

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального директора
по технологическому развитию и
инновациям ООО «РН-БашНИПИнефть»,
к.т.н., Антонов Максим Сергеевич



« 06 » августа 2024г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ООО «РН-БашНИПИнефть» на диссертационную работу
Уликанова Рима Рамазановича
«Исследование динамических возмущений давления в магистральных трубопроводах методами структурно-волнового анализа»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по научной специальности
1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Актуальность темы диссертации

Трубопроводный транспорт – стратегический вид транспорта Российской Федерации, причём одним из важнейших транспортируемых грузов являются жидкие углеводороды. Так ПАО «Транснефть» и её дочерние общества эксплуатируют крупнейшую в мире систему магистральных трубопроводов, длина которой составляет более 67 тыс. км и по которой транспортируется более 50 % нефти и нефтепродуктов.

В настоящее время одним из важнейших критериев эффективной деятельности производства является снижение уровня воздействия на окружающую среду. В области трубопроводного транспорта жидких углеводородов одним из рисков воздействия на окружающую среду является риск возникновения утечек жидкости, которые могут приводить как к экологическим, так и существенным экономическим потерям. С целью оперативного обнаружения утечек разработаны и внедрены системы обнаружения утечек, ба-

зирующиеся на различных принципах механики движения жидкости в трубопроводе.

Работа диссертанта посвящена исследованию возмущения давления, распространяющегося по трубопроводу, с целью разработки метода определения координаты местоположения утечки жидкости, что и обуславливает её актуальность.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, изложена на 104 страницах машинописного текста, содержит 47 рисунков, 12 таблиц, списка использованных источников из 114 наименований, справки о внедрении результатов работы.

Во введении приведена актуальность диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследования, приведены научные результаты выносимые на защиту, представлена научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе диссертации представлен анализ современного состояния исследований в области идентификации динамических возмущений давления в трубопроводах, в частности, методов обнаружения утечек жидкости из магистральных трубопроводов, исследование данных патентов в области алгоритмов и способов идентификации утечек жидкости в трубопроводах, приведены результаты анализа существующей теории гидродинамического расчёта неустановившихся процессов в трубопроводах, перекачивающих жидкие углеводороды.

Вторая глава посвящена решению задачи движения скачка давления по трубопроводу и разработке методики поиска местоположения утечки жидкости в трубопроводе, основанных на результатах анализа изменения характеристик динамического возмущения. Описано полученное решение дифференциальных уравнений в частных производных в виде зависимости, связывающей величину изменения амплитуды скачка давления и пройденное им расстояние по трубопроводу, имеющего утечку жидкости.

Приведена методика определения координат места возмущения давления по показаниям нескольких датчиков, основанная на физическом эффекте затухания амплитуды волны давления, движущейся по трубопроводу, оснащённого различным количеством средств измерения давления.

Приведены результаты апробирования разработанной методики на данных математической модели магистрального трубопровода с утечками жидкости различной интенсивности: 9, 45 и 80% от его номинальной производительности. Установлено, что относительная погрешность определения координат места утечки по предложенной методике составляет менее 1%. Показано, что при увеличении количества средств измерений давления, погрешность определения местоположения источника возмущения снижается от 0,62 до 0,39 %, при увеличении числа датчиков от 3 до 8, соответственно.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований динамических возмущений давления, распространяющихся по трубопроводу на лабораторной установке «Стенд с изменяемым профилем для исследования нестационарных процессов, возникающих в мультифазных углеводородных потоках», созданной в «НИИ Транснефть». Экспериментально подтверждена работоспособность предложенной методики по определению координат местоположения источника возмущения, при этом погрешность определения не превысила 1,5%. На основании результатов экспериментов установлена возможность построения системы диагностики состояния трубопровода, основанной на данных анализа структуры динамического возмущения.

В четвёртой главе представлено решение вопросов создания программного обеспечения, позволяющего в автоматическом режиме контролировать целостность трубопровода, приведены результаты промышленных испытаний на действующем объекте, при этом утечка была определена с относительной погрешностью 1,3%, что соответствует действующим нормам проектирования систем обнаружения утечек. Предложенный способ внедрён на производстве.

В заключении представлены выводы и основные результаты диссертационной работы.

Диссертация и автореферат написаны грамотным языком, к стилю изложения претензий нет. Изложение результатов диссертационной работы и формулировка соискателем выводов нареканий не вызывают. В диссертации соблюдены принципы соответствия задач исследования и поставленной цели, полученных результатов и выводов.

Научная новизна исследования

На основании сформулированной математической модели получена зависимость изменения амплитуды скачка давления в трубопроводе, вызванного утечкой жидкости, в зависимости от пройденного расстояния. Теоретически доказана возможность построения методики определения координат источника возмущения давления в магистральном трубопроводе, основанной на результатах структурно-волнового анализа возникающих динамических возмущений давления. На основании данных математического моделирования показана работоспособность разработанной методики определения координат источника возмущения давления в магистральном трубопроводе, обосновано минимально-достаточное количество средств измерения давления для работоспособности предлагаемого метода.

На основании результатов экспериментальных данных определена область использования определения координат источника возмущения давления. Представлены результаты исследования влияния амплитуды волны давления и чувствительности средств измерения на точность определения координат источника возмущения давления.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов

Результаты исследований основаны на фундаментальных уравнениях механики движения жидкости, использованных при математическом моделировании рассматриваемых процессов, обоснованы физической и математической непротиворечивостью, согласовании с экспериментальными

данными, полученными на стендовом оборудовании, а также результатами промышленных испытаний.

