

О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук, профессора Ерохова Виктора Ивановича на диссертационную работу Зуева Никиты Сергеевича на тему: «Улучшение технико-экономических и экологических показателей дизеля, работающего на дизельном биотопливе», представленной к защите на заседании диссертационного Совета Д 217.014.01 при ФГУП «НАМИ», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 - Тепловые двигатели

На отзыв представлена кандидатская диссертация общим объемом 279 стр., а также представлен автореферат объемом 19 стр. и копии основных опубликованных соискателем работ.

Актуальность темы исследования

Основными показателями современных двигателей внутреннего сгорания являются их топливно-экономические и экологические параметры. Показатели топливной экономичности, токсичности и дымности ОГ транспортных дизелей в значительной степени зависят от характера протекания процессов топливоподачи, впрыскивания и распыливания топлива, обусловленные конструкцией системы топливоподачи и, в особенности, конструкцией форсунок и их распылителей, формирующих топливные струи с требуемыми характеристиками. Характеристики струй распыливаемого топлива должны быть согласованы с формой камеры сгорания с целью равномерного распределения топлива по объему камеры сгорания и обеспечения необходимого качества процесса смесеобразования и надежного самовоспламенения рабочей смеси.

При использовании биотоплив на основе растительных масел указанные проблемы усугубляются отличиями свойств этих топлив от свойств дизельного топлива, поэтому реализация мероприятий, улучшающих качество процессов распыливания топлива и смесеобразования, становится еще более актуальной. Использование смесевых биотоплив на основе растительных масел в сочетании с внедрением мероприятий по совершенствованию процессов распыливания топлива и смесеобразования позволяет достигнуть требуемых показателей топливной экономичности и токсичности отработавших газов.

Существующая стратегия снижения выбросов парниковых газов транспортного сектора не позволяет выполнить требования климатической доктрины, установленные до 2030 и 2050 гг., поэтому политика многих стран направлена на увеличение производства и применения биотоплив. В России также принят Федеральный закон № 296-ФЗ от 02.07.2021 г. «Об ограничении выбросов парниковых газов».

Основными направлениями по снижению токсичности отработавших газов являются применение биотоплив как в чистом виде, так и в качестве

смесей с нефтяными топливами, применение газовых топлив, в том числе биометана. Дизельное биотопливо (ДБТ) может быть применено в двигателях внутреннего сгорания без существенной модернизации топливной аппаратуры, так как его физические и химические свойства наиболее близки к свойствам нефтяного дизельного топлива среди существующих альтернативных топлив.

Для снижения токсичности отработавших газов также применяются современные процессы низкотемпературного горения, позволяющие снижать максимальную температуру цикла. Такие процессы могут быть организованы за счет применения многофазного впрыскивания и оптимизации его параметров, что может быть осуществлено при помощи компьютерных моделей в трехмерной постановке, основанных на методах вычислительной гидродинамики. Данный подход позволяет изменять регулировочные параметры топливоподачи (количество впрыскиваний топлива и параметры многостадийного впрыскивания) в практически неограниченном диапазоне, в результате чего уменьшается время определения оптимальных значений регулировочных параметров и затраты на испытания.

Диссертационная работа посвящена актуальной проблеме улучшения показателей транспортного дизеля путем совершенствования процесса топливоподачи нефтяных и альтернативных топлив.

Диссидентом сформулирована цель и поставлены следующие научные и практические задачи: разработать компьютерную модель рабочего процесса и процессов образования токсичных компонентов в цилиндре дизеля, работающего на ДБТ; провести теоретическое исследование внутрицилиндровых процессов при использовании различных стратегий впрыскивания ДБТ; провести экспериментальное исследование технико-экономических и экологических показателей дизеля при работе на ДБТ; провести оптимизацию параметров многостадийного впрыскивания ДБТ с целью снижения концентрации токсичных компонентов отработавших газов; разработать рекомендации по адаптации автомобильных дизелей для работы на ДБТ.

Выбранное диссертационное исследование в целом направлено на повышение эффективности биотоплив и отнесено к числу наиболее важных технических решений национальной экономики.

В целом расчетные и экспериментальные исследования показали, что путем совершенствования топливоподачи альтернативных биотоплив можно обеспечить значительное улучшение показателей топливной экономичности и токсичности отработавших газов дизеля.

Работа проводилась в соответствии с планами госбюджетных и хоздоговорных работ «НАМИ».

Механизм и природа воздействия биотоплива на рабочий процесс дизеля изучена и представлена в научной литературе недостаточно полно. Отсутствуют рекомендации технологии применения смесевого состава топлива.

Диссертационная работа Зуева Н С по выбранному направлению исследования, содержанию и разработанным методам исследования отвечает требованиям национальной экономики в области современного двигателестроения и соответствует критерию «Актуальность исследования».

