

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Вагапова Руслана Кизитовича «Разработка комплексных методов обеспечения работоспособности газопроводов в условиях коррозионно-агрессивных сред», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.19 - Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Актуальность темы диссертации

Проблема обеспечения надежности и безаварийности нефтегазовых объектов является актуальной для многих месторождений углеводородного сырья. Одной из основных причин разрушения трубопроводных систем, которые представляют собой наиболее металлоемкую часть в нефтегазовой отрасли, является внутренняя коррозия. Однако, большинство исследований ученых, преимущественно, касались нефтяных объектов. Поэтому выбор автором диссертации в качестве предмета исследования проблемы внутренней коррозии газовых объектов представляется целесообразным и актуальным. Эксплуатационные условия газопроводов месторождений отличаются от нефтяных объектов, что сказывается на механизмы коррозионных процессов и технологии защиты их от внутренней коррозии.

Автором рассмотрены основные газовые объекты РФ, как с проблемой сероводородной (Астраханское ГКМ, Оренбургское НГКМ), так и углекислотной (Бованенковское, Уренгойское (ачимовские отложения) НГКМ и др.) коррозий. Ценным является то, что автор диссертации в дополнение к газопроводам месторождений также рассмотрел условия перспективных и актуальных уже в ближайшем будущем газопроводов технологического назначения. Они также будут транспортировать коррозионно-агрессивные среды (закачка CO_2 в пласт при интенсификации газодобычи, использование CO_2 в качестве части буферного газа на объектах подземного хранения газа (ПХГ), отделение и захоронение CO_2 и / или H_2S при их повышенных количествах в добываемых флюидах и др.)

В этой связи разработка комплексных методов для решения проблемы по обеспечению работоспособности газопроводов в присутствии коррозионно-агрессивных компонентов является актуальной с научной и практической точек зрения.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность

Проведенный автором критический анализ ранее существующих положений в области внутренней коррозии и защиты от нее позволил ему выделить ограничения и недостающие элементы. Основным конструкционным материалом при изготовлении газопроводов является низкоуглеродистая сталь 09Г2С, которая нестойка в условиях присутствия CO_2 и / или H_2S . Вследствие

этого автором были предложены дополнительные требования к ингибиторам коррозии, основному способу защиты стали 09Г2С от внутренней коррозии, разработаны новые методические подходы по их испытаниям, апробированы и обоснованы способы коррозионного мониторинга.

На основании теоретических и лабораторных исследований получили развитие теоретические, практические и методические основы системы обеспечения работоспособности газопроводов в условиях внутренней коррозии. Автором были разработаны научно-обоснованные комплексные решения для их реализации:

- разработана градация коррозионной агрессивности, которая подтверждена экспериментальными результатами и включает комплексную систему ранжирования по степени коррозионности эксплуатационных сред в диапазоне P (CO_2) от 0,02 до 0,2 МПа с учетом дополнительных коррозионных факторов (присутствия водной фазы, pH-фактора, температуры);
- предложены и разработаны научно-методические решения к анализу и обработке исходных параметров (минерализации, температуры, содержания CO_2 , катионно-анионного состава, pH-фактора и др.), позволяющие выявить оптимальные и в полной мере отражающие эксплуатационные условия агрессивные факторы для имитационных испытаний;
- по результатам исследования определены основные коррозионные процессы, возникающие в газопроводе при конденсации влаги на верхней образующей трубы (ТОЛ коррозия) и по нижней образующей трубы (ВОЛ коррозия);
- доработаны и сформулированы технические требования (защитные и технологические параметры) к ингибиторам, которые являются одним из основных средств защиты от внутренней коррозии газопроводов. Определены и обоснованы основные критерии оценки эффективности ингибиторной защиты, получаемые в рамках системы коррозионного мониторинга;
- предложен комплексный подход к проведению коррозионных испытаний, как при оценке коррозионности, так и при подборе ингибиторов для защиты газопроводов. Он позволяет всесторонне исследовать коррозионную ситуацию для получения достоверных данных. В рамках испытаний предложен и выполнен комплекс испытаний для ТОЛ условий, которые являются основными и наиболее коррозионно-опасными в газопроводе. Определено влияние основных эксплуатационных факторов, влияющих на ТОЛ коррозию газопровода;
- получило развитие методическое обеспечение при проведении имитационных испытаний (метод рентгеновской дифракции и

