

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора геолого-минералогических наук Бочкарева Анатолия Владимировича на диссертационную работу **Томилова Александра Александровича** на тему: **«Исследование влияния тектонического фактора на формирование, поиски и разработку месторождений нефти и газа»**, представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12 «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений»

Представленная диссертационная работа выполнена на кафедре «Геологии месторождений нефти и газа» Тюменского индустриального университета и состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Содержание работы изложено на 142 страницах, включая 67 рисунков, 13 таблиц, в списке литературы 156 наименований. Работа четко структурирована, написана приемлемым языком, насыщена фактическим материалом и хорошо оформлена.

В соответствии с требованиями ВАК РФ в результате ознакомления с диссертационной работой, статьями автора, опубликованными в печати, а также авторефератом и документами, подтверждающими объективность проведенных исследований, мною установлено следующее.

**Актуальность темы исследования.** В последние годы в нефтегазовой геологии происходит коренная переоценка основ и принципов построения промыслово-геологических моделей залежей углеводородов. Это обусловлено возрастающим несоответствием между реальным сложным геологическим строением разрабатываемых месторождений и традиционными представлениями о структуре залежей, пространственном распределении фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) и характере насыщения продуктивных пород.

К настоящему времени установлена тесная взаимосвязь разломно-блоковой тектоники с формированием и размещением залежей нефти и газа в различных по литологии породах, однако проблема учета ее проявлений в нефтегазовой геологии и разработке месторождений изучена недостаточно. Вследствие этого, снижается эффективность поисков-разведочных работ, достоверность оценки запасов, обоснование технологических показателей разработки, что приводит к быстрому росту обводненности месторождений, низким коэффициентам нефте- и газоотдачи, увеличению объемов трудноизвлекаемых запасов и непроизводительных затрат.

Исходя из изложенного, тема диссертационной работы весьма актуальна и своевременна.

**Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций.** Подтверждена 17 публикациями, в том числе 7 в статьях, изложенных в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Основные положения, выводы и рекомендации докладывались и обсуждались на международных, всероссийских и региональных конференциях. Суммарный объем опубликованных работ в печатных листах сопоставим с объемом самой диссертации.

**Достоверность, новизна и практическая ценность результатов.** Достоверность диссертации подтверждается взаимосвязанностью теоретических и модельных исследований с геологией региона и адаптацией результатов к поисково-разведочным работам и разработке месторождений. Это подтверждается заключениями ОАО «Сургутнефтегаз», ТО «СургутНИПИнефть» и другими организациями.

**Научная новизна** заключается в следующем:

1. Установлено влияние тектонического фактора на ФЕС коллекторов и их дифференциацию по промысловым данным и динамике показателей разработки.
2. Обоснована фильтрационно-емкостная и гидродинамическая модель залежей, выявлены причины формирования трудноизвлекаемых запасов.

3. Усовершенствована методика обоснования наиболее перспективных участков для поисков и разработки месторождений нефти и газа, в том числе способствующая выявлению пропущенных залежей.

4. Предложены новые технологии, обеспечивающие достижение максимальных коэффициентов нефте- газо- и конденсатоотдачи, снижение объемов трудноизвлекаемых запасов и непроизводительных затрат.

Практическая ценность работы заключается в том, что выявлена определяющая роль разломно-блоковой тектоники в формировании залежей нефти и газа, их поисках, что расширяет перспективы открытия месторождений в пределах всей земной коры, а не только в её осадочном чехле, а учет тектонического фактора в процессе разработки будет способствовать наращиванию сырьевой базы РФ.

#### ***Краткий анализ содержания работы.***

***В первой главе*** по опубликованным работам проводится доказательная база о связи залежей нефти и газа с разломно-блоковой тектоникой фундамента, приводится анализ поисково-разведочных работ, оценки запасов и разработки месторождений, на основе которого автор приходит к выводу, что в практике недостаточно учитывается влияние тектонического фактора. Содержание главы не вызывает возражений.

