

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «УГАТУ»

д.т.н., профессор Н.К. Криони

2019 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» на диссертационную работу Козлова Андрея Николаевича «Улучшение экологических показателей дизеля путем снижения дымности отработавших газов при работе на этаноле и рапсовом масле», представленную в диссертационный совет Д 212.898.09 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели (технические науки)

1 Актуальность темы исследования

Одним из основных потребителей нефтяных топлив и одновременно источником загрязнения окружающей среды на сегодняшний день являются двигатели внутреннего сгорания и, в первую очередь, дизели, применяемые во всех видах автотракторной и мобильной техники. Важная научно-техническая задача – улучшение экологических показателей дизелей и снижение потребления ими ископаемых топлив путем полной или частичной замены на возобновляемые топлива, в т. ч. растительного происхождения.

Одним из наиболее токсичных компонентов отработавших газов дизелей является сажа, способная адсорбировать на своей поверхности канцерогенные вещества. Поэтому снижение дымности, а значит, выделения сажи с отработавшими газами, является приоритетной задачей для улучшения экологических показателей дизелей.

Сажа является побочным продуктом сгорания топливных углеводородов в цилиндре дизеля и косвенно свидетельствует о качестве и полноте сгорания поступившего в цилиндр топлива. Применение в дизеле таких альтернативных топлив растительного происхождения, как рапсовое масло и этанол, позволяет существенно снизить содержание сажи в отработавших газах дизеля. При этом заменяется традиционное нефтяное топливо.

Совершенствование рабочего процесса двигателя на альтернативном топливе невозможно без применения современных методов математического моделирования. Экспериментальное исследование процесса сажеобразования в цилиндре дизеля представляет сложную задачу, поэтому возникает потребность в разработке и совершенствовании математических моделей внутрицилиндровых процессов, основанных на физико-химической природе происходящих в камере сгорания явлений.

Результаты исследований, приведенные в диссертационной работе, показывают, что одним из эффективных методов снижения дымности дизелей и экономии дизельного топлива является применение оксигенатных топлив.

Исследование вопросов, касающихся применения альтернативных топлив, представляют большой теоретический и практический интерес, поэтому работа Козлова Андрея Николаевича, посвященная улучшению экологических показателей дизеля путем снижения дымности отработавших газов при работе на этаноле и рапсовом масле, является актуальной.

2 Оценка структуры и содержания работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и пяти приложений. Объем диссертации (без приложений) составляет 175 страниц.

Во **введении** автор обосновывает актуальность темы диссертации, степень разработанности, цель и задачи работы. Изложена научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и сведения об апробации результатов работы.

Первая глава посвящена анализу особенностей процесса сажеобразования в дизелях, и факторов, обуславливающих изменение дымности. Приведен обзор работ с экспериментальными данными по дымности отработавших газов дизелей при работе на спиртовых топливах и рапсовом масле.

Во **второй главе** представлена уточненная автором химическая модель образования и выгорания сажи в цилиндре при работе на этаноле и рапсовом масле с отдельной топливоподачей. На основе представленной кинетической модели автором предложена усовершенствованная математическая модель процесса сажеобразования, связанная с внутрицилиндровыми процессами в дизеле. Представлены результаты численного моделирования процесса сажевыделения в цилиндре на номинальном режиме работы дизеля.

Третья глава посвящена описанию экспериментальной установки и методики проведения стендовых испытаний дизеля и измерения дымности отработавших газов.

В **четвертой главе** приведены основные результаты стендовых испытаний дизеля при работе на традиционном и альтернативных топливах. Представлены показатели процесса сгорания, экологические и эффективные характеристики работы дизеля. Выполнен подробный анализ результатов численного моделирования сажевыделения на разных режимах работы.

В **заключении** даны выводы, отражающие основные итоги исследования.

Тема диссертационной работы, сформулированные в ней цель и задачи исследования соответствует паспорту специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели. Перечисленные в **заключении** основные результаты соответствуют цели и задачам исследования.

Содержание диссертации изложено в логически последовательной форме. Все положения работы, результаты и выводы нашли отражение в тексте диссертации, представленной к защите.

В тексте диссертации сделаны необходимые ссылки на авторов и источники, где опубликованы использованные в работе материалы и отдельные результаты; при использовании идей и результатов, полученных в соавторстве, в тексте диссертации имеются соответствующие указания, как и указания в отношении научных работ, выполненных соискателем единолично. В процессе работы над диссертацией было использовано больше количество научной литературы – библиографический список состоит из 205 источников; на все источники имеются ссылки из текста диссертации.

