

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.076.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
НЕФТИ И ГАЗА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИПНГ РАН), ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 31 марта 2021 № 5

О присуждении Глову Антону Васильевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование природного и техногенного пустотного пространства отложений баженовской свиты для обоснования технологий её освоения» по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений принята к защите 20 января 2021 года (протокол заседания №3) диссертационным советом Д002.076.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем нефти и газа Российской академии наук (ИПНГ РАН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 119333, г. Москва, ул. Губкина, дом 3, в соответствии с приказом Минобрнауки России №105/НК от 11.04.2012 г и изменениям к приказу №216/НК от 21.04.2014 г., №515/НК от 24.05.2017 г., официальный сайт: www.ipng.ru.

Соискатель Глов Антон Васильевич, 1984 года рождения, в 2008 году окончил Томский государственный университет с присуждением степени магистра геологии по направлению «Геология».

В 2019 году соискатель Глов Антон Васильевич был прикреплен к лаборатории ресурсной базы нефтегазового комплекса Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем нефти и газа Российской академии наук (ФГБУН «ИПНГ РАН»)» (приказ №370к от 16.10.2019) для сдачи кандидатских экзаменов и подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук без освоения

образовательной программы в аспирантуре, по специальности 25.00.17 – «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Соискатель работает в должности научного сотрудника лаборатории физики пласта в АО «Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа» (АО «ТомскНИПИнефть»). Диссертация выполнена в лаборатории ресурсной базы нефтегазового комплекса ФГБУН «ИПНГ РАН» и в лаборатории физики пласта АО «ТомскНИПИнефть».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Михайлов Николай Нилович, гражданин РФ, кафедра «Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина».

Официальные оппоненты:

1. Рогачев Михаил Константинович, гражданин РФ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»;

2. Вольпин Сергей Григорьевич, гражданин РФ, кандидат технических наук, заведующий отделом гидродинамических исследований и моделирования в нефтегазовой отрасли Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН),

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Центр индустриальной интеграции «Газпромнефть – Технологические партнёрства», город Санкт-Петербург, в своем **положительном отзыве**, подписанном Касьяненко Антоном Андреевичем, руководителем Центра Комплексного инжиниринга разведки и

добычи нетрадиционных ресурсов Центра индустриальной интеграции «Газпромнефть – Технологические партнёрства» (диссертационная работа рассмотрена на заседании научно-технической сессии Центра) указала, что диссертационная работа Глотова Антона Васильевича «Исследование природного и техногенного пустотного пространства отложений баженовской свиты для обоснования технологий её освоения» является завершённой квалификационной работой, в которой решена важная научно-практическая задача повышения эффективности изучения баженовской свиты.

В качестве замечаний ведущая организация указала следующие:

- 1) Рекомендуются продолжить анализ и сопоставить результаты прогноза потенциально-приточных интервалов с другими методиками типизаций и классификаций, а также детальным литологическим описанием керна.
- 2) Рекомендуются перепроверить информацию по типу керогена баженовской свиты.
- 3) Рекомендуются выполнить сравнение получаемых пористостей и насыщенностей с пористостями и насыщенностями по другим методам исследований на керне и выполнить статистический анализ полученных результатов.
- 4) Рекомендуются провести кросс-валидацию с независимыми результатами, полученными в других лабораториях.
- 5) Рекомендуются оформить методику анализа в виде рекомендаций.

Соискатель имеет семь научных публикаций в рецензируемых изданиях, включенных в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертации, а также в зарубежных научных изданиях, индексируемых в базе Scopus (1 статья), все по теме диссертации. Соискатель является автором патента на изобретение №2662055 «Способ определения открытой пористости и текущей нефтенасыщенности нефтяных сланцев методом термического анализа». **В диссертации отсутствуют недостоверные**

сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые публикации соискателя по теме диссертации:

1. **Глотов А.В.** Использование метода синхронного термического анализа при оценке открытой пустотности и полноты экстракции пород баженовской свиты / А.В. Глотов, С.В. Парначев // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2018. - №3. – с. 38-43. Статья освещает новый метод определения открытой пустотности, водосодержания, химически связанной и физически связанной воды, остаточной водонасыщенности и нефтенасыщенности керна баженовской свиты. Проводится критический анализ достоверности определения открытой пустотности и водосодержания керна баженовской свиты стандартными методами.

2. **Глотов А.В.** Оценка влияния теплового воздействия на структуру порового пространства при определении емкостных свойств пород баженовской свиты с использованием синхронного термического анализа / А.В. Глотов, Н.Н. Михайлов [и др.] // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. - №1. – с 37-44. В статье рассматривается влияние теплового воздействия на структуру пустотного пространства пород баженовской свиты при определении их фильтрационно-емкостных свойств методом синхронного термического анализа, совмещенного с газовой масс-спектроскопией и ИК-Фурье спектроскопией. Делается вывод о незначительном влиянии нагрева образца на определяемые емкостные свойства пород.

