

УДК 553.98(571.1/5)

Литолого-фациальные особенности формирования карбонатных газонефтеносных резервуаров юга Сибирской платформы

В.Е. Крючков^{1*}, С.Б. Коротков¹, А.Г. Медведев¹, А.А. Пензин¹

¹ ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Российская Федерация, 142717, Московская обл., Ленинский р-н, с.п. Развилковское, пос. Развилка, Проектируемый пр-д № 5537, вл. 15, стр. 1

* E-mail: V_Kryuchkov@vniigaz.gazprom.ru

Ключевые слова:

Сибирская платформа, осадконакопление карбонатных рифей-нижнекембрийских отложений, постседиментационные преобразования пород, резервы прироста запасов углеводородов, постановка поисково-разведочных работ.

Тезисы. По результатам сравнительного анализа условий осадконакопления и постседиментационных преобразований карбонатных рифей-нижнекембрийских отложений Сибирской платформы в различных частях тектонических структур установлено определяющее влияние конседиментационной складчатости на зональность формирования вещественного состава пород и их физических свойств. Осадконакопление карбонатных отложений осуществлялось одновременно с ростом тектонических структур. Гипсометрическая дифференциация отдельных тектонических блоков в процессе осадконакопления, часто незначительная, определила существенную латеральную неоднородность формирования вещественного состава и фильтрационно-емкостных свойств пород. Наиболее оптимальные условия формирования высокеемких карбонатных газонефтеносных резервуаров существовали на вершинах приподнятых тектонических блоков во время мелководно-морских циклов осадконакопления. Эти зоны благоприятны для формирования водорослевых биостромов и биогермов.

В разрезе отдельных крупных месторождений Сибирской платформы имеются резервы прироста запасов углеводородов в слабоизученных карбонатных отложениях верхнего венда – нижнего кембрия. Интенсификация притоков углеводородов (солянокислотная обработка), возможно, позволит увеличить их суммарные запасы на этих месторождениях.

Необходимо продолжить геологоразведочные работы в северных малоизученных районах Сибирской платформы, прежде всего в зоне развития венд-нижнекембрийских солей. В осадочном чехле районов сочленения Тунгусской синеклизы с Байкитской, Непско-Ботуобинской и Анабарской антеклизмами, Турухано-Норильской грядой, а также другими крупными тектоническими структурами выявлены крупные выступы, своды, валы, локальные поднятия. Эти районы, а также доступные для глубокого бурения приподнятые блоки центральных районов Тунгусской синеклизы перспективны для постановки поисково-разведочных работ.

Литолого-фациальные реконструкции условий осадконакопления, изучение характера и последовательности постседиментационных преобразований пород являются важной составляющей поисков и разведки нефти и газа. На примере группы месторождений ПАО «Газпром» в Восточной Сибири (Чаяндинского, Ковыктинского, Абаканского, Имбинского, Ильбокичского, Берямбинского и др.), а также на основе анализа и обобщения опубликованных материалов по другим месторождениям в настоящей работе сделана попытка выявить основные закономерности формирования и пространственного размещения карбонатных пород-коллекторов и флюидопоров в рифей-нижнекембрийских отложениях Сибирской платформы.

Геологическое строение Сибирской платформы, в том числе литологические особенности газонефтеносных комплексов, описаны в многочисленных публикациях А.Э. Конторовича, В.Г. Кузнецова, Н.В. Мельникова, О.В. Постниковой, В.С. Старосельцева, В.С. Суркова, А.А. Трофимука, Н.К. Фортунатовой, В.В. Харахинова, Г.Г. Шемина и других исследователей [1–8]. Установлено, что строение упомянутых ранее месторождений углеводородов (УВ) имеет общие особенности. Месторождения преимущественно многопластовые, сводовые, разбиты на множество тектонических блоков. Природные газонефтеносные резервуары представляют собой структуры облекания различных по величине выступов пород фундамента и рифея, их величина определяется размерами подстилающих поднятий. Пласты-коллекторы, вмещающие УВ, характеризуются значительной латеральной и вертикальной литологической изменчивостью, что определяет существенную изменчивость

фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пород. Отмечается тенденция резкого ухудшения ФЕС за пределами поднятий.