Содержание автореферата полностью соответствует диссертации в части основных положений, этапов работы, результатов и выводов.

Публикации соискателя в полной мере отражают наиболее значимые положения работы, сделанные выводы и рекомендации. Результаты работы в полной мере отражены в публикациях автора в рецензируемых научных изданиях и обсуждались на научно-технических конференциях.

Диссертация написана литературным языком, с использованием общепринятой терминологии и обозначений. Стиль изложения ясный и четкий, соответствующий требованиям, предъявляемым к научно-исследовательским работам. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК к кандидатским диссертациям. Замечаний по оформлению диссертации и автореферата нет.

Диссертационная работа выполнена автором самостоятельно, на достаточном научном уровне и представляет собой завершённую работу, имеющую практическое значение для двигателестроительной отрасли.

3 Новизна полученных результатов

Научную новизну работы Козлова А.Н. определяют следующие результаты:

1. Уточненный химизм процесса образования сажи в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на этаноле и рапсовом масле.

2. Усовершенствованная математическая модель образования и газификации сажи в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на этаноле и рапсовом масле.

3. Результаты экспериментальных исследований влияния применения этанола и рапсового масла при различных режимах работы на дымность отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12,0.

4. Результаты численного моделирования показателей сажесодержания в цилиндре и отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на этаноле и рапсовом масле.

Теоретические и экспериментальные результаты, полученные в работе, обладают научной новизной.

Так, сделанный Козловым А.Н. в обзорной и теоретической главах критический обзор и анализ источников позволил диссертанту обоснованно принять для описания образования (и далее – газификации) сажевых частиц конкретный новый модельный кинетический механизм (в качестве прикладной модели указанных химико-кинетических явлений). Также обоснованно выбрана и применена общая модель процесса, имеющая в основе трехзонное представление объема рабочей камеры дизеля. Судя по публикациям автора, разработка и совершенствование модели ведется планомерно и приносит результаты. Новизна, теоретическая и практическая значимость модели, полученной в результате теоретических и расчетно-экспериментальных работ диссертанта, не вызывает сомнений (как и авторство модели).

Экспериментальное исследование применения этанола в качестве основного топлива и рапсового масла – в качестве запального, как представляется, выполнялось для поиска оптимального рабочего процесса дизеля на оксигенатных топливах. Исследование выполнено корректно, его результаты обладают новизной и весьма значимы. Так, по результатам этих стендовых испытаний дизеля впервые установлены оптимальные регулировочные параметры и показатели изучаемого процесса в рабочей камере дизеля. Результатами же численного моделирования показателей содержания сажи в отработавших газах, в сравнении с данными измерений, показано, что усовершенствованная модель выброса твердых частиц может с успехом применяться для оценки экологических показателей дизелей, модернизируемых для работы с отдельной системой питания на альтернативных топливах.

4 Теоретическая и практическая значимость результатов, полученных автором диссертации

Значимый теоретический результат исследования – прикладная модель, адекватно отражающая химизм процессов образования и выгорания сажи при применении топлив исследованного типа в дизеле. Верифицированная в работе модель сажевыделения применима для расчетных исследований в рамках существующих методик и ПО для многозонного моделирования внутрицилиндровых процессов (тепловыделения, теплообмена, образования токсичных компонентов продуктов сгорания и др.).

Оформленная в виде программного комплекса математическая модель расчета массовой концентрации сажи в продуктах сгорания дизелей, переведенных на этанол и рапсовое масло (в качестве запального топлива) – готовый к практическому применению инструмент для расчетных оценок выброса сажевых частиц дизелями, переведенными на альтернативные топлива.

Полученные в диссертационной работе Козлова А.Н. результаты позволяют:

- производить численное моделирование сажеобразования в цилиндре дизеля при работе на этаноле и рапсовом масле;

- использовать выработанные рекомендации снижения уровня дымности отработавших газов дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на этаноле и рапсовом масле;

- совершенствовать регулирование (в том числе автоматизированное) величины запальной порции пилотного топлива и установочных углов опережения впрыска топлив на различных нагрузочных и скоростных режимах для повышения устойчивости и эффективности работы дизеля на альтернативных топливах с отдельной подачей топлива, используя приведенные в диссертации рекомендации.

Материалы диссертации используются в учебном процессе при изучении дисциплин аспирантуры по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (направленность программы – 05.04.02 «Тепловые двигатели»); бакалавриата и магистратуры по направлениям подготовки 23.03.03, 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.04.01 «Технология транспортных процессов», 35.03.06, 35.04.06 «Агроинженерия» в Вятской, Нижегородской, Костромской и Чувашской государственных сельскохозяйственных академиях, Казанском ГАУ.

