбонатных и галогенных отложений.

К третьей корреляционной особенности относится наличие в кровле курсовской свиты и ее стратиграфических аналогах первых определяемых палеонтологических остатков в виде микрофоссилий, которые позволяют установить их вендский возраст и коррелировать между собой.

Четвертым корреляционным признаком служат песчаники со слабой степенью цементации, формирование которых происходило в прибрежно-морских условиях древних песчаных баров.

Пятым корреляционным признаком являются терригенно-карбонатные отложения, наличие которых установлено в верхнебюкской подсвите и в составе ее стратиграфических аналогов – верхнетирской подсвите и оскобинской свите.

Шестой характерной особенностью вендских отложений служит пласт окремненных доломитов в подошве даниловской свиты и ее стратиграфических аналогов.

Завершая рассмотрение важнейших корреляционных признаков исследуемых отложений, следует указать на их возраст, охватывающий переходной стратиграфический рубеж от венда к кембрию, во время которого произошло бурное развитие органогенных известняков, расцвет разнообразных водорослей, а также археоциат, хиолитов, микрофитолитов и акритархов.

Палеогеографические условия формирования нефтегазоносного ботубобинского пласта. По данным некоторых исследователей [1; 2; 5], его формирование происходило в условиях медленной трансгрессии моря на побережье барового типа.

Проведенные нами исследования керна из скважин Среднеботубобинского месторождения свидетельствуют о том, что это была серия гигантских (до 60 км протяженностью) аккумулятивных валов, простиравшихся вдоль побережья древнего Восточно-Сибирского моря. При этом средняя ширина барового тела составляла около 12 км, а высота – около 100 м. В настоящее время мощность баровых песков, литифицированных до состояния разнозернистых песчаников, входящих в состав нижнебюкской подсвиты, достигает 42 м.

Петрографическое изучение пород барового тела в скважине 3388 (куст 17) показало, что в интервале глубин 2310,07–2338,20 м они сложены слабощементированными крупнозернистыми (до гравелистых) плохо отсортированными светло- и темно-серыми кварцевыми песчаниками. По текстурным особенностям выделяются песчаники с пологонаклонными и пологоволнистыми слоями, реже массивные и косослоистые. В шлифах наблюдается микро- и тонкая слоистость, связанная с чередованием слоев с разной размерностью зерен. Цемент в песчаниках регенерационно-поровый кварцевый, кварцево-карбонатный и карбонатный, а местами («суперколлектор» в интервале глубин 2312,55–2312,73 м) цемент вообще отсутствует, при этом наблюдается бесцементное соединение обломков. Господствующий размер у среднезернистых песчаников, повсеместно перекрывающих вышеописанные крупнозернистые, составляет 0,3 мм. Они содержат около 2,5 % алевритовой фракции и до 0,3 % глинистой. Среди аутиген-

ной минерализации преобладают гнезда пирита, лейкоксен, доломит, кварц, ангидрит и гипс. Гнезда пирита достигают 0,15 мм. Органические включения встречаются в виде темно-коричневых пятен округлой формы.

Согласно классификационной диаграмме В. Д. Шутова [7] все проанализированные песчаники относятся к группе мономиктовых кварцевых песчаников, но встречаются и полевошпатово-кварцевые песчаники. Обломки кварца – полуокатанные и окатанные, замутненные газопылевыми частицами, изометричные и немного вытянутые. Полевой шпат представлен зернами плагиоклаза, ортоклаза и микроклина, которые частично раздроблены и разрушены. Минералы тяжелой фракции представлены турмалином, цирконом, дистеном, сфеном, касситеритом, хромшпинелидами, брукитом и анатазом. Следует отметить, что проведенный химический анализ кварцевых песчаников показал, что они содержат (масс. доля %) до 97,3 SiO₂, до 15,2 MgO, до 25,8 CaO, до 5,5 Al₂O₃, до 3,2 K₂O, до 3,1 Fe₂O₃, до 1,9 Na₂O и до 0,3 TiO₂.

Наличие слоев зеленых аргиллитов свидетельствует о существенной роли приливно-отливных течений, перераспределявших древние песчаные осадки при формировании барового тела. Почти повсеместно песчаники содержат знаки волновой ряби.