В отложениях верхнего рифея залежи УВ выявлены на вершине Камовского свода Байкитской антеклизы (Юрубчено-Тохомская зона нефтегазонакопления). Это крупнейшее в мире скопление УВ в древних толщах рифея. Породы-коллекторы, вмещающие УВ, представлены выходящими на предвендскую эрозионную поверхность доломитами. Их основной составной частью служат известковые, в различной степени доломитизированные простейшие сине-зеленые водоросли. Породы сильно изменены постседиментационными преобразованиями. Структура водорослевых компонентов, слагающих породы (строматолитов, онколитов, фитолитов), различается с трудом или уничтожена полностью. Водорослевые образования часто представляют собой комочки и сгустки пелитоморфного кальцита. Пористость изменяется от долей процента до 15–17 %, размер пор и каверн в изученных образцах керна – от сотых долей миллиметра до 4 см. В породах распространены тектонические трещины преимущественно субвертикальной ориентации. Характерно неравномерное распределение пустот. Стенки пор, каверн

и трещин несут следы выщелачивания карбонатного материала. Пустоты в различной степени заполнены ромбоэдрами новообразованного доломита, кремнистыми минералами, ангидритом. Минеральные новообразования замещают прилегающие к ним участки матрицы. Пласты-коллекторы, вмещающие залежи УВ, залегают на вершинах приподнятых блоков Камовского свода. На склонах свода пористые доломиты замещаются плотными микрозернистыми доломитами, с удалением от вершин количество глинистой примеси в их составе возрастает. Склоны Камовского свода, как и других крупных тектонических поднятий, характеризуются блоковым строением. На отдельных вершинах небольших блоков, по данным каротажа и керна (рис. 1–3), выделяются пористые пропластки. Покрышками, экранирующими рифейские залежи УВ, служат аргиллиты и глинистые алевролиты нижнего венда.

Изучение вещественного состава карбонатных пород верхнего рифея, их структурно-текстурных особенностей показало, что осадконакопление в позднем рифее на территории Сибирской платформы осуществлялось в условиях мелководного морского бассейна нормальной солености. В это время единственным источником карбоната накопления служили

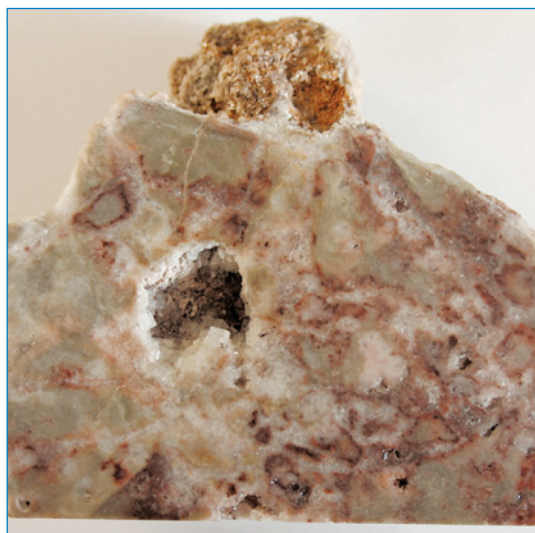


Рис. 1. Доломитизированный водорослевый известняк. Образец керна: южный склон Камовского свода, скв. 2 Платоновская, кровля отложений рифея

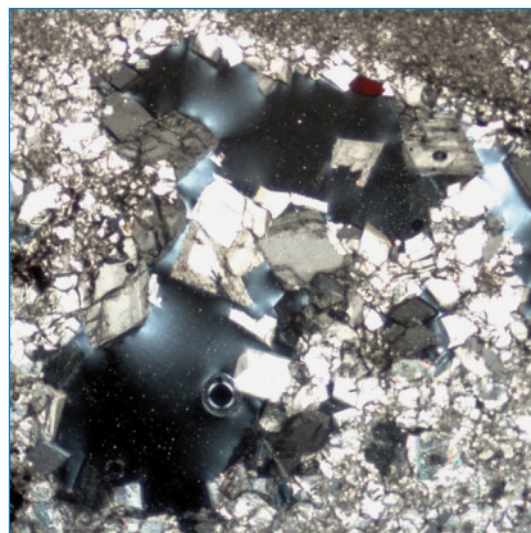


Рис. 2. Каверна выщелачивания, стенки которой инкрустированы новообразованными ромбоэдрами доломита. Шлиф, ×18, с анализатором: южный склон Камовского свода, скв. 2 Платоновская, кровля отложений рифея

