

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Сулова Антона Владимировича
«Информационно-измерительная система определения толщины
асфальтосмолопарафиновых отложений в нефтепроводах на основе
акустического метода измерений», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-
измерительные и управляющие системы

Представленная диссертационная работа Сулова А.В. ориентирована на создание, исследование и практическую реализацию научного подхода к проектированию, оценке и апробацию новой информационно-измерительной системы неразрушающего контроля на основе акустического метода измерения толщины асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) на внутренней стенке нефтепроводов.

Проблема отложений АСПО в области добычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов появилась давно, однако до сих пор остается актуальной.

Знания о толщине отложений в процессе эксплуатации трубопроводов поможет понять необходимость или отсутствие необходимости в проведении очистных мероприятий на данный конкретный временной период. Правильное планирование и своевременное проведение очистных мероприятий не только поможет сократить экономические убытки, но и предупредит возможные аварии на производстве.

Зачастую существующие решения остаются неэффективными в условиях, где требуются их повышенные эксплуатационно-технические характеристики из-за сложных и специфических условий применения. Поэтому **актуальность** темы диссертационного исследования не вызывает сомнений и подтверждается востребованностью предложенного метода измерений толщины АСПО. Внедрение ИИС на основе акустического метода неразрушающего контроля позволит производить измерения толщины отложений своевременно и с необходимой точностью.

Диссертация включает введение, четыре главы, заключение, список литературы и пять приложений, общий объем составляет 166 страниц текста.

С отзывом ознакомлен.
03.06.25
Фусил

Вход. №	03	06.2025
	8/14	

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость, представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе детально рассмотрены проблемы, связанные с образованием АСПО, их влиянием на работу оборудования, существующие методы борьбы и, что особенно важно для данной работы, проведен критический анализ существующих методов измерения толщины отложений, выявлены их ограничения и сформулированы требования к новому методу.

Во второй главе автор фокусируется на акустических методах неразрушающего контроля, анализирует их применимость к задаче измерения толщины АСПО. Проведены экспериментальные исследования существующих акустических подходов (методы прохождения, отражения, затухания), показаны их недостатки, в частности, сильное затухание ультразвуковых волн в АСПО, что обосновывает необходимость поиска нового подхода.

Третья глава посвящена разработке, моделированию и экспериментальному исследованию предложенного автором нового акустического метода, основанного на анализе параметров свободных колебаний стенки трубопровода. Проведено аналитическое и численное (МКЭ) моделирование, подтвердившее предположение о влиянии толщины АСПО на резонансную частоту, амплитуду и демпфирование колебаний. Выполнены лабораторные эксперименты, результаты которых обработаны статистически, и установлены корреляционно-регрессионные зависимости между толщиной АСПО и параметрами колебаний (частотой, амплитудой, энергией, длительностью). Выявлено, что наиболее информативными параметрами являются энергия и длительность колебаний.

В четвертой главе представлена разработка информационно-измерительной системы (ИИС ОТО) на основе предложенного метода. Описаны структурная и функциональная схемы системы, разработано алгоритмическое и программное обеспечение с многоуровневой организацией. Представлен алгоритм калибровки и проведения измерений. Проведен

метрологический анализ инструментальной и методической погрешностей ИИС ОТО. Представлены результаты экспериментального исследования разработанной системы, включая измерения при неравномерном распределении отложений.

В заключении подведены итоги работы, и сформулированы основные выводы.

Приложения содержат фрагменты программного кода, патенты, свидетельство о регистрации ПО, акты внедрения и методику калибровки, что подтверждает полноту представленных разработок.

Научная новизна представленных результатов диссертационного исследования состоит в следующем:

1. Разработан новый метод измерения толщины АСПО на внутренней стенке нефтепровода на основе акустического метода. Принцип действия метода опирается на взаимосвязь параметров акустических колебаний стенки трубопровода и толщины отложений. Предложенный метод позволяет расширить функциональные возможности ИИС в решении задачи измерения толщины АСПО.
2. Разработана и внедрена методика калибровки и проведения измерений с применением ИИС ОТО.
3. Разработана структурная, функциональная схема и алгоритмическое обеспечение ИИС определения толщины отложений с использованием разработанного акустического метода неразрушающего контроля.

