



**ТОЛЬЯТТИНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
(ТГУ)

ОКПО 55914968
ОГРН 1036300997567
ИНН 6320013673
КПП 632401001

ул. Белорусская, 14, г. Тольятти,
Самарской обл., 445020
Телефон (8482) 54-64-24
Факс (8482) 53-95-22
E-mail: office@tltsu.ru
<http://www.tltsu.ru>

«УТВЕРЖАЮ»

Проректор по научно-
инновационной деятельности
ФГБОУ ВО «Тольяттинский
государственный университет»
С.Х. Петерайтис
24.04.2019 г.

24.04.2019 № 6413
на № _____ от _____

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Курмановой Лейлы Салимовны на тему «Повышение эффективности работы дизелей тепловозов путем применения смеси дизельного топлива и природного газа», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели

На рецензирование автором представлены диссертационная работа и автореферат. Общий объем диссертационной работы составляет 210 стр., из которых 167 стр. основного текста, 53 рисунка, 20 таблиц и приложения. Автореферат написан на 24 стр. текста и полностью отражает содержание диссертации.

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность диссертационной работы обусловлена необходимостью улучшения энергоэкономических и экологических показателей дизелей тепловозов и определена в «Энергетической стратегии холдинга ОАО «РЖД» на период до 2030 года», в «Стратегии инновационного развития» и в «Программе инновационного развития» на период до 2020 года».

Эффективным методом улучшения показателей является использование компримированного природного газа (КПГ) в качестве добавки к дизельному топливу. Эксплуатация маневровых тепловозов характеризуется частым изменением режимов работы и применение сжиженного природного газа (СПГ) невозможно из-за инерционности газификатора, поэтому для них целесообразно применять КПГ.

Смещение КПГ с дизельным топливом позволяет улучшить качество распыла и сгорания смесевое топлива путем дополнительного разрушения его топливной струи за счет выделения природного газа при перепаде давления, что способствует более тонкому и однородному распыливанию с множеством начальных очагов воспламенения. В результате сгорания

природного газа в полном объеме происходит повышение давления и температуры, что сказывается на разрушении топливной струи.

Таким образом, вопросы по повышению эффективности работы тепловозных дизелей путем применения смесового топлива являются актуальными.

Во введении приведены актуальность, научная новизна и краткая характеристика работы, сформулированы цель и задачи исследования, а также положения, выносимые автором на защиту.

В первой главе представлено обоснование необходимости использования природного газа в тепловозных дизелях, приведён аналитический обзор работ, посвящённых теоретическому и экспериментальному изучению конвертации тепловых двигателей на природный газ, выполненных отечественными и зарубежными научными коллективами. В работах приводятся особенности организации рабочего цикла, а также изменение конструктивных и регулировочных факторов двигателей. Для решения проблемы повышения энергоэкономических и экологических показателей дизелей тепловозов при подаче природного газа к дизельному топливу путем организации рабочего цикла по принципу внутреннего смесеобразования исходя из преимуществ простоты переоборудования необходима разработка системы подачи, смешивания и дозирования природного газа.

Во второй главе рассматривается усовершенствованная математическая модель, учитывающая низшую теплоту сгорания смесового топлива в зависимости от доли замещения дизельного топлива и низшей теплотворной способности природного газа для оценки показателей работы тепловозных дизелей.

Разработана методика расчета теплоты, выделившейся при сгорании смесового топлива с учетом компонентного состава природного газа, позволяющая получить оптимальные показатели работы дизелей тепловозов.

Данный коэффициент компонентного состава, K_0 , целесообразно использовать при настройке дизелей тепловозов, работающих на смесовом топливе, что позволяет получить оптимальные характеристики удельного эффективного расхода дизельного топлива. Если содержание метана в мольных долях в смесовом топливе больше, то теплотворная способность смеси меньше, что приводит к необходимости увеличения объема подаваемого топлива и корректировке регулировочных трендов с помощью автоматизированных систем управления

В третьей главе представлены технические решения для конвертации дизелей тепловозов на смесовое топливо.

Для повышения эффективности работы дизелей тепловозов на смесовом топливе разработана система топливоподачи, обеспечивающая внутреннее смесеобразование с высокими эксплуатационными качествами за счет автономного управления линиями подачи природного газа и дизельного топлива.