3. **Глотов А.В.** Влияние «масштабного» фактора на свойства баженовской свиты // А.В. Глотов, Н.Н. Михайлов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2020. - № 6. – с. 42-48. В статье рассматривается влияние размера образца на степень трансформации пустотного пространства, объем извлекаемых и генерируемых углеводородных соединений, фильтрационно-емкостные свойства пород баженовской свиты. Делается вывод, что оценка эффективности тепловых

методов разработки на основе геохимических методов (Rock-Eval), моделирования в реакторах и «трубах» горения, оценки кинетических параметров и температурных эффектов окисления (горения) органического вещества без учета особенностей баженовской свиты, главным образом низких и ультра низких пористости и проницаемости, размеров пор, сопоставимых с размером молекул углеводородов, неизбежно приведет (и приводит) к излишне оптимистичным и даже ошибочным выводам о запасах и эффективности тепловых методов разработки баженовской свиты.

На диссертацию и автореферат поступило **13 отзывов** (в том числе два отзыва официальных оппонентов и отзыв ведущей организации). **Все отзывы положительные.**

1. Отзыв официального оппонента Рогачева Константина Михайловича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Санкт-Петербургского горного университета. В отзыве приведены следующие замечания:

1. Из приведенного автором аналитического обзора сложно понять, с чем связано различие в оценках остаточной водонасыщенности кернового материала у разных исследователей.

2. Приведение данных о прослеживаемости потенциально-продуктивных интервалов между скважинами позволило бы автору ориентировочно оценить запасы нефти.

3. На планшетах следовало бы указать кавернометрию, поскольку искривление ствола может дать ложную информацию о проникновении фильтрата бурового раствора в пласт.

4. Полезным было бы привести данные геомеханических исследований керна (модуль Юнга, Пуассона).

2. Отзыв официального оппонента Вольпина Сергея Григорьевича, кандидата технических наук, начальника отдела гидродинамических исследований и моделирования в нефтегазовой отрасли Федерального

государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». В отзыве приведены следующие замечания:

1. В первой главе, посвящённой рассмотрению характеристик отложений баженовской свиты района исследований, являющейся обзорной, при рассмотрении различных работ автором проявлена недостаточная критичность при их анализе. Так, в частности указывается, что:

- отложения баженовской свиты в ряде работ называют нефтеносными сланцами.

Академик Конторович А.Э. уже несколько лет утверждает, что «сланцевая нефть и сланцевый газ, о которых много говорят в США — это другие вещи, другие геологические объекты».

- отложения баженовской свиты характеризуются ультранизкой проницаемостью от $0,1 \cdot 10^{-5}$ до $0,1 \cdot 10^{-14}$ мкм².

Следует отметить, что во многих работах указываются значения проницаемости в 10 - 20 раз большие.

- среди испытанных 297 скважин, вскрывших баженовские отложения, 126 оказались «сухими».

По современным представлениям сухих скважин, вскрывших отложения баженовской свиты, не существует. Есть скважины, не давшие притока, но вскрытые отложения при этом являлись битумонасыщенными.

2. Автором в работе сделан вывод о том, что существующие представления о «коллекторе» не соответствуют специфичности баженовской свиты, поэтому автор вместо термина «коллектор» предлагает ввести термин «приточный» интервал.

Это предложение следует считать неверным, поскольку оно не отражает всех особенностей строения коллекторов баженовской свиты, которые до сих пор ещё не изучены, в частности он не характеризует фильтрационные процессы, происходящие в пласте на удалении от скважины.

3. В работе сказано, что на Средне-Назымском месторождении осуществляется метод внутрипластового горения, для которого имеется вероятность выгорания керогена.

Это неверно. На Средне-Назымском месторождении осуществляется термогазовый метод, при котором происходит пиролиз керогена. До стадии горения температура не поднимается.

4. В главе 5 приведена таблица 27 с названием «Результаты разработки и применения МУН баженовской свиты».

Следует отметить, что таблица озаглавлена неправильно, поскольку в большинстве позиций таблицы приводятся такие методы, как гидроразрыв пласта, соляно-кислотная обработка, бурение на репрессии и др., которые методами увеличения нефтеотдачи не являются.

Приведенные замечания ни в коей мере не снижают качества работы. Их следует рассматривать как рекомендации автору в дальнейших исследованиях в этой области.

3. Отзыв доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений» РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина **Назаровой Ларисы Николаевны**.

Высказано замечание, что поскольку при определении «масштабного» фактора сравниваются образцы с объемом $0,06 \text{ мм}^3$ и $58,9 \text{ мм}^3$, и при условии, что речь идёт об отдельных обломках керна при объеме $0,06 \text{ мм}^3$, то было бы корректнее проводить сравнение результатов по величине свободной площади коллектора (площади контакта).

4. Отзыв доктора технических наук, профессора, академика РАЕН, Генерального директора Федерального бюджетного учреждения «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации **Шпунова Игоря Викторовича**.

Высказано замечание, что автор выделяет потенциально-продуктивные интервалы на геомеханических принципах и не приводит сведений о

применимости ранее разработанных геохимических критериев.

