

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра «Стандартизация, метрология и управления качеством»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.С.Секацкий
подпись
« ____ » _____ 2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Разработка проекта предварительного стандарта «Оценка качества дизельных
топлив акустическим методом»

27.04.01 Стандартизация и метрология

27.04.01.01 Стандартизация и метрология в инновационной сфере

Научный руководитель _____ доц., канд.техн.наук А.П. Батрак

Выпускник _____ Е.А. Миних

Рецензент _____ инж. по стандартизации Н.Н.Суханова
ОАО «Красноярский ЭВРЗ»

Нормоконтролер _____ доц., канд.техн.наук Н.В.Мерзликина

Красноярск 2019

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы.

Дизельное топливо после бензина относится к самому распространенному типу нефтепродуктов, применяемым на автомобильном транспорте. Эксплуатационные качества дизельного топлива определяют ряд физико-химических показателей, к которым предъявляют определенные требования. Такими показателями являются детонационная стойкость (цетановое число дизельного топлива), плотность, содержание серы, воды и других веществ. Сера, в форме разнообразных соединений, входит в состав всех нефтепродуктов, ухудшает их качество, загрязняет технологическое оборудование. Увеличение содержания серы в топливе от 0.033% до 0.15% (масс.) снижает мощность двигателя на 10.5%, увеличивает расход топлива на 12%. Кроме того, сернистые соединения вызывают коррозию деталей двигателя, приводит к увеличению стоимости обслуживания. При сгорании топлив, содержащих сернистые соединения, образуется диоксид серы, крайне неблагоприятно влияющий на экологическую обстановку, поэтому в технические требования на нефтепродукты введены показатели, нормирующие общее содержание серы.

Для контроля качества дизельного топлива существует множество методик испытаний, однако большинство из них требуют габаритные установки, присутствие систем водоснабжения, определенную квалификацию обслуживающего персонала. Длительность таких методов недопустимо большая, они не пригодны для экспресс - контроля качества нефтепродуктов. Внедрение метода оперативного контроля углеводородных топлив позволит контролировать качественные показатели дизельного топлива в лабораторных и технологических условиях. Перспективным направлением является применение акустического метода, практически не применяющегося в настоящее время при исследовании нефтепродуктов.

Метод акустической эмиссии для определения характеристик свойств дизельного топлива позволит:

- создать устройство и методику экспресс- диагностики состояния дизельного топлива;
- осуществлять контроль уровня соответствия качественных характеристик дизельного топлива существующим требованиям в автоматическом режиме;
- проводить комплексную оценку качества дизельного топлива;
- упростить процедуры выявления качественных характеристик дизельного топлива;
- повысить уровень безопасности работ по оценке качества дизельного топлива;
- в перспективе повысить конкурентоспособность отечественного производителя на рынке приборов по оценке качественных характеристик дизельного топлива.

Для применения данного метода необходима задокументированная методика выполнения измерений - определенный набор действий и правил, выполнение которых обеспечивает получение результата измерений. Методики выполнения измерений излагают в виде стандарта - документа, необходимость выполнения требований которого закреплена в законе или ином нормативном акте. В результате соблюдения требований стандарта достигается выпуск качественной и безопасной продукции, эффективно выполняется работа или оказывается услуга.

Целью разработки стандартов является предоставление отраслям промышленности определенного набора принципов и методов, которым необходимо следовать при производстве и контроле за качественной продукцией. Стандарт является общепризнанным уровнем качества и надежности продукции.

Цель работы.

Разработка проекта предварительного стандарта на метод акустической эмиссии для определения качества дизельного топлива. Разработанный стандарт обеспечит контроль за достижением требуемого качества дизельного топлива.

Задачи исследования:

- обосновать качественные характеристики дизельного топлива и требований к ним;
- выявить методы оценки качества дизельных топлив, описанные в нормативной документации;
- разработать проект предварительного стандарта.

Научно-практическая новизна и значимость полученных результатов.

Разработка проекта предварительного стандарта позволит производителям оценивать физико-химические характеристики дизельного топлива акустическим методом и обеспечить подтверждение качества топлива.

