

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Мамбетова Рината Фларидовича**
**«Повышение пожарной безопасности эксплуатации трубопроводов,
транспортирующих сероводородсодержащие нефтегазовые среды»,**
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности

2.10.1. – Пожарная безопасность (технические науки)

Диссертационная работа Мамбетова Рината Фларидовича посвящена повышению пожарной безопасности эксплуатации трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие нефтегазовые среды на основании способа снижения пожарных рисков и способа снижения частоты реализации пожароопасных ситуаций.

Актуальность темы диссертации.

Перед диссертантом были поставлены актуальные задачи, как с научной, так и с практической точек зрения: рассмотрение возможности применения стали 05ХГБ, как способ снижения пожарных рисков при эксплуатации трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие нефтегазовые среды и анализ эффективных ингибиторов коррозии и дозировки их применения для снижения частоты реализации пожароопасных ситуаций при эксплуатации трубопроводов сероводородсодержащего нефтегазового месторождения.

На сегодняшний день основными причинами пожаров на объектах нефтегазовой отрасли являются взрывопожарные свойства обращающихся основных веществ – нефти, нефтяного и природного газа.

Согласно п. 10 Приказа МЧС России от 10.07.2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» для определения причин возникновения пожароопасных ситуаций рассматриваются события, которые могут привести к образованию горючей среды и появлению источника зажигания.

Наиболее вероятными событиями, которые могут являться причинами пожароопасных ситуаций на объектах, считаются следующие:

разгерметизация технологического оборудования, вызванная механическими (влияние повышенного или пониженного давления, динамических нагрузок и т.п.), температурными (влияние повышенных или пониженных температур) и агрессивными химическими (влияние кислородной, сероводородной, электрохимической и биохимической коррозии) воздействиями.

Аварийные выбросы нефти могут привести к образованию разливов, которые, при определенных условиях (например, воздействие открытого пламени), способны к возгоранию. При отсутствии источника зажигания, испарившаяся нефть может привести к образованию топливно-воздушной смеси (ТВС) и, как следствие, пожару и взрыву. Обстоятельствами, способствующими возникновению и развитию пожаров и взрывов, следует считать: отказы и повреждения трубопроводов, коррозионное разрушение трубопроводов, отказы систем контроля и защиты, ошибочные действия персонала, действия внешних факторов, пирофорные соединения.

Проведен анализ аварийности на объектах нефтегазовой отрасли в России за период 2017–2021 гг., в результате которого было выявлено, что за отведенный период произошло порядка 260–ти аварий, среди которых: 27 пожаров, 39 выбросов горючих веществ, 36 разрушений сооружений, 75 повреждений и (или) разрушений технических устройств, около 35–ти неконтролируемых взрывов. На основании анализа 27 пожаров установлено, что 19 пожаров произошло из-за коррозионного разрушения металла труб.

По результатам проведенного анализа выбраны следующие направления исследований по снижению вероятности пожаров и взрывов: выбор материалов труб, применение эффективных ингибиторов, приоритетное ранжирование рисков промысловых трубопроводов.

Несмотря на соблюдение требований пожарной безопасности, которые заложены в проекты технологических регламентов, а также осуществляемые меры по противокоррозионной защите и коррозионному мониторингу, отказы и повреждения трубопроводов сероводородсодержащих месторождений проявляются не только на начальном этапе, но и в

последующие годы эксплуатации. В связи с этим совершенствование методов коррозионной защиты, а также исследование материала трубопровода на коррозионную стойкость и способов снижения пожарных рисков при эксплуатации трубопроводов сероводородсодержащих нефтегазовых месторождений является актуальной задачей.

При исследовании объектов трубопроводного транспорта углеводородов представлен комплексный подход организационно–технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности по отношению к нефтепроводам и газопроводам.

Цель диссертационного исследования.

Диссертационное исследование Мамбетова Р.Ф. заключается в совершенствовании методов оценки и способов снижения пожарных рисков при эксплуатации трубопроводов сероводородсодержащих нефтегазовых месторождений на основании результатов выбора материалов труб, применения эффективных ингибиторов, приоритетного ранжирования рисков промысловых трубопроводов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе.

Текст диссертационной работы изложен последовательно, логично и технически грамотно, результаты исследований проанализированы и научно обоснованы, наглядно интерпретированы с помощью графиков, схем, таблиц.