5. Отзыв члена ЗСНГС ЦКР Роснедр по УВС, заслуженного работника нефтяной и газовой промышленности РФ, Генерального директора ООО «Проектное бюро «ТЭРМ» Янина Анатолия Николаевича.

Высказано замечание о том, что название рис. 8 (с. 17 автореферата) рекомендуется изменить на «Зависимость нефтенасыщенности (по СТА-ИК-МС) от открытой пористости»; на рис. 6 аббревиатуру «ФЭС» следует исправить на «ФЕС», то же самое на с.10.

Также в качестве комментария указывается, что в работе отмечается несколько «пессимистическая» (на взгляд рецензента) ожидаемая прогнозная оценка величины конечного коэффициента нефтеизвлечения по баженовской свите (от десятых долей до 4-7%), поскольку на практике известны и другие примеры фактически достигнутой на «естественном» режиме нефтеотдачи на уровне $\sim 10\%$ от начальных геологических запасов нефти (Салымское месторождение, пласт ЮСО).

6. Отзыв кандидата геолого-минералогических наук, заместителя директора по науке АО «Геологика» Парначева Сергея Валерьевича.

Высказаны следующие замечания:

- достойно пристального внимания заключение диссертанта об увеличении связности порового пространства отложений баженовской свиты при термическом воздействии; указывая на консервативность значений открытой пористости, автор, к сожалению, не приводит результатов оценки динамики проницаемости образцов до и после воздействия;
- выполненная автором схема типизации коллекторских (потенциально-приточных) интервалов в разрезе баженовской свиты выглядит непротиворечивым, но требует практической проверки (апробации) анализом материалов изучения и эксплуатации скважин, пробуренных для добычи нефти в интервале баженовской свиты.

7. Отзыв кандидата технических наук, Директора по газу АО «Мессояханефтегаз» Гайдукова Леонида Андреевича.

В качестве замечаний к работе необходимо отметить, что в названии диссертации говорится в том числе об обосновании технологий освоения баженовской свиты. В то же время, в автореферате на фоне хорошо описанной проблематики исследования природного и техногенного пустотного пространства практически не освещена тема самих технологий освоения. Не совсем очевидна и прозрачна привязка характеристик приточного интервала со способом разработки. Так же в автореферате отсутствует информация по корреляции выделяемых приточных интервалов с полученным из них притоком нефти, что осложняет понимание прогностической способности разработанной методики для задач гидродинамического моделирования пласта. Возможно, ответы на обозначенные вопросы содержатся в полном тексте диссертационной работы.

8. Отзыв кандидата технических наук, члена-корреспондента РАЕН, начальника Управления извлекаемых запасов УВС – главного геолога Федерального государственного учреждения «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» Давыдова Андрей Валерьевича.

Высказано замечание о том, что в автореферате не приведены сведения, как соотносятся интервалы притока с потенциально-приточными интервалами, выделенными автором, какие типы потенциально-приточных интервалов являются наиболее распространенными и каковы их эффективные толщины.

9. Отзыв кандидата геолого-минералогических наук, руководителя программ по технологиям ГИС и петрофизики ООО «Газпромнефть – Технологические партнерства» Алексеева Алексея Дмитриевича.

Высказаны следующие рекомендации и замечания:

- Предлагаемый способ (СТА-ИК-МС) очень интересный и перспективный, но оценить его достоверность из текста автореферата не представляется возможным. Приводимые в качестве доказательства надежности способа данные табл. 2 и величин погрешности, порождают ещё больше вопросов, в которых можно разобраться только, обратившись к

тексту диссертации. Так, в табл. 2 настораживает то, что сумма $K_v + K_n \neq 1$. Из текста диссертации становится понятным, что речь идет об остаточных величинах, но тогда получается, что значительная часть порового пространства породы является пустой, то есть пластовый флюид из него потерян вследствие извлечения керна на поверхность и его хранения в атмосферных условиях. Причем потери настолько значительные, что в большинстве образцов составляют более 50%, что для баженовской свиты с пористостью, не превышающей 5,5%, и приемлемой сохранностью керна крайне нехарактерно.

Измерение пористости по газу перед проведением совмещенного анализа, предлагаемого автором работы, было бы крайне полезно для контроля сохранности пластового флюида в керне.

- Множество вопросов вызывают величины остаточной насыщенности из табл. 2, особенно K_n . «...» для пересчета массовых единиц в объемные использовалась постоянная величина плотности нефти $0,897 \text{ г/см}^3$ – слишком маленькая плотность при такой низкой сохранности пластовых УВ в керне. Относительно сохранности воды при таких высоких потерях пластового флюида из керна трудно делать какие-либо заключения, так как в породах баженовской свиты она присутствует в основном в связанном состоянии.
- Методика определения погрешности измеряемых величин в тексте автореферата не описана, но обратившись к тексту диссертации становится понятным, что они оценивались как отклонения от средних значений коллекции образцов, взятых условно с одного места. То есть, оценивалась статистическая устойчивость результата при повторных измерениях, а собственно погрешности, как отклонения от эталонных значений, не были проанализированы. Строго говоря, результаты примененной методики определения погрешностей нельзя рассматривать в качестве убедительного свидетельства надежности и достоверности предлагаемого способа измерений.