Практическая значимость полученных в диссертации результатов заключается в их применении на промышленном предприятии на трубопроводах при транспортировке нефти и нефтепродуктах, что описано в главе 4 и отражено в приложении Г (Актов об использовании результатов

диссертационного исследования) и в **приложении Д** (Методика калибровки ИИС ОТО и проведения измерения толщины АСПО).

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается корректным и адекватным применением методологии исследования, основанной на аппарате математического анализа, численных методах, математическом моделировании и цифровой обработке сигналов. При этом можно отметить соответствие результатов аналитического и имитационного моделирования, а также внедрения. Основные результаты работы доложены на научно-технических конференциях.

Замечания по диссертационной работе.

По диссертационной работе Сулова А.В. можно сделать следующие замечания:

1. В первой главе диссертационной работы рассмотрены методы измерения толщины АСПО, но не проведен обзор существующих ИИС-аналогов отечественных и зарубежных фирм.

2. Метрологический анализ ИИС ОТО проведен корректно в соответствии с действующими нормативными документами, но при представлении результатов не соблюдены требования ГОСТ Р 8.736-2011 Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. (Приложение Е).

3. В разделе 4 при оценке инструментальной погрешности не рассмотрена дополнительная погрешность от изменения температуры окружающей среды.

4. В названии диссертационной работы «Информационно-измерительная система определения толщины асфальтосмолопарафиновых отложений....», а в тексте диссертации, встречаются термины контроль (стр. 126) и измерение (стр. 94, 111, 127,...).

5. В п.6 основных результатов работы идет речь о снижении погрешности определения АСПО на 7%, но из диссертационной работы не понятно, по сравнению с какой измерительной системой.

6. В п.3 основных положений, выносимых на защиту, речь идет о методике калибровки и проведения измерений с применением ИИС, а в главе 4 диссертационной работы представлен алгоритм калибровки.

7. Имеются орфографические ошибки в названии раздела 2 «Акустических».

8. В выводах по четвертой главе в п.4 автором приведено не корректное выражение «Погрешность измерений не превысила установленные в требованиях к методу измерения погрешности в 10 %».

Отмеченные недостатки не снижают общего положительного впечатления от диссертационной работы, ее научной ценности и практической значимости.

Заключение о соответствии диссертации требованиям «Положения о присуждении ученых степеней».

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что диссертационная работа Сулова А.В. «Информационно-измерительная система определения толщины асфальтосмолопарафиновых отложений в нефтепроводах на основе акустического метода измерений» является законченной научно-квалификационной работой. В ней автор представил полученные результаты как новые научно обоснованные технические и технологические решения в направлении разработки и исследования нового метода и системы для неразрушающего контроля толщины АСПО. Автором проработаны и практически реализованы способ, метод и алгоритмы, использование которых позволяет реализовать автоматизированную систему для применения в нефтяной промышленности.

Диссертация Сулова А.В. удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением

Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. Автор диссертации Суслов Антон Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы

Официальный оппонент
 Доктор технических наук, доцент,
 Профессор кафедры
 «Информационно-измерительная техника и метрология»
 ФГБОУ ВО «Пензенский
 государственный университет»



Личную подпись А.А. Трофимова
 ВЕРЯЮ
 Специалист по кадрам Т.И. Белова
 19 05 2025 г.

А.А. Трофимов

« 19 » 05 2025 г.

Трофимов Алексей Анатольевич

Докторская диссертация защищена

По специальности 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы.

Адрес места основной работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет».

Почтовый адрес: 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40

Рабочий телефон: +7 (8412) 66-65-96

Email: iit@pnzgu.ru