

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по организационному
развитию Федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Уфимский университет




И.Р. Кызыргулов

05

2024 г.

Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Уфимский университет науки и технологий»

Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Исследование динамических возмущений давления в магистральных трубопроводах методами структурно-волнового анализа» выполнена на кафедре прикладной физики Физико-технического института федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

В период подготовки диссертационной работы соискатель Уликанов Рим Рамазанович обучался в аспирантуре по заочной форме обучения в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, профиль: Механика жидкости, газа и плазмы, работал и по настоящее время работает заведующим лаборатории научно-технического центра ООО «НИИ Транснефть».

В 2006 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» по специальности «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» с присвоением квалификации Инженер.

Диплом об окончании аспирантуры выдан в 2023 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

Справка об обучении в аспирантуре со сведениями о сданных кандидатских экзаменах выдана в 2024 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

Научный руководитель – Ковалева Лиана Ароновна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной физики Физико-технического института федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы.

Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов является стратегически важной отраслью экономики Российской Федерации. Большая часть нефти и нефтепродуктов (свыше 50%) транспортируется по магистральным нефтепроводам и нефтепродуктопроводам. Протяженность магистральных трубопроводов в России составляет более 67 тыс. км.

Современный этап развития техники и технологий трубопроводного транспорта характеризуется широким внедрением цифровых решений, способных в большей степени автоматизировать технологический процесс перекачки углеводородов. При этом, наиболее важное значение приобретают исследования, направленные на создание алгоритмов на базе

математических моделей разнообразных физических процессов, позволяющие по набору диагностических признаков идентифицировать причину возникновения различных событий. Наиболее важными, с точки зрения эксплуатации магистрального трубопровода, являются следующие события: пуск-остановка насосного агрегата, отбор нефти на НПЗ, отбор дизельного топлива на нефтебазу, путевой отбор или подкачка нефтепродукта, аварийное перекрытие потока, аварийная утечка жидкости, несанкционированная врезка и др. Характерной чертой для которых является возникновение возмущения потока которое распространяется вдоль оси трубопровода. На текущий момент в области трубопроводного транспорта отсутствуют технические решения по идентификации событий, вызывающих возмущение потока перекачиваемой жидкости.

Поэтому, исследование возникающих динамических возмущений, как с точки зрения развития общей теории данных процессов, так и развития методов диагностики состояния магистрального трубопровода, является актуальным.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Получено решение системы дифференциальных уравнений в частных производных, получена зависимость изменения амплитуды скачка давления, вызванного утечкой жидкости от пройденного расстояния.
2. Разработана методика определения координаты источника возмущения в магистральном трубопроводе по данным, полученным с установленных датчиков давления.
3. Получены результаты измерений с экспериментальной установки, моделирующей работу трубопровода с утечками различной интенсивности.
4. Исследована эффективность предложенного метода на данных: прямого численного моделирования, лабораторной установки, действующего магистрального трубопровода.

Теоретическая значимость работы.

Совокупность выполненных автором исследований представляет собой теоретическое и прикладное обобщение в области обнаружения утечек жидкости, возникающих в трубопроводах, перекачивающих нефть и нефтепродукты. Полученное решение задачи определения местоположения источника возмущения по анализу волны давления имеет как теоретическую, так и практическую ценность и может быть использовано в составлении алгоритмов открытых аналитических систем по диагностике трубопроводов.

Практическая значимость.

В результате проведенных в работе исследований разработана методика определения координаты утечки жидкости из магистрального трубопровода, оснащенного средствами измерения давления. Создано программное обеспечение, позволяющее в автоматическом режиме контролировать герметичность магистрального трубопровода, в случае возникновения утечки жидкости определять ее координату. Результаты работы применены в практике трубопроводного транспорта жидких углеводородов.

Методы исследования.

Рассмотрены теория и методы расчета нестационарных процессов, возникающих в магистральных трубопроводах.

Теоретической, методологической и информационной основой явились:

- Техническая литература;
- Теория нестационарных процессов в трубопроводах;
- Нормативная документация в области трубопроводного транспорта.

Методы исследования:

- Математическое моделирование нестационарных процессов;
- Разработка компьютерной программы;
- Численный эксперимент;

- Лабораторный эксперимент;
- Промышленный эксперимент.

Достоверность полученных результатов и выводов диссертационного исследования обеспечивается применением фундаментальных уравнений механики движения жидкости при математическом моделировании рассматриваемых процессов; физической и математической непротиворечивостью в рамках физических законов, а также согласовании с экспериментальными данными, полученными на стендовом оборудовании и согласовании с данными, полученными в результате промышленных испытаний.

Апробация работы.