- Важный элемент «методического» фактора, который никак не освещен в работе – соблюдение режима подъема керна при его извлечении из забоя скважины на поверхность с целью обеспечения плавной и равномерной дегазации.
- В силу вышеприведенных аргументов можно частично согласиться с одним из тезисов работы, что степень трансформации ФЕС и формирование техногенно-обусловленной пустотной структуры керна зависит от первичной (в пластовых условиях) связности пустотного пространства, проявление которой в ряде случаев можно наблюдать на керне визуально.
- Недостаточно обоснованным и противоречивым видится вывод, что ФЕС керна исключительно вторичны (техногенные) и обусловлены восприимчивостью пород к снятию горного давления. Возможно, в используемой автором коллекции образцов не нашлось со значительными ФЕС, но это вовсе не значит, что во всей баженовской свите отсутствуют таковые. «...» В тексте заключения о техногенности ФЕС керна автору работы следовало бы указать район исследований, чтобы не складывалось впечатление, что данный вывод распространяется на всю территорию залегания баженовской свиты, на самом деле это не так.
- Самым дискуссионным защищаемым положением диссертационной работы является предлагаемый совместный анализ восприимчивости пород к трансформации структуры пустотного пространства и геофизических аномалий в скважине, указывающих на наличие фильтрации, которые по мнению автора позволяют выделять потенциально-приточные интервалы в отложениях баженовской свиты для различных технологий. «.....» Все возможные потенциально-приточные интервалы (ППИ) без исключения будут охвачены трещинами ГРП, поэтому решать задачу их точной локализации в разрезе не обязательно. «...» Перед отраслью стоит задача создания при ГРП развитой системы трещин высокой плотности. «...» Простого расчленения разреза и выделения ППИ для различных технологий явно недостаточно, нужно учитывать ряд других параметров, которые

являются критически важными для реализации технологии стимуляции в реальных условиях месторождения.

- Идея особой зоны (предразрушения) – ослабленной развитой системой микротрещин, возникающих на стенках скважины, является интересной, но не до конца понятной, а методы её выделения с помощью ГИС вовсе не очевидны. «...» В связи с разрушением ствола скважины наиболее глинистых разностях баженовской свиты при выделении коллекторов на основе приращений показаний разноглубинных зондов необходимо привлекать данные кавернометрии. «...» Эффект приращения у электромагнитных методов может быть артефактом алгоритма, моделирующего высокие значения, превышающие ~200 Ом·м. Другим фактором является сильная электрическая анизотропия, обусловленная тонким переслаиванием литологических разностей с различным УЭС, в том числе и токопроводящие (линзовидные конкреции пирита). При выделении коллекторов в баженовской свите с использованием разноглубинных зондов УЭС автору следует учитывать перечисленные выше факторы.
- К классификации типов коллекторов, предлагаемой диссертантом, тоже возникает много вопросов. Если судить по рис. 12, то практически всю высокоомную часть разреза баженовской свиты следует относить к коллектору I-типа. В настоящее время накоплено достаточно фактического материала, позволяющего выявлять интервалы коллекторов в пластовых условиях «...» все они указывают, что профиль притока носит дискретный характер, то есть приточные интервалы представлены отдельными достаточно маломощными (0,5-3м) прослоями в толще баженовской свиты. Или автор работы подразумевает, что в коллекторы I-типа попадают интервалы, вклад в приток которых находится за гранью разрешающей способности приборов промысловой геофизики?

10. Отзыв доктора технических наук, старшего эксперта ООО «ТННЦ» **Степанова Сергея Викторовича** и кандидата геолого-минералогических наук, эксперта по петрофизическим исследованиям ООО «ТННЦ»,

внештатного эксперта ГКЗ Гильманова Яна Ирековича.

Высказаны следующие замечания и рекомендации:

- На стр. 10, 11 при рассмотрении несостоятельности ГОСТ 26450-85 по определению пористости и проницаемости при исследовании горных пород БС автор делает ссылку на ОСТ 39-181-85, который является документом, утратившим свою силу, что некорректно.
- Там же, автор в качестве одного из «преимуществ» метода СТА-ИК-МС указывает, что метод оказывает минимальное воздействие на структуру пустотного пространства, что некорректно, так как при нагревании образцов до 1000°C многие минералы утрачивают свои свойства и приобретают новые, например, при температуре около 575°C кварц претерпевает переход из β - в α -модификацию, скачкообразно увеличиваясь в объеме и растрескиваясь, глинистые минералы также теряют свои свойства при температурах выше 63-70°C. Кроме того, на стр. 14 автор сам же и опровергает это утверждение «изначально слабосвязанная, хаотично ориентированная структура пустотного пространства при нагревании до T_x трансформируется в хорошо связанную, линзовидную, ориентированную вдоль слоистости структуру».
- На стр. 13 автор справедливо указывает на наличие «масштабного» фактора, делая сравнения скорости нагрева и потери флюидов на образцах размером 0,25мм и цилиндрах диаметром 5 и высотой 3 мм, но при этом в ходе всей работы автор не замечает того, что масштабный фактор непосредственно касается и достоверности измерений пористости и нефтеводонасыщенности рассматриваемого объекта, а также результатов сравнения с традиционным подходом. Исследования по оценке пористости в ГОСТ 26450-85 предполагают использование образцов с минимальными размерами – диаметром 15 мм и высотой 20-50 мм. Объем такого образца в 60 раз больше, чем объем цилиндрического образца 5*3мм! А если сравнивать с цилиндрическими образцами 30*30 мм, которые массово используются в практике лабораторных исследований, то разница

