

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.428.03, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от **9 февраля 2023** года № **1**

О присуждении Кашапову Денису Вагизовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование методов гидравлического разрыва пластов баженовской свиты Западной Сибири» по специальности 2.8.4. – «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» принята к защите **27 октября 2022** года, **протокол № 39** диссертационным советом 24.2.428.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Минобрнауки России (450064, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1, действует в соответствии с приказом Минобрнауки РФ № 105/нк от 11.04.2012 года).

Соискатель, Кашапов Денис Вагизович, 8 января 1989 года рождения.

В 2012 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по специальности «Ракетные двигатели», с присуждением квалификации «инженер».

В 2020 году соискатель прикреплен к кафедре «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений» ФГБОУ ВО «УГНТУ» для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и

газовых месторождений.

Кашапов Денис Вагизович работает генеральным директором общества с ограниченной ответственностью «ФРАК ГРАДИЕНТ», по совместительству в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в должности доцента кафедры «Цифровые технологии в разработке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений».

Работа выполнена на кафедре «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Зейгман Юрий Вениаминович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», кафедра «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений», заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

1. Стрижнев Кирилл Владимирович – доктор технических наук (25.00.17), общество с ограниченной ответственностью «Газпромнефть-Пальян», генеральный директор

2. Хайдар Азат Маратович – кандидат физико-математических наук (01.02.05), Закрытое акционерное общество «Ижевский нефтяной научный центр», эксперт по разработке месторождений

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Альметьевский государственный нефтяной институт» (г. Альметьевск), в своем положительном отзыве, подписанном Насыбуллиным Арсланом Валерьевичем, доктором технических наук (25.00.17), профессором, заведующим кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» и утвержденном доктором технических наук

(05.02.07), доцентом, проректором по научной работе Реченко Денисом Сергеевичем, указала, что диссертация Кашапова Д.В. «Совершенствование методов гидравлического разрыва пластов баженовской свиты Западной Сибири», является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, заключающейся в повышении качества извлечения нефти баженовской свиты. Диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842. Автор Кашапова Денис Вагизович заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата наук по специальности 2.8.4. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Соискатель имеет 11 опубликованных научных работ по теме диссертационной работы (общий объем 7.67 п.л., авторский вклад 6.15 п.л.), из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 научных статей (общий объем 3.56 п.л., авторский вклад 2.85 п.л.); в изданиях, входящих в международные реферативные базы опубликовано 4 статьи (общий объем 4.13 п.л., авторский вклад 3.3 п.л.).

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Кашапов, Д.В. Комплексный подход к планированию операций многостадийного гидроразрыва пласта как инструмент повышения добычи в условиях низкопроницаемых трещиноватых коллекторов / Д.В. Кашапов, В.В. Родионов, Д.И. Торба, А.С. Продан, А.В. Бочкарев, А.И. Лисицын, Д.Ф. Бухаров, О.В. Буков // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. – 2020 - № 1 (15). – С.32-37.

2. Кашапов, Д.В. Математическое моделирование оседания проппанта в горизонтальной скважине при проведении операции гидравлического разрыва пласта на маловязкой жидкости / Д.В. Кашапов, Л.Р. Шакиров // Бурение и нефть. – 2021. – №. 17. – С. 60 – 65.

3. Кашапов, Д.В. Эволюция развития технологий многостадийного гидроразрыва пласта на сланцевых объектах США / Кашапов Д.В., А.В.

Сергейчев, Ю.В. Зейгман, А. Э. Федоров // Нефтегазовое дело. – 2021. – Т. 19. – №. 5. – С. 53-66.

4. Кашапов, Д.В. К оценке геометрических параметров трещины гидроразрыва пласта / Д.В. Кашапов, В.А. Байков, Г.Т. Булгакова, А.М. Ильясов // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. – 2018. – №. 5. – С. 64-75.

5. Кашапов, Д.В. Разработка прогнозной характеристики развития стимулированного объема пласта в бажендовской свите при проведении многостадийного гидроразрыва пласта с различными геолого-геомеханическими свойствами / Д.В. Кашапов, А.С. Продан, А.В. Бочкарев, Д.А. Коробицын, Д.И. Торба, В.В. Родионов, А.М. Янаев, В.А. Кузнецов, О.В. Буков // PRONEFTЬ. Профессионально о нефти. – 2019 - № 3(13). – С. 62-67.

Диссертационная работа Кашапова Д.В.:

- не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации;

- содержит ссылки на авторов и источники заимствования;

- оригинальность диссертационной работы составляет 86.16 %.