Как указывалось выше, породы, подстилающие разнородные песчаники Ботубинского бара и объединенные в состав курсовской свиты, тоже вмещают продуктивные пласты. В скважине 3388 они вскрыты в интервале глубин 2338,2–2400,0 м. Это преимущественно серые и красноцветные аргиллиты, серо-зеленые песчаные алевролиты и редкие прослои мелкозернистых песчаников.

По данным гранулометрического анализа, основная масса изученных пород из данной части разреза представляет собой глинистые и песчаные алевролиты. Содержание песчаной фракции в глинистом алевролите составляет от 8,0 до 14,9 %. Средний размер терригенных зерен – около 0,03 мм. Содержание песчаной фракции в песчаном алевролите достигает 41,9 %, а глинистой фракции – 13,2 %. В составе алевролитов обнаружены пиритовые конкреции округлой и вытянутой формы размером от 1,5 до 6 см в поперечнике, а также округлые включения черного битуминозного материала. Мощность прослоев песчаников достигает 0,2 м.

Аргиллиты тонкоплитчатые, местами с раковистым изломом, иногда с зеркалами скольжения. В результате термического анализа выявлено, что красноцветные аргиллиты содержат до 4 % галита, до 7 % сидерита и до 2 % ангидрита.

Мелкозернистые песчаники состоят на 95–100 % из кварца, что позволяет отнести их к мономиктовым кварцевым песчаникам. Терригенный материал хорошо отсортирован, кварцевые зерна полуокатанные и угловатые. Полевой шпат, серицит и обломки глинистых каолиновых пород встречаются редко, тем не менее это типичные индикаторы, указывающие на размыв, перенос и переотложение коры выветривания из провинции питания (обла-

сти сноса). Минералы тяжелой фракции встречаются редко и представлены турмалином, сфеном, хромшпинелидами и аутигенными лейкоксеном и пиритом. Количество цемента в песчаниках достигает 45 %. По типу цементации он базально-поровый или базальный. Все это указывает на то, что основная масса отложений курсовской свиты сформировалась в условиях мелководного шельфа обширного внутриплитного Восточно-Сибирского моря. Впоследствии, в процессе регрессии моря, с восточного склона Непско-Ботуобинского поднятия, где в настоящее время расположено Среднеботуобинское месторождение на месте существовавшего здесь мелководного шельфа, постепенно возник гигантский прибрежный песчаный бар. Таким образом, формирование Ботуобинского песчаного бара произошло не в результате трансгрессии моря, как это считали исследователи [1; 2; 5], а в результате его регрессии.

Обычно бары отделяют от моря заливы или целые лагуны. В настоящее время подобные геологические тела известны в Мексиканском заливе, Охотском, Беринговом, Азовском и других морях. Так, песчаное тело, названное «Арабатская Стрелка (Коса)», длина которого около 200 км, отделяет залив Сиваш от Азовского моря.

Важно отметить, что погребенный древний Ботуобинский бар впоследствии превратился в природный массивный нефтегазовый резервуар. Под природным массивным резервуаром понимается природное тело, размеры которого по разным направлениям примерно сопоставимы. В кровле и подошве этого тела залегают труднопроницаемые для флюидов породы. Флюиды свободно циркулируют в пределах барового тела как по горизонтали, так и по его вертикали, что способствует вертикальной дифференциации флюидов по плотности и обособлению нефти от воды и газа в определенных местах – ловушках.

Кроме того, по данным А. М. Фомина, С. А. Моисеева [6], установлено, что перспективы нефтегазоносности ботуобинского продуктивного пласта далеко не исчерпаны. Следует отметить, что к северо-западу от Среднеботуобинского месторождения простиралась обширная нижняя зона пляжа, тянувшаяся вдоль очень пологого берега. В юго-восточном направлении произошло сокращение мощности песчаников в пределах предфронтальной зоны пляжа вплоть до полного отсутствия в зоне склоновой части шельфа. Вероятно, в результате неравномерной скорости трансгрессии и циклических колебаний уровня моря границы фациальных зон изменялись с сохранением медленного продвижения в северо-западном направлении. Это обстоятельство обусловило присутствие фрагментарной слоистости в строении ботуобинского пласта. Временные незначительные усиления скорости слабого вдольберегового северо-восточного течения и приливно-отливные циклы нашли отражение в фрагментарном развитии слабонаклонной косой слоистости.

