

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального
директора по науке
ООО «НОВАТЭК НТЦ»,

доктор геол.-мин. наук
В.И. Кузнецов
« 14 » октября 2020 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации ООО «НОВАТЭК НТЦ» на диссертацию Карымовой Яны Олеговны: «Роль минералогического фактора в формировании фильтрационно-емкостных свойств газонасыщенных кремнистых отложений нижнеберёзовской подсвиты севера Западной Сибири», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, по специальности 25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений.

1. Актуальность темы выполненной работы

Актуальность работы не вызывает сомнений, так как ряд крупнейших газовых месторождений Западной Сибири находятся на завершающей стадии разработки и одним из возможных способов «продления их жизни» является наращивание ресурсной базы за счёт трудноизвлекаемых запасов газа в кремнистых отложениях нижнеберёзовской подсвиты. Однако, промышленная значимость этих отложений не оценена до сих пор. Это связано с тем, что к настоящему времени оказались ещё не разработанными способы определения таких важнейших для подсчёта запасов углеводородов параметров залежей, как эффективные толщины и коэффициент газонасыщенности этих нетрадиционных пород-коллекторов.

Усилиями ПАО «Газпром» с 2013 года началось бурение специальных скважин, в которых осуществлён отбор керна из отложений газонасыщенной нижнеберёзовской подсвиты Медвежьего месторождения с использованием технологий, обеспечивающих 100 % вынос пород из всей изучаемой толщи.

Обобщение результатов исследований этого керна легло в основу настоящей диссертационной работы, что и определяет её актуальность.

2. Структура и содержание работы

Диссертация четко структурирована и состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Содержание работы изложено на 153 страницах. Работа иллюстрирована 93 рисунками и содержит 19 таблиц. Список использованной литературы насчитывает 121 наименование. Работа написана понятным языком, насыщена состоятельным фактическим и литературным материалом.

Во введении обоснована актуальность работы, описаны цели, задачи, методы исследования, а также степень разработанности выбранной темы.

В первой главе отражается состояние изученности и особенности строения и нефтегазоносности отложений нижнеберёзовской свиты севера Западной Сибири.

Во второй главе рассмотрены закономерности изменчивости минералогических и геохимических характеристик газоносных глинистых опок Медвежьего месторождения. Здесь показано, что по особенностям минерального состава пород нижнеберёзовской подсвиты Медвежьего месторождения в изучаемой толще выделяются три пласта НБ₀, НБ₁, НБ₂. Они резко различаются по содержанию различных фаз кремнезёма – кварца и ОКТ-фазы. Пласт НБ₁ содержит в среднем 22 % ОКТ-фазы и 45 % кварца, против 0,1 % и 57/66 % - для пластов НБ₀ и НБ₂. Установлено также, что для пород нижнеберёзовской подсвиты характерна интенсивно проявленная микротрещиноватость.

В третьей главе Я.О. Карымовой разработана и обоснована литолого-емкостная модель пустотного пространства пород-коллекторов нижнеберёзовской подсвиты. Для этого ею приведено достаточно весомых доказательств, указывающих на то, что изучаемые коллектора относятся к трещинно-поровому типу. Основной объём пустотного пространства

коллекторов здесь связан с порами, а ёмкость микротрещин носит подчинённый характер, составляя одну тридцатую часть от общей пористости. Показано, что высокая пористость рассматриваемых пород связана не с порами капиллярной размерности, которые можно изучать методами оптической микроскопии, а с субкапиллярами, изучение которых требует использования специальных методов исследования керна. Так по данным рентгеновской микротомографии в работе установлено, что преобладающими (по количеству и по объёму) являются поры от 10 мкм и меньше, среди которых преобладают поры нанометрового размера. Данные растровой электронной микроскопии по технологии ФИМ/РЭМ показали, что пористость глинистых опок имеет прямую зависимость от содержания в них различных фаз кремнезема. Действительно, в пласте НБ₁, где кремнезём представлен в основном ОКТ-фазой, основной объём пор связан с порами субкапиллярного размера с диаметрами от 65 до 128 нм, в пласте же НБ₂, где кремнезём представлен в основном кварцем, основной объём связан уже с порами капиллярного размера с диаметрами от 1024 до 2048 нм, т.е. с порами на порядок более крупными, чем в пласте НБ₁. В пласте НБ₀, где кремнезём, как и в пласте НБ₂, представлен кварцем, основной объём связан с более мелкими порами (от 128 до 256 нм) за счёт его повышенной глинистости.

Анализ построенных Я.О. Карымовой литолого-ёмкостных моделей пустотного пространства глинистых опок нижеберёзовской подсвиты по различным скважинам позволил ей сделать важный вывод: газонасыщенность пласта НБ₁ может составлять не более 0,25 доли ед., так как в поровом пространстве коллекторов этого пласта доля мезопор составляет более 75 %, а газонасыщенность пласта НБ₂ может достигать 0,50 доли ед. То есть, из модели следует, что газонасыщенность пласта НБ₁ будет вдвое меньше газонасыщенности пласта НБ₂.

