

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Нуриева Арсена Альбертовича на тему: «Геологическое и экспериментальное обоснование гидравлического разрыва пласта при освоении запасов нефтематеринских отложений доманикового возраста», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 2.8.3.—«Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

Актуальность темы.

Гидроразрыв пласта (ГРП) сравнительно сложный, энергоемкий и дорогостоящий технологический процесс. Поэтому для обеспечения его технологической и экономической эффективности необходимо проводить тщательное и всестороннее изучение объекта обработки и составление проекта. При этом проектированию ГРП должно отводиться первостепенное значение в комплексе подготовительных работ.

Сегодня ГРП является ключевым методом интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи пластов как по количеству применения, так и по вкладу в общий объем дополнительно добываемой нефти. Применение ГРП позволяет вовлечь в разработку ранее не дренируемые запасы, увеличить темпы отбора, повысить рентабельность добычи. Кроме этого, технология ГРП позволяет вести разработку месторождений с нетрадиционными коллекторами, на которых добыча нефти или газа без ГРП невозможна или малорентабельна, поскольку вовлечение в разработку трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) нефти, в настоящее время, одно из необходимых условий для недропользователей. Это связано с истощением месторождений, находящихся на завершающей стадии разработки, и необходимостью поддержания стабильного уровня добычи углеводородов. В условиях ТРИЗ нефти среди широкого перечня геолого-технических мероприятий гидравлический разрыв пласта является наиболее эффективным. Доля ТРИЗ нефти в России на сегодняшний день составляет

по разным оценкам 60 % и приходится также на запасы нефтематеринских пород баженовской и доманиковой свит.

Целью рассматриваемой диссертации является повышение эффективности применения ГРП на нефтематеринских отложениях, за счет совершенствования прогнозных моделей, учитывающих геомеханические свойства пород. В связи с этим, актуальность диссертационной работа Нуриева Арсена Альбертовича не вызывает сомнений.

Научная новизна.

В диссертационной работе представлена классификация трудноизвлекаемых запасов нефти, проведен анализ имеющихся в научной практике работ и исследований по направлению эффективности проведения гидравлического разрыва пласта в доманикитах, получен ряд новых и значимых результатов.

Разработана методика определения показателя вдавливания расклинивающего материала в нефтематеринские породы с учетом геомеханических показателей и горно-геологических условий залегания, включающее испытание образца на вдавливание пропанта и микроскопические исследования состава горной породы.

Установлены зависимости между типом нефтематеринских пород и глубиной вдавливания пропанта в горную породу, позволяющие прогнозировать закрепленную ширину трещины ГРП, которая оказывает прямое влияние на прогнозный дебит нефтяной скважины.

Цель работы заключается в совершенствовании технологии гидравлического разрыва пласта для освоения нефтематеринских отложений доманикового возраста Волго-Уральской нефтегазоносной провинции путем разработки оптимизированных прогнозных моделей, учитывающих геомеханические и литологические особенности коллекторов. Данная цель направлена на решение научно-практической задачи повышения коэффициента нефтеотдачи низкопроницаемых пород с высоким содержанием органического вещества, обеспечивая тем самым увеличение эффективности добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов.

Исходя из актуальности и значимости исследования автором поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ применения технологии гидравлического разрыва пласта, приуроченного к нефтематеринским породам.
2. Разработать методику выполнения лабораторных исследований по определению показателя вдавливания расклинивающего материала в породу.
3. Выявить зависимость между показателем вдавливания проппанта в горную породу и её свойствами.
4. Усовершенствовать прогнозную модель ГРП, применяемую для залежей нефтематеринских пород.

Достоверность решения поставленных задач.

Содержание диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы, включающего 86 наименований. Общий объем работы составляет 119 страниц, включая 125 рисунков, 8 таблиц.

В целом, материал диссертации представлен логично и последовательно, основные результаты детально освещены и хорошо иллюстрированы. Диссертационная работа по своему содержанию и степени приведенных научных положений и обоснованности соответствует специальности 2.8.3. – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр». Автореферат отражает основные результаты, представленные в диссертации.