достигает 360 раз. При этом нужно учесть, что неоднородность строения БС имеется как на микро-, так и на макроуровнях, что отмечено многими исследователями (А.В. Постников и др., 2011).

- При сравнении с данными по методу GRI-0496, также нужно учитывать, что рабочая навеска метода составляет 250 грамм, что намного больше, чем для метода СТА-ИК-МС. Собственные результаты ТННЦ показывают хорошую сходимости данных по открытой пористости по методу GRI-0496 и данных по общей пористости, определенной по ЯМР с использованием естественно насыщенных образцов с донасыщением керосином. Таким образом, корректность сравнения данных СТА-ИК-МС по пористости без учета «масштабного фактора» вызывает сомнение, по крайней мере, нужно было сделать серию замеров (не менее 10) на образцах 5*3 мм, отобранных из одного образца 30*30 мм в каждом литотипе БС и сопоставить их с данными по образцу дублёру.
- Актуальность достоверности оценки водонасыщенности для образцов БС не вызывает сомнения, к сожалению, в автореферате нет результатов сравнения результатов определения водонасыщенности по методу реторты и Дина-Старк в соответствии с последними методическими рекомендациями (SPE-147456).
- Автор утверждает, что «тепловое воздействие приводит к формированию техногенной анизотропии пустотного пространства, степень проявления которой определяется размером образца». В этой связи интересно было бы знать мнение автора относительно размеров образцов и специфике способа испарения УВ, чтобы исключить негативное влияние масштабного и методического фактора на кондиционность результатов исследований керн. Кроме того, в автореферате (и возможно – в диссертации) не лишним автору было бы дать физически содержательную трактовку обнаруженного эффекта.

11. Отзыв кандидата технических наук, главного специалиста Центра исследования керн и пластовых флюидов ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»

«ПермНИПИнефть» Гурбатовой Ирины Павловны.

Высказаны замечания о том, что из текста (автореферата) не ясно, на образцах какого объема выполнены исследования, представленные на рисунках 1 и 2, как влияют фильтрационно-емкостные свойства и размеры образцов на температуру завершения испарения УВС (Тх). Не указано количество образцов (размер выборки), по которым выполнена оценка частоты встречаемости (рисунок 2) и оценка погрешности определения открытой пустотности. На страницах 6 и 10 допущены опечатки при сокращении термина фильтрационно-емкостные свойства – ФЕС (напечатано (ФЭС)).

12. Отзыв кандидата технических наук, начальника Управления реализации технологических проектов ООО «Газпромнефть – Технологические партнерства» Алексеева Юрия Владимировича.

Высказаны замечания о том, что из всех методов ГИС для выделения потенциально-продуктивных интервалов автор обосновывает электрические методы, но не приводит данных об эффективности ядерно-магнитного каротажа. Метод определения открытой пористости, разработанный автором, подразумевает нагрева образцов до 300 градусов, что, вероятно, должно приводить к разложению глинистых минералов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается:

1. Широкой известностью официальных оппонентов своими достижениями в области разработки залежей нетрадиционных и трудноизвлекаемых углеводородов, в частности, в отложениях баженовской свиты, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований, позволяющих определить научную и практическую ценность диссертационной работы.

Рогачев Михаил Константинович, гражданин РФ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Санкт-Петербургского

горного университета. Автор более 103 научно-технических работ в отечественных и зарубежных журналах. За последние 5 лет оппонентом опубликовано 17 статей в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень ВАК, а также в зарубежных научных изданиях, индексируемых в базе Scopus. В работах Михаила Константиновича рассматриваются проблемы разработки нефтяных и газовых месторождений, изменения свойств пластовых флюидов, химии нефтей, физико-химические технологии повышения нефтеотдачи пластов, методы борьбы с асфальтосмолпарафиновыми отложениями в призабойной зоне пласта карбонатных и терригенных коллекторов. Выбор оппонента не вызывает замечаний. Совместных публикаций с Готовым А.В. не имеет.

