

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования «Санкт-
Петербургский горный
университет императрицы
Екатерины II»



профессор Т.Т.Н.

М.Л. Рудаков

05 2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации — федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» на диссертацию **Изотова Алексея Александровича** на тему «Прогнозирование динамических техногенных трещин в низкопроницаемом коллекторе при заводнении залежей нефти», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа посвящена актуальной научно-технической задаче повышения эффективности заводнения низкопроницаемых коллекторов за счет количественного учета и прогнозирования развития техногенных трещин, формирующих пути быстрого транспорта воды. В практике разработки низкопроницаемых объектов раннее обводнение и аномальная межскважинная связь нередко становятся системной проблемой, а существующие интерпретации (суперколлектор, КНФС, «струйное вытеснение», техногенные трещины) часто дают разнонаправленные выводы и решения по совершенствованию разработки. Поэтому создание единого понятийного аппарата и увязка диагностических признаков с механизмами формирования путей быстрого транспорта воды, а также разработка прикладных рекомендаций по управлению режимами закачки и качеством воды являются своевременными и востребованными.

2. Научная новизна диссертации

Автором предложена единая эволюционная концепция, объединяющая автоГРП, рост техногенных трещин и формирование путей быстрого

транспорта воды в рамках единой логики образования и развития системы трещин;

Выполнено сопоставление и критическая декомпозиция распространенных в практике концепций (суперколлектор, КНФС, струйное вытеснение) и показаны ограничения их применимости при интерпретации трассерных и промысловых данных;

Обоснована ключевая роль качества закачиваемой воды и механических примесей как фактора, способного запустить цепочку «загрязнение - снижение приемистости - рост забойного давления - развитие техногенных трещин», что создает основу для управляемости процесса на уровне системы поддержания давления.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их новизна подтверждается теоретическими и лабораторными исследованиями с использованием образцов естественного керна, обеспечивается анализом качественных лабораторных данных, полученных на высокоточном оборудовании, а также использованием лицензионных программ. Представленные в работе выводы обоснованы сопоставлением результатов интерпретации лабораторных исследований керна с геолого-промысловыми данными исследуемого объекта и с результатами гидродинамических исследований.

4. Научные результаты, их ценность

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных результатов и выводов, списка литературы из 186 наименований, приложения. Материалы изложены на 114 странице текста, содержат 47 рисунков, 8 таблиц. По теме диссертационной работы опубликовано 10 научных работ, в том числе 10 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России и международные реферативные базы данных и системы цитирования.

5. Теоретическая значимость результатов диссертации

В рамках предлагаемой концепции понятие техногенных трещин включает как трещины автоГРП, так и формируемые пути быстрого транспорта воды. Принимается, что механизмом их формирования является загрязнение призабойной зоны пласта и повышение забойного давления в нагнетательных скважинах. Установленный механизм формирования техногенных трещин в низкопроницаемых пластах создает новый класс задач - анализ механизма загрязнения призабойной зоны пластов в зависимости от характеристик закачиваемой в пласт воды.

Концепция и модель роста техногенных трещин порождают новый класс задач – элементы гидродинамики заводнения в пласте с техногенными

трещинами. Введен новый временной масштаб моделирования развития трещин (месяцы, годы). На основе анализа экспериментальных и промысловых данных показано, что формирование и раскрытие трещин при превышении давления развития и их рост в процессе заводнения являются разномасштабными временными процессами. Скорость развития техногенных трещин определяется медленными процессами загрязнения пласта вблизи трещин, при этом размеры трещин подстраиваются под целевую приемистость.

Предложенная методика учета техногенных трещин при оценке плотности сетки скважин и коэффициента охвата могут служить базой для построения обобщенных теоретических подходов к учету техногенных трещин в добывающих и нагнетательных скважинах, в том числе с горизонтальным окончанием и многостадийным гидроразрывом пласта.

6. Практическая значимость результатов диссертации

Предложенная единая эволюционная концепция развития техногенных трещин позволяет корректно интерпретировать результаты исследований, определять стадию развития техногенных трещин, обоснованно подходить к выбору геолого-технических мероприятий и гидродинамическому моделированию.

Разработанная физико-математическая модель и алгоритм расчета позволяют спроектировать систему заводнения с учетом содержания твердых взвешенных частиц в воде, что позволяет минимизировать риски прорыва закачиваемой воды и повысит коэффициент извлечения нефти из низкопроницаемых пластов.

Предложенный способ расчета плотности сетки скважин с техногенными трещинами позволяет повысить обоснованность проектных решений, снизить затраты на формирование системы воздействия за счет учета вклада техногенных трещин в коэффициент охвата без влияния на величину конечной нефтеотдачи.

7. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты, полученные в диссертационной работе, рекомендуется использовать при проектировании и сопровождении разработки нефтяных залежей в низкопроницаемых коллекторах, эксплуатируемых с применением заводнения. Разработанная концепция развития техногенных трещин и предложенная физико-математическая модель позволяют выполнять количественную оценку риска их роста в процессе закачки воды с учетом приемистости нагнетательных скважин, качества закачиваемой воды и содержания твердых взвешенных частиц. Практическое применение результатов работы целесообразно при обосновании технологических

режимов закачки, выборе мероприятий по очистке воды, интерпретации данных гидродинамических, индикаторных и трассерных исследований, а также при уточнении проектных решений по плотности сетки скважин и коэффициенту охвата. В целом материалы диссертационной работы могут быть использованы нефтедобывающими организациями и проектными институтами для повышения эффективности заводнения, снижения риска раннего прорыва воды по техногенным трещинам и повышения конечной нефтеотдачи низкопроницаемых пластов.