Первая глава посвящена анализу геологических особенностей нефтематеринских пород доманикового возраста и обзору существующих подходов к их разработке с использованием гидравлического разрыва пласта (ГРП). Автор проводит классификацию нетрадиционных нефтей и залежей, акцентируя внимание на трудноизвлекаемых запасах (ТРИЗ). Рассматриваются результаты исследований геологического строения доманиковых отложений, включая их литологический состав — преимущественно органогенные и кремнистые известняки с низкой пористостью и проницаемостью. Приводятся данные о мировом опыте

освоения подобных объектов, подчеркивая, что более 50% запасов углеводородов в России относятся к ТРИЗ. Автор анализирует опыт применения ГРП на месторождениях Российской Федерации, отмечая, что в 50% случаев достигается прогнозируемый эффект, но для повышения эффективности требуется детальное изучение геомеханических свойств пород и адаптация технологий ГРП.

Вторая глава сосредоточена на геолого-промысловом анализе доманиковых отложений на территории Республики Башкортостан, в частности на Кушнаренковском и Сергеевском месторождениях Волго-Уральской провинции. Объекты характеризуются низкой проницаемостью коллекторов, высокой обводненностью (до 95%) и неоднородностью литологии (переслаивание карбонатных и терригенных пород). Продуктивный горизонт D3fm+D3s (на примере Кушнаренковского месторождения), представлен пористо-трещинными известняками и доломитами с повышенной битумностью. Коэффициент извлечения нефти составляет 33%, а годовая добыча достигает 15,1 тысячи тонн нефти. Многие скважины законсервированы из-за низких дебитов.

На месторождениях Кушнаренковское и Сергеевское были выполнены опытно-промышленные испытания гидравлического разрыва пласта (ГРП) в доманиковых отложениях. В ходе испытаний по скважинам наблюдался стабильный рост пластового давления, что указывает на сложные фильтрационно-ёмкостные характеристики коллекторов. Несмотря на то, что плановые показатели эффективности ГРП не были выполнены, на скважине Сергеевского месторождения был получен дебит нефти в 20,97 т/сут, что демонстрирует перспективность дальнейших исследований. Однако по скважине Кушнаренковского месторождения операция ГРП была остановлена и плановые показатели операции не были достигнуты, что отрицательно сказалось на полученном дебите. Основной причиной послужила недостаточная геологическая изученность. Для повышения эффективности и результативности рекомендуется учитывать большее

количество факторов, при подготовке модели ГРП на доманиковых отложениях.

Третья глава представляет результаты лабораторных исследований по определению показателя вдавливания проппанта и его применения при построении модели гидравлического разрыва пласта.

Для статистического анализа автор проводит ряд испытаний и микроскопических исследований на образцах кернового материала по 7 скважинам. Исследования включают в себя непосредственно определение вдавливания проппанта: проппант вдавливается в породу под действием гидравлического испытательного пресса (ИП-100) с давлением, равным давлению схлопывания трещины по исследуемой территории (21 кН). Далее проводятся микроскопические исследования для определения показателя вдавливания проппанта и типа породы. Установлены следующие зависимости между глубиной вдавливания и породой для проппанта 20/40: в чистых известняках 0,2–0,4 мм, в известняках, глинизированных 0,23–0,45 мм, в органическом веществе 0,47 мм. Для проппанта 30/50: в чистых известняках — 0,1–0,5 мм, в известняках, глинизированных — 0,13–0,55 мм, в органическом веществе — 0,47 мм. Выбор значения показателя вдавливания должен основываться на составе слагающих разрез породах, выделяя доминирующие литотипы.

Второй частью исследования выступает моделирование ГРП в программном комплексе РН-ГРИД. На примере скважины № 49СЕР Сергеевского месторождения моделирования показало, что учет вдавливания уменьшает эффективную ширину трещины, повышая точность прогноза дебита на 4.76%.

В разделе **Заключение** приведены и обобщены основные результаты проведенных исследований. Изложены основные выводы, полученные в диссертационном исследовании.

