

ОТЗЫВ

официального оппонента к.т.н., доцента Шестакова Романа Алексеевича
на диссертационную работу Соева 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

Актуальность темы диссертационной работы обоснована материалами современных директивных документов федерального уровня, таких как «Энергетическая стратегия РФ до 2050 года» (утв. Распоряжением Правительства РФ от 12.06.2025 № 908-р), «Стратегия в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей...» (утв. Указом Президента РФ от 16 октября 2019 г. № 501) и других документов.

Диссертационная работа Соева Лазаря Валерьевича посвящена разработке системы оперативного мониторинга основных гидродинамических показателей режима работы мобильных сборно-разборных трубопроводов (МСРТ) для своевременного и точного определения местоположения и расхода утечек нефтепродуктов (НП) при повреждении линейной части трубопровода.

Тема оценки утечек магистральных нефте- и газопроводов достаточно известна в научной литературе. Несмотря на то, что предприятия нефтегазового комплекса уделяют особое внимание контролю герметичности трубопроводов, проблема мониторинга утечек при транспорте углеводородов остается актуальной. При этом теоретические основы мониторинга утечек преимущественно ориентированы на контроль систем большой протяженности для объектов магистрального транспорта и стационарных

линейных сооружений или технологических трубопроводов. Для мобильных систем, развертываемых и эксплуатируемых в изменяющихся инженерно-геологических и климатических условиях, с комплексом отличительных конструктивных и технологических особенностей, не позволяющих применять известные методы обнаружения утечек для стационарных трубопроводов, вопрос мониторинга утечек требует дополнительных исследований.

Особенно важно, что система магистральных нефтепродуктопроводов (МНПП) МСРТ, которые могут применяться в особых условиях при проведении оперативных мероприятий таких как предупреждение, локализация и ликвидации последствий инцидентов, аварий и экологических катастроф на объектах нефтегазовой отрасли, при кратковременных перекачках светлых углеводородов для различных целей. Система МНПП является одним из ключевых элементов транспортного комплекса страны, обеспечение надежности и безопасности которой требует создания современных эффективных методов мониторинга.

Таким образом, диссертация посвящена актуальной и важной для нефтяной отрасли Российской Федерации задаче разработки системы мониторинга утечек МСРТ для объектов оперативного нефтепродуктообеспечения и трубопроводного транспорта углеводородов.

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

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

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертационной работе Соева Лазаря Валерьевича, в достаточной степени обоснованы подробным анализом результатов научных исследований и разработок российских и зарубежных ученых, корреляцией теоретических и практических исследований, применением известных методов

математического и регрессионного анализа, классических положений гидродинамики потока жидкости.

Основные результаты работы опубликованы в специализированных журналах, рекомендуемых ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, изданиях международных баз Scopus, обсуждались на международных и всероссийских научно-технических конференциях в различных регионах РФ, успешно апробированы на МСРТ действующих объектов.

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

Диссертационная работа содержит новые научные результаты и положения, полученные по итогам исследования.

Научная новизна работы не вызывает сомнений и состоит в следующем:

– разработана математическая модель гидравлического состояния МСРТ в период квазистационарного режима работы НС при нарушении герметичности линейной части трубопровода с учетом изменения режимов работы МСРТ с различной угловой подвижностью раструбного соединения;

– экспериментально определены значения феноменологических коэффициентов A , m в обобщенной формуле Л.С. Лейбензона для оценки гидравлических уклонов и сопротивлений участков МСРТ с раструбным соединением;

– установлена аналитическая зависимость координаты местоположения утечки НП на МСРТ от эквивалентного расхода, термодинамических условий эксплуатации, степени изменения гидравлических уклонов на разгерметизированном участке;

– разработан комплекс гидродинамических показателей для мониторинга и анализа режима работы МСРТ для оперативного определения местоположения и расхода утечек;

- предложен оригинальный критерий нарушения герметичности МСРТ для оперативной оценки степени повреждения трубопровода при наличии утечки.

Достоверность полученных данных обеспечены корректным проведением экспериментов, применением методов математической статистики и анализа данных, результатами апробации на действующих МСРТ. В работе показана значимая согласованность результатов экспериментальных исследований, выводов и теоретических заключений по работе с публикациями других авторов в разное время по тематике решаемой проблемы.

4. Значимость полученных результатов для науки и практики

Соискателем разработан комплекс гидродинамических показателей мониторинга и анализа режима работы МСРТ, создана система оперативного мониторинга с авторским программным комплексом, которые позволяют дать качественную оценку состояния трубопроводной системы при ее повреждении и определить координату местоположения, расход утечки НП и основные характеристики (диаметр, площадь) неисправности трубопровода.

Предложенные автором значения коэффициентов в уравнении степенного закона гидравлического сопротивления для МСРТ с раструбным соединением являются в полной мере определенным шагом в развитии теоретических исследований особенностей мобильных трубопроводов с разборными соединениями и позволят в дальнейшем проектными организациями более корректно и точно проводить гидравлические расчеты при планировании применения МСРТ.

Материалы работы апробированы и используются на действующих объектах транспорта нефтепродуктов, практическая и теоретическая ценность подтверждена.