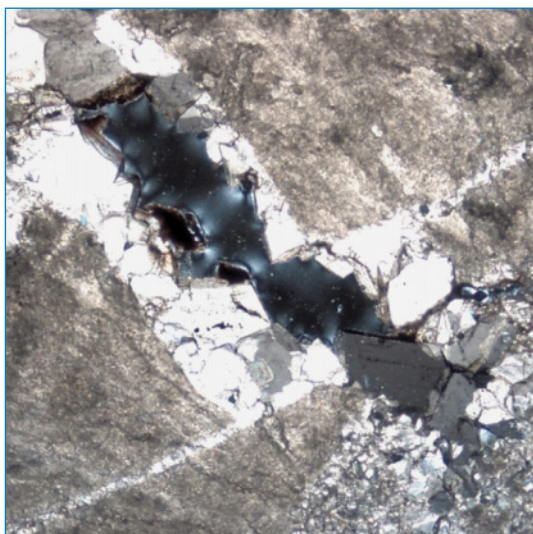


Рис. 3. Трещина, частично заполненная минеральными новообразованиями. Шлиф, $\times 18$, с анализатором: южный склон Камовского свода, скв. 2 Платоновская, кровля отложений рифея

простейшие сине-зеленые водоросли, обитавшие на дне рифейского моря. Скелетных порообразующих организмов в морях протерозоя еще не существовало. Наиболее благоприятные условия произрастания водорослей (хорошо прогретые воды, улучшенная освещенность, аэрация) существовали в зонах мелководья на вершинах приподнятых блоков фундамента, возвышавшихся в рельефе морского дна. Таковые условия в позднем рифее существовали в районе Камовского свода Байкитской антеклизы. Под воздействием процессов фотосинтеза водоросли сорбировали растворенный в морской воде карбонат кальция, на их поверхности формировались тонкие известковые наросты, в точности повторяющие водорослевую структуру. Минерализация охватывала не только поверхность водорослей, но и их внутреннюю ткань, при этом в различной степени сохранялась их первичная структура. С углублением морского дна условия произрастания водорослей ухудшались, содержание водорослевой массы сокращалось. Волнениями и течениями с возвышенностей на склоны поднятий и в низины сносились мелкие обрывки водорослей, микрозернистые известковые и глинистые частицы, формировались микрозернистые известковые илы.

В процессе литификации осадков под воздействием гравитационного давления выше-

лежащих толщ (стадия диагенеза) на вершинах приподнятых блоков наслаивающиеся твердые известковые наросты служили каркасом, препятствующим уплотнению. Этот тип осадков характеризуется неплотной упаковкой слагающих их твердых поверхностей, повышенными значениями первичной пористости. На склонах поднятий и в низинах микрозернистые илы характеризуются высокой степенью уплотнения слагающих их частиц, крайне низкими значениями первичной пористости.

Рифейский период на территории Сибирской платформы завершился региональной регрессией, длительным перерывом осадконакопления. В предвендский перерыв – время интенсивной тектонической активности – выведенные на поверхность породы рифея долгое время подвергались процессам выветривания. В поверхностных условиях породы длительно находились в зоне деятельности пресных метеорных вод – основного агента выщелачивания карбоната кальция. Наиболее интенсивно выщелачивались пористые разновидности известняков. Под воздействием пресных вод углублялись и расширялись поры и трещины, улучшалась их сообщаемость, тонкорассеянные в породах соединения железа подверглись процессам окисления. В течение предвендского перерыва сформирован основной объем современного пустотного пространства рифейских карбонатных пород. Пористые известняки наиболее интенсивно доломитизированы и перекрытосталлизованы, в плотных глинистых разновидностях пород вторичные преобразования проявлены значительно слабее. Процессы окремнения, сульфатизации, протекавшие на разных стадиях литогенеза, существенно сократили объем пор, каверн и трещин карбонатных пород верхнего рифея, однако значительный объем пустот сохранился. На вершинах небольших тектонических блоков, осложняющих склоны крупных тектонических поднятий, периодически возникали зоны мелководья, благоприятные для произрастания водорослей, формировались небольшие по размерам водорослевые биостромы и биогермы. В этих зонах возможно открытие залежей УВ.