Для реализации способа подачи природного газа непосредственно в дизельное топливо и получения высокодисперсной однородной смеси разработано перемешивающее устройство, которое входит в систему подачи топлива.

На основании выполненных расчетов в программном комплексе *SolidWorks* с использованием модуля газодинамического анализа *Flow Simulations* проведен расчет скоростей дизельного топлива и природного газа внутри смесителя, построена диаграмма распределения скоростей и траекторий движения смешиваемого потока.

В четвертой главе представлены результаты по оценке влияния доли замещения дизельного топлива природным газом на показатели работы дизеля 6ЧН31/36. Экспериментальные исследования проводились в условиях станции реостатных испытаний и пункта экологического контроля СЛД «Орск».

Выявлены зависимости удельного эффективного расхода дизельного топлива дизеля 6ЧН31/36 при замещении дизельного топлива природным газом в количестве 5%. Удельный эффективный расход дизельного топлива снизился в среднем на 8-12 % в зависимости от режима работы дизеля. При 5%-ом замещении дизельного топлива природным газом в зависимости от номинальной мощности дизеля наблюдается снижение вредных выбросов: оксидов углерода (СО) в среднем на 6-8%, оксидов азота (NOx) в среднем на 4-6%, а дымности отработавших газов в среднем на 5-10%.

Основной эффект от добавки природного газа к дизельному топливу заключается в интенсификации физических процессов испарения, нагрева и смешения дизельного топлива.

Результаты исследований показали снижение давления и температуры от добавки природного газа, что положительно сказывается на динамической нагруженности деталей кривошипно-шатунного механизма и подшипников коленчатого вала дизеля.

Проведенные исследования показывают, что при прочих равных условиях, учитывая коэффициент компонентного состава K_0 , произойдет повышение мощности, но с учетом требований Правил технической эксплуатации на тепловоз и инструкций по реостатным испытаниям должна быть выдержана требуемая паспортная мощность, при этом, как следствие, необходимо уменьшить расход топлива, чтобы компенсировать расчетное повышение мощности.

В пятой главе произведен расчет ожидаемого экономического эффекта от применения смесового топлива на дизеле тепловоза ЧМЭЗ, который составил в расчете на один маневровый тепловоз ЧМЭЗ – 981тыс. руб. (только за счет снижения расхода и затрат на топливо). Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения топливоподающей системы за счет снижения расхода топлива и повышения эффективности использования дизеля тепловоза ЧМЭЗ в первый год эксплуатации составит 483610 руб. в год на один тепловоз (в ценах 2018г.).

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна работы заключается в следующем:

- усовершенствована математическая модель, учитывающая низшую теплоту сгорания смесового топлива в зависимости от доли замещения дизельного топлива и низшей теплотворной способности природного газа различных месторождений для оценки показателей работы тепловозных дизелей;
- методика расчета теплоты, выделившейся при сгорании смесового топлива с учетом компонентного состава природного газа, указанного в паспорте при заправке тепловоза, позволяющая периодически уточнять программу регулирования системы управления подачи топлива по режимам работы путем введения коэффициента компонентного состава.
- получены сравнительные результаты энергоэкономических и экологических показателей в зависимости от нагрузки с оптимальной долей замещения дизельного топлива природным газом для расчетного оптимального планирования эффективной работы дизелей тепловозов и выбора рациональных регулировочных решений рабочего цикла.

Практическая значимость результатов исследований

Практическая значимость результатов исследования заключается в:

- разработке методики расчета теплоты, выделившейся при сгорании смесового топлива, позволяющей оценить показатели работы тепловозных дизелей при коэффициенте компонентного состава природного газа $K_0=0,92-1,08$;
- разработке системы подачи смесового топлива с перемешивающим устройством, обеспечивающим растворимость природного газа в дизельном топливе, которая оценивается величиной $m_{\text{ПГ}} = 0,10-0,14\%$, что позволяет повысить степень однородности смесового топлива;
- в применении перемешивающего устройства, позволяющего получить высокодисперсную однородную смесь дизельного топлива и природного газа за счет цилиндрической камеры закручивания и чередующихся тангенциально расположенных отверстий со штуцерами-жиклерами подачи дизельного топлива и природного газа, в которых установлены шнековые завихрители, что способствует повышению эффективности работы тепловозных дизелей на смесовом топливе в условиях реальной эксплуатации.