5. Публикации, отражающие основное содержание работы

По теме диссертационной работы опубликовано 14 научных трудов, в том числе 6 статей в ведущих научных журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ (3 – по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ), 1 публикация – в рецензируемом издании, индексируемом в базе Scopus.

На результаты разработки системы мониторинга утечек получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 1 патент РФ на изобретение.

Материалы диссертации достаточно опубликованы, публикации в полном объеме содержат основные результаты исследований соискателя.

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работа содержит введение, четыре главы, заключение и список литературы из 150 наименований.

Текст и основное содержание диссертационной работы изложены последовательно, грамотно, специализированным научным стилем с применением профильной терминологии. В диссертации аргументированно обоснована актуальность темы исследования, сформулирована цель, задачи, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов, выносимых на защиту.

Соискателем достаточно глубоко выполнен обзор литературных источников, анализ методологических основ мониторинга утечек, научно-технических разработок по теме исследования, возможных причин и факторов, влияющих на возникновение утечек в линии МНПП и МСРТ. На основе проведенного анализа научных источников и нормативной документации четко сформулированы основные задачи диссертационного исследования.

В диссертации подробно и последовательно изложены результаты разработки математической модели гидравлического состояния МСРТ с

раструбным соединением при нарушении герметичности линейной части. Показано, как модель базируется на анализе изменения гидравлических уклонов на условных участках трубопровода до и после места утечки НП. Отличительной чертой модели является подход в определении гидравлического уклона с применением обобщенной формулы, учитывающей зависимости уклона от расхода и коэффициента гидравлического сопротивления. Для достоверного определения гидравлического сопротивления предложено и обосновано решение, основанное на уточнении феноменологических коэффициентов, характеризующих режим течения и области гидравлического трения, которые в дальнейшем используются в полученной автором аналитической зависимости для координаты местоположения утечки НП на МСРТ.

Соискателем грамотно выполнена постановка и комплекс экспериментальных исследований по определению гидравлических сопротивлений МСРТ с раструбным соединением, местоположения и расхода утечек при повреждении трубопровода, 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. Автором корректно проведена обработка полученных экспериментальных данных с использованием предложенных теоретических и аналитических зависимостей, отклонение от фактической координаты утечки не превысило 22 м.

Соискателем представлены оригинальный комплекс гидродинамических показателей мониторинга и анализа режима работы МСРТ, система оперативного мониторинга с авторским программным комплексом и 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.

По каждой главе и работе в целом подведены итоги исследований, сформулированы выводы.

Автор диссертационной работы комплексно подошел к решению поставленных задач, с теоретической, практической, технологической точек зрения основываясь на современной информации о состоянии объекта исследования, результатах системном анализа проблемы.

Таким образом, соискателем для создания современной системы оперативного мониторинга основных гидродинамических показателей режима работы МСРТ для определения местоположения и расхода утечек НП при повреждении линейной части трубопровода, применены авторские модели, алгоритмы и технологии автоматизации мониторинга, результаты теоретического физико-математического и имитационного моделирования, экспериментальной верификации моделей.

Полученные научные результаты соответствуют паспорту научной специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Текст автореферата соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа Соева Лазаря Валерьевича является завершенной научно-квалификационной работой, обладает внутренним единством и представляет собой научное обоснование задачи создания оперативного мониторинга утечек мобильных нефтепродуктотранспортных систем с учетом современных вызовов.

7. Замечания и рекомендации по диссертационной работе

По диссертации и автореферату имеются следующие замечания и рекомендации:

1. Аналитическая зависимость (стр. 65 диссертации, формула (2.18)) для определения местоположения утечки НП основана на использовании значений расходов на соответствующих участках трубопровода до и после утечки.

Рационально было бы также представить данную зависимость на основе значений давлений или напоров на соответствующих участках трубопровода.

2. В результате экспериментальных исследований (глава 3 диссертации) по определению гидравлических сопротивлений МСРТ с раструбным соединением автором предложены коэффициенты для обобщенной формулы гидравлического сопротивления. Из материалов работы не ясно, возможно ли было построить алгоритм мониторинга гидравлических потерь на основе оценки местных сопротивлений отдельных составных частей сборного трубопровода с оценкой их влияния на гидравлические потери на всем участке.

3. При описании технических решений по совместному использованию разработанного комплекса мониторинга с узлом дистанционного контроля параметров перекачиваемых НП целесообразно было бы представить алгоритм обоснования конкретных контрольно-измерительных приборов.

4. Для описания формул и алгоритмов автором в формулах используются различные единицы измерения (например, давление в алгоритме на стр.18, рис.11 автореферата и в формуле (6)).

Указанные замечания не снижают положительной оценки представленной диссертации в целом и не имеют принципиального значения.

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

Анализ содержания диссертационной работы, научных положений и методологии исследования позволяют сделать вывод о высоком уровне теоретической и практической подготовки соискателя.

Считаю, что диссертационная работа Соева Лазаря Валерьевича на тему «Мониторинг утечек при эксплуатации мобильных нефтепродуктотранспортных систем» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи разработки системы оперативного мониторинга основных