Достоверность и научная новизна результатов диссертационного исследования не вызывает сомнения. По теме диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе 3 – в ведущих рецензируемых научных

журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на VI Международной молодежной научной конференции «Tatarstan UpExPro» (г. Казань, 2022 г.); на 73-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ (г. Уфа, 2022 г.); на Российском нефтегазовом техническом конгрессе (г. Москва, 2022 г.); на научно-практической конференции, посвященной юбилеям М. М. Ивановой и С. А. Султанова (г. Бугульма, 2022 г.); на 74-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ (г. Уфа, 2023 г.); на Международной научной конференции «Золотухинские чтения. нефть, газ и энергетика в арктическом регионе», (г. Архангельск, 2023 г.).

По мере ознакомления и изучения диссертационной работы возникли **несколько вопросов и замечаний:**

1. Не уточнено в каких единицах выбрано оказываемое давление в лабораторных опытах по вдавливанию пропанта. В среднем, в соответствии с таблицей 3.2, во всех опытах оказываемое давление составляло 23 кН. Возникает вопрос, на какую площадь приходилось это давление. Если это кН/мм^2 , то тогда давление в пересчете составляло 23000 МПа. Если это кН/м^2 , то тогда давление в пересчете составляло 0,023 МПа. В то время как среднее смыкающее (сжимающее) напряжение для исследуемых объектов, например, по таблице 3.3 составляет 350 атм, или примерно 35 МПа.

2. Прогнозирование закрепленной ширины трещины ГРП целесообразней осуществлять на основе установления зависимостей между давлением смыкания трещины (минимальным горизонтальным напряжением), а не между глубиной вдавливания и литологией пород. Поскольку давление смыкания и как следствие потеря ширины трещины ГРП за счет давления смыкания, являются определяющими факторами конечной эффективной проводимости трещины ГРП.

Обозначенные замечания не снижают научной и практической ценности работы, которая является законченным исследованием на

актуальную тему, обладает несомненной новизной и заслуживает высокой оценки.

В заключение необходимо отметить, что диссертационная работа Нуриева Арсена Альбертовича «Геологическое и экспериментальное обоснование гидравлического разрыва пласта при освоении запасов нефтематеринских отложений доманикового возраста» в полной мере соответствует паспорту специальности 2.8.3. – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр». Представленная работа представляет собой завершенное научное исследование, содержащее решение ряда поставленных задач.

Диссертационная работа соответствует критериям пунктов п.9 «Методы и системы обработки геологической, маркшейдерской и геофизической информации, а также методы моделирования месторождений, прогнозирования горно-геологических условий, явлений и процессов», п. 15 «Лабораторные и полевые геофизические методы, и средства исследования состава, строения, свойств и состояния горных пород и массивов. Геологический, геофизический и маркшейдерский мониторинг функционирования горнотехнических систем и геологической среды при разработке месторождений полезных ископаемых», а также п. 17 «Разработка методов и технологий исследования и мониторинга горно-геологических и горнотехнических условий освоения и эксплуатации месторождений полезных ископаемых и подземных хранилищ нефти, и газа».

Считаю, что диссертационная работа «Геологическое и экспериментальное обоснование гидравлического разрыва пласта при освоении запасов нефтематеринских отложений доманикового возраста» по специальности 2.8.3. – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр» является актуальной научной разработкой, соответствует критериям пункта 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842), является завершенной научно - квалификационной работой, направленной на

разработку научно обоснованных решений для определения показателя вдавливания проппанта в нефтематеринские породы доманикового возраста и его применении при моделировании процессов гидравлического разрыва пласта.

Полагаю, что Нуриев Арсен Альбертович заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 2.8.3. – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Официальный оппонент:

Салимов Олег Вячеславович,

доктор технических наук по специальности 25.00.17 – «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», менеджер, управление научно-технического развития, ООО «Тюменский нефтяной научный центр». Рабочий адрес: 625048, г. Тюмень ул. Максима Горького, 42. Телефон: +73452529090 (доб. 0676). E-mail: ovsalimov@tnnc.rosneft.ru

Я, Олег Вячеславович Салимов, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись: 

15.07.2025

Подпись О.В. Салимова заверяю:

Ведущий специалист

отдела обеспечения персоналом



/С.В. Генергард/