***Во второй главе*** обосновывается фильтрационно-емкостная и гидродинамическая модель Федоровского газонефтяного месторождения. На основе комплексных исследований (по керну, сейсморазведке и промысловым данным) установлено, что разломно-блоковая тектоника фундамента способствует разуплотнению пород, образованию зон деструкций и развитию трещиноватости во всех продуктивных отложениях. Формирование залежей происходило во вторичной емкости, то есть в трещинах и капиллярных каналах, соизмеримых с порами, имеющими тектоническое происхождение.

С этими выводами оппонент согласен, так как возраст залежей Западно-Сибирской НГП датируется поздне меловым или даже олигоценным периодом после завершения структурообразования и зон деструкции. Это подтверждают зависимости геолого-промысловых параметров (проницаемости, продуктивности, нефтенасыщенности пород) от расстояния до тектонических разломов, которые установлены многими исследователями (С. Н. Беспалова, О. В. Бакуев, 1995; Ю. А. Стовбун, К.В. Светлов и др., 2003; Д. Г. Афенин, 2009).

Поскольку трещины и капиллярные каналы гидродинамически связаны и между ними происходят обменные процессы, то это предопределяет развитие в продуктивных толщах четырех типов коллекторов: трещинных, порово-трещинных, трещино-поровых и поровых. Их дифференциация производилась по методике И. П. Попова (1990) по зависимостям геолого-промысловых параметров от показателя скин-эффекта и скин-эффекта от депрессии, которые характерны для всех типов отложений независимо от их литологии, возраста и регионального размещения. Данные положения позволили заключить об универсальности модели залежей. Простейшим подтверждением является наличие на месторождениях высоко-средне и низкодебитных скважин.

Универсальность модели залежей в полной мере проявляется при анализе разработки и эффективности заводнения Федоровского месторождения. Создание значительных депрессий или внедрение заводнения приводит к одним и тем же последствиям: исключается подпитка трещин УВ из пор (их проницаемость в 100-1000 раз меньше), происходит поршневое вытеснение нефти водой из трещин и формирование трудноизвлекаемых запасов на участках с поровыми коллекторами. Этим процессом объясняется длительный период завершающей стадией разработки, когда добыча осуществляется из низкопроницаемых коллекторов. Поскольку основ-

ные извлекаемые запасы вырабатываются в более короткий период начальных стадий, следовательно, они характеризуют трещинную емкость. Геолого-промысловое моделирование позволяет определить их величину и обосновать подсчетные параметры.

Превалирующее развитие вертикальной трещиноватости по зонам деструкции объединяет многопластовое месторождение в единую гидродинамическую систему, что подтверждается динамикой показателей разработки, в том числе перемещением около 1/3 запасов в газовую шапку (Н. Я. Медведев, 1995), суммарной добычей по отдельным скважинам, достигающей 1-1,5 млн. т, а также трассерными исследованиями. Последними подтверждается ориентировка каналов фильтрации, совпадающая с северо-восточным направлением естественных разрывных нарушений, и обуславливающая не только межпластовые перетоки, но и взаимосвязь с соседним Дунаевским месторождением.

Таким образом, автором убедительно доказано, что геолого-промысловым моделированием наиболее достоверно подтверждается универсальность фильтрационно-емкостной и гидродинамической модели залежей, которая объясняет механизм формирования месторождений, особенности их разработки, причины роста обводненности и объемов трудноизвлекаемых запасов. Это позволило сделать вывод о необходимости ее использования при подсчете запасов и в проектах разработки, с чем оппонент абсолютно согласен.

Замечания по данной главе: 1) необходимо подробнее показать механизм раскольмативирования трещинной емкости по промысловым данным, 2) не показано преимущество геолого-промыслового моделирования по сравнению с обоснованием моделей другими методами.

**В третьей главе** приводится анализ влияния тектонического фактора на результативность поисково-разведочных работ. Практика показывает, что развитие зон деструкции и вертикальная миграция УВ способствуют формированию залежей в различных по литологии породах. Причем, подпитка залежей продолжается и в настоящее время, что выявлено на Ромашкинском (Татария), Самотлорском, Уренгойском (Западная Сибирь), Щебелинском (Украина) и других месторождениях (И. П. Попов, 1990; Р. Х. Муслимов, 2007).

