

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., доцента Валеева Анвара Рашитовича
на диссертационную работу Сеоева Лазаря Валерьевича

«Мониторинг утечек при эксплуатации

мобильных нефтепродуктотранспортных систем»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов,
баз и хранилищ

1. Актуальность темы диссертации

Система транспорта нефтепродуктов является одним из стратегических объектов топливно-энергетического комплекса Российской Федерации. Мобильные сборно-разборные трубопроводов (МСРТ) представляют собой часть единой системы магистральных нефтепродуктопроводов (МНПП) РФ, предназначены для временной перекачки нефти, светлых нефтепродуктов (НП) и жидкого углеводородного сырья и используются при заполнении и опорожнении МНПП при проведении плановых ремонтных работ, а также при предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на объектах нефтегазовой отрасли. С использованием МСРТ, имеющих малый диаметр и сборную конструкцию, возможно развертывание в сжатые сроки модульных трубопроводных сетей для подачи НП независимо от климатических условий, характера местности и других факторов. При этом, важнейшим требованием, определяющим эффективность использования МСРТ, является количественная сохранность НП при транспортировании.

В настоящее время для магистральных трубопроводов существуют различные системы обнаружения утечек, основанные на вариативных подходах и физических принципах. Известные науке и производству методы обнаружения утечек предназначены для мониторинга объектов и процессов на линейно-протяженных объектах с постоянным местоположением и стационарными системами мониторинга, трубопроводов площадочных

сооружений. Однако, большинство известных методов для мобильных систем транспорта труднореализуемы вследствие специфических условий использования по назначению, сооружения и условиях прохождения трасс. В настоящее время, оперативные системы обнаружения, идентификации и оценки параметров утечек для мобильных систем нефтепродуктообеспечения отсутствуют.

Решаемые в диссертационной работе Соева Лазаря Валерьевича задачи соответствуют вызовам, обозначенным документами: «Стратегия национальной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 г. № 400); «Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации» (Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145), «Стратегическое направление в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2030 года» (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 марта 2024 г. № 581-р) и др. в области обеспечения технологического суверенитета России и цифровизации отраслей промышленности.

Таким образом, диссертационная работа Соева Л.В., посвящена актуальной теме разработки системы оперативного мониторинга мобильных нефтепродуктотранспортных систем с использованием МСРТ с раструбным соединением для обеспечения надёжности стратегически важных объектов трубопроводного транспорта РФ.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений.

Автором обоснованы разработанные научные положения методического и алгоритмического обеспечения мониторинга утечек,

применены оригинальные модели и зависимости для оценки местоположения утечки, расхода и опасности.

Результаты работы апробированы и опубликованы в ведущих журналах перечня ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, международной базе Scopus, докладывались Сеоевым Л.В. на международных научно-технических конференциях и семинарах.

При выполнении исследований применялся комплексный подход, включающий системный анализ, физико-математическое моделирование, проведение экспериментальных исследований.

При разработке системы оперативного мониторинга мобильных трубопроводных систем использованы классические положения гидродинамики потока в трубопроводах и процессов истечения, методы планирования и обработки результатов экспериментальных исследований, методы корреляционного и регрессионного анализа.

Разработанный автором комплекс гидродинамических показателей мониторинга и анализа режима работы МСРТ и его программная реализация успешно апробированы при развертывании действующих мобильных нефтепродуктопроводах, о чем свидетельствует акт внедрения результатов научного исследования в ООО «МСРТ ИНЖИНИРИНГ».

3. Достоверность и научная новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная новизна представленной диссертационной работы не вызывает сомнений и заключается в следующем:

– разработана математическая модель гидравлического состояния мобильных трубопроводов условным диаметром 100 и 150 мм при нарушении герметичности линейной части трубопровода с учетом изменения основных гидродинамических показателей режима работы МСРТ с различной угловой подвижностью раструбного соединения;

– определены значения количественных коэффициентов в обобщенной формуле Л.С. Лейбензона для оценки сопротивлений и гидравлических уклонов трубопроводов с раструбным соединением;

– получена формула для определения координаты местоположения утечки НП на МСРТ, учитывающая изменение эквивалентного расхода, термодинамические условия эксплуатации и степень изменения гидравлических уклонов на разгерметизированном участке трубопровода;

– обоснован критерий нарушения герметичности для МСРТ с раструбным соединением и экспериментально определены его граничные значения с учетом расхода утечки НП и эквивалентной площади повреждения трубопровода;

– разработан комплекс гидродинамических показателей мониторинга и анализа режима работы МСРТ для оперативного определения местоположения и расхода утечек с учетом физических свойств НП и особенностей характеристик типовых средств перекачки.

Достоверность полученных данных обеспечены корректным проведением экспериментов, применением методов математической статистики и анализа данных, результатами апробации.

4. Значимость полученных результатов для науки и практики

Выполненный автором комплекс научных исследований по созданию системы мониторинга утечек МСРТ представляет собой теоретическое развитие методических основ мониторинга утечек мобильных систем нефтепродуктообеспечения.