Для базального уровня ботуобинского горизонта практически повсеместно характерны повышение глинистости песчаников и алевролитов и меньшая степень окатанности и отсортированности. Данное обстоятельство

подчеркивает прибрежно-морской генезис песчаного ботуобинского тела. Кроме того, в процессе формирования отложений нижней части ботуобинского горизонта отчетливо отмечается кратковременное изменение уровня моря, что привело к образованию локальной глинистой перемычки. Эта глинистая пачка протягивается в нижней части ботуобинского горизонта вдоль осевой части песчаного барового тела.

Заключение

Выполненные построения позволяют сделать следующие выводы:

1. Формирование Ботуобинского песчаного бара произошло не в результате трансгрессии моря, как это считали ранее, а в результате его регрессии.
2. На Среднеботуобинском месторождении билирская свита совместно с нижнебюкской подсвитой вмещают основную часть продуктивных отложений.
3. Ботуобинский продуктивный пласт представляет собой часть сложной системы барового песчаного тела, сформированного в прибрежной зоне обширного внутриплитного водоема, который в настоящее время представляет собой нефтегазовый природный резервуар.
4. Песчаники ботуобинского продуктивного пласта обладают высокими коллекторскими свойствами вследствие их слабой цементации, что способствовало свободной циркуляции продуктивных флюидов в пределах барового тела и формированию нефтегазовых ловушек.

Список литературы

1. *Лебедев М. В.* Фациальные модели терригенных отложений венда северо-востока Непско-Ботуобинской антеклизы (Сибирская платформа) / М. В. Лебедев, Л. С. Чернова // Геология и геофизика. – 1996. – Т. 37, № 10. – С. 51–64.
2. *Мельников Н. В.* Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы: (стратиграфия, история развития) / Н. В. Мельников. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. – 146 с.
3. Месторождения нефти и газа центральной части Непско-Ботуобинской антеклизы / В. Н. Воробьев, С. А. Моисеев, В. А. Топешко, В. С. Ситников // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2006. – № 7. – С. 4–17.
4. Решения Четвертого межведомственного регионального стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы / под ред. Н. В. Мельникова, Л. Н. Репина. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 1989. – 64 с.
5. Стратиграфическая схема терригенных отложений венда северо-востока Непско-Ботуобинской антеклизы / М. В. Лебедев, С. А. Моисеев, В. А. Топешко, А. М. Фомин // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55, № 5/6. – С. 874–890.
6. *Фомин А. М.* Ботуобинский продуктивный горизонт (условия формирования, строение и перспективы нефтегазоносности) / А. М. Фомин, С. А. Моисеев // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2012. – № 1(2). – С. 19–23.
7. *Шутов В. Д.* Классификация песчаников / В. Д. Шутов // Граувакки. – М. : Наука, 1972. – С. 21–24.

Peculiarities of the Srednebotuobinsk Oil-and-Gas Deposit Geological Structure

N. I. Akulov, R. R. Valeev

Institute of Earth's Crust SB RAS

Abstract. Precambrian oil-and-gas field was discovered within the south-eastern Siberian platform. This raises a number of questions and, first of all, the problem of its formation conditions. Performed studies suggest the following: 1) within the Srednebotuobinsk deposit the bilirskaya formation together with nizhnebuksinskaya subformation contain the major part of productive deposits; 2) the Botuobinsk reservoir is a part of complex system of the bar sandy body formed in the near-shore zone of the broad intraplate water body which is now a true oil reservoir; 3) sandstones of the Botuobinsk reservoir due to their weak cementation show good collecting properties that promoted a free circulation of productive fluids within the bar body and formation of oil-and-gas traps. When correlating stratigraphic subdivision within oil-and-gas deposit it is necessary to use the following markers: kaolin residual soil bed and its redeposited products occurred in the base of kursovskaya formation; bed of argillites in the top of kursovskaya formation containing the first definable paleontological remains in the form of microfossils; complex of sandstones with weak degree of cementation which were formed under littoral conditions of the ancient sandbar; complex of terrigenous-carbonate sediments in the verkhnebuksinskaya subformation and its analogs; bed of silicified dolomites in the bottom of danilovskaya formation and its stratigraphic analogs. The authors performed correlation diagram the most productive ones-botuobinskij oil-gas-bearing bed introduced sandstone with occasional streaks of mudstone. It is established that the Botuobinsk sandy bar was formed not due to the sea transgression, as was previously expected, but owing to its regression.