хроматомасс-спектрометрия), что позволило повысить информативность получаемых в рамках коррозионного мониторинга данных по коррозионному состоянию газопроводов.

Личный вклад автора заключается в постановке задач исследования, планировании проведения и выборе методов исследования, обработке результатов исследования и их сопоставлении с эксплуатационными условиями, анализе большого количества литературы по теме диссертации, обобщении и систематизации полученных данных, разработке научного подхода к формированию и обоснованию взаимосвязи комплекса методов по обеспечению работоспособности газопроводов в коррозионных условиях, апробации основных положений диссертации.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Устранение последствий от аварий по причине коррозионного разрушения требуют больших усилий и материальных затрат. Вследствие этого также может быть нанесен экологический ущерб окружающей среде. Поэтому целесообразным является предотвращение возникновения ситуаций коррозионного характера. На выработку таких методов по обеспечению работоспособности газопроводов в условиях присутствия коррозионных сред и направлена диссертация Вагапова Р.К.

Учитывая важность и актуальность проведенных автором научных исследований в области внутренней коррозии, защиты от нее и коррозионного мониторинга, они будут использоваться на различных этапах жизненного цикла (от проектирования до эксплуатации) действующих и будущих газопроводов месторождений и технологических газопроводов.

Комплекс разработанных при участии автора государственных и корпоративных стандартов обеспечит необходимое научно-методическое и нормативно-техническое сопровождение вышеуказанных работ. Данные нормативные документы охватывают все основные области и условия при оценке коррозии, использовании ингибиторов и коррозионного мониторинга:

- СТО Газпром 9.3-011-2011 «Защита от коррозии. Ингибиторная защита от коррозии промысловых объектов и трубопроводов»;
- СТО Газпром 9.3-028-2014 «Защита от коррозии. Правила допуска ингибиторов коррозии для применения в ОАО «Газпром»»;
- СТО Газпром 9.3-007-2010 «Защита от коррозии. Методика лабораторных испытаний ингибиторов коррозии для оборудования добычи, транспортировки и переработки коррозионно-активного газа»;
- ГОСТ Р 55990-2014 «Месторождения нефтяные и газонефтяные. Промысловые трубопроводы. Нормы проектирования»;
- ГОСТ Р 58284-2018 «Нефтяная и газовая промышленность. Морские промысловые объекты и трубопроводы. Общие требования к защите от коррозии».

Указанные в автореферате данные о разработке СТО Газпром ВНИИГАЗ № 31323949-062-2022 и создании стендов, на которые были получены Патенты

№ 2772612 «Способ коррозионных испытаний и высокоскоростная циркуляционная установка для его осуществления» и №2772614 «Способ коррозионных испытаний и установка для его осуществления», свидетельствуют о продолжении планомерной работы автора по совершенствованию и дальнейшему развитию методического и аппаратного обеспечения комплекса испытательных методов по обеспечению работоспособности газопроводов.

Научная и практическая значимость результатов диссертации, их новизна

В результате проведенных исследований автором обоснованы научно-методические решения по оценке степени агрессивности эксплуатационных сред, выбору метода и состава коррозионных испытаний, процедурам подбора и техническим требованиям к ингибиторам коррозии, применению решений по мониторингу внутренней коррозии. Это позволяет усовершенствовать контроль за надежностью и обеспечением работоспособности газопроводов.