Практическая значимость работы заключается в разработке автоматизированной системы мониторинга утечек, обеспечивающей контроль состояния стратегически важной мобильной системы оперативного транспорта углеводородов в режиме реального времени.

Разработанные соискателем теоретические зависимости, алгоритмы и их программная реализация значимы для развития методов определения

местоположения и расхода утечек НП при нарушении герметичности линейной части магистральных нефтепродуктопроводов, в частности для мобильных нефтепродуктотранспортных систем, имеющих специфические условия применения по назначению.

Автором разработана оригинальная система оперативного мониторинга МСРТ с раструбным соединением, основанная на автоматизированном контроле основных гидродинамических показателей трубопровода, позволяющая обнаруживать утечки, определять местоположение и расход утечек НП при повреждении линейной части при эксплуатации нефтепродуктопроводов в режиме реального времени.

Полученные соискателем по результатам исследований зависимости определения гидравлических сопротивлений трубопроводов, изменения расхода на участках мобильных сборных трубопроводов и расчета координаты местоположения и расхода утечек НП могут быть использованы проектными и эксплуатирующими организациями при планировании использования и применении мобильных трубопроводов.

5. Публикации, отражающие основное содержание работы

Основные результаты диссертационной работы и обоснованные решения поставленных задач Сеоева Лазаря Валерьевича достаточно полно опубликованы в 14 научных трудах, включая 6 статей в ведущих научных журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, 3 из которых – по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ; 1 – в рецензируемом издании, индексируемом в Scopus. Также соискателем получены: 1 патент РФ на изобретение и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работы написана в классическом научном стиле и состоит из введения, четырех глав с выводами, заключения и списка литературы из 150 наименований. Объем работы составляет 136 страниц, содержит таблицы и рисунки. Текст диссертационной работы представлен логично, последовательно и в соответствии с требованиями ВАК Министерства науки и высшего образования РФ к оформлению кандидатских диссертаций.

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы и соответствует требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Во введении представлено обоснование актуальности темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, приведены основные положения, выносимые на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

Анализ изученности темы выполнен качественно, с применением ретроспективного анализа научных работ, современных технологий, системного анализа проблемы и существующей методологической базы мониторинга утечек на основе отечественных и зарубежных научных публикаций, практики. Так, в первой главе представлены результаты анализа литературных источников и научно-технических разработок, посвященных определению местоположения и расхода утечек НП при повреждении линейной части МНПП и МСРТ в частности, исследованиям теоретических зависимостей изменения основным гидродинамических показателей работы трубопровода при изменении режима работы насосной станции. Выполнен анализ причин, условий и факторов, оказывающих влияние на образование утечек нефтепродуктов при их перекачке по МСРТ.

Соискателем показано, что существующие методики и разработки в настоящее время не позволяют осуществлять оперативный мониторинг утечек МСРТ в режиме реального времени ввиду конструктивных и

технологических особенностей, условий эксплуатации и развёртывания, отмечены достоинства и недостатки существующих методик применительно к решению поставленных задач.

Соискателем подробно изложены результаты моделирования гидравлического состояния МСРТ для разработки авторских алгоритмов обнаружения утечки и ее параметров. Так, во второй главе подробно описаны этапы и результаты разработки соискателем математической модели гидравлического состояния МСРТ с раструбным соединением при нарушении герметичности линейной части трубопровода. Математическая модель основана на анализе гидравлических уклонов на участках трубопровода до и после утечки НП. Отмечено, что особенностью данной модели является то, что для определения эквивалентного гидравлического уклона на контролируемом участке предложено использование обобщенной формулы, учитывающей зависимости уклона от расхода и коэффициента гидравлического сопротивления от безразмерных коэффициентов, характеризующих режим течения и области гидравлического трения, числа О.Рейнольдса, диаметра трубопровода и кинематической вязкости перекачиваемых НП. Для определения расхода на участках до и после местоположения утечки автором применяется аналитическая зависимость напорных характеристик центробежных насосов в зависимости от частоты вращения, выраженная через дифференциальное давление, развиваемое насосом средства перекачки, и плотность НП. Для снижения погрешности вычисления расхода данным способом определены коэффициенты аппроксимации напорных характеристик центробежных насосов и предложено экспериментальное определение безразмерных коэффициентов, характеризующих режим течения и области гидравлического трения, для МСРТ с раструбным соединением условным диаметром 100 и 150 мм.

В конечном результате с использованием предложенной математической модели автором предложена аналитическая зависимость для определения координаты утечки НП на контролируемом участке между НС.

Результаты вычислений представлены в виде таблиц и графиков с соответствующим описанием, пояснениями и расшифровками.