Методы исследования:

- теоретический анализ и обобщение научной литературы по теме исследования;
- изучение нормативной документации;
- анализ и синтез имеющихся данных.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 97 страницах машинописного текста, включает 12 таблиц, 9 рисунков, состоит из введения, 4 глав, заключения, и приложения. Список используемой литературы включает 57 источников.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано обоснование направления исследований, показана актуальность темы, изложены цели и задачи исследования.

Первая глава: «Общие понятия о дизельном топливе».

В главе приведена общая характеристика дизельного топлива, рассмотрены его основные физико-химические свойства, влияющие на качество топлива. Описан механизм влияния каждого показателя на работу дизельного двигателя, который можно представить в виде общей схемы (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема влияния показателей дизельного топлива на работу двигателя

В главе изложены требования, предъявляемые в нормативной документации к качеству дизельного топлива. Показаны различия между европейскими и российскими требованиями, предъявляемыми к эксплуатационным характеристикам топлива. Требования EN-590:2009 (ГОСТ Р 52368-2005) года отличаются от требований ГОСТ 305-2013 более

высокими требованиями к цетановому числу (не менее 51) и содержанию серы (не более 350 мг/кг).

Приведены факторы, приводящие к ухудшению качества топлива. В процессе хранения и транспортировки топлив высока вероятность загрязнений топлива механическими примесями и водой, окисления под действием кислорода воздуха и взаимодействия со стенками емкостей, отрицательному воздействию перепада температур. Все это влечет изменение его свойств. Проведен обзор существующих стандартизированных методов оценки физико-химических характеристик дизельного топлива на всех этапах контроля качества топлива, который проводится на всех этапах жизненного цикла продукта. В конце главы обоснованы недостатки проанализированных методов оценки качества дизельного топлива.

Общими недостатками известных методов определения качества дизельного топлива являются:

- высокая стоимость оборудования;
- проведение анализа в стационарных условиях;
- высокая себестоимость проведения анализов;
- необходимость значительной затраты времени;
- необходимость достаточно высокой квалификации персонала.

Таким образом показана необходимость разработки способа оперативного определения количественных физико-химических характеристик в дизельном топливе, не требующего дорогостоящего оборудования и больших затрат времени.

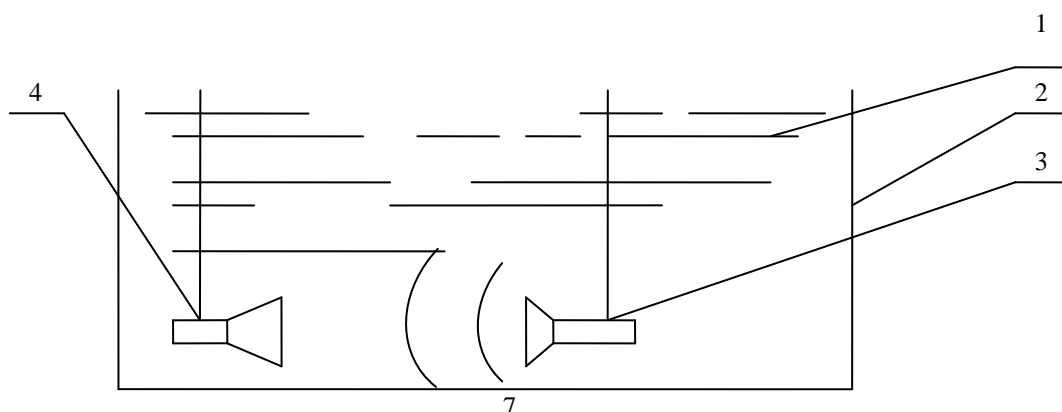
Вторая глава: «Акустический метод оценки качества дизельного топлива».

В главе изложены теоретические основы предлагаемого способа оценки качества дизельного топлива. Данный способ предполагает возможность исследования акустических параметров дизельного топлива при использовании частоты звука в зависимости от времени его релаксации.

Пропускание через дизельное топливо акустического сигнала различной частоты с последующей обработкой информации в ЭВМ дает возможность исследовать качественные характеристики топлива. При прохождении звуковой волны в веществе происходят структурные и ориентационные релаксационные процессы, связанные с изменением ближнего порядка в размещении молекул. Отличительной особенностью заявляемого метода является использование выявленного свойства дизельного топлива – изменять коэффициент поглощения α в зависимости от концентрации в нем примесей при прохождении через него звуковых сигналов с резонансной частотой.