Полученные результаты подтверждают возможность корректной оценки опасности коррозионно-активных сред и эффективности средств защиты от них для последующего рационального подбора оптимальных технических решений по их реализации.

Анализ результатов проведенных испытаний при конденсации влаги позволил определить условия и особенности эксплуатации наиболее опасных участков газопроводов в условиях развития локальных дефектов. Автором предложены решения по ранжированию газопроводов по степени агрессивности транспортируемых по ним сред и по предиктивному анализу в рамках лабораторных испытаний (для оптимизации их проведения).

Несомненную значимость представляют разработанные автором ключевые положения вышеуказанных нормативных документов, позволяющие эффективно обеспечить безопасную и надежную эксплуатацию газовых объектов в условиях наличия коррозионно-агрессивных сред (ГОСТ Р 55990-2014, ГОСТ Р 58284-2018, СТО Газпром 9.3-028-2014, СТО Газпром 9.3-011-2010, СТО Газпром 9.3-007-2010). Впервые в государственные и нормативные документы были включены разработанные автором методы и критерии оценки коррозионной опасности (в зависимости от агрессивных факторов), важные при реализации решений по обеспечению надежности газопроводов в присутствии коррозионно-опасных компонентов.

Автором была проведена апробация новых, широко не вовлеченных ранее в лабораторную практику, физических методов испытаний. Это позволило подтвердить возможность применения метода газовой хроматомасс-спектрографии для определения состава ингибитора коррозии и метода рентгеновской дифракции для оценки влияния эксплуатационных факторов и ингибитора на состав продуктов коррозии. Установлено образование нестехиометрического сидерита $(CaMgFe)CO_3$, образующегося по причине

изоструктурности FeCO_3 , а также формирование метастабильного FeS (кубического) одновременно с макинавитом (FeS тетрагональным).

Использование результатов исследований позволило обеспечить на ряде газовых объектов с проблемами углекислотной коррозии внедрение ингибиторной защиты и коррозионного мониторинга.

Основное содержание диссертационной работы

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, формируется цель и основные задачи выполнения работы, показана научная новизна и практическая значимость результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту.

Проведенный **в первой главе** литературный анализ опыта эксплуатации позволил выявить современное состояние сухопутных и морских нефтегазовых объектов в условиях воздействия коррозионных компонентов и определить основные проблемы, связанные с внутренней коррозией. Анализ показал, что большинство исследований по проблемам внутренней коррозии были выполнены для транспортировки нефти, эксплуатационные условия которых отличаются от газопроводов. Поэтому автором для изучения были выбраны наименее изученные особенности внутренней коррозии и защиты от нее газопроводов. Основную опасность для безопасной и надежной работы трубопроводных систем представляют агрессивные компоненты (CO_2 , H_2S и др.) и возникающие в их присутствии сероводородная коррозия (СВК) или углекислотная коррозия (УКК). В дополнение к сухопутным трубопроводам автор рассмотрел также транспортировку коррозионно-опасной продукции с морских (оффшорных) газовых объектов, которые получили развитие в последние десятилетия. В связи с подводным расположением газопроводов для них требуются более сложные технические решения. На них присутствуют свои особенности и ограничения в обеспечении отдельных параметров работоспособности газопроводов, например, коррозионного мониторинга.

Автор также уделит внимание новым, перспективным объектам, где могут появиться проблемы УКК и/или СВК: 1). условия использования CO_2 в качестве части буферного газа на ПХГ; 2). технология интенсификации с помощью CO_2 , добычи газа и газового конденсата, например, на Оренбургском НГКМ; 3). отделение и закачка в подземные резервуары излишков CO_2 (для снижения углеродного следа); 4). отделение и транспортировка «кислых газов» (H_2S и / или CO_2), прорабатываемые на Астраханском ГКМ.

Вагапов Р.К. изучил опыт эксплуатации в 60-70-е годы месторождений Краснодарского края с проблемами УКК и обосновал причины, по которым этот опыт в значительной мере не может быть перенесен на газопроводы действующих и перспективных месторождений.