Обоснованность разработанных автором научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, базируется на современных методах оценки и способах снижения пожарных рисков при эксплуатации трубопроводов сероводородсодержащих нефтегазовых месторождений, на основании результатов выбора материалов труб, применения эффективных ингибиторов, приоритетного ранжирования рисков промысловых трубопроводов.

Выводы, сформулированные по результатам диссертационной работы, полностью соответствуют поставленным задачам.

Работа выполнена на высоком уровне, а сама диссертация написана хорошим научным языком и хорошо оформлена, хотя по тексту диссертации имеются отдельные грамматические ошибки.

Объект и предмет исследования.

Объектом исследования данной работы были выбраны: трубопроводы, детали и узлы трубопроводов сероводородсодержащего нефтегазового месторождения с содержанием в добываемом сырье сернистого водорода до 6 %.

Предметом исследования являются пожарные риски, методы оценки и способы их снижения, основанные на результатах выбора материалов труб, применения эффективных ингибиторов, приоритетного ранжирования промышленных трубопроводов.

Достоверность и основные результаты работы, имеющие научную новизну и практическую значимость для науки и практики.

Достоверность и обоснованность полученных при проведении исследований результатов и выводов подтверждаются расчетом по оценке пожарного риска трубопровода транспорта газа, а также проведенными гравиметрическими, лабораторно-стендовыми и опытно-промышленными испытаниями.

На основании результатов гравиметрических и опытно-промышленных испытаний теоретически обосновано и предложено применение тонкостенных электросварных нефтегазопроводных труб из стали 05ХГБ, как способ снижения пожарных рисков. Кроме того, экспериментально обоснованы оптимальные защитные дозировки ингибиторов, применение которых снижает частоту реализации пожароопасных ситуаций.

Результаты исследований имеют важное практическое значение для использования в учебном процессе кафедры «Пожарная и промышленная безопасность» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (ФГБОУ ВО «УГНТУ») при проведении практических занятий.

Использование результатов проведенных автором исследований по применению тонкостенных электросварных нефтегазопроводных труб из стали 05ХГБ при эксплуатации трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие нефтегазовые среды, позволило рекомендовать для снижения пожарных рисков строительство трубопровода на объектах ПАО «Газпром нефть» из нефтегазопроводных труб из стали 05ХГБ.

Для снижения частоты реализации пожароопасных ситуаций определены оптимальные защитные дозировки ингибиторов, эффективность которых для защиты системы нефтесбора составила 92% при дозировке 25 мг/л.

Предложено для снижения пожарных рисков приоритетное ранжирование промысловых трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие нефтегазовые среды, с учетом нового показателя – пожарная значимость (повышенная пожарная опасность).

Общая оценка содержания диссертационной работы, степени ее завершенности и качество оформления.

Работа Мамбетова Рината Фларидовича изложена на 180 страницах машинописного текста, содержит 66 рисунков и 32 таблицы.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, списка использованных источников, включающего 138 наименований, что свидетельствует о достаточной осведомленности и вовлеченности диссертанта в проблематику современных исследований по теме диссертационной работы и места в нем полученных Мамбетовым Р.Ф. результатов.

Рассматриваемая диссертация носит завершенный характер, выполнена в рамках поставленной цели и решаемых задач. Текст диссертационной работы написан научным языком, с соблюдением действующих требований и нормативов. Автореферат отражает основные идеи, содержание и выводы диссертации, выдержан по объему и форме.

В первой главе проведен анализ литературных данных по теме диссертации, а также анализ опыта технической эксплуатации трубопроводов нефтегазовой отрасли, в ходе которых было выявлено, что отказы и повреждения трубопроводов при эксплуатации могут привести к аварийной разгерметизации и выбросу опасных веществ в окружающую среду, пожарам и взрывам на объекте.

Согласно детальному анализу общей статистики аварий, отказов и повреждений на объектах нефтегазовой отрасли за 2017-2021 гг., причинами их возникновения являются сероводородное растрескивание и язвенная коррозия металла, вызванные значительным содержанием сероводорода в технологических средах, нарушением технологии сварочно-монтажных работ, несоблюдением режимов термообработки сварных швов или ее отсутствием, приводящим к образованию дефектов в сварных швах, а также наличие металлургических дефектов.