По результатам проведенных исследований на кафедре тепловых двигателей, автомобилей и тракторов ФГБОУ ВО Вятской ГСХА был создан макетный образец трактора Т-30А80, переоборудованный для работы на этаноле и рапсовом масле, который в период с апреля по сентябрь 2018 года прошел эксплуатационные испытания в ЗАО Племзавод «Октябрьский» Кировской области.

Результаты исследований рассмотрены Министерством сельского хозяйства и продовольствия Кировской области и рекомендованы к использованию в сельскохозяйственных предприятиях Кировской области, занимающихся производством и переработкой рапса.

5 Степень достоверности результатов исследования

Достоверность полученных научных результатов обуславливается:

- использованием поверенных и аттестованных современных средств измерения и действующих стандартов проведения испытаний дизелей;

- использованием общепризнанных зависимостей при определении эффективных, экологических показателей работы дизеля и показателей процесса сгорания;

- использованием современных методов научного анализа и обработки экспериментальных данных;

- согласованием полученных результатов с известными данными.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на различных международных и российских конференциях и семинарах. Основные результаты и положения диссертации опубликованы в 59 печатных работах, включая две монографии, 11 статей в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата

наук, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ.

6 Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

По результатам стендовых испытаний дизеля установлены оптимальные регулировочные параметры работы дизеля, которые могут быть использованы при модернизации и создании дизелей для работы с отдельной системой питания на альтернативных топливах, что подразумевает полный отказ от применения дизельного топлива, его замену на возобновляемое экологически чистое топливо.

Представленная автором методика расчета сажевыделения в цилиндре дизеля может быть использована при многозонном моделировании и исследовании внутрицилиндровых процессов – тепловыделения, теплообмена, образования токсичных компонентов продуктов сгорания и др.

7 Замечания по диссертационной работе

В целом диссертационная работа Козлова А.Н. заслуживает высокой оценки. В качестве недостатков может быть отмечено следующее:

1. В работе реализована и верифицирована модель образования и газификации сажи в камере сгорания; в которую вынужденно заложены «огрубляющие» допущения (многозонность) и др., в т. ч. упрощения в плане химической и физической кинетики явлений. Для достоверности и универсальности таких моделей продуктивной представляется не верификация, а калибровка по экспериментальным данным на двигателе. Однако возможность явным образом калибровать (настраивать) модель в работе не использована (или не показана).

2. Отсутствует обоснование конструктивного решения по углу расположения штифтовой форсунки в головке цилиндра для подачи в камеру сгорания запального топлива.

3. В разделе 4.2 диссертации не рассматриваются характеристики работы дизеля на ДТ в зависимости от изменения установочного угла опережения впрыскивания топлива.

4. Рекомендации о снижении дымности отработавших газов дизеля при работе на этаноле и рапсовом масле следовало бы привести в общих выводах исследования в заключении диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Козлова Андрея Николаевича «Улучшение экологических показателей дизеля путем снижения дымности отработавших газов при работе на этаноле и рапсовом масле» является законченным научным исследованием по актуальной теме. В работе представлены результаты,

имеющие важное научное и практическое значение для специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели (технические науки). Результаты исследований, представленные в диссертации, делают существенный вклад в решение актуальной проблемы улучшения экологических характеристик работы дизелей путем применения альтернативных топлив и полного замещения топлив нефтяного происхождения.

Диссертационная работа соответствует критериям, установленным пп. 9–14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор Козлов А.Н. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели (технические науки).

Отзыв обсужден на заседании кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» (протокол № 1 от «02» сентября 2019 г.).

Отзыв составлен:

д.т.н., профессором
Еникеевым Рустэмом Далиловичем,
заведующим кафедрой
«Двигатели внутреннего сгорания»
ФГБОУ ВО «УГАТУ»

Докторская диссертация защищена
по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели

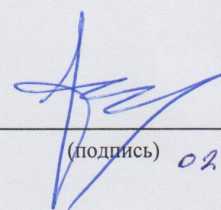
к.т.н., доцентом
Черноусовым Андреем Александровичем,
доцентом кафедры
«Двигатели внутреннего сгорания»
ФГБОУ ВО «УГАТУ»

Кандидатская диссертация защищена
по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели

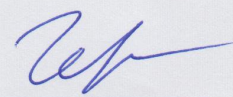
Адрес организации: 450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12.

Рабочий телефон: +7 (347) 2728405.

Адрес эл. почты: rust_en@mail.ru.



(подпись) 02.09.19



(подпись) 02.09.19