Ранний венд на территории Сибирской платформы – время начала обширной региональной трансгрессии после длительного перерыва. Разрез нижнего венда сложен толщиной переслаивания терригенных пород различных структурно-генетических типов: песчаников,

алевролитов, глинистых алевролитов, аргиллитов. Вверх по разрезу терригенные отложения сменяются толщей переслаивания карбонатных и эвапоритовых пород верхнего венда – нижнего кембрия.

В позднем венде с углублением бассейна седиментации источники сноса обломочного материала значительно отделились, вновь создались благоприятные условия для карбонатного осадконакопления. Территория Сибирской платформы в позднем венде – раннем кембрии, как и в позднем рифее, служила дном обширного морского бассейна нормальной солёности. Основной составной частью карбонатных пород-коллекторов, вмещающих УВ, как и в отложениях рифея, служат доломитизированные водорослевые известняки (рис. 4–6) [9]. Характерна меньшая степень перекристаллизации венд-нижнекембрийских доломитов по сравнению с доломитами рифея, в них более четко устанавливается первичная водорослевая структура. Пористость пород достигает 15 %, основной объем пустот – межслоевые и межфрагментарные поры и каверны выщелачивания карбонатного материала, соединяющие их трещины. В изученных образцах керна размер пустот составляет от сотых долей миллиметра до 5 мм, форма продольно-вытянутая, щелевидная, овальная. Угловатые межзерновые поры доломитизации и перекристаллизации не превышают 1,5–2 %, их размер – менее 0,15 мм. Наиболее пористые разновидности доломитов установлены на вершинах тектонических блоков, за их пределами резко ухудшаются коллекторские свойства пород, возрастает количество глинистой примеси. Локальными и региональными флюидоупорами, экранирующими залежи УВ, служат пласты солей, их толщины возрастают в направлении от сводов к крыльям поднятий.

Как и в позднем рифее, в позднем венде – раннем кембрии основным породообразующим материалом служили простейшие сине-зеленые водоросли, наиболее благоприятные условия произрастания которых отмечаются на вершинах приподнятых в рельефе морского дна тектонических блоков. Здесь формировались пористые водорослевые биостромы и биогермы. Их латеральная протяженность, как правило, соответствует величине подстилающих выступов.

Во время периодических регрессий море мелело, сформированные карбонатные



0 2 4 6 8 10 12 см

Рис. 4. Строматолитовый доломит.
Образец керна: Берямбинское ГКМ, скв. 1, нижнебельская подсвита нижнего кембрия, продуктивный пласт А-V-III

постройки периодически выводились на поверхность, под воздействием пресных метеорных вод расширялись и углублялись первичные поры и трещины, значительно возрастал объем пустот. На месте единого обмелевшего

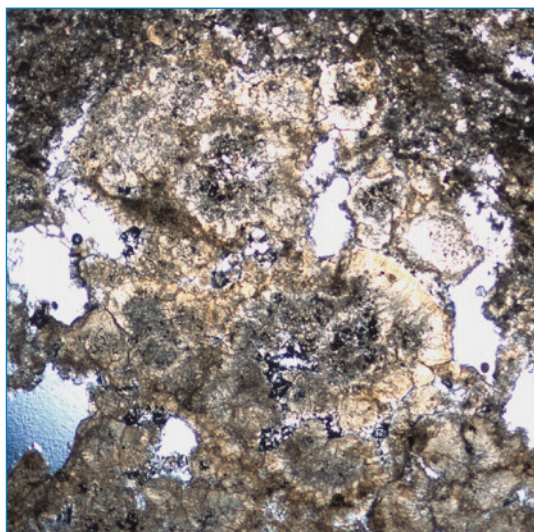


Рис. 5. Строматолитовый доломитизированный известняк. Шлиф, ×18, без анализатора: Берябинское ГКМ, скв. 1, продуктивный пласт А-V-III