Во второй главе при анализе пожароопасных ситуаций, связанных с разгерметизацией технологического оборудования, рассматриваются утечки при различных диаметрах истечения (в том числе максимальные – при полном разрушении трубопроводов). Оценка величин указанных факторов проводится на основе анализа физических явлений, протекающих при пожароопасных ситуациях, пожарах, взрывах. При этом рассматриваются следующие процессы, возникающие при реализации пожароопасных ситуаций и пожаров или являющиеся их последствиями (в зависимости от типа трубопроводов и обращающихся на объекте горючих веществ): исследованы отказы и повреждения трубопроводов, повреждения запорной арматуры, деталей и узлов трубопроводов. Рассмотренные отказы и повреждения трубопроводов при эксплуатации в основном происходят в результате тех же причин, которые отмечены в первой главе.

Причиной разрушения запорной арматуры является сероводородное растрескивание металла деталей арматуры, имеющих высокую твердость более 22 HRC, не соответствующую требованиям к материалам для эксплуатации в сероводородсодержащих средах, что значительно повышает

риск возникновения сероводородного растрескивания. Основными причинами повреждений деталей и узлов трубопроводов могут быть неэффективный отпуск металла, коррозионное растрескивание, неправильно проведенная термическая обработка, сероводородное растрескивание под напряжением, обусловленное применением не соответствующего материала и наличием дефектов в сварных швах.

В третьей главе в качестве способов снижения пожарных рисков рассмотрены отбраковка при входном контроле труб, деталей трубопроводов, соединительных деталей и арматуры, не соответствующих нормативным документам, а также инженерно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности строящихся и реконструируемых участков промысловых трубопроводов сероводородсодержащего нефтегазового месторождения.

Исследована возможность применения тонкостенных электросварных нефтегазопроводных труб из стали 05ХГБ, как способ снижения пожарных рисков при эксплуатации трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие нефтегазовые среды. Полученные результаты свидетельствуют, что максимальная скорость локальной коррозии стали 20 и стали 05ХГБ — соответственно 0,75 и 0,06 мм/год, т.е. коррозионная стойкость стали 05ХГБ на 91,9 % превосходит аналогичный показатель у стали 20.

Результаты проведенных гравиметрических исследований и опытно-промышленных испытаний позволили рекомендовать нефтегазопроводные трубы из стали 05ХГБ для снижения пожарных рисков на объектах сероводородсодержащего нефтегазового месторождения с содержанием в добываемом сырье до 6 % сероводорода.

Для снижения частоты пожароопасных ситуаций проведена оценка эффективности применения ингибиторов коррозии для защиты трубопроводов в сероводородсодержащих средах.

Анализ результатов лабораторно-стендовых испытаний эффективности ингибиторов коррозии и оценка оптимальных защитных дозировок показали высокую защитную эффективность в промысловых

средах ингибитора коррозии СНПХ – 1004Р, который повышает безопасность эксплуатации системы нефтесбора, снижая скорость коррозии на 92 % при дозировке 25 мг/л.

Проведена статистика отказов и повреждений трубопроводов, используемая для определения частоты пожароопасных ситуаций на объектах и прилегающих к ним территориях.

В четвертой главе проведено приоритетное ранжирование рисков промышленных трубопроводов для снижения пожарных рисков, а также предупреждения пожаров и взрывов. На основании приоритетного ранжирования рисков, трубопроводы (нефтесборные коллектора) включены в программу ингибиторной защиты, с учетом нового показателя – пожарная значимость (повышенная пожарная опасность): высокие риски – 57%, средние риски – 30%, низкие риски – 13%.

Исследованы условия, проведен анализ и разработаны сценарии возможных аварий. Выполнен расчет индивидуального пожарного риска на территории трубопровода транспорта газа, которая составила $R_m = 3,1 \cdot 10^{-9}$, что не превышает допустимых нормативных значений, равных одной миллионной в год и подтверждает обеспечение пожарной безопасности объекта защиты в соответствии с частью 7 ст. 6 ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Для предупреждения пожаров, взрывов и реализации СПП смонтирована система технических средств обнаружения – автоматизированная система мониторинга, предназначенная для обнаружения утечек газа на трубопроводах и проведения непрерывного мониторинга на территории сероводородсодержащего нефтегазового месторождения и прилегающих к нему территориях, а также доведения информации до надзорных органов и населения, проживающего в зоне воздействия объектов в случае возникновения пожара, взрыва.