Обзор существующих работ в области акустической спектроскопии показал, что на ультразвуковых частотах методы измерения скорости и поглощения ультразвука позволяют получить относительную ошибку измерения $\sim 10^{-7} - 10^{-8}$, абсолютное значение скорости звука получать с точностью до 10^{-4} %, а чувствительность скорости и поглощения звука достаточно высока (1% примеси может экспериментально обнаруживаться).

Для подтверждения теоретических предпосылок были проведены экспериментальные исследования скорости распространения ультразвука в нефтепродуктах, для оценки влияния содержания воды на акустический спектр жидкого вещества. Для проведения исследований была создана оригинальная установка, принципиальная схема которой представлена на рисунке 2.



1 – испытываемая среда, 2 – емкость (резервуар),
3 – пьезокерамический излучатель, 4 – пьезокерамический приемник.

Рисунок 2 – Принципиальная схема испытательного стенда

Один из пьезокерамических датчиков испускает синусоидальный акустический сигнал частотой в диапазоне от 1 до 10 кГц (1; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10 кГц) от эталонного генератора белого шума. Изменение частоты эталонного источника изменялось с помощью генератора низких частот марки ГЗ–112 представляющего собой источник синусоидального (основной режим) и прямоугольного (дополнительный режим) сигналов и предназначенного для исследования, настройки и испытаний систем и приборов, используемых в радиоэлектронике, связи, автоматике, вычислительной и измерительной технике, приборостроении. Сигнал проходит через испытываемую среду (образец дизельного топлива) ко второму пьезокерамическому преобразователю, далее передается на ПК, где формируется амплитудно-частотная характеристика для последующего анализа.

Для достижения результата, определение количества воды в дизельном топливе производят сравнением полученных результатов акустического спектра с заранее подготовленной калибровочной зависимостью.

Третья глава посвящена общим сведениям о стандартах. Приведены цели использования стандартов и схема основных этапов разработки национального стандарта.

В четвертой главе приведены основные пункты проекта предварительного стандарта на акустический метод оценки качества дизельного топлива.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- 1) Проведён анализ особенностей дизельного топлива как контролируемой среды. Показано влияние основных эксплуатационных показателей на работу дизельного двигателя.
- 2) Приведенные требования нормативных документов позволяют сделать вывод о постоянно увеличивающихся требованиях к качеству дизельного топлива.
- 3) По результатам проведенного обзора на используемые методы исследования физико-химических характеристик обоснована актуальная задача разработки метода, позволяющего проводить комплексную оценку качественных показателей дизельного топлива при малых затратах времени и отсутствии дорогостоящего оборудования.
- 4) На основании теоретических данных и результатов исследований различных авторов обосновано использование акустического метода, основанного на чувствительности коэффициента поглощения звукового сигнала от наличия примесей в дизельном топливе.
- 5) На основании теоретических и экспериментальных данных создан проект предварительного стандарта на новый способ оценки качества дизельных топлив акустическим методом.

Основные публикации по теме диссертации:

1. Миних Е.А. Спектральные методы контроля и диагностики жидких углеводородов / Е.А. Миних, А.П. Батрак // Контроль. Диагностика.: М - 2019.

2. Миних Е.А. Спектральные методы контроля и диагностики жидких углеводородов / Е.А. Миних, А.П. Батрак // II Всероссийская научно-техническая конференция «Борисовские чтения».: Красноярск - 2019.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра «Стандартизация, метрология и управления качеством»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.С. Семацкий

[подпись]

2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Разработка проекта предварительного стандарта «Оценка качества дизельных
топлив акустическим методом»

27.04.01 Стандартизация и метрология

27.04.01.01 Стандартизация и метрология в инновационной сфере

Научный руководитель

[подпись]
14.06.19

доц., канд. техн. наук

А.П. Батрак

Выпускник

[подпись]
24.04.2019

Е.А. Миних

Рецензент

[подпись]
27.06.2019

инж. по стандартизации Н.Н. Суханова
ОАО «Красноярский ЭВРЗ»

Нормоконтролер

[подпись]

доц., канд. техн. наук Н.В. Мерзликина

Красноярск 2019