Научная новизна исследования

Выполненное диссертационное исследование позволило получить ряд новых научных результатов, обладающих существенной научной новизной.

Соискателем разработана и валидирована трехмерная компьютерная модель рабочего процесса дизеля, работающего на ДБТ, на основе математических моделей вычислительной гидродинамики (стр.108...119, рис. 2.12...2.17).

Диссидентом получены результаты теоретического анализа внутрицилиндровых процессов, процессов тепловыделения, образования оксидов азота и взвешенных частиц при работе дизеля на ДБТ в широких диапазонах варьирования количества впрыскиваний и параметров впрыскивания топлива (стр. 167...230, рис. 4.1...4.38).

Автором получены результаты экспериментальных исследований влияния ДБТ на технико-экономические и экологические показатели дизеля при работе на режимах внешней скоростной характеристики и стационарных режимах частичных нагрузок цикла Правил ООН №49 (стр.140...149, рис.3.7...3.11).

Таким образом, диссертационная работа Зуева Н.С. соответствует критерию «Научная новизна».

Научная ценность исследования

С позиции современного уровня научных знаний состояния и развития совершенствования системы современного двигателестроения к числу наиболее значимых научных результатов диссидентанта следует отнести:

Трехмерную компьютерную модель рабочего процесса дизеля, работающего на ДБТ, на основе математических моделей вычислительной гидродинамики (стр.113, рис.2.13); результаты анализа внутрицилиндровых процессов, процессов тепловыделения, образования оксидов азота и взвешенных частиц при работе дизеля на ДБТ в широких диапазонах варьирования количества впрыскиваний и параметров впрыскивания топлива (стр. 170...181, 190...193, 204, рис. 4.4...4.7, 4.12, 4.13); результаты экспериментальных исследований влияния ДБТ на технико-экономические и экологические показатели дизеля при работе на режимах внешней скоростной характеристики и стационарных режимах частичных нагрузок цикла Правил ООН №49 (стр.140...149, рис.3.7...3.11).

Таким образом, диссертационная работа Зуева Н.С. соответствует критерию «Научная ценность».

Практическая ценность исследования

Основные результаты диссертационного исследования представляют практический интерес.

Диссидентом предложена методология выбора комбинации математических моделей, описывающих внутрицилиндровые процессы при работе на ДБТ, позволяющая создавать компьютерные модели, которые с высокой точностью описывают процессы горения топливовоздушной смеси и образования токсичных компонентов отработавших газов, предназначенных для теоретического исследования рабочего процесса двигателя на альтернативных биотопливах. (Акт внедрения Утвержденный заместителем генерального директора по науке ФГУП «НАМИ» д.т.н. профессором С.В. Бахмутовым).

Соискателем даны рекомендации по оптимизации параметров многостадийного впрыскивания дизельного биотоплива для организации низкотемпературного горения топливовоздушной смеси в цилиндре с целью одновременного снижения выбросов оксидов азота и взвешенных частиц с отработавшими газами при сохранении или увеличении топливной экономичности.

Автором даны рекомендации по адаптации автомобильных дизелей для работы на ДБТ, при этом достигается максимальная степень унификации со штатной системой топливоподачи, предназначеннной для работы на нефтяном дизельном топливе. (Акт внедрения результатов диссертационной работы утвержден Зам. генерального директора Генерального конструктора ПАО «ТМЗ» О.Г. Прохоровым)

Основные положения работы применяются в ОАО «ЯЗДА» при конструировании топливной аппаратуры современных дизелей. (Акт внедрения результатов диссертационной работы, утвержденный директором по развитию С.В. Поляковым)

Диссертационная работа Зуева Н.С. соответствует критерию «Практическая ценность».

Обоснованность и достоверность научных положений диссертационной работы

С методологической точки зрения обоснованность и достоверность научных положений обоснована и подтверждена наличием обширного экспериментального и теоретического материала, применением современного измерительного оборудования, методами обработки полученных результатов, на которые ссылается автор.

1. Предложена методология выбора комбинации математических моделей, описывающих процессы дробления, нагрева и испарения топливного факела, турбулентного перемешивания, сгорания и образования токсичных компонентов отработавших газов при работе на ДБТ, позволяющая создавать компьютерные модели, предназначенные для теоретического исследования рабочего процесса на альтернативных биотопливах (пункт 1, основные результаты и выводы).

Важный вывод подтверждается расчетно-аналитическими и экспериментальными материалами, приведенными на стр. 82...99 (рис.2.4...2.10, формулы 2.28...2.59).