Такое соотношение газонасыщенности пластов подтверждается и прямыми определениями коэффициента газонасыщенности по керну при лабораторных исследованиях, что и показано соискателем в *четвертой главе*,

посвящённой методическим вопросам оценки коэффициента газонасыщенности (K_g) и коэффициента эффективной газонасыщенной пористости ($K_{пэф_г}$) по данным исследования керна. В работе показано, что оценки коэффициента газонасыщенности изучаемых пород по керну возможны только путём определения природной (сохранённой) водонасыщенности (K_v) экстракционно-дистиляционным методом по образцам керна, отобранным по изолированной технологии. Это связано с тем, глинистая составляющая изучаемых пород представлена в основном минералами монтмориллонитового ряда, отчего все лабораторные исследования, связанные с водонасыщением образцов, становятся невозможными из-за набухания и последующего разрушения образцов. Показано, что пласт $НБ_2$ характеризуется самыми низкими (по сравнению с пластами $НБ_0$ и $НБ_1$) значениями природной водонасыщенности изучаемых пород. Повышенная же природная водонасыщенность пластов $НБ_0$ и $НБ_1$ пород предопределяет более низкую их газонасыщенность. Соискателем показано, что пониженная газонасыщенность пород пласта $НБ_1$ определяется структурой порового пространства. Поскольку, как установила Я.О. Карымова, доля мезопор в коллекторах нижеберёзовской подсвиты тесно связана со степенью кристалличности кремнезёма, то из этого следует следующий критерий прогноза газонасыщенности пластов этой толщи:

- пласт с повышенной долей кварца и пониженной долей ОКТ-фазы кремнезёма является более перспективным с точки зрения газонасыщенности (например, пласт $НБ_2$);

- пласт с повышенным содержанием ОКТ-фазы кремнезёма ($НБ_1$) либо с повышенной глинизацией ($НБ_0$) характеризуется пониженными значениями газонасыщенности.

Анализ содержания диссертации позволяет прийти к выводу о том, что рассматриваемая работа представляет собой комплексное исследование со значительным вкладом автора.

3. Степень обоснованности и научная новизна основных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность сформулированных в диссертационной работе основных положений предопределяется большим объёмом экспериментальных данных, полученных в специализированных лабораториях, имеющих большой опыт исследований горных пород по разным направлениям.

Сформулированные в диссертационной работе основные положения и рекомендации научно обоснованы и подтверждены экспериментальными данными, базируются на доказанных выводах и согласуются с опытом производства работ в области геологического изучения недр. Я.О. Карымова продемонстрировала достаточную эрудицию в области подходов к решению поставленных задач. При обосновании полученных результатов, выводов и рекомендаций в работе используются как методы классической геологии («Литология», «Палеогеография», «Седиментология», «Геохимия»), так и новые, еще не ставшие традиционными («Цифровой керн», «Математическая статистика»).

Научная новизна диссертационной работы Я.О. Карымовой заключается в следующем:

- Впервые выявлены закономерности изменения литолого-минералогического состава газонасыщенных глинистых опок нижнеберезовской подсвиты Медвежьего месторождения по разрезу и по латерали.
- Впервые разработана литолого-емкостная модель пустотного пространства глинистых опок, учитывающая количественную оценку доли пор капиллярного и субкапиллярного размеров в общем пустотном пространстве для различных по литологии пластов.
- Впервые установлена взаимосвязь фазового состояния кремнезёма в глинистых опоках сенона с их газонасыщенностью.

4. Личный вклад

Лично Я.О. Карымовой обоснованы следующие научные положения:

– Структура порового пространства глинистых опок предопределяется, в первую очередь, фазовым состоянием кремнезёма в пластах. Повышение доли опал-кristобалит-тридимитовой фазы (ОКТ-фазы) кремнезёма приводит к тому, что в породе преобладают поры размером менее 50 нм. Перекристаллизация кремнистого вещества до уровня кварца приводит к образованию пустот капиллярного размера.

– Степень газонасыщенности коллекторов нижеберёзовской подсвиты закономерно изменяется по разрезу в соответствии с изменениями фазового состояния кремнезёма в породе, что определяет закономерную связь последнего со структурой порового пространства. Установлено, что пласт с повышенной долей кварца и пониженной долей ОКТ-фазы кремнезёма характеризуется повышенной газонасыщенностью (пласт НБ₂), а пласты с повышенным содержанием ОКТ-фазы кремнезёма или с повышенной глинизацией (пласт НБ₁ и НБ₀, соответственно) характеризуются пониженной газонасыщенностью.