Применяя стандартную методику (сейсморазведку 3D и дистанционные методы) для обоснования размещения поисковых скважин в зонах деструкции на ряде структур Красноленинского свода установлена нефтегазоносность глинистых отложений тюменской, абалакской, баженовской и викуловской свит. Одинаковый по литологии и характеру ГИС тип пород абалакской и фроловской свит позволил заключить и о перспективности последних. Открытие залежей также возможно и в турон-датских отложениях (березовская и ганькинская свиты), в которых отмечены нефтегазопоявления (Т. А. Цимбалюк и др., 2005).

Однако, анализ поисково-разведочных работ по Рогожниковскому месторождению показал, что тектонический фактор учитывается недостаточно. С одной стороны это обусловлено неоптимальным размещением скважин, то есть вне пределов развития перспективных зон с трещинными коллекторами, наличие которых выявлено комплексированием структурных карт поверхностей пластов с картами когерентности по отражающим горизонтам и характеризующихся высокими дебитами в процессе испытаний и эксплуатации скважин.

С другой стороны причиной низкой эффективности являются некачественное вскрытие продуктивных отложений – репрессии достигают 25-28%, что привело к кольматации трещинной емкости, низкой информативности ГИС и недостоверной оценке продуктивных объектов. Переинтерпретация данных ГИС, проведенная автором, с использованием комплекса АК, ГГК-п, КВ и газового каротажа позволила уточнить интервалы трещинных коллекторов и рекомендовать их к испытанию.

Таким образом, автором предложены мероприятия по совершенствованию методики по

исково-разведочных работ, которые будут способствовать более достоверной оценке нефтегазоносности разреза, выявлению пропущенных залежей, а также наиболее перспективных участков на разрабатываемых месторождениях, что в конечном итоге приведет к уменьшению количества скважин.

Замечание к данной главе: 1) необходимо обосновать оптимальные репрессии, которые обеспечили бы сохранение коллекторских свойств и их достоверную оценку, а также повысили результативность испытаний, 2) следовало бы привести структурную карту, характеризующую разломы Рогожниковского месторождения.

**Четвертая глава** посвящена совершенствованию системы разработки на основе выявленной фильтрационно-емкостной и гидродинамической модели залежей. Здесь следует отметить высокую требовательность автора к изучаемой проблеме, которая заключается в том, что предвзятое изложение новых технологий, он приводит анализ разработки двух месторождений разных нефтегазоносных районов: Яунлорское (Сургутский свод) и Малочерногорского (Вартовский свод), на примере которых еще раз показано проявление общих закономерностей, характеризующих универсальность модели залежей.

На основе дифференциации динамики показателей разработки Федоровского месторождения по типам дренируемых коллекторов и соответствующих им уровней добычи установлено, что темп годовых отборов около 2% от балансовых запасов обеспечивает одновременную выработку трещин и пор и не нарушает единство гидродинамической системы месторождений. Уровень добычи, соответствующий этой закономерности, определяет дренирование залежи по латерали, медленное снижение пластового давления, низкий рост обводненности, уменьшение объемов трудноизвлекаемых запасов и в результате достижение более высоких коэффициентов нефтеотдачи.

По фактическим данным показано преимущество геолого-промыслового моделирования, обеспечивающего эффективное использование пластовой энергии, снижение непроизводительных затрат при внедрении заводнения. Примеры когда на законченной разработке месторождениях после 10-20 летнего простоя десятки скважин самопроизвольно переливали нефтью (Предкавказье, Средняя Азия) убеждают в необходимости реального внедрения новых технологий поскольку не все запасы вовлечены в разработку.