Keywords: oil, gas, Siberian platform, vendian, correlation, Srednebotuobinsk deposit, Botuobinsk oil-gas-bearing bed.

References

Vorobyov V.N., Moiseyev S.A., Topeshko V.A., Sitnikov V.S. Oil and gas deposits of the central part of the Nepa-Botuobinskaya anteklise [Mestorozhdeniya nefi i gaza v centralnojo chasti Nepsko-Botuobinskojo anteklize]. *Geology, geophysics, and development of oil and gas fields – Geologija, geofizika, i razrabotka nefijanih i gazovih mestorozeniju*, 2006, no 7, pp. 4–17.

Lebedev M.V., Chernova L.S. Model sediment Ciskei terrigenous Facieses North-east Nepa-Botuobinskaya anteklise (Siberian platform) [Faciálnaja model' terrigennih otlojenii vندا severo-vostoka Nepsko-Botuobinskaya antiklize (Sibirskaja platforma)]. *Geology and Geophysics – Geologija i Geofizika*, 1996, no 10 (37), pp. 51–64.

Lebedev M.V., Moiseyev S.A., Topeshko V.A., Fomin A.M. Stratigraphic scheme of terrigenous sediment Ciskei Northeast Nepa-Botuobinskaya anteklise [Stratigraficheskaja shema terrigennih otlojenii vندا severo-vostoka Nepsko-Botuobinskaya antiklize]. *Geology and Geophysics – Geologija i Geofizika*, 2014, no 5/6 (55), pp. 874–890.

Melnikov N.V. Vend-Kembriiskii solenosnii bassein Sibirskoi platform: (stratigrafij, istorij) (Vend-kembriiskii solenosnii bassein Sibirskojju platformi: (stratigrafija, istorija razvitija)). Novosibirsk, Publishing House of the SB RAS, 2009. 146 p.

Reshhenija Chetvertogo mezhvedomstvennogo regionalnogo stratigraficheskogo soveshhanija po utochneniju i dopolneniju stratigraficheskikh shem vندا i kembrija vnu-

trennih rajeonov Sibirskojo platformju (The decision of the fourth interdepartmental regional stratigraphic meeting to clarify and supplement the stratigraphic schemes of Vanda and Cambrian interior of the Siberian platform). Novosibirsk, CNIIGGiMS, 1989. 64 p.

Shutov V.D. Classification of sandstones (Grauvakki). [Klassifikazhija peschanikov (Grauvakki)]. M., 1972. pp. 21–24.

Fomin A.M., Moiseev S.A. Productive horizon (conditions of formation, structure and oil and gas prospects) [Botuobinskiy produktivniy gorizont (usloviya formirovaniya, stroenie i perspektiva nefdigazonosnosti)]. *Interekspos geo-Siberia – Interekspos geo-Sibir'*, 2012, no 1(2), pp. 19–23.

Акулов Николай Иванович
доктор геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник
Институт земной коры СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128
тел.: (3952) 42-70-00
e-mail: akulov@crust.irk.ru

Akulov Nikolay Ivanovich
Doctor of Sciences (Geology and
Mineralogy), Lead Research Scientist
Institute of Earth's Crust SB RAS
128, Lermontov st., Irkutsk, 664033
tel.: (3952) 427000
e-mail: akulov@crust.irk.ru

Валеев Рушан Рушанович
аспирант
Институт земной коры СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128
тел.: (3952) 42-70-00
e-mail: rushan-ap@rambler.ru

Valeev Rushan Rushanovich
Postgraduate
Institute of Earth's Crust SB RAS
128, Lermontov st., Irkutsk, 664033
tel.: (3952) 427000
e-mail: rushan-ap@rambler.ru