Вольпин Сергей Григорьевич, гражданин РФ, кандидат технических наук, начальник отдела гидродинамических исследований и моделирования в нефтегазовой отрасли Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Автор более 166 научно-технических работ в отечественных и зарубежных журналах. За последние 5 лет оппонентом опубликовано 38 статей в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень ВАК, а также в зарубежных научных изданиях, индексируемых в базе Scopus. В работах Сергея Григорьевича рассматриваются результаты гидродинамических исследований скважин, направленные на выявление и локализацию остаточных запасов нефти и выявление фильтрационной неоднородности в межскважинном пространстве, оценку запасов нефти. Также областью исследований оппонента является моделирование фильтрационных потоков. Значительная часть работ посвящена изучению фильтрационно-емкостных свойств коллекторов с трудноизвлекаемыми и нетрадиционными углеводородами (в частности, баженовской свиты) и решению вопросов повышения эффективности их разработки тепловыми методами, с применением гидроразрыва пласта и т.д. Большой объем научных

исследований Вольпина Сергея Григорьевича, связанных с решением проблемы повышения эффективности извлечения нефти и газа, а также высокая квалификация обусловили выбор его в качестве официального оппонента. Совместных публикаций с Готовым А.В. не имеет.

2. Ведущей организацией выбран Центр Индустриальной интеграции «Газпромнефть – Технологические партнёрства», г. Санкт-Петербург.

Ведущая организация является оператором Национального проекта «Бажен» - стратегического проекта по созданию комплекса отечественных технологий и высокотехнологичного оборудования для рентабельной разработки запасов баженовской свиты, а также является центром управления и экспертизы по стратегическим направлениям деятельности ПАО «Газпромнефть».

Центр проводит комплексное изучение баженовской свиты совместно с РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, Сколтех, МГУ имени М.В. Ломоносова, МФТИ и Минэнерго РФ.

Центр является оператором технологического полигона «Бажен» на Пальяновской площади Красноленинского месторождения.

Центром разработана методология обеспечения подсчета запасов (обоснование подсчетных параметров прямыми методами, паспортизация разреза в целях аудита геологических запасов, определение параметров для прогноза извлекаемых запасов), определены оптимальные проектные решения по разработке и по методам увеличения нефтеотдачи (оценка потенциала пиролиза керогена, подбор оптимального режима генерации, экспертиза эффективности третичных методов).

Высокие компетенции Центра в области исследования и разработки нетрадиционных коллекторов, включая отложения баженовской и доманиковой свит, подтверждаются высокой научной квалификацией сотрудников (3 доктора наук, 8 кандидатов наук) и научными публикациями в ведущих профильных научно-технических журналах:

- Андреева Н.Н. Первые результаты работы над концепцией полигона

общего доступа «Бажен» / Н.Н. Андреева, К.В. Стрижнев, Ю.В. Алексеев // Нефтяное хозяйство. – 2020. – №3. – с. 22-27.

- Вашкевич А.А. Геолого-геофизические особенности строения отложений доманикового типа, влияющие на оценку запасов и ресурсов углеводородов / А.А. Вашкевич, К.В. Стрижнев, В.А. Шашель [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2019. – №12. – с. 16-20.
- Вашкевич А.А. Прогноз перспективных зон в отложениях доманикового типа на территории волго-уральской нефтегазоносной провинции / А.А. Вашкевич, К.В. Стрижнев, А.А. Касьяненко [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2018. – №12. – с. 14-17.
- Литвин В.Т. Кислотная обработка призабойной зоны пласта баженовской свиты после проведения гидроразрыва пласта / В.Т. Литвин, К.В. Стрижнев, Т.Н. Шевчук [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2018. – №4. – с. 70-73.
- Strizhnev K.V. Solid cross linker of aqueous polysaccharide gel / K.V. Strizhnev, A. Tsygankov, L.A. Magadova [et al.] // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2018. – Т. 54. – № 4. – 405-410 pp.
- Алексеев А.Д. Изучение трудноизвлекаемых и нетрадиционных объектов согласно принципу "фабрика коллектора в пласте" / А.Д. Алексеев, В.В. Жуков, К.В. Стрижнев, С.А. Черевко // Записки Горного института. – 2017. – Т. 228. – с. 695-704.
- Вашкевич А.А. Опыт комплексирования методов потенциальных полей площадных геохимических исследований с целью планирования геолого-разведочных работ на слабоизученных территориях залегания баженовской свиты / А.А. Вашкевич, К.В. Стрижнев, С.И. Чекмарев [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2016. – №12. – с. 32-35.
- Цыганков В.А. СУГ для ГРП разработка нетрадиционных запасов углеводородов при помощи технологии ГРП с применением в качестве жидкостей разрыва сжиженных углеводородных газов / В.А. Цыганков, К.В. Стрижнев, Л.А. Магадова, А.В. Ненько // Деловой журнал

Neftegaz.RU. – 2019. – № 6 (90). – с. 56-61.