2. Разработана компьютерная модель рабочего процесса, которая с высокой точностью описывает сгорание дизельного биотоплива и образование вредных веществ - оксидов азота и взвешенных частиц в цилиндре дизеля и может быть применена для выбора оптимальных по уровню топливной экономичности и выбросов вредных веществ параметров многостадийного впрыскивания топлива (пункт 2, основные результаты и выводы).

Данный вывод подтверждается расчетно-аналитическими и экспериментальными материалами, приведенными на стр. 113 (рис. 2.12...2.17).

3.Путем проведения расчетных исследований доказано, что за счет оптимизации параметров многостадийного впрыскивания, например 4-х стадийного, с УОВТ первой и второй пилотных порций 65 град. п.к.в. и 50 град. п.к.в. до ВМТ соответственно массой по 10,5 мг каждая, УОВТ основной порции 5,3 град. п.к.в. до ВМТ, массой 116,7 мг и порцией поствпрыска массой 3,5 мг при значении угла начала поствпрыска 12 град. п.к.в. после ВМТ, возможна организация низкотемпературного горения в цилиндре дизеля – снижение средней температуры цикла составило около 40 К, снижение максимального значения локальной температуры – 30 К. (пункт 3, основные результаты и выводы).

Данный вывод подтверждается результатами теоретического анализа, приведенными аналитическими зависимостями и графическими материалами (стр.190...193 (рис. 4.13... 4.16).

4.На основе анализа расчетных данных доказано, что за счет организации процесса низкотемпературного горения дизельного биотоплива, возможно снижение выбросов токсичных компонентов отработавших газов: NO_x на 16%, ВЧ на 83%, что подтверждает эффективность применения процесса низкотемпературного горения для одновременного снижения выбросов NO_x и ВЧ без ухудшения топливной экономичности (пункт 4, основные результаты и выводы).

Данный пункт подтвержден материалами (стр.161...230, рис 4.1...4.16).

5. Экспериментально определено, что применение дизельного биотоплива в автомобильном дизеле без изменения настроек топливной аппаратуры позволяет повысить эффективный КПД на 2% на низких частотах до 1200 мин^{-1} , снизить дымность отработавших газов на 30...70%, также снизить концентрацию оксидов азота на 5...12%, однако при этом наблюдается снижение мощности на 11% (пункт 5, основные результаты и выводы).

Данный пункт подтвержден теоретическими и экспериментальными материалами (стр.140...149, рис. 3.7...3.11).

6. На основе анализа экспериментально определенных регулировочных характеристик на ДБТ для двухстадийного впрыскивания определены параметры топливоподачи для повышения топливной экономичности и снижения выбросов токсичных компонентов отработавших газов: диапазон давления впрыскивания топлива 90...130 МПа; диапазон значений УОВТ основной порции 3...9 град. п.к.в. до ВМТ; значение УОВТ пилотной порции 15 град. п.к.в. до ВМТ; значение массы пилотной порции составило 5 мг при которых снижение удельного эффективного расхода топлива составило около 4%, снижение выбросов NO_x и ВЧ составило около 8% и 30% соответственно (пункт 6, основные результаты и выводы).

Данный пункт подтвержден материалами (стр.149...159, рис. 3.12...3.15).

7. Даны рекомендации по адаптации дизеля для работы на ДБТ, отличительными особенностями системы являются модернизированные для работы на ДБТ топливный насос высокого давления и фильтр предварительной очистки топлива с использованием материалов химически стойких к ДБТ. Корректировке подвергаются параметры топливоподачи, что позволяет достигнуть максимальной степени унификации со штатной системой питания нефтяным дизельным топливом (пункт 7, основные результаты и выводы).

Данный пункт подтвержден материалами (стр.129...139, рис.3.1...3.6).

8. Результаты, полученные в диссертационной работе, в дальнейшем могут быть использованы для исследований особенностей применения дизельного биотоплива второго поколения. Точность моделирования рабочего процесса дизеля, в том числе процессов образования токсичных веществ, может быть повышена за счет применения механизмов детальной химической кинетики. Более значительное снижение выбросов оксидов азота может быть достигнуто за счет применения системы охлаждаемой рециркуляции отработавших газов. (пункт 8, основные результаты и выводы).

Оценка содержания диссертационного исследования

Диссертация состоит из введения, 4 глав основного текста, общих выводов и рекомендаций, заключения, списка использованных источников литературы и приложений. Общий объем диссертационной работы составляет 282 страницы машинописного текста, включая 104 рисунка, 38 таблиц, 77 формул, список использованных источников литературы из 220 наименований и 2 приложения.

Во введении коротко обоснована актуальность выполненной диссертационной работы, изложена научная новизна, практическая значимость работы и основные положения, выносимые на защиту. Автором обоснована необходимость организации низкотемпературного горения топливовоздушной смеси в дизелях транспортного назначения,

3. Высший представительный орган