В связи с их наибольшей металлоемкостью автором в качестве основного объекта исследования в диссертации выбраны газопроводные системы. Преимущественное внимание уделено проблемам УКК, которые являются наиболее актуальными и наименее исследованными для действующих газовых

объектов (Бованенковского, Уренгойского (ачимовские отложения), Киринского месторождений).

В диссертации предложено использовать следующую градацию развития коррозионных процессов внутри газопровода:

- в нижней части трубы при скоплении влаги (bottom-of-line, BOL);
- в верхней части трубы при конденсации влаги (top-of-line, TOL);
- в местах скопления влаги (зазоры, застойные зоны, перепад высот и др.).

Выполненные в диссертации изыскания показали, что для защиты газопроводов, которые изготавливаются из углеродистой / низколегированной сталей, наиболее эффективным и технологически доступным способом защиты является использование ингибиторов коррозии.

Для решения коррозионных проблем был разработан комплекс методов, включающий нормативные, технические и другие требования для корректной оценки коррозии, а также эффективного планирования и реализации мер защиты для обеспечения работоспособности газопроводов, отдельные элементы которого автор рассматривает в главах диссертации.

Во второй главе рассмотрены методы анализа и обработки исходных данных по эксплуатационным условиям, оказывающим влияние на достоверность оценки степени опасности агрессивных сред по отношению к газопроводу.

При проведении имитационных исследований требуется корректный выбор условий испытаний, опирающийся на сбор и анализ исходных данных. Это будет залогом того, что последующие результаты по коррозионной агрессивности сред и эффективности ингибиторов коррозии будут объективно отражать ситуацию в газопроводе.

Автором рассмотрены методические аспекты по статистической обработке и выбору основных коррозионных параметров, которые моделируются при выполнении имитационных испытаний (температура, минерализация, pH водной фазы и парциальное давление агрессивных газов и др.). В предложенных методических подходах рассмотрение этих параметров осуществляться как с учетом их изменения на протяжении всего жизненного цикла газопровода, так и их изменения по длине трубопроводной системы.

Приведенный в диссертации анализ показал, что используемые ранее в коррозионных исследованиях оценки движения потока жидкости в трубопроводе были взяты и применимы только для условий транспорта водонефтяной жидкости по нефтепроводам, когда жидкостной поток заполняет весь внутренний объем трубы.

Выполненные автором расчеты для условий газопроводов позволили вычислить и использовать касательное напряжение, отражающее действие потока среды на трубу, применительно к влиянию на коррозионные процессы.

Рассмотренные автором основные методические аспекты позволяют выбирать коррозионные факторы и условия, наиболее приближенные к эксплуатационным, что важно, т.к. ошибочный выбор исходных данных может

привести к занижению опасности коррозии, неучтенным коррозионным опасностям и отсутствию мер защиты от внутренней коррозии.

В третьей главе автором выработаны критерии оценки агрессивности эксплуатационных сред и проведен сравнительный анализ применимости способов защиты газопроводов с целью обеспечения их работоспособности.

Для корректной оценки коррозионной агрессивности среды требуется соответствующее нормативное обеспечение. Автором была проведена работа по уточнению коррозионных факторов УКК и внесению в корпоративный стандарт СТО Газпром 9.3-011-2011 (при оценке агрессивности углекислотных сред при $P(\text{CO}_2)$ ниже 0,2 МПа, актуальных и характерных для большинства отечественных газовых объектов). Градация по степени агрессивности УКК была подтверждена по результатам специальных исследования при ТОL-условиях конденсации влаги. Было показано, что даже при самом низком исследованном значении парциального давления CO_2 (0,025 МПа), еще наблюдаются очаги локальной коррозии и такие среды следует относить к коррозионно-агрессивным по отношению к стальному газопроводу. Основную опасность при УКК представляет локальная коррозия. Автором в СТО Газпром 9.3-011-2011 были внесены дополнительные факторы (водная фаза, повышенные температуры и др.), которые способны негативно отразиться на работоспособности газопровода и привести к увеличению степени агрессивности эксплуатационных сред. Данная оценка является предварительной. Для итоговой оценки агрессивности рабочих сред в СТО Газпром 9.3-011-2011 предложено использовать результаты опытных измерений скорости коррозии при лабораторных, автоклавных и других испытаниях.