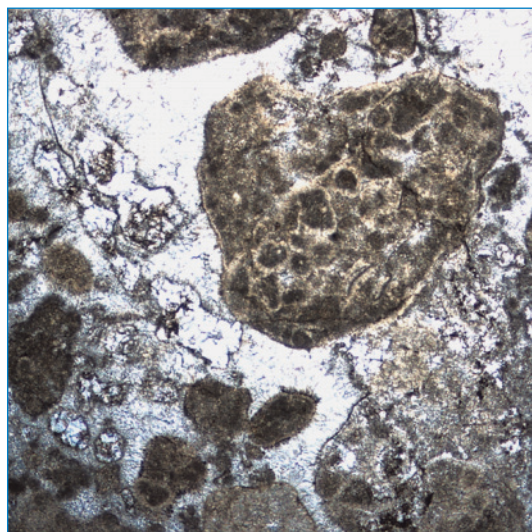
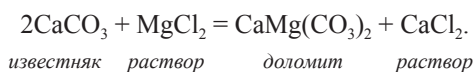
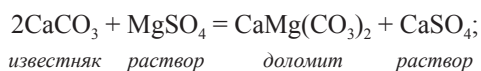


Рис. 6. Интракласты, образованные в результате волнового взламывания слаболифитизированного водорослевого известняка. Шлиф, ×18, без анализатора: Берябинское ГКМ, скв. 1, продуктивный пласт А-V-III

морского бассейна образовывались изолированные и частично изолированные водоемы с затрудненным водообменом. Морская вода интенсивно испарялась, увеличивалась концентрация растворенных в воде солей, началась садка эвапоритов. Рапные рассолы просачивались в донные осадки и породы, ионы магния оказывали доломитизирующее воздействие на известковые илы и известняки согласно следующим реакциям:



CaSO_4 и CaCl_2 выносились за пределы пласта, частично осаждаясь в пустотах, в различной степени запечатывая их. Во время трансгрессий море углублялось, возобновлялось карбонатное осадконакопление. Эвстатические колебания уровня моря обусловили формирование в разрезе верхнего венда – нижнего кембрия толщи переслаивания доломитизированных известняков и эвапоритов. Во время длительных региональных регрессий формировались пласты солей значительной протяженности, служащие региональными флюидо-

упорами. Аналогичные процессы доломитизации известняков протекали в отложениях верхнего рифея. Эвапоритовые толщи, перекрывающие карбонатные отложения верхнего рифея, размыты во время длительного предвендского регионального перерыва.

Анализ геолого-геофизических материалов показал, что карбонатные породы-коллекторы, вмещающие залежи УВ Сибирской платформы, сформированы на вершинах приподнятых тектонических блоков во время мелководно-морских циклов осадконакопления. Породы-флюидоупоры, экранирующие залежи, образованы на разных эвстатических уровнях Мирового океана. Пласты глин, плотные глинистые известняки и доломиты сформированы в конце трансгрессивных циклов в условиях максимальных морских глубин. Их протяженность незначительна, некоторые их разновидности служат локальными и зональными флюидоупорами. В условиях интенсивной дизъюнктивной нарушенности многих месторождений Сибирской платформы плотные карбонатные пласты представляют собой промежуточные толщи рассеивания УВ в многослойных природных газонефтеносных резервуарах. Необходимо тщательное изучение их изолирующих свойств. Галогенные флюидоупоры образованы при низком эвстатическом уровне

Мирового океана, для них характерно как зональное, так и региональное распространение. За пределами распространения солей залежей УВ на территории Сибирской платформы не найдено, не выявлено залежей УВ и в надсолевых отложениях.

Глинистые и эвапоритовые пласты служат толщами компенсации рельефа различных стратиграфических уровней осадочного чехла, их минимальные толщины отмечаются в сводах поднятий, максимальные – в низинах. Накопление глинистых и эвапоритовых толщ в значительной степени нивелировало рельеф подстилающих их пластов-коллекторов, однако рост положительных тектонических структур на изученных месторождениях возобновлялся без изменения их местоположения.