Результаты исследований докладывались на следующих конференциях и научных семинарах:

1. 55 научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ (г. Уфа, 2004 г.);
2. VIII Международной научной конференции (г. Уфа, 10-14 декабря 2018 г.);
3. Секция ученого совета ООО «НИИ Транснефть» «Исследование гидравлики трубопроводного транспорта» 03 апреля 2018 г.;
4. Ученый совет ООО «НИИ Транснефть» 23 мая 2018 г.;
5. Ученый совет ООО «НИИ Транснефть» 28 августа 2023 г.;
6. Международная научно-практическая конференция «Технологии разработки месторождений и моделирование процессов в нефтегазодобыче» (г. Уфа, 24-27 августа 2023 г.);
7. Ученый совет ООО «НИИ Транснефть» 20 сентября 2023 г.;
8. XVII Международная научно-практическая конференция «Трубопроводный транспорт – 2023» (г. Уфа, 16-17 ноября 2023 г.);
9. XII Международная научно-практическая конференция «Информационные технологии в ТЭК проблемы и решения 21-24 мая 2024 г.

Личный вклад автора.

Формулировка и реализация математической модели, анализ результатов осуществлены совместно с научным руководителем. Численная реализация моделей, экспериментальные и промышленные испытания, валидация на данных экспериментальных исследований, проверка по данным, полученным с промышленного объекта, расчеты, оформление результатов проведены самостоятельно.

Основные результаты диссертации.

По теме работы опубликовано 12 научных трудов, в том числе две научные статьи в изданиях, входящих в перечень научных изданий, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Получен патент и четыре свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Основное содержание работы полностью раскрывается в следующих публикациях.

№	Название статьи	Выходные данные	Авторы	Вклад соискателя
В научных изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ				
1	Моделирование процесса распространения возмущения в трубопроводе, вызванного утечкой перекачиваемой жидкости	Процессы в геосредах. – 2023. – № 3. – С. 2101-2106.	Уликанов Р.Р., Киреев В.Н., Ковалева Л.А.	Проведение экспериментальных и аналитических исследований, участие в процессах моделирования, численная реализация, проведение расчетов, обработка и анализ результатов, работа над текстом статьи.
2	Экспериментальное исследование динамических возмущений давления в цилиндрических трубах, заполненных жидкостью	Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2024. – Т. 10, №1(37). – С. 88-103.	Уликанов Р.Р., Киреев В.Н., Ковалева Л.А.	Проведение экспериментальных и аналитических исследований, участие в процессах моделирования, численная реализация, проведение расчетов, обработка и анализ результатов, работа над текстом статьи.

В научных изданиях, включенных в РИНЦ				
3	Анализ фронта волны давления для определения местоположения утечки жидкости в трубопроводе	Вестник Башкирского университета. – 2023. – Т. 28, № 1. – С. 4-9.	Уликанов Р.Р., Киреев В.Н., Ковалева Л.А.	Проведение экспериментальных и аналитических исследований, участие в процессах моделирования, численная реализация, проведение расчетов, обработка и анализ результатов, работа над текстом статьи.
4	К вопросу обнаружения утечек в неизотермических трубопроводах, работающих с периодическими остановками	Научные технологии в решении проблем нефтегазового комплекса: материалы VIII Международной научной конференции, Уфа, 10-14 декабря 2018г. Ч. 1. / отв. редактор К. Ш. Ямалетдинова. – Уфа : РИЦ БашГУ, 2018. – С. 295-296	Уликанов Р.Р., Пшенин В.В., Садыкова А.Р.	Проведение экспериментальных и аналитических исследований, участие в процессах моделирования, численная реализация, проведение расчетов, обработка и анализ результатов, работа над текстом статьи.
5	Способ определения утечек жидкости в трубопроводах	Технологии разработки месторождений и моделирование процессов в нефтегазодобыче: материалы Международной научно-практической конференции, Уфа, 24-27 августа 2023 г.	Уликанов Р.Р., Черных А.Д.	Проведение экспериментальных и аналитических исследований, участие в процессах моделирования, численная реализация, проведение расчетов, обработка и анализ результатов, работа над текстом статьи.
6	Повышение точности и чувствительности системы обнаружения утечек за счет применения WAVELET – преобразований	Трубопроводный транспорт – 2023: материалы XVIII Международной научно-практической конференции, Уфа 16-17 ноября 2023 г.	Уликанов Р.Р., Ижбулдин Т.А.	Проведение экспериментальных и аналитических исследований, участие в процессах моделирования, численная реализация, проведение расчетов, обработка и анализ результатов, работа над текстом статьи.
7	Оптимизация трафика технологической информации магистральных	материалы XII Международной научно-практической конференции	Уликанов Р.Р., Ижбулдин Т.А.	Проведение экспериментальных и аналитических исследований, участие