Так как фильтрация нефти и газа в трещинных коллекторах идентична (Ф. И. Котяхов, 1977, Т. Д. Гольф-Рахт, 1986 и других), то выявленные закономерности характерны также для газовых и газоконденсатных месторождений. Однако, последствия неучета фактических моделей приводит к тому, что основные запасы поровой емкости остаются не вовлеченными в освоение, и поэтому разработка этих месторождений завершается третьей или весьма непродолжительной четвертой стадией. Усугубляет положение и кустовое бурение скважин в сводовых, наиболее продуктивных, частях структур, при котором резко снижается пластовое давление, образуются воронки депрессии и быстрое обводнение дренируемого объема. В результате происходит защемление запасов газа между сводовыми поднятиями и на периклиналях структур.

Подтверждением изложенного является временная остановка газовых промыслов на многих месторождениях Западной Сибири (О. П. Андреев и др., 2013), которая позволяет восстановить энергетический потенциал и активные запасы за счет перетоков из смежных зон и периферии. Вследствие этого уменьшаются воронки депрессии, и за счет дополнительной энергии увеличивается добыча газа и конденсата. Следовательно, оптимальный отбор (2 % от балансовых запасов) обеспечивает условия для равномерного продвижения контуров нефтегазоносности и более полного извлечения нефти, газа, конденсата из недр.

Приведенные в диссертации анализ Ямбургского газового и Ен-Яхинского газоконден-

сатного месторождений подтверждает эти положения и показывает, что при соблюдении предложенной технологии, обеспечивающей одновременную выработку трещин и пор, имеется возможность продлить “нефтяную и газовую эру” в экономике страны, с чем оппонент вполне согласен. Так, например, согласно расчетам автора, дополнительная добыча газа по Ен-Яхинскому месторождению составила бы 15 млрд. м<sup>3</sup>, и около 4 млн. т конденсата.

После рассмотрения и анализа всех представленных материалов по теме диссертации оппонент выражает солидарность с основными выводами автора, согласно которым выявление глубинных разломов, способствующих разуплотнению пород и развитию трещинных коллекторов, имеет первостепенное значение как на этапе поисков залежей нефти и газа, так и в процессе их разработки.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений по следующим пунктам формулы специальности: разработка и совершенствование теоретических основ формирования различных типов месторождений нефти и газа, изучение особенностей их геологического строения и закономерностей пространственного размещения в различных геотектонических областях земной коры; определение геологических предпосылок формирования месторождений и поисковых признаков; совершенствование методов поисков и разведки месторождений нефти и газа.

В разделе «Область исследования» содержание диссертации соответствует пунктам: геология нефтяных и газовых месторождений, типы месторождений; современные методы поисков и разведки месторождений; прогнозирование, поиски, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений; методология прогнозирования - современные методы поисков и разведки месторождений; резервуары нефти и газа, типы коллекторов и покрышек.

Специальность соответствует геолого-минералогической отрасли наук.

**Замечания:**

1. Желательно проиллюстрировать промысловыми данными механизм раскольматирования трещинной емкости.

2. Не показано преимущество геолого-промыслового моделирования по сравнению с существующими методиками.

3. Для иллюстрации разломной тектоники следовало бы привести структурную карту по Рогожниковскому месторождению.

4. При анализе некачественного вскрытия продуктивных отложений, снижающих информативность ГИС и результативность испытаний, не рассчитаны оптимальные репрессии, обеспечивающие сохранность коллекторских свойств.

5. В название темы диссертации напрашивается привязка к региону, отложениям, месторождениям, допустим так: (на примере месторождений Западной Сибири). В представленном виде это название темы докторской диссертации, для которой у автора, кстати, сделан солидный задел, судя по представленному материалу.

6. В автореферате (с.13) стилистически не четко сформулировано предложение включающее фразу “... выбор участков перфораций при опробования”.

Безусловно, на фоне достигнутых в диссертационной работе результатов, приведенные выше замечания несколько не снижают их значимости и научной ценности и не влияют на общую положительную оценку исследований соискателя.

**Достигнутые результаты диссертационной работы.** Цели и задачи работы предопределили комплексный характер исследований, включающий в себя традиционные методы анализа геологической информации, методы экспериментального моделирования; а также ком-