Анализ геолого-геофизических материалов по месторождениям ПАО «Газпром» показал наличие возможных перспектив увеличения запасов УВ на отдельных крупных месторождениях: Чаяндинском и Тас-Юряхском нефтегазоконденсатных, Ковыктинском газоконденсатном. Наиболее высокые продуктивные пласты этих месторождений – ботубинский и парфеновский горизонты, залегающие в кровле терригенного комплекса, перекрыты карбонатными пластами верхнего венда, которые на перечисленных месторождениях рассматриваются в качестве покрывшей, экранирующих залежи УВ. Изолирующие свойства карбонатных пластов в условиях интенсивной трещиноватости пород осадочного чехла Сибирской платформы вызывают глубокие сомнения. Изучению карбонатной надботубинской толщи верхнего венда должно уделяться внимание не уделялось. Анализ материалов геофизических исследований скважин надботубинской карбонатно-соленосной толщи показал, что в составе карбонатных пород имеются как плотные, так и пористые разновидности. Немногочисленные испытания на приток карбонатных пород верхнего венда Чаяндинского месторождения [10] показали наличие промышленных притоков газа. Наиболее вероятной покрывшей, экранирующей залежи УВ, служат соленосные пласты верхнего венда – нижнего кембрия. Плотные разновидности карбонатных пород в трехслойных газонефтеносных природных резервуарах являются промежуточными толщами рассеивания УВ (ложными покрывками).

Таким образом, осадконакопление рифей-нижнекембрийских отложений осуществлялось одновременно с ростом тектонических структур (конседиментационная складчатость). Гипсометрическая дифференциация отдельных тектонических блоков в процессе осадконакопления, часто незначительная по величине, определила существенную латеральную неоднородность формирования вещественного состава и ФЕС пород.

Оптимальные условия формирования карбонатных газонефтеносных резервуаров существовали на вершинах крупных тектонических поднятий во время мелководно-морских циклов осадконакопления. Эти зоны благоприятны для формирования высокоемких водорослевых биостромов и биогермов.

Карбонатные отложения верхнего рифея перспективны для поиска залежей УВ только в зонах выхода на предвендскую эрозионную поверхность, так как основной объем пустотного пространства этих пород сформирован во время предвендского перерыва в осадконакоплении.

На склонах крупных тектонических структур, осложненных блоковым строением, вероятны открытия небольших по запасам месторождений УВ.

В разрезе отдельных крупных месторождений Сибирской платформы имеются резервы прироста запасов УВ в слабоизученных карбонатных отложениях верхнего венда – нижнего кембрия. Интенсификация притоков УВ (солянокислотная обработка), возможно, позволит увеличить их суммарные запасы.

Крупные структуры облекания выступов пород фундамента и рифея в южных районах Сибирской платформы к настоящему времени разбурены. В нераспределенном фонде этого региона имеются лишь малоперспективные лицензионные участки, на которых могут быть открыты мелкие месторождения УВ.

Необходимо продолжать геолого-разведочные работы в северных малоизученных районах Восточной Сибири, прежде всего в зоне развития нижнекембрийских солей. В осадочном чехле районов сочленения Тунгусской синеклизы с Байкитской, Непско-Ботубинской и Анабарской антеклизмами, Туруханско-Норильской грядой, а также другими крупными тектоническими структурами

выявлены крупные выступы, своды, валы, локальные поднятия. Эти районы, а также доступные для глубокого бурения приподнятые

блоки центральных районов Тунгусской синеклизы перспективны с точки зрения постановки поисково-разведочных работ.