Основные положения были использованы, помимо корпоративных стандартов ПАО «Газпром», также в разработанных автором разделах в ГОСТ Р 55990-2014 и ГОСТ Р 58284-2018. В них закреплено, что коррозионно-агрессивными являются условия, когда скорость коррозии транспортируемых сред превышает 0,1 мм/год. При этих условиях следует использовать ингибитор коррозии для защиты от внутренней коррозии.

Проведенный анализ данных позволил автору разработать процедуру и систему оценки коррозионных факторов (рН-фактора, содержания ингибитора и растворенного железа), определить их численные значения, представляющие опасность для работоспособности газопроводов в коррозионно-агрессивных условиях.

Выполненный анализ преимуществ и недостатков различных методов защиты (коррозионно-стойкие материалы, покрытия и др.) показал, что для газопроводов, изготовленных из углеродистой / низколегированной сталей, наиболее целесообразным является использование ингибиторов коррозии.

В четвертой главе рассмотрены технические требования, технологии применения и система оценка эффективности применения ингибиторов, получивших наибольшее применение для защиты газопроводов.

Основным оценочным фактором защитных свойств ингибитора является скорость коррозии в его присутствии (должна быть ниже 0,1 м/год). Это объясняется тем, что основная функция ингибитора – предотвращать образование и протекание общей коррозии, на основе которой и может происходить локализация коррозионного процесса. В ингибиторе коррозии должен быть соблюден баланс защитных и технологических параметров. Автором приведены примеры и обоснование важности технологических свойств ингибиторов коррозии.

С учетом этого в диссертации сформированы и обоснованы технические требования к ингибиторам коррозии, применяющимся на газовых объектах. Они реализованы в стандарте СТО Газпром 9.3-028-2014, разработанном при непосредственном участии автора диссертации. Применение положений данного стандарта позволяет отбирать и применять на газопроводах наиболее эффективные реагенты, отсеивая ингибиторы, которые могут привести к технологическим проблемам и/или не обеспечивать достаточный уровень защиты от коррозионного воздействия агрессивных сред.

Вагаповым Р.К. предложены показатели оценки эффективности, которые позволяют в процессе эксплуатации контролировать систему ингибиторной защиты по результатам и данным, получаемым в рамках коррозионного мониторинга. Это дает возможность оперативно вносить необходимую корректировку в режимы ингибиторной защиты газопроводов.

Проведенная оценка различных методов коррозионного мониторинга позволила выработать подход к формированию коррозионного контроля на газовых объектах, основные положения которого были обозначены автором при разработке СТО Газпром 9.3-011-2011.

Предложенный Вагаповым Р.К. комплексный характер организации мониторинга за состоянием и работоспособностью газопровода позволил получать более достоверную критериальную информацию за коррозионной ситуацией прямыми и косвенными методами замеров. При данном подходе получаемые результаты контроля за техническим состоянием дополняют друг друга и направлены для получения более целостной и полной оценки по коррозионной ситуации на газовом объекте.

Вышеуказанные положения позволили провести работу (при непосредственном участии автора) по внедрению и успешной эксплуатации ингибиторной защиты и коррозионного мониторинга на Бованенковском, Юбилейном и Уренгойском (ачимовские отложения) месторождениях.

Пятая глава содержит научно-методические решения по проведению испытаний при определении и оценке агрессивности сред, подбору ингибиторов коррозии.