Достоверность научных результатов и выводов

Достоверность и обоснованность результатов работы подтверждается совпадением результатов моделирования и экспериментальных исследований, проведенных на дизельном двигателе в составе тепловоза с применением современного экспериментального оборудования, необходимой

точностью и тарировкой измерительных систем, воспроизводимостью результатов испытаний, использованием современных аппаратных и программных средств регистрации и обработки данных,

Реализация результатов работы

Полученные результаты используются на Южно-Уральской железной дороге в сервисном локомотивном депо «Орск» в виде рекомендаций по использованию системы подачи, смешивания и дозирования природного газа в дизелях тепловозов, а также в научно-исследовательской лаборатории «ЛЭУ» кафедры «Локомотивы» СамГУПС в виде действующей лабораторной установки. Внедрение результатов исследования подтверждено Актами внедрения.

Содержание диссертации соответствует научной специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели.

Основные выводы диссертации соответствуют поставленным задачам исследования.

Автореферат и публикации полностью отражают основные положения, результаты, выводы и **соответствуют диссертационной работе.**

Основные результаты диссертации отражены в 15 научных работах: 6 статей в изданиях, включенных в список ВАК, 7 публикаций в материалах конференций, 2 патентах РФ на полезную модель.

Апробация материалов диссертации проводилась на 6 международных и Всероссийских научно-технических конференциях.

По тексту диссертации и автореферату имеются следующие замечания:

1. Графические зависимости представлены в разных единицах измерения.
2. Оценка эффективности работы двигателя произведена для коэффициента избытка воздуха, равного единице, в то время как режимы работы дизельного двигателя предполагают работу с коэффициентом избытка воздуха (α) больше единицы.
3. В представленных индикаторных диаграммах кривые индикаторного давления с природным газом расположены ниже, чем при использовании только дизельного топлива, а мощность при этом выше. Насколько это корректно?
4. Нет четкой формулировки положений, выносимых на защиту.
5. Не всегда согласуются графики и текст работы.
6. На экспериментальных графиках отсутствует погрешность измерений.


Заключение

Несмотря на указанные замечания, научно-квалификационная работа Курмановой Л. С. выполнена на достаточно высоком научно-техническом уровне. Автор показал уверенное владение методами моделирования смесеобразования дизельного топлива с добавками природного газа и протекания рабочего процесса, анализа результатов экспериментальных исследований, разработки эффективного технического решения, защищенного патентами на полезную модель.


Таким образом, диссертационная работа Курмановой Лейлы Салимовны «Повышение эффективности работы дизелей тепловозов путем применения смеси дизельного топлива и природного газа» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития двигателестроения. Содержание автореферата и диссертации соответствует требованиям п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №482, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, КУРМАНОВА Лейла Салимовна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.04 - Тепловые двигатели.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании расширенного научно-технического кафедры «Энергетические машины и системы управления» Тольяттинского государственного университета 4 апреля 2019 г., протокол № 1.

Директор НОЦ «Энергоэффективные и малотоксичные ДВС и тепловые установки», д.т.н., профессор,
профессор кафедры «Энергетические машины и системы управления» ТГУ


А.П. Шайкин
23.04.2019

Заведующий кафедрой «Энергетические машины и системы управления» ТГУ
к.т.н., доцент


Д.А. Павлов
23.04.2019

E-mail: a_shajkin@mail.ru

Тел. 8462 539265

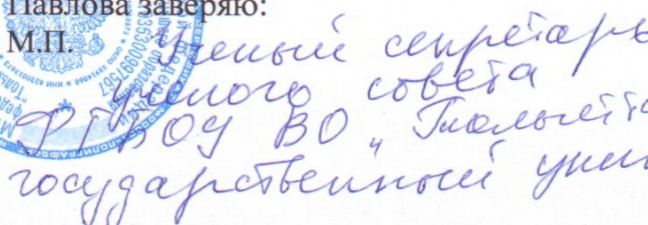
445020, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, д.14

Тольяттинский государственный университет



Подписи д.т.н., профессора А.П. Шайкина и к.т.н., доцента Д.А. Павлова заверяю:

М.П.


Исполнительный секретарь
научного совета
РГБОУ ВО "Тольяттинский
государственный университет" (Т.А. Агаева)