Список литературы

1. Каргодин Ю.Н. Седиментационная цикличность / Ю.Н. Каргодин. – М.: Недра, 1980. – 242 с.
2. Конторович А.Э. Геологическое строение и условия формирования гигантской Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазоаккумуляции в верхнем протерозое Сибирской платформы / А.Э. Конторович, А.Н. Изосимова, А.А. Конторович и др. // Геология и геофизика. – 1996. – Т. 37. – № 8. – С. 166–195.
3. Кузнецов В.Г. Древние карбонатные толщи Восточной Сибири и их нефтегазоносность / В.Г. Кузнецов, Л.Н. Илюхин, О.В. Постникова и др. – М.: Научный мир, 2000. – 104 с.
4. Мельников Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (стратиграфия, история развития). – Новосибирск: СО РАН, 2009. – 148 с.
5. Старосельцев В.С. Основные тектонические этапы формирования чехла Сибирской платформы в связи с нефтегазоносностью рифейских отложений / В.С. Старосельцев // Геология и геофизика. – 1996. – Т. 37. – № 8. – С. 206–212.
6. Фортунатова Н.К. Строение и перспективы нефтегазоносности венд-нижнекембрийских отложений Непско-Ботубинской антеклизы и ее обрамления / Н.К. Фортунатова, А.Г. Швец-Тэнэа-Гурий, В.Н. Ларкин // Геология нефти и газа. – 2010. – № 5. – С. 54–61.
7. Харахинов В.В. Новые данные о геологическом строении Курумбинского месторождения Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазоаккумуляции / В.В. Харахинов, В.Н. Нестеров, Е.П. Соколов и др. // Геология нефти и газа. – 2000. – № 5. – С. 12–20.
8. Шемин Г.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботубинская, Байкитская антеклизы, Катангская седловина) / Г.Г. Шемин. – Новосибирск: СО РАН, 2007. – 467 с.
9. Крючков В.Е. Литолого-седиментационные особенности строения Берямбинского газового месторождения в связи с перспективами нефтегазоносности межсолевых карбонатных отложений Сибирской платформы / В.Е. Крючков, А.Г. Медведев, В.Г. Худорожков // Геология нефти и газа. – 2010. – № 3. – С. 45–51.
10. Крючков В.Е. Перспективы увеличения разведанных запасов углеводородов Чаиндинского нефтегазоконденсатного месторождения / В.Е. Крючков, А.А. Пензин // Вести газовой науки: Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих регионов России. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2016. – № 1 (25). – С. 34–39.

Lithologic and phase features in generation of calcitic gas-oil-bearing reservoirs southward Siberian Platform

V.Ye. Kryuchkov^{1*}, S.B. Korotkov¹, A.G. Medvedev¹, A.A. Penzin¹

¹ Gazprom VNIIGAZ LLC, Bld. 1, Estate 15, Proyecktiruemyy proezd # 5537, Razvilka village, Leninsky district, Moscow Region, 142717, Russian Federation

* E-mail: V_Kryuchkov@vniigaz.gazprom.ru

Abstract. Comparative analysis of sedimentation conditions and postsedimentation transformations in the carbonate Rithelian–Lower-Cambrian Siberian-Platform deposits in different parts of tectonic structures showed the determinant impact of cosedimentation folding to genesis of material constitution of rocks and their physical properties. Sedimentation of carbonates accompanied growth of tectonic structures. Hypsometric differentiation of separate tectonic blocks during sedimentation, often rather slight, determined essential lateral heterogeneity of material constitution of rocks, as well as their permeability and porosity. The most optimal conditions for generation of high-capacitive carbonate gas-oil-bearing reservoirs existed at the battlements of elevated tectonic blocks during shallow-marine cycles of sedimentation. Such zones are favorable for origination of algal biostromes and bioherms.

Stratigraphy of some big fields at Siberian Platform gives evidence of possibility to add hydrocarbon reserves in the poorly studied carbonate Upper-Vendian–Lower-Cambrian deposits. Stimulation of hydrocarbon inflows (namely, hydrochlorid-acid treatment) could help to increase total reserves of hydrocarbons at these fields. It is necessary to continue geological prospecting in the northern poorly studied districts of Siberian Platform, first of all, in areal of Vendian–Lower–Cambrian salts distribution. Big protrusions, arches, swells and local elevations are discovered in the sedimentary cover of Tungus syncline junction with Baykit, Nepa-Botuoba and Anabar anticlines, Turukhan-Norilsk folded zone, and other big tectonic structures. These regions, as well as the available for deep drilling elevated blocks in the central areas of Tungus syncline are promising in respect to arrangement of prospecting.

Keywords: Siberian Platform, Riphean–Lower-Cambrian calcitic sedimentation, postdepositional rock transformation, potential increase of hydrocarbon reserves, arrangement of oil and gas exploration.