	трубопроводов за счет применения алгоритма Хаффмана	«Информационные технологии в ТЭК проблемы и решения 21-24 мая 2024г.		в процессах моделирования, численная реализация, проведение расчетов, обработка и анализ результатов, работа над текстом статьи.
Патенты/Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ				
8	Устройство для перекрытия трубопровода:	Патент № 2395748 Российская Федерация, МПК F16L 55/00, F16L 55/128, F16L 55/18. № 2006108424/06 : заявл. 17.03.2006 : опубл. 27.07.2010 /	автор Р.Р.Уликанов; заявитель Р.Р.Уликанов; патентообладатель Уликанов Р.Р.	Разработка идеи для применения устройства и его конструкции
9	Стационарный RTTM (real-time transient model) модуль СОУ	Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019619909	Уликанов Р.Р., Воронов А.Г., Амерханов А.А., Симонов И.С., Чионов А.М., Аминев А.Н., Мазгаров А.Н., Петренко С.В.	Участие в написании программного кода, реализующего алгоритм численного решения уравнений математической модели
10	Модуль принятия решений СОУ	Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019660026	Гладких А.М., Воронов А.Г., Амерханов А.А., Симонов И.С., Чионов А.М., Аминев А.Н., Самусенко А.М., Уликанов Р.Р.	Участие в написании программного кода, реализующего алгоритм численного решения уравнений математической модели
11	Программный модуль системы обнаружения утечек	Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020611777	Гладких А.М., Воронов А.Г., Амерханов А.А., Симонов И.С., Чионов А.М., Аминев А.Н., Самусенко А.М., Уликанов Р.Р., Мухамадиев Р.Р., Мазгаров А.Н., Петренко С.В., Дыкало А.А., Бенидовский И.А., Писковацкий Н.В., Кремьянский И.С.	Участие в написании программного кода, реализующего алгоритм численного решения уравнений математической модели
12	Модуль контроля баланса нефти СОУ	Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019619809	Мухамадиев Р.Р., Воронов А.Г., Амерханов А.А., Симонов И.С., Чионов А.М.,	Участие в написании программного кода, реализующего алгоритм численного решения уравнений

			Мазгаров А.Н., Петренко С.В., Уликанов Р.Р.	математической модели
--	--	--	---	-----------------------

Публикации полностью соответствуют теме диссертации и раскрывают её основные положения. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные полученные результаты диссертации.

Ценность научных работ заключается в том, что в результате выполненных исследований:

Сформирована математическая модель, описывающая нестационарные процессы в трубопроводе имеющего утечку жидкости, **решена** система дифференциальных уравнений с частными производными, **получена** зависимость по определению значения амплитуды волны давления в зависимости от пройденного расстояния по трубопроводу, заполненного жидкостью.

Разработана методика определения местоположения источника возмущения давления;

На данных прямого численного моделирования в ПК Cassandra **показана** работоспособность предложенного способа. **Установлено**, что при увеличении количества средств измерений давления, точность определения местоположения источника возмущения возрастает;

Реализована экспериментальная установка длиной 1139 м по исследованию нестационарных процессов. **Проведено** моделирование работы трубопровода с утечками различной интенсивности. **Установлено**, что точность определения координаты источника возмущения зависит от значения амплитуды волны давления и чувствительности средств измерения. **Определена** область применения предлагаемой методики;

Разработано программное обеспечение, **произведено** опробование на промышленном объекте, **определена** погрешность

координаты утечки жидкости - 1,3%, что соответствует действующим нормам проектирования СОУ.

Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она представлена к защите.

Содержание диссертации соответствует научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы (технические науки), так как посвящена исследованиям динамических возмущений давления, распространяющихся в магистральных трубопроводах. При рассмотрении волн давления использованы гидравлические модели, получено решение дифференциальных уравнений в частных производных с использованием метода «характеристик», проверка полученных результатов выполнена на экспериментальной установке и промышленном объекте. Работа соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности:

п. 3. «Гидравлические модели и методы расчета течений в водоемах, технологических устройствах и энергетических установках».

п.5 «Течения сжимаемых сред и ударные волны».

п.18 «Экспериментальные методы исследования динамических процессов в жидкостях и газах».

Отрасль науки - техническая, поскольку приведены результаты исследований, соответствующие перечисленным областям научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы, имеющие значимую практическую направленность, отраженную в использовании предлагаемой методики по определению координаты утечки жидкости на действующем производстве.

Диссертация Уликанова Рима Рамазановича соответствует пп. 9-11, 13, 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся научно обоснованные исследования динамических

возмущений давления, распространяющихся в магистральных трубопроводах.

Диссертация Уликанова Рима Рамазановича на тему «Исследование динамических возмущений давления в магистральных трубопроводах методами структурно-волнового анализа» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Заключение принято на заседании кафедры прикладной физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий». Присутствовало на заседании 11 чел. Результаты голосования: «за» – 11 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 8 от 24 апреля 2024 г.

Заместитель заведующего
кафедрой прикладной физики
Физико-технического института,
кандидат физико-математических наук,
доцент



Назмутдинов Флорид Фаузиевич