На диссертацию и автореферат поступило **8 положительных отзывов с замечаниями** из следующих организаций:

1 Отзыв из **Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дагестанский государственный технический университет»** (г. Махачкала), подписал заведующий кафедрой «Нефтегазовое дело», доктор технических наук (05.14.08) **Алиев Расул Магомедович**. Без замечаний.

2 Отзыв из **Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет»** (г. Тюмень) подписал заведующий кафедрой бурения Института геологии и нефтегазодобычи ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», доктор технических наук (25.00.15), профессор, действительный член РАЕН и МАИ, заслуженный деятель наук РФ, Лауреат

государственной премии, **Овчинников Василий Павлович**. Имеются 2 замечания: 1) Не понятны различия геометрии трещины ГРП, оцененных по результату колебаний давления в сравнении с симулятором ГРП; 2) Не рассматривались аспекты возможности оценки переноса и оседания пропанта по горизонтальной скважине с учетом восходящего и нисходящего профиля скважины.

3 Отзыв из общества с ограниченной ответственностью «Газпромнефть – Технологические партнерства» (г. Санкт-Петербург), подписал руководитель проектов по технологиям ГИС и петрофизике в блоке по разработке трудноизвлекаемых запасов, кандидат геолого-минералогических наук (25.00.12) **Алексеев Алексей Дмитриевич**. Имеются 3 замечания: 1) До сих пор в научных кругах не прекращаются дискуссии о механизме формирования промышленных скоплений нефти в условиях крайне низкой проницаемости, при которой физически невозможна фильтрация жидкости. Так же нет общепринятых понятий, однозначно характеризующих продуктивные в условиях ГРП породы (аналоги пород коллекторов в традиционных пластах). Следовательно, достоверно и надёжно разделить влияние на дебит геологических и технологических факторов у автора работы нет возможности; 2) Отдельным вопросом стоит поднять частые упоминания в работы геометрии естественных и техногенных трещин, а также неоднородность поля напряжений, надёжных общепринятых средств определения которых в условиях горизонтальных скважин просто нет. Любые отсылки к их параметрам трудно назвать убедительными, так как опровергнуть или доказать утверждения на них основанные не получится; 3) По тексту автореферата складывается впечатление о том, что дебит нефти в скважинах в основном завит от реализованного дизайна ГРП, но ведь это не так. Начинать следует того, что первоначальный дебит скважины зависит от параметров вывода её на режим. Очень часто для предотвращения быстрой деградации трещин ГРП, вследствие выноса пропанта, скважину специально зажимают, запуская сперва на штуцерах малого диаметра, постепенно увеличивая их диаметр. В качестве запускной характеристики принято использовать некий средний дебит за определенный период работы,

например, за 30 суток. Чаще всего оперируют к наколенным показателям. В компании ГПН эффективность проведенного ГРП оценивают по накопленной за 180 суток добыче (IP180). В этой связи, используемые автором работы показатели успешности дизайнов ГРП в виде сравнения стартовых дебитов, нельзя считать достаточно убедительными и надежными.

4 Отзыв из Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск) подписал главный научный сотрудник, доктор технических наук (25.00.10), профессор Ельцов Игорь Николаевич. Имеются 2 замечания: 1) Ареал распространения баженовской свиты занимает практически всю территорию Западной Сибири, поэтому название диссертации могло бы не содержать географическую привязку; 2) Первые три рисунка, приведенные в автореферате, заимствованы из известных источников, но ссылки на эти источники не приведены.

5 Отзыв из Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (г. Казань) подписал доцент кафедры разработки и эксплуатации месторождений трудноизвлекаемых углеводородов института геологии и нефтегазовых технологий, кандидат технических наук (25.00.17) Маннанов Ильдар Илгизович. Имеется 1 замечание: С технологической точки зрения в предложенных вариантах предусмотрено использование забойных манометров, что требует необходимости планирования спуска прибора перед процессом гидроразрыва.

6 Отзыв из Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» (г. Уфа) подписал заведующий кафедрой геофизики, доктор технических наук (25.00.12), профессор, академик АН РБ Валиуллин Рим Абдуллович. Имеются 2 замечания: 1) В автореферате не освещены вопросы дальнейшего пути оптимизации дизайнов ГРП на баженовскую свиту; 2) В пятой главе отсутствует информация об экспериментальном подтверждении результатов моделирования оседания

пропанта в горизонтальной скважине.

