



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,
ИНН 6316000632, КПП 631601001

22 СЕН 2025

№ 420-5322

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

доктор экономических наук,
профессор



В.Д. Богатырев

2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Самарский национальный исследовательский
университет имени академика С. П. Королева»
на диссертацию **Гашенко Юлии Валерьевны**
«Волоконно-оптическая информационно-измерительная система
для определения плотности пожароопасных жидкостей»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.11 – Информационно-измерительные и управляющие
системы (технические науки)

Актуальность темы диссертационного исследования

Плотность считается одним из фундаментальных и универсальных показателей, характеризующих качество нефти и продуктов ее переработки. Этот параметр играет ключевую роль на всех этапах технологической цепочки: от приемки сырья и контроля его соответствия стандартам до мониторинга промежуточных стадий преобразования и оценки характеристик готовых нефтепродуктов. Измерение плотности позволяет оперативно отслеживать ход технологических процессов, выявлять отклонения и брак, обеспечивать корректность массового учета сырья и продукции, что напрямую влияет на экономические показатели производства.

Отсутствие своевременного и точного контроля плотности способно привести к серьезным негативным последствиям. Это, в первую очередь, снижение общей эффективности переработки, вызванное нарушением

оптимальных режимов работы технологических установок. Несоответствие плотности проектным значениям может спровоцировать деградацию качества конечной продукции, выход оборудования из строя и даже возникновение аварийных ситуаций. В долгосрочной перспективе это приводит к значительным экономическим убыткам, а также повышает риски утечек и повреждений, несущих в себе потенциальную угрозу экологической безопасности.

Сложившаяся практика измерения плотности в большинстве случаев основывается на данных лабораторных анализов. Существующий подход обладает рядом принципиальных недостатков. Он не предоставляет данных в реальном времени, что делает невозможным оперативное реагирование на изменения в непрерывном технологическом процессе. Ручной отбор проб и последующий лабораторный анализ - это трудоемкая и длительная процедура. Ее проведение зачастую осложняется агрессивной природой сред, высокой температурой, быстрой изменчивостью состава и физико-химических свойств продукта, а также территориальной удаленностью некоторых технологических объектов, поэтому оперативно доставить пробы для анализа не представляется возможным.

Хотя на рынке присутствуют средства автоматического непрерывного контроля плотности жидкостей, предназначенные для установки непосредственно в технологический поток, они не получили широкого распространения в нефтеперерабатывающей отрасли. Причиной этому служит ряд серьезных технических ограничений. Многие из таких систем не обеспечивают достаточной точности, сопоставимой с лабораторными методами, имеют узкие диапазоны рабочих температур, не соответствующие жестким условиям высокотемпературных процессов нефтеперерабатывающих заводов. Критически важным фактором является безопасность: применение устройств, имеющих электрические компоненты, в непосредственном контакте с взрывоопасными средами или вблизи них, требует сложных и дорогостоящих решений по взрывозащите, что снижает их надежность и увеличивает стоимость эксплуатации.

Таким образом, на сегодняшний день остро стоит проблема отсутствия надежных, точных и безопасных средств для оперативного непрерывного контроля плотности жидких нефтепродуктов в условиях реального технологического процесса на объектах нефтепереработки.

Диссертационная работа Гашенко Ю.В. представляется актуальной, поскольку связана с обеспечением безопасного оперативного контроля плотности пожароопасных жидкостей на объектах нефтегазового комплекса в условиях высокой искро-взрыво-пожароопасности.

Структура и общая характеристика диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка, приложений. Основная часть изложена на 143 страницах машинописного текста, содержит 48 рисунков, 12 таблиц, 4 приложения. Библиографический список содержит 91 наименование.

Во введении обоснована актуальность рассматриваемой проблемы, определены цель и задачи исследования, описана практическая значимость диссертационной работы, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе обоснована актуальность разработки систем измерения плотности для взрывоопасных жидкостей. Проведен аналитический обзор существующих методов (поплавкового, весового, вибрационного и др.), который выявил их общие недостатки: влияние агрессивных сред, чувствительность к перепадам температур и вязкости, сложное обслуживание и риски для безопасной эксплуатации.