Важно отметить, что результаты теоретического моделирования подтверждены экспериментально. Автором представлены результаты экспериментальных исследований по определению гидравлических сопротивлений МСРТ с раструбным соединением и местоположения и расхода утечек при повреждении трубопроводов данного типа. Эксперименты проводились в полевых условиях на МСРТ с раструбным соединением. По итогам экспериментальных исследований по определению гидравлических сопротивлений экспериментально получены значения коэффициентов ($A = 0,16$; $m = 0,18$) в уравнении степенного закона гидравлического сопротивления и обобщенной формуле Л.С. Лейбензона для МСРТ условным диаметром 100 и 150 мм. Следует отметить, что полученные коэффициенты использованы автором в математической модели и учтены при разработке системы оперативного мониторинга МСРТ. При проведении экспериментальных исследований по определению местоположения и расхода утечек с использованием предложенных автором теоретических и аналитических зависимостей погрешность расчетных показателей объема потерь НП и координат повреждений трубопровода не превысила 10 %, отклонение от фактической координаты утечки не превышало 22 м.

В диссертационной работе выполнено электрогидравлическое моделирование процесса транспортирования НП по трубопроводу при нарушении герметичности для обоснования использования авторского критерия нарушения герметичности для МСРТ. В результате исследований автором обозначены граничные значения критерия нарушения герметичности для МСРТ, который в практической интерпретации может позволить дифференцировать повреждения на несущественные (неисправность), существенные (авария) и полный разрыв трубопровода.

Для практической реализации решения научных задач и авторских моделей соискателем разработан алгоритмический комплекс мониторинга основных гидродинамических показателей работы МСРТ, выполнена его программная реализация и внесены предложения по совместному использованию с узлом дистанционного контроля параметров перекачиваемых НП для точного и оперативного определения местоположения и расхода утечек НП при нарушении герметичности трубопроводов с раструбным соединением.

Сформулированные выводы по этапам исследования и заключения позволяют утверждать о полноценном решении автором поставленных задач и достижении поставленной цели.

Считаю, что диссертация Сеоева Л.В. является выполненной самостоятельно завершённой научно-квалификационной работой, по содержанию, объёму, качеству материалов, оформлению соответствующей требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. Диссертация соответствует паспорту специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

7. Замечания и рекомендации по диссертационной работе

По работе имеются следующие замечания и рекомендации:

1. При формулировании задач диссертационной работы не обозначены требуемые значения точности определения местоположения и расхода утечки НП при повреждении линейной части МСРТ. Наличие такой информации, подтвержденной действующими руководствами и инструкциями по применению трубопроводов данного типа, могла бы облегчить восприятие результатов диссертационной работы.

2. Согласно текста автореферата, автором определены минимальные значения расхода утечки при использовании средств измерений с различным классом точности. Однако в тексте диссертации данные исследования представлены кратким описанием. В дальнейших исследованиях

рекомендуется более детально рассмотреть данный вопрос, так как точность измерения давления и расхода существенно влияют на погрешность определения координаты местоположения

3. При проведении экспериментальных исследований имитировались только единичные случаи утечки. Варианты нескольких одновременных инцидентов в линии трубопровода не рассмотрены. Однако наличие таких экспериментальных данных позволило бы судить об границах применения разработанной математической модели и системы мониторинга при различных, более сложных воздействиях на трубопровод.

4. При планировании эксперимента было бы целесообразно представить обоснование выбранных размеров моделируемых повреждений в линейной части трубопровода.

5. В главе 4 диссертации, посвященной разработке системы оперативного мониторинга основных гидродинамических показателей эксплуатации МСРТ, алгоритмы, этапы создания системы мониторинга и авторского программного обеспечения, этапы программирования и особенности эксплуатации оборудования стоило изложить более подробно.

Следует отметить, что приведенные выше замечания не снижают научной ценности и практической значимости диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Считаю, что диссертационная работа Соеова Лазаря Валерьевича на тему «Мониторинг утечек при эксплуатации мобильных нефтепродуктотранспортных систем» соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней» (пп. 9-14), утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (ред. от 16.10.2024 г. с изм. от 01.01.2025), обладает внутренним единством и выполнена на достаточно высоком научном уровне.

Диссертация Сеоева Л.В. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые разработки и решение актуальной задачи, заключающейся в создании системы оперативного мониторинга основных гидродинамических показателей эксплуатации мобильных сборно-разборных трубопроводов с раструбным соединением для оперативной дистанционной идентификации, определения местоположения, расхода и опасности утечки, повышающей обоснованность управленческих решений при эксплуатации мобильных нефтепродуктотранспортных систем, и имеющей важное значение для развития системы нефтепродуктообеспечения Российской Федерации, а соискатель, Сеоев Лазарь Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Я, Валеев Анвар Рашитович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук по специальности 5.6.6. История науки и техники (технические науки) и 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ, доцент, профессор кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

«20» апреля 2026 г.

 Валеев Анвар Рашитович

Подпись Валеева А.Р. заверяю:

Начальник отдела
по работе с персоналом
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»
450064, Республика Башкортостан,
г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1
Телефон: раб.: +7 (347) 243-19-77
моб.: +7 (917) 461-60-11
e-mail: anv-v@yandex.ru


Дадаян Ольга Анатольевна