Практическая значимость полученных результатов

Практическая значимость результатов диссертационных исследований заключается в выявлении возможности построения систем гидравлической диагностики магистральных трубопроводов по идентификации источников динамических возмущений давления в случае возникновения утечек перекачиваемой жидкости.

Представлена справка о внедрении результатов диссертационных исследований в НТЦ «НИИ Транснефть», согласно которой результаты исследований используются при разработке алгоритмов работы систем обнаружения утечек жидкости из магистральных трубопроводов, проведении лабораторных и стендовых испытаний, использующих методы работы систем обнаружения утечек, а также при построении методик диагностирования трубопроводов по определению источников динамического возмущения.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Предприятиям ТЭК, эксплуатирующим трубопроводы, рекомендуется использовать результаты диссертационной работы при разработке систем обнаружения утечек.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 12 работах, в том числе трёх статьях в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, докладывались и обсуждались на четырёх международных научно-практических конференциях, заседаниях учёного совета «НИИ Транснефть». Получен один патент РФ на изобретение, четыре свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Соответствие диссертации научной специальности

По своему содержанию диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.1.9. – Механика жидкости, газа и плазмы, а именно п.п.

3. Гидравлические модели и приближённые методы расчётов течений в водоёмах, технологических устройствах и энергетических установках.

5. Течения сжимаемых сред и ударные волны.

18. Экспериментальные методы исследования динамических процессов в жидкостях и газах.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Объектом исследования указан магистральный трубопровод, возникает вопрос о применении полученных результатов работы для промышленных трубопроводов, водопроводах.

2. В настоящее время известны и применяются на практике различные методы обнаружения источников динамического возмущения давления в случае возникновения утечек в трубопроводах, однако автор в первой главе диссертации приводит обзор имеющихся технических решений без критического анализа их преимуществ и недостатков. Желательно было бы более чётко привести отличия и достоинства предлагаемого способа определения координат источника возмущения давления, свидетельствующего о наличии утечек.

3. Автором используется классическая математическая модель слабосжимаемой жидкости, которая представлена дифференциальными уравнениями в частных производных, для её решения использован метод «характеристик», при этом не обосновано применение линейной функции, определяющей характеристики уравнения.

4. Желательно представить пояснение, почему автор не использовал критерии подобия при переносе результатов, полученных на стендовой установке, на действующие промышленные объекты.

5. В качестве оценки точности предлагаемого метода автор определял относительную погрешность, в нормативном же документе, с которым далее

приведено сравнение, определяется абсолютная погрешность, что требует пояснения.

Указанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы

Общее заключение

Полученные результаты диссертационной работы могут быть использованы в алгоритмах работы систем обнаружения утечек, либо при построении систем диагностики магистральных трубопроводов.

По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует требованиям п.п. 9-11 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук. В ней изложены научно обоснованные технологические разработки, имеющие существенное значение для экономики страны, заключающиеся в разработке рекомендаций по выявлению утечек жидкости из магистральных трубопроводов, перекачивающих жидкие углеводороды.

Материалы диссертации характеризуют автора как сложившегося исследователя, владеющего современными научными методами. Автореферат составлен с соблюдением установленных ВАК требований, полностью отражает содержание диссертации. Выносимые на защиту положения и выводы аргументированы и соответствуют поставленным задачам.

Автор диссертационной работы Уликанов Рим Рамазанович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 1.1.9. – Механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертационная работа была заслушана и обсуждена на расширенном заседании Управления развития инноваций и сопровождения ТРИЗ ООО «РН-БашНИПИнефть», научно-исследовательская деятельность которого соответствует тематике диссертации соискателя. На заседании присутство-

вало 17 человек. Результаты голосования: «за» 17 человек, «против» 0 человек, воздержались 0 человек. Протокол № 1 заседания от « 19 » июля 2024 г.

Старший эксперт

ООО «РН-БашНИПИнефть»,

к.т.н.

Смолянец Евгений Фёдорович

Подпись Евгения Фёдоровича Смолянца удостоверяю:



*Исполнительная дирекция обеспечения персоналом
Насинова Н.А.*

Антонов Максим Сергеевич,

заместитель генерального директора ООО «РН-БашНИПИнефть» по технологическому развитию и инновациям,

кандидат технических наук по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

450103, г. Уфа. Ул. Бехтерева, 3/1, каб. 307.

Тел. +7(347) 293-60-10, доп. 3500.

Эл. адрес: AntonovMS@bnipi.rosneft.ru

Смолянец Евгений Фёдорович,

старший эксперт бюро экспертов ООО «РН-БашНИПИнефть»,

кандидат технических наук по специальности 02.00.13 – Нефтехимия.

450103, г. Уфа. Ул. Бехтерева, 3/1, каб. 313.

Тел. +7(347) 293-60-10, доп. 2536.

Эл. адрес: Smolyanec@bnipi.rosneft.ru

Ведущая организация:

Общество с ограниченной ответственностью «РН-БашНИПИнефть»,
450006, Республика Башкортостан, г. Уфа. Ул. Ленина, д. 86/1.

Тел.: +7 (347) 262-43-40, факс: +7 (347) 362-41-75.

E-mail: mail@bnipi.rosneft.ru

Официальный сайт: <https://rn.digital/>

Согласны на размещение персональных данных на официальном сайте Уфимского университета науки и технологий.