7 Отзыв из **Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет»** (г. Красноярск) подписала заведующая кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Института нефти и газа, старший научный сотрудник, доктор технических наук (05.17.08) Квеско Наталия Геннадьевна. Имеется 1 замечание: В качестве замечания можно отметить, автор не использовал традиционные способы оценки продуктивности скважины после ГРП с помощью типовых кривых (ТК) безразмерного давления или безразмерного индекса продуктивности после их подстановки в закон Дарси

8 Отзыв из **общества с ограниченной ответственностью «Петротрейс»** (г. Москва) подписал ведущий инженер проекта – руководитель группы, кандидат физико-математических наук (1.2.2) Шляпкин Алексей Сергеевич. Имеются 4 замечания: 1) В работе показано определение геомеханических свойств пласта по результатам данных с забойных манометров, которые могут быть проанализированы лишь после окончания процесса ГРП; 2) В тексте автореферата допущена опечатка при описании математической модели Перкинса – в записи уравнений системы используются уравнения параболического типа; 3) В тексте автореферата не приводятся критерии применимости используемой математической модели с точки зрения описания свойств жидкости разрыва, в частности предельных значений вязкости; 4) В качестве пожелания можно отметить, что для оценки эффективности жидкости разрыва пониженной вязкости, относительно стандартного ГРП, следует оценить объем фильтрационных утечек в пласт, а также эффект коркообразования в пристеночном слое, сопряженный с утечкой.

Выбор официальных оппонентов обоснован их компетентностью в данной отрасли науки, что подтверждается имеющимися у них публикациями в сфере исследований соискателя.

Стрижнев Кирилл Владимирович – руководитель разработки залежей баженовской свиты публичного акционерного общества «Газпромнефть», автор более 90 научных трудов.

Хайдар Азат Маратович – занимается вопросами научно-технического и инженерного сопровождения операций гидравлического разрыва пластов.

Ведущая организация, государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Альметьевский государственный нефтяной институт», один из ведущих институтов в области разработки нефтяных месторождений, изучения технологий проектирования и анализа гидроразрыва пласта. Насыбуллин Арслан Валерьевич – специалист в области совершенствования разработки нефтяных месторождений, автор более 230 научных трудов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработан** алгоритм расчета скоростей течения жидкости гидроразрыва с пропантом по горизонтальной секции скважины для прогнозирования проведения ГРП на ограниченных по скорости режимах закачки маловязкой жидкости разрыва;

- **предложено** обоснования технологических параметров операции ГРП (расхода, вязкости, объема жидкости разрыва, концентрации и типа пропанта) на основе исследований взаимодействия естественной и техногенной трещиноватости, которые позволили в промысловых условиях получить прирост дебита, в сравнении с аналогичными базовыми операциями ГРП на соседних скважинах;

- **разработана** методика оценки модуля Юнга пород, а также геометрических параметров трещины ГРП, на основе обобщенной модели развития трещины Перкинса–Керна–Нордгрена, по данным забойного давления в скважине на момент остановки закачки жидкости разрыва в ПЗП при проведении тестовых закачек. Уникальность подхода заключается в возможности определения модуля Юнга без необходимости проведения керновых исследований;

- **предложен** механизм определения оптимальных условий проведения гидроразрыва пластов баженовской свиты учитывающий течение жидкости

разрыва с пропантом по горизонтальной секции скважины и последующее заполнение естественных и техногенных трещин расклинивающим агентом, для успешной реализации операций ГРП.;

- **доказано** существование закономерностей развития и закрепления сети естественных трещин при производстве операций ГРП в зависимости от параметров гидроразрыва: вязкости, объема, скорости закачки жидкости, массы и типа пропанта, а также свойств пласта;

- **предложены** критерии обоснования технологических параметров операции ГРП (расхода, вязкости, объема жидкости разрыва, концентрации и типа пропанта) на основе уточнений схемы развития естественной и техногенной трещиноватости, позволившие в промысловых условиях получить прирост коэффициента продуктивности, в сравнении с аналогичными базовыми операциями ГРП на соседних скважинах;

- **введены** уточненные механизмы оценки геомеханических свойств пласта и геометрии трещин ГРП на основе величин забойного давления в скважине на момент остановки закачки жидкости разрыва;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **получена** зависимость величин параметров операции ГРП: скорости закачки, вязкости, концентрации и типа пропанта, для уникального строения пластов баженовской свиты: наличия естественной пластовой трещиноватости, локальных зон аномально высокого пластового давления, неоднородности в распространении физических параметров пласта (пористость, проницаемость, напряжения, действующие на пласт);

- **применительно к теме диссертации** все основные выводы и рекомендации работы для оценки геомеханических параметров пласта и геометрии трещины с применением математической модели Перкинса–Керна–Нордгрена; для оценки поведения жидкости с пропантом в горизонтальной части скважины получены по решению системы дифференциальных уравнений двух несжимаемых изотермически несмешивающихся фаз. Моделирование развития и закрепления естественных и техногенных трещин проводилось с

использованием специализированного отечественного ПО, адаптированного к особенностям залежей баженовской свиты.