По тексту диссертационной работы имеются следующие **основные вопросы, замечания и рекомендации:**

1. В диссертационной работе смоделировано применение поглотителя сероводорода в системе нефтесбора сероводородсодержащего нефтегазового месторождения для обнаружения его возможного негативного влияния на защитные свойства ИК НАПОР-1012 и СНПХ-1004Р. В таблице 3.9, на которую ссылается автор, отсутствуют данные по эффективности применяемых реагентов в отсутствие в среде поглотителя и, вследствие этого, нельзя судить о его влиянии на эффективность применения ингибиторов.

2. Результаты испытания ингибиторов коррозии в условиях, моделирующих систему нефтесбора, представленные на рисунке 3.11, указывают, что эффективность ингибиторов коррозии НАПОР-1012 и СНПХ-1004 Р при дозировке 30 мг/л практически равны и превышают значения их эффективности при дозировке 25 мг/л. К сожалению, на рисунке не приведена кинетическая зависимость изменения скорости коррозии без ингибитора для определения контрольной скорости коррозии и поэтому не понятно, как рассчитывались значения защитного действия ИК. Кроме того не указано из какой стали использовались образцы для испытаний.

3. При испытаниях на байпасном стенде (таблица 3.9) коррозия локализовалась на прифланцевых участках образцов труб, находящихся в зонах завихрения потоков (что особо актуально для стали 05ХГБ), которые были исключены при расчетах скорости локальной коррозии и составили для стали 20 – 0,75 мм/год и 0,06 мм/год для стали 05ХГБ. Насколько правомочны данные результаты?

Следует отметить, что данные замечания не влияют на общую оценку диссертационной работы.

Публикации, отражающие основное содержание работы.

Можно отметить тесную связь и систематическое сопоставление с имеющимися экспериментальными или расчетными работами других авторов. По материалам диссертации опубликовано 19 научных трудов, из

них 5 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Представленная работа и используемые в ней подходы соответствуют современному уровню теоретических расчетов. Результаты диссертации были апробированы на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертационной работы.

Автореферат диссертации, как по структуре, так и по содержанию и изложению материала полностью отражает содержание диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней.

Оценивая диссертационную работу Мамбетова Р.Ф. в целом, отмечаю, что она полностью соответствует паспорту заявленной специальности 2.10.1. – Пожарная безопасность (технические науки) и является актуальной, целостной, выполненной на высоком профессиональном уровне.

Диссертационная работа Мамбетова Рината Фларидовича на тему: «Повышение пожарной безопасности эксплуатации трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие нефтегазовые среды», является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения способов снижения пожарных рисков и частоты пожароопасных ситуаций, имеющие существенное значение для экономики страны. На основании результатов гравиметрических и опытно-промышленных испытаний, теоретически обоснованы и предложены тонкостенные электросварные нефтегазопроводные трубы из стали 05ХГБ, как способ снижения пожарных рисков. Кроме того, экспериментально обоснованы эффективные дозировки ингибиторов для снижения частоты реализации пожароопасных ситуаций.

Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование и по своей научной новизне, практической значимости и объему проведенных исследований соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Р.Ф. от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции.

Считаю, что автор диссертационной работы Мамбетов Ринат Фларидович является высококвалифицированным специалистом и достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. – Пожарная безопасность (технические науки).

Даю согласие на обработку персональных данных.

Официальный оппонент

Худякова Лариса Петровна
доктор технических наук,
(специальность 05.26.03 – Пожарная
и промышленная безопасность
(нефтегазовый комплекс)
25.00.19 – Строительство и
эксплуатация нефтегазопроводов, баз
и хранилищ), профессор
Главный научный сотрудник
Научно-технического центра
трубопроводного транспорта
ООО «НИИ Транснефть»

Худякова
Лариса Петровна



« 19 » апреля 2024 г.

Научно-технический центр трубопроводного транспорта
ООО «НИИ Транснефть»
Лаборатория испытаний средств защиты от коррозии
Адрес: 450055, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан
г. Уфа, пр-кт Октября, д. 144, корп. 3
Телефон: +7(901)8114683
E-mail: hudyakovalp@niitnn.transneft.ru

Подпись Л.П. Худяковой заверяю.

Начальник ОУП

Худякова



19.04.2024