Для определения эффективности ингибиторов автором в корпоративных нормативных документах прописан и предусмотрен поэтапный подход по использованию комплекса коррозионных испытаний: лабораторных, автоклавных (или стендовых) и эксплуатационных испытаний.

Для лабораторных испытаний при участии автора диссертации разработан СТО Газпром 9.3-007-2010, который включает полное описание процедур проведения, адаптированных для условий газовых объектов, и в котором были приведены аттестованные / прошедшие метрологическую экспертизу методики проведения измерений / испытаний. Важно, что эти методики испытаний согласуются и соответствуют основным техническим требованиям к ингибиторам коррозии, приведенным в четвертой главе диссертации.

Для всестороннего тестирования и имитации всех основных эксплуатационных характеристик предложенный в диссертации комплекс испытаний включает разные виды воздействия (водная и паровая фазы, конденсация влаги). В комплекс входят как гравиметрические, так и электрохимические способы испытаний, которые позволяют исследовать применение ингибиторов коррозии по различным технологиям.

Большой интерес представляет комплекс испытаний по определению влияния различных эксплуатационных условий (содержания влаги, температуры, концентрации гликолевой или спиртовой фаз и др.) на скорость локальной коррозии при конденсации влаги, характерной для газопроводов.

Ценным с научной и практической точек зрения является использование метода рентгеновской дифракции для определения фазового состава коррозионных осадков и их зависимости от коррозионно-опасных факторов, а также метода газовой хроматографии с последующим масс-спектрометрическим определением состава ингибитора коррозии. По результатам замеров методом рентгеновской дифракции было установлено, что присутствие ингибиторов коррозии может предотвращать формирование коррозионных продуктов, например сульфидов железа.

Выполненный автором сравнительный анализ позволил подтвердить, что значение касательного напряжения потока среды при лабораторных динамических испытаниях находится в диапазоне значений, характерных для газопроводов. Это означает, что лабораторное тестирование в части учета динамического фактора отражает эксплуатационные условия газового объекта.

В **шестой главе** рассмотрены разработанные автором решения по оценке основных аспектов обеспечения работоспособности газопроводов, а также нормативного регулирования по контролю процессов их разрушения и эффективности применения ингибиторной защиты.

Установлено, что все проявляющиеся в условиях эксплуатации агрессивные факторы оказывают взаимное влияние на процессы УКК. При использовании метода рентгеновской дифракции автором были получены новые данные об образовании продуктов коррозии (нестехиометрического сидерита $(CaMgFe)CO_3$ и кубического FeS), что влияет на степень их защитных свойств. Подтверждено, что в присутствии многокомпонентных

конденсационных и пластовых водных сред наблюдается изоструктурность FeCO_3 , в отличие от модельных растворов NaCl .

Важным результатом диссертации является получение автором корреляционного уравнения для предиктивного анализа скорости УКК от основных коррозионных факторов. Оно носит эмпирический характер и было получено по результатам анализа и статистической обработки большого массива коррозионных данных. Преимуществом использования уравнения является то, что оно позволит сократить временные затраты на проведение лабораторных испытаний, являющихся трудоемким и продолжительным процессом.

Выполненные в диссертации анализ и рассмотрение коррозионных факторов позволили Вагапову Р.К. выработать предложения по ранжированию участков газопроводов при оценке степени коррозионной активности транспортируемой среды. Оно учитывает данные по типу коррозии (ТОЛ и ВОЛ) и изменению опасных факторов (типа водной среды, появления пластовой воды, температуры, парциального давления коррозионного газа и др.).

На следующем этапе с учетом коррозионных факторов и системы ранжирования трубопроводной системы автором предлагается выполнять подбор оптимальных средств защиты и организацию системы мониторинга коррозии. При обустройстве системы ингибиторной защиты (технологии, типа и дозировки), также предлагается учитывать отличия в степени агрессивности среды на разных участках газопровода.