References

1. KAROGODIN, Yu.N. *Sedimentation cyclicity* [Sedimentatsionnaya tsiklichnost]. Moscow: Nedra, 1980. (Russ.).
2. KONTOROVICH, A.E., A.N. IZOSIMOVA, A.A. KONTOROVICH et al. Geological structure and generation conditions of gigantic Yurubchen-Tokhomo zone of oil and gas accumulation in the Upper-Proterozoic deposits of Siberian Platform [Geologicheskoye stroeniye i usloviya formirovaniya gigantskoy Yurubcheno-Tokhomskey zony neftegazonakopleniya v verkhnem proterozoye Sibirskoy platformy]. *Geologiya i geofizika*. 1996, vol. 37, no. 8, pp. 166–195. ISSN 0016-7886. (Russ.).
3. KUZNETSOV, V.G., L.N. ILYUKHIN, O.V. POSTNIKOVA et al. *Ancient calcitic thicknesses of Eastern Siberia and their oil-gas-bearing capacity* [Drevniye karbonatnyye tolshchi Vostochnoy Sibiri i ikh neftegazonosnost]. Moscow: Nauchnyy mir, 2000. (Russ.).
4. MELNIKOV, N.V. *Vendian-Cambrian saliferous basin of Siberian Platform (stratigraphy, history)* [Vend-kembriyskiy solenosnyy basseyn Sibirskoy platformy (stratigrafiya, istoriya razvitiya)]. Novosibirsk: Siberian branch of RAS, 2009. (Russ.).
5. STAROSELTSEV, V.S. Main tectonic stages of the Siberian Platform cover generation in respect to oil-gas-bearing capacity of Riphean deposits [Osnovnyye tektonicheskiye etapy formirovaniya chekhla Sibirskoy platform v svyazi s neftegazonosnostyu rifeyskikh otlozheniy]. *Geologiya i geofizika*. 1996, vol. 37, no. 8, pp. 206–212. ISSN 0016-7886. (Russ.).
6. FORTUNATOVA, N.K., A.G. SHVETS-TENETA-GURIY, V.N. LARKIN. Structure and prospects for oil-gas-bearing capacity of the Vendian–Lower-Cambrian deposits of Nepa-Botuoba anticline and its margins [Stroyeniye i perspektivy neftegazonosnosti vend-nizhnokembriyskikh otlozheniy Nepsko-Botuobinskoy anteklizy i yeye obramleniya]. *Geologiya nefiti i gaza*. 2010, no. 5, pp. 54–61. ISSN 0016-7894. (Russ.).
7. KHARAKHINOV, V.V., V.N. NESTEROV, Ye.P. SOKOLOV et al. New data on geological structure of Kujumba field located in Yurubchen-Tokhomo zone of oil and gas accumulation [Novyye dannyye o geologicheskoy stroenii Kuyumbinskogo mestorozhdeniya Yurubcheno-Tokhomskey zony neftegazonakopleniya]. *Geologiya nefiti i gaza*. 2000, no. 5, pp. 12–20. ISSN 0016-7894. (Russ.).
8. SHEMIN, G.G. *Geology and prospects for oil and gas presence in Vendian and Lower-Cambrian deposits in the central areas of Siberian Platform (Nepa-Botuoba and Baykit anticlines, Katanga saddle)* [Geologiya i perspektivy neftegazonosnosti venda i nizhnego kembriya tsentralnykh rayonov Sibirskoy platformy (Nepsko-Botuobinskaya, Baykitskaya anteklizy, Katangskaya sedlovina)]. Novosibirsk: Siberian branch of RAS, 2007. (Russ.).
9. KRYUCHKOV, B.Ye., A.G. MEDVEDYEV, V.G. KHUDOROZHKOVA. Lithologic-sedimentation features of Beryamba gas field structure in respect to the outlooks for oil-gas presence in the intersalt carbonate sediments of Siberian Platform [Litologo-sedimentatsionnyye osobennosti stroeniya Beryambinskogo gazovogo mestorozhdeniya v svyazi s perspektivami neftegazonosnosti mezhsolveykh karbonatnykh otlozheniy Sibirskoy platformy]. *Geologiya nefiti i gaza*. 2010, no. 3, pp. 45–51. ISSN 0016-7894. (Russ.).
10. KRYUCHKOV, V.Ye. and A.A. PENZIN. Prospects to enlarge explored reserves of hydrocarbons at the Chayanda oil-gascondensate field [Perspektivy uvelicheniya razvedannykh zapasov uglevodorodov Chayandinskogo neftegazokondensatnogo mestorozhdeniya]. *Vesti gazovoy nauki: Issues for resource provision of gas-extractive regions of Russia* [Problemy resursnogo obespecheniya gazodobyvayushchikh regionov Rossii]. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2016, no. 1(25), pp. 34–39. ISSN 2306-8949. (Russ.).