5. Практическая значимость работы

- Результаты работы легли в основу построения интерпретационных моделей данных ГИС для определения подсчетных параметров при оценке запасов газа в сенонской залежи Медвежьего месторождения. А именно, интерпретационные модели данных ГИС строились с учётом расчленения нижеберёзовской подсвиты на пласты НБ₀, НБ₁ и НБ₂, выделение которых обосновано в настоящей работе на основе закономерностей, выявленных автором на керновом материале.

- Разработанный в работе рациональный комплекс лабораторных исследований керна для глинистых опок Медвежьего месторождения использован в проектах разведки сенонских отложений на Ямбургском, Вынгапуровском и Комсомольском месторождениях, а также на Восточно-Падинском лицензионном участке.

6. Апробация работы и публикации

Результаты и основные положения работы докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях различного уровня. По теме диссертации опубликовано 14 работ, в том числе 4 научных статьи – в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ. Публикации отражают содержание диссертационной работы.

7. Общие замечания по диссертационной работе Я. О. Карымовой

1. Недостатком работы, на наш взгляд, является отсутствие структурных карт, построенных с учётом разрывной тектоники, хотя в работе показано влияние зон активной тектоно-диагенетической дезинтеграции пород на микротрещиноватость коллекторов нижеберёзовской подсвиты.

2. В работе не указано, почему выделенные на Медвежьем месторождении пласты имеют индексацию НБ₁-НБ₂, а не НБ₁-НБ₄, как это предусмотрено в стратиграфических решениях 2005 года по отложениям верхнего мела.

3. Отмечается некоторая неоднозначность в обозначениях коэффициента эффективной газонасыщенной пористости. Так при введении этого понятия в формуле 4.2 на странице 123 этот коэффициент обозначен $K_{пэф_г}$. Так же он обозначен и в последнем абзаце страницы 125, но на рисунке 4.2 (эта же страница) и в таблице 4.1 (стр. 128) используется обозначение $K_{п.эф_г}$, а в подрисуночной подписи к рисунку 4.3 (стр. 126) появляется третье обозначение $K_{пэф,г}$.

4. Отмечается техническая погрешность в оформлении рисунка 4.5 (стр. 129). А именно, в шапке графы 4 стоит текст «Кг-Кп по ГИС(W)», хотя понятно, что здесь речь идёт о коэффициенте газонасыщенности и шапка должна иметь вид «Кг по ГИС(W)».

Отмеченные недостатки не снижают качество исследований, поскольку они не влияют на главные выводы защищаемых положений диссертации.

8. Заключение

Кандидатская диссертация Яны Олеговны Карымовой является законченной работой, выполненной автором самостоятельно и вносящей значительный вклад в нефтегазовую геологию. Работа основана на достаточном числе исходных данных, полученные автором результаты достоверны, выводы и рекомендации обоснованы и на каждом шаге подкрепляются наблюдениями ученых из литературных источников.

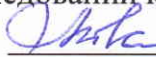
Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа Карымовой Яны Олеговны «Роль минералогического фактора в формировании фильтрационно-емкостных свойств газонасыщенных кремнистых отложений нижнеберёзовской подсвиты севера Западной Сибири», представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений, является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные технические и технологические разработки, имеющие существенное значение для нефтегазовой геологии.

Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявленным ВАК РФ к кандидатским диссертациям в соответствии с п. 9 (постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842) «Положения о присуждении ученых степеней» и ее автор Карымова Яна Олеговна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений.

Отзыв обсуждён и принят на расширенном заседании специалистов Департамента геологоразведочных работ и оценки ресурсной базы ООО «НОВАТЭК НТЦ» и Департамента геологии и разработки ООО «НОВАТЭК НТЦ». На заседании присутствовали 11 человек, из них с учёными степенями 5 - человек (выписка из протокола заседания № 3 от 27 октября 2020 г.)

Даем согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Старший эксперт отдела исследований керна управления исследований керна, к.т.н.  **Е.В. Морева**

Старший эксперт отдела седиментологии и фациального моделирования управления исследований керна, к.г.-м.н.  **Н.В. Янкова**

Подписи Е.В. Моревой и Н.В. Янковой удостоверяю.

Начальник ОУПиООТ  **Т.С. Янкова**

27 октября 2020 г.



Контактная информация:

Морева Елена Владимировна

Ученая степень: кандидат технических наук по специальности 25.00.17 - Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений;

Должность: Старший эксперт отдела исследований керна управления исследований керна ООО "НОВАТЭК НТЦ";

625026, Российская Федерация, Тюмень, ул. 50 лет ВЛКСМ, 53, телефон 8 (3452) 684-635; e-mail: Evmoreva@novatek.ru

Янкова Наталья Владимировна

Ученая степень: кандидат геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12 - Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений;

Должность: Старший эксперт отдела седиментологии и фациального моделирования управления исследований керна ООО "НОВАТЭК НТЦ";

625026, Российская Федерация, Тюмень, ул. 50 лет ВЛКСМ, 53, телефон 8 (3452) 680334; e-mail: NVYankova@novatek.ru