- Стрижнев К.В. Анализ процессов замедления сшивки водных полисахариадных гелей для гидроразрыва пласта / К.В. Стрижнев, В.А. Цыганков, Л.А. Магадова [и др.] // Технологии нефти и газа. – 2018. – № 4 (117). – с. 38-43.
- Демо В.О. Инструмент адаптации технологии разработки нетрадиционных запасов с оценкой применимости к новым лицензионным территориям / В.О. Демо, К.В. Стрижнев // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. – 2018. – № 4 (10). – с. 52-55
- Заграновская Д.Е. Определение генезиса нетрадиционных коллекторов с целью картирования перспективных площадей свободной нефти в отложениях баженовского горизонта на примере Пальяновской площади Красноленинского месторождения / Д.Е. Заграновская, А.Д. Коробов, В.В. Жуков, К.В. Стрижнев // Недропользование XXI век. – 2017. – № 1 (64). – с. 24-35.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана новая научная идея, позволяющая выделять потенциально-приточные интервалы по разрезу баженовской свиты и обосновывать технологии их разработки.

Разработана новая экспериментальная методика определения открытой пустотности и остаточной водонасыщенности, водосодержания (химически и физически связанная вода) и остаточной нефтенасыщенности керна баженовской свиты на основе синхронного термического анализа, совмещенного с газовой ИК-Фурье и масс-спектроскопией.

Предложен нетрадиционный подход к увязке свойств керна и отложений баженовской свиты в пластовых условиях.

Доказано, что использование стандартных методов (ГОСТ 26450) определения фильтрационно-емкостных свойств керна баженовской свиты без адаптации приводит к неконтролируемому искажению оцениваемых

значений.

Введены новые критерии – «масштабный», «методический» и «временной» факторы – для учета особенностей преобразования отложений баженовской свиты при тепловых методах разработки, позволившие выявить качественно новые закономерности формирования техногенной анизотропии структуры пустотного пространства и особенностей её проявления, а также гидрофилизации пустотного пространства и их влияние на характер и скорость протекания процесса, объем и полноту извлечения углеводородных соединений, расход и особенности фильтрации теплоносителя.

В отсутствии единого мнения о типе коллектора в баженовской свите и множестве взглядов на его структуру, которая определяет особенности фильтрации и применяемые способы разработки, **введен новый термин** для обозначения скважинного интервала коллектора в отложениях баженовской свиты «приточный интервал».

Для объяснения несоответствия фильтрационно-емкостных свойств керна и аномалий ГИС в скважине, фиксирующих проникновение фильтрата бурового раствора в пласт, и выделения потенциально-приточных интервалов в баженовской свите **предложен оригинальный подход** на основе геомеханического принципа или восприимчивости пород к техногенному воздействию. Геомеханический принцип основан на **доказанной** вторичности фильтрационно-емкостных свойств керна баженовской свиты, являющихся результатом снятия горного и пластового давления при отборе керна, и представлениях о зоне предразрушения, строение которой отражает восприимчивость пород пласта к механическому и гидродинамическому воздействию в процессе бурения скважины и определяет размеры области фильтрации бурового раствора в пласт, фиксируемого по приращению УЭС пласта.

На основе геомеханического принципа **разработан новый способ** выделения потенциально-приточных интервалов в отложениях баженовской свиты и **введены критерии** их дифференцирования по способам разработки.

Выделены и ранжированы по очередности и способам разработки три типа потенциально-приточных интервалов (тип I с подтипами Ia, Ib и Iv, тип II, тип III).

Доказана перспективность обоснованного геомеханического принципа для выделения потенциально-приточных интервалов в отложениях баженовской свиты.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Применительно к проблематике диссертации использованы результаты комплексного литолого-минералогического (рентгеноструктурный, петрографический анализы), петрофизического исследования керна (ГОСТ 26450), рентгеновской микротомографии, тепловых, спектрометрических (газовая масс-спектрометрия и ИК-Фурье спектрометрия) экспериментальных методик оценки фильтрационно-емкостных свойств керна, результаты интерпретации аномалий ГИС и промысловых геологических исследований.

Использован комплекс современных методов аналитического и численного моделирования, в том числе программные комплексы OMNIS, TAsSoftware, ГеоПоиск, Прайм, Voxler и др.

Изложены доказательства различной восприимчивости керна и пород пласта к техногенному воздействию, обуславливающие противоречия между свойствами керна и пласта. **Раскрыты факты** искажения истинных значений фильтрационно-емкостных свойств керна баженовской свиты при использовании стандартных методов. **Изложены причинно-следственные связи** особенностей проявления техногенной анизотропии пустотного пространства, возникающей при тепловом воздействии, и «масштабного» фактора.

Проведена модернизация стандартных методов (ГОСТ 26450) определения фильтрационно-емкостных свойств и остаточной насыщенности к особенностям отложений баженовской свиты, программных комплексов обработки термических и спектрометрических результатов исследования.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

Разработана и внедрена в ПАО «НК «Роснефть» методика определения открытой пустотности, водосодержания, остаточной водонасыщенности и остаточной нефтенасыщенности керна нетрадиционных и трудноизвлекаемых коллекторов (Патент № 2662055).

Определены пределы и перспективы практического использования разработанного геомеханического принципа для создания новых систем разработки отложений баженовской свиты, учитывающих особенности трансформации пустотной структуры отложений, и вовлечения в разработку отложений баженовской свиты в бесперспективных скважинах (где не был получен непромышленный приток нефти).