- **уточнено** количественное значение взаимосвязанной сети естественных и техногенных трещин в зависимости от технологических параметров обработки скважины: типа, скорости закачки и объема жидкости разрыва, типа расклинивающего агента, свойств;

- **раскрыт** набор технологических параметров ГРП, которые влияют на развитие и последующее закрепление естественных и техногенных трещин, обеспечивших прирост коэффициента продуктивности скважин после ГРП;

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

- **создан** модуль «Гидроудар», позволяющий оценивать значения модуля Юнга обрабатываемых горных пород и геометрии трещин по результату поведения давления после тестовых закачек;

- **разработан** и внедрен оптимальный дизайн ГРП с учётом сложного геологического строения нефтенасыщенных пластов баженовской свиты, который апробирован в промысловых условиях и показал свою эффективность – обеспечение дополнительной добычи нефти;

- для прогнозирования возможных технологических параметров обработки ГРП **представлена** модель течения жидкости с проппантом в горизонтальной части скважины, предназначенная для снижения рисков возникновения осложнений при ГРП;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- для **экспериментальных работ** достоверность и обоснованность оптимизированного дизайна ГРП подтверждена сравнением фактических значений производительности скважин, полученных после проведения операций ГРП, и их значений, полученных на этапе моделирования;

- **идеи базируются** на учете опыта проведения операций ГРП в мировой практике на залежах, аналогичных баженовской свите, с учетом накопленного опыта проведения операций ГРП в скважинах, пробуренных на баженовской свите в РФ, а также на результатах проведенных исследований автора;

- **теория определения** модуля Юнга горных пород, а также размеров трещины ГРП по данным забойных датчиков давления в скважинах после остановки закачки жидкости разрыва при проведении тестовых операций ГРП апробирована на скважинах. Расчёты модуля Юнга по данным гидроудара соответствуют результатам исследований механических параметров естественных кернов, относительная погрешность средних значений модуля Юнга по керновым исследованиям и расчётам по данным гидроудара не превышает 10,5 %;

Личный вклад соискателя состоит в:

- разработке системных положений диссертационного исследования, участии на всех этапах последующего процесса;

- сборе, анализе, интерпретации полученных промысловых и экспериментальных результатов;

- участии в апробации и промышленном внедрении разработанных методических подходов в добывающих обществах добычу нефти;

- подготовке публикаций по выполненной работе в изданиях, включенных в перечень ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, а также входящих в реферативную базу Scopus и Web of Science.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследований по изучению вопросов, связанных с совершенствованием методов гидроразрыва пластов баженовской свиты.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель, Кашапов Денис Вагизович, ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 9 февраля 2023 года диссертационный совет принял решение *за решение научной задачи, направленной на повышение нефтеотдачи и снижение осложнений при ГРП для пластов баженовской свиты, имеющей значение для развития нефтегазовой отрасли* присудить Кашапову Денису Вагизовичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.8.4.

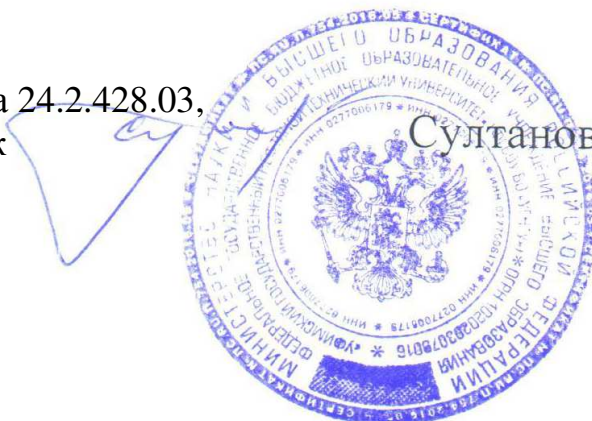
– Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

При проведении **тайного голосования** диссертационный совет в количестве **18** человек (**16** – принимали участие в месте проведения заседания, 2 – принимали участие дистанционно с обеспечением аудиовизуального контакта), из них **7** докторов наук по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, рассматриваемой диссертации, участвующих в заседании, из **25** человек, входящих в состав совета, проголосовал: «за» - **18**, «против» - **0**.

Председатель
диссертационного совета 24.2.428.03,
доктор физико-математических наук

Бахтизин Рамиль Назифович

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.428.03,
доктор технических наук



Султанов Шамиль Ханифович

9 февраля 2023 г.