8. Замечания и рекомендации по диссертации

1. В работе рассмотрен механизм формирования техногенных трещин при заводнении низкопроницаемых коллекторов, однако основное внимание уделено характеристикам закачиваемой воды и давлению нагнетания. Между тем развитие техногенных трещин определяется более широким комплексом факторов: напряженно-деформированным состоянием пласта, историей разработки, неоднородностью ФЕС, изменением пластового давления и межскважинным взаимодействием. Целесообразно уточнить, каким образом в работе учитывается совокупное влияние указанных факторов.

2. Формулировка первого пункта научной новизны представляется чрезмерно широкой, поскольку в данной области уже существуют известные подходы и программные решения для прогнозирования образования и развития техногенных трещин. Необходимо более четко разграничить оригинальный вклад автора и развитие ранее известных положений.

3. К ограничениям физико-математической модели следует отнести использование линейного закона фильтрации Дарси при описании утечек воды из трещины в пласт. Индикаторных диаграммы нагнетательных скважин часто свидетельствуют о нелинейном характере фильтрации как в терригенных, так и в карбонатных коллекторах. Поэтому применимость линейной модели требует дополнительного обоснования.

4. Одним из ключевых аргументов работы является использование лабораторных экспериментов по фильтрации воды с твердыми взвешенными частицами через керн для описания кольтматации стенок трещины. Однако загрязнение входного сечения керна и загрязнение стенок раскрытой трещины в пластовых условиях не являются полностью тождественными процессами. В связи с этим требуется более строго обосновать корректность переноса лабораторных зависимостей на условия раскрытой трещины с иной геометрией потока, распределением скоростей и режимом осаждения частиц.

5. Постановка физико-математической модели содержит ряд существенных допущений: одномерность задачи, прямолинейное распространение трещины, постоянная высота трещины, идеально гладкие

стенки, изотермичность процесса. Желательно более подробно оценить область применимости модели и влияние данных упрощений на достоверность прогноза длины трещины.

6. Желательно более четко определить диагностические признаки, позволяющие отличить рост техногенной трещины от иных причин изменения работы нагнетательной скважины, включая загрязнение призабойной зоны, изменение профиля приемистости, формирование высокопроницаемых каналов и перераспределение потоков в неоднородном пласте.

Несмотря на указанные замечания, диссертационная работа обладает научной и практической значимостью.

Заключение

Диссертационная работа Изотова Алексея Александровича на тему «Прогнозирование динамических техногенных трещин в низкопроницаемом коллекторе при заводнении залежей нефти» является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной задачи – прогнозирования роста техногенных трещин при заводнении низкопроницаемых пластов с учетом загрязнения закачиваемой водой, позволяющая обосновывать режимы закачки и снижать риск раннего прорыва воды.

Работа, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным критериям п.п. 9 - 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года №842, а ее автор, Туманова Екатерина Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

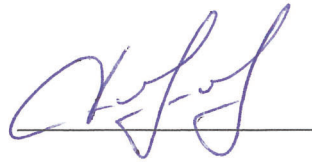
Доклад Изотова А.А. по диссертации и отзыв были заслушаны и обсуждены на заседании кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений (РНГМ) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» (протокол №31 от «14» мая 2026 года). Отзыв составлен по результатам обсуждения диссертации и принят единогласным решением. На заседании присутствовало 15 членов кафедры РНГМ с правом голоса, в т.ч. 4 доктора технических наук и 11 кандидатов технических наук по специальности 25.00.17 (2.8.4) Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых

месторождений.

Я, Коробов Григорий Юрьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Председатель заседания:

Заведующий кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», доцент, к.т.н. (по специальности 25.00.17 (2.8.4) Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений).

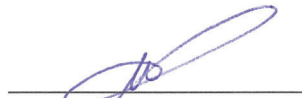


Коробов Григорий Юрьевич
«15» мая 2026 г.

Я, Коробов Григорий Юрьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Секретарь заседания:

Доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, доцент, к.т.н. (по специальности 25.00.17 (2.8.4) Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений).



Раупов Инзир Рамилевич
«15» мая 2026 г.

Подпись Коробова Г.Ю. и Раупова И.Р. заверяю:

Начальник управления
делопроизводства и 15. 05. 2026
контроля документооборота
Е.Р. Яковлева

Сведения о ведущей организации:

Полное наименование на русском языке: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Сокращенное наименование на русском языке: Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II

Почтовый (фактический) адрес: 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я В.О. линия, д. 2

Официальный сайт в сети Интернет: www.spmi.ru

E-mail: rectorat@spmi.ru, Korobov_GYU@pers.spmi.ru

Контактный телефон: +7 (812) 328-82-00, +7 (812) 328-82-61