Таким образом, Вагаповым Р.К. разработан комплексный и последовательный подход для решения проблем обеспечения надежности газопроводов, составные части которого взаимосвязаны друг с другом, логичны и последовательно изложены.

Несомненным достижением диссертационного исследования является то, что для разрешения проблем обеспечения работоспособности газопроводов был сформирован комплекс нормативных корпоративных и государственных стандартов, который охватывает все основные представленные в работе автора положения методического подхода.

Следует отметить, что защищаемые положения характеризуются четкостью, теоретической и практической аргументированностью. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации. Оформление диссертации выполнено в соответствии с необходимыми правилами. Результаты диссертации достаточно полно отражены в публикациях, в том числе и в рекомендованных ВАК изданиях.

В заключении автор приводит основные научные и практические результаты диссертации.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Оцените роль и влияние сварного шва на протекание коррозионного процесса, механизм взаимодействия покрытия и ингибитора коррозии с поверхностью при образовании защитного слоя, возможность использования покрытия для защиты от коррозии.

2. Было бы полезно указать причины выбора приведенных в пятой главе методов коррозионных испытаний и уточнить их отличия от ранее существовавших (стандарты ГОСТ и NACE).

3. Автор не привел подробных данных о месторождениях, на которых были внедрены и используются ингибиторы коррозии согласно предложенному подходу и разработанным нормативным документам.

4. В главах 5 и 6 приведены результаты фазового анализа продуктов коррозии методом рентгеновской дифракции. Было бы целесообразным выделить основные коррозионные факторы, которые в наибольшей степени могут повлиять на образование продуктов коррозии и степень их защитных свойств.

Отмеченные замечания не затрагивают основных выводов и положений диссертации и не снижают ее общую высокую оценку.

Соответствие диссертации научной специальности

Цель и задачи диссертации Вагапова Р.К. полностью соответствуют паспорту специальности 25.00.19 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»:

- Разработка и оптимизация методов проектирования, сооружения и эксплуатации сухопутных и морских нефтегазопроводов, нефтебаз и газонефтехранилищ с целью усовершенствования технологических процессов с учетом требований промышленной экологии;

- Разработка и усовершенствование методов эксплуатации и технической диагностики оборудования насосных и компрессорных станций, линейной части трубопроводов и методов защиты их от коррозии.

Заключение

Диссертация Вагапова Руслана Кизитовича «Разработка комплексных методов обеспечения работоспособности газопроводов в условиях коррозионно-агрессивных сред» является законченной научно-квалификационной работой, результаты которой отвечают поставленным целям. Научная проблема по обеспечению работоспособности газопроводов в коррозионно-агрессивных условиях, на решение которой диссертация была направлена, решена автором в полном объеме.

Считаю, что диссертационная работа Вагапова Руслана Кизитовича в полной мере отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.19 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»

Я, Кемалов А.Ф., даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку в соответствии с требованиями Минобрнауки России.

Официальный оппонент:

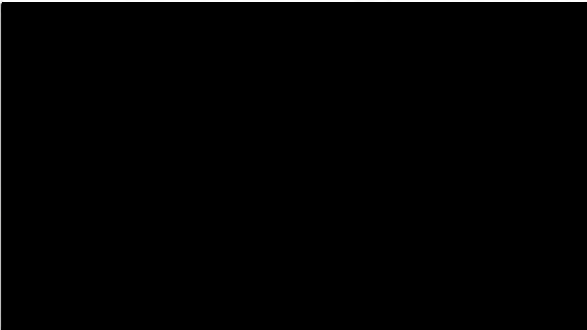
Кемалов Алим Фейзрахманович –
доктор технических наук, профессор,
кафедрой технологии нефти, газа и
углеродных материалов ФГАОУ ВО

«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Адрес: 420008, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Телефон: (843) 253-51-57

Электронная почта: Alim.Kemalov@kpfu.ru



Кемалов Алим Фейзрахманович



24.08.2022 г.