Создана система практических рекомендаций для учета «масштабного» фактора при физическом и математическом моделировании тепловых методов разработки баженовской свиты.

Представлены рекомендации по выделению потенциально-приточных интервалов в разрезе баженовской свиты и дифференцированию способов разработки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

Результаты **экспериментальных работ** получены с помощью современного сертифицированного лабораторного оборудования (ПИК-ПП, ПИК-НАНО-НСФ и др.) в лабораториях, имеющих государственную аккредитацию.

Теория, учитывающая влияние теплового воздействия на минеральную и органическую составляющую породы, закономерности трансформации пустотного пространства при техногенном воздействии, изменение свойств призабойной зоны пласта и дренирование пласта построена на известных, проверяемых данных (И.В. Боксерман, В.И. Кокорев, В.В. Нескоромных и др.) и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации.

Идея базируется на обобщении работ ведущих отечественных ученых А.А. Боксермана, Ф.Г. Гурари, И.С. Гутмана, М.В. Дахновой, Т.Т. Клубовой, А.Э. Конторовича, И.И. Нестерова, В.П. Сонича, А.А. Трофимука, И.Н. Ушатинского, С.И. Филиной, В.В. Хабарова и др. в области исследования отложений и флюидов, а также разработки баженовской свиты.

Использованы данные, полученные автором в ходе проведения исследований по теме диссертации, а также большой объем опубликованных материалов по выполненным ранее работам в области исследования керна и пластовых флюидов, повышения эффективности разработки баженовской свиты, представленным в трудах А.Д. Алексеева, С.И. Билибина, С.Г. Вольпина, И.В. Гончарова, М.Ю. Зубкова, В.П. Ивановой, Г.А. Калмыкова, А.С. Кашика, В.И. Кокорева, А.Э. Конторовича, Г.П. Корнева, Р.И. Медведского, В.И. Петерсилье, В.А. Юдина, М. Foldvari, D.A. Handwerger и др., основанных на петрофизических и термических методах исследования керна, реологических, химических и пиролитических методах исследования органического вещества, моделировании разработки, выделении коллектора по комплексам ГИС и ПГИ, использовании и создании передовых способов интенсификации притока и увеличения нефтеотдачи. Авторские данные не противоречат существующим представлениям в данной области.

Представлено сравнение авторских данных с данными, полученными ранее по рассматриваемой тематике ведущими исследователями в следующих работах:

- Алгоритмы определения подсчетных параметров отложений баженовской свиты по Салымской группе месторождения / С.И. Билибин, Т.Ф. Дьяконова, Т.Г. Исакова [и др.] // Вестник Роснефть. – 2015. - № 2. – с. 9-17.
- Петерсилье В.И. Методические подходы к подсчету запасов баженовской свиты / В.И. Петерсилье, Н.В. Комар, С.М. Френкель // Геология нефти и газа. – 2018. - №5. – с. 51-59.
- Конторович А.Э. Пористость и нефтенасыщенность пород баженовской

свиты / А.Э. Конторович [и др.] // // Геология нефти и газа. – 2018. - №5. – с. 61-73.

- Калмыков Г.А. Пустотное пространство пород баженовской свиты и насыщающие его флюиды / Г.А. Калмыков [и др.] // Недропользование XXI век. – 2015. - №1. – с. 64-71.

- Кокорев В.И. Исследование гидротермального воздействия на дисперсную нефть и высокоглинистую породу баженовской свиты / В.И. Кокорев [и др.] // Материалы конференции «Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и нанохимии к нанотехнологиям». – 2008. С. 267-272.

Установлено, что результаты проведенных исследований не противоречат и существенно детализируют общепринятые представления о фильтрационно-емкостных свойствах, структуре пустотного пространства пород баженовской свиты и их изменении при техногенном воздействии, что подтверждает научную новизну диссертационной работы и возможность использования ее результатов для повышения эффективности разработки баженовской свиты.

Использованы результаты экспериментальных работ по исследованию керна получены на репрезентативной выборке (21 месторождение, 36 скважин, более 3000 образцов).

Личный вклад автора состоит в:

- анализе научно-технической литературы по теме диссертации;
- подготовка основных публикаций результатов исследований по выполненной работе;
- непосредственном планировании, пробоподготовке, проведении, обработке и анализе результатов экспериментальных исследований керна и ГИС;
- при участии автора разработана экспериментальная установка калибровки газовых спектрометров;
- разработке методики интерпретации результатов термических

исследований;

- при участии автора разработано программное обеспечение для совместной обработки результатов термических и спектрометрических исследований;
- подготовка основных публикаций результатов исследований по выполненной работе.

На заседании, проведенном 31 марта 2021 г., диссертационный совет принял решение присудить Глотову Антону Васильевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук по специальности 25.00.17 – «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали «за» - 14, «против» - 0, члены диссертационного совета, присутствующие на заседании и не проголосовавшие – 0.

Дата составления заключения: 31 марта 2021 г.

Заместитель председателя
диссертационного совета,
доктор технических наук

Э.С. Закиров

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук

М.Н. Баганова