Несмотря на широкое применение на объектах нефтегазового комплекса благодаря простоте и надежности, даже предпочтительные поплавковые плотномеры имеют существенные ограничения. Они зачастую содержат электрические элементы в зоне измерения и не адаптированы к высокотемпературным процессам нефтепереработки.

В качестве перспективного решения автором работы предложено внедрение волоконно-оптических датчиков и информационно-измерительных систем, предназначенных для работы с пожароопасными жидкостями.

Во второй главе рассмотрены вопросы математического обоснования физических процессов, происходящих в оптико-механической части измерительного преобразователя в составе предлагаемого поплавкового датчика плотности и волоконно-оптической информационно-измерительной системы. Автором были определены основные компоненты измерительного преобразователя плотности, проведено математическое моделирование сил, воздействующих на поплавки, установлена линейная зависимость плотности жидкости от значения его перемещения. Исследовано распределение светового потока в оптическом канале, определены области наибольшей интенсивности излучения и оптимальное расстояние между элементами преобразователя. Проанализировано влияние дифракции при прохождении света через диафрагму и растровую решетку, получены распределения интенсивности в сечениях светового пучка и выбраны оптимальные параметры расположения элементов преобразователя.

В третьей главе разработана структурная схема волоконно-оптической измерительной системы для определения плотности пожароопасных жидкостей на основе поплавкового датчика, предусматривающая процедуру калибровки и температурной коррекции результатов измерений для приведения к стандартным условиям. Созданы алгоритмы функционирования системы для двух режимов работы: калибровочного, определяющего калибровочные коэффициенты с учётом конструктивных параметров преобразователя, и измерительного, осуществляющего определение плотности с использованием полученных калибровочных коэффициентов и введением температурной поправки. Разработано техническое решение волоконно-оптической информационно-измерительной системы и поплавкового датчика плотности с волоконно-оптическим растровым преобразователем, рассмотрены его конструктивные и технические особенности.

Четвертая глава посвящена анализу, реализации и экспериментальному исследованию волоконно-оптической информационно-измерительной системы для определения плотности пожароопасных жидкостей. Проведен энергетический расчет системы, показавший оптические потери, соответствующие чувствительности фотоприемников и подтверждающие взрывобезопасность системы. Выполнен метрологический анализ с разработкой структурных моделей преобразователя, позволивший идентифицировать и минимизировать источники погрешностей. Разработана методика калибровки с использованием образцового лабораторного вибрационного плотномера, включающая построение калибровочных таблиц и расчет полиномиальных коэффициентов. Экспериментальные исследования в диапазоне температур 20–90°C подтвердили работоспособность системы и соответствие ее точности требованиям для поплавковых плотномеров.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы по диссертационной работе. Проведенные испытания подтвердили работоспособность волоконно-оптической информационно-измерительной системы и ее пригодность для автоматизированного контроля плотности взрывоопасных и легковоспламеняющихся жидкостей как в стандартных условиях, так и при повышенных температурах. Кроме того, волоконно-оптическая информационно-измерительная система демонстрирует высокую конкурентоспособность и является экономически целесообразным решением.

Научная новизна и практическая значимость диссертационной работы

В рамках диссертационного исследования автором была разработана структура волоконно-оптической информационно-измерительной системы для

определения плотности пожароопасных жидкостей с поплавковым датчиком плотности и волоконно-оптическим растровым преобразователем в ее составе, предусматривающая режимы калибровки и измерения, алгоритмы температурной коррекции и приведения результатов к стандартным условиям.

Автором разработаны алгоритмы функционирования информационно-измерительной системы обеспечивающих работу как в режиме калибровки, так и в режиме измерения. Режим калибровки позволяет определить калибровочные коэффициенты для их дальнейшего применения при измерении плотности. Режим измерения учитывает конструктивные параметры измерительного преобразователя, полученные по результатам проведенной калибровки калибровочные коэффициенты и температурную поправку плотности для приведения результатов измерения к стандартным условиям.

Автором предложен комплекс научно-технических решений для определения плотности пожароопасных жидкостей, защищенный патентами и свидетельствами о регистрации программ РФ, с измерительной частью в виде поплавкового датчика плотности с волоконно-оптическим растровым преобразователем в его составе. Данные решения являются значительным вкладом в развитие информационно-измерительных и управляющих систем в промышленности.

Практическая значимость работы подтверждена внедрением материалов диссертационной работы в учебный процесс кафедры «Автоматизация и управление технологическими процессами» ФГБОУ ВО «СамГТУ», а также на предприятия профильной направленности ЗАО «ТМ-Сервис» и ООО «Метрология и Автоматизация», г. Самара. Результаты и выводы, полученные в диссертационной работе, рекомендуется использовать на предприятиях, связанных с переработкой и хранением нефтепродуктов – АО «Новокуйбышевский нефтеперерабатывающий завод», АО «Сызранский НПЗ», АО «Куйбышевский НПЗ», АО «Новокуйбышевская нефтехимическая компания».

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов диссертации

Полученные результаты обоснованы адекватностью и общеизвестностью применяемых методов и положений, а также подтвержденными исследованиями фактами. Достоверность результатов работы подтверждается их реализацией и экспериментальными исследованиями. Материалы диссертации обсуждались и докладывались на международных и всероссийских научно-практических конференциях. По материалам диссертации

опубликовано 15 печатных работ, 4 из которых входят в журналы из перечня ВАК, 2 патента на полезную модель, 1 свидетельство на программу для ЭВМ.

Основные научные результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно. В работах, выполненных в соавторстве, соискателю принадлежит основная роль в формулировке задач, обосновании методов их решения, анализе полученных результатов.

Замечания по диссертационной работе

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. Не ясно, как решены вопросы эксплуатации оптического кабеля при экстремально высоких температурах до 350 градусов (с. 127, 128 диссертации). Действующий ГОСТ Р 52266 – 2020 Кабели оптические. Общие технические условия определяет эксплуатацию оптических кабелей при температуре до 80 градусов по Цельсию.

2. В разделе 4.2 (с. 107 – 116 диссертации) не рассмотрены погрешности, связанные с изменением свойств поплавка при изменении температуры, а также при налипании посторонних веществ.

3. В работе используются термины «схемно-аналитическая модель» на рис.4.3 (с. 108 диссертации), «структурная метрологическая модель» на рис. 4.6 (с. 110 диссертации), которые не являются общепринятыми.

4. В разделе 4.3 (с. 116 – 128 диссертации) некорректно используется термин «калибровка». На самом деле производится градуировка средств измерений.

5. Не раскрыто, позволяют ли технологические регламенты предприятий проводить градуировку по методике, описанной в разделе 4.3 (с. 116 – 128 диссертации).

Приведенные недостатки не носят принципиального характера и не снижают научной и практической ценности диссертации.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа «Волоконно-оптическая информационно-измерительная система для определения плотности пожароопасных жидкостей» является законченной научно-квалификационной работой, содержит решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, соответствует критериям, установленным пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Гашенко Юлия Валерьевна, заслуживает присуждение ей ученой степени кандидата

технических наук по специальности 2.2.11 – Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки).

Отзыв подготовлен заведующим кафедрой радиоэлектронных систем федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» д.т.н., доцентом Зеленским Владимиром Анатольевичем.

Отзыв рассмотрен и единогласно одобрен на заседании кафедры радиоэлектронных систем ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» 18 сентября 2025 года, протокол № 2.

Заведующий кафедрой
радиоэлектронных систем
Самарского университета,
д.т.н., доцент



Владимир Анатольевич Зеленский

Диссертация доктора технических наук защищена по специальности 05.11.16 – информационно-измерительные и управляющие системы
Согласен на обработку и передачу персональных данных

Сведения об организации:

Полное наименование: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева»

Сокращенное наименование: Самарский университет

443086, Самарская область, г. Самара, ул. Московское шоссе, 34

тел.: +7 846 335-18-26

Адрес электронной почты: ssau@ssau.ru

Официальный сайт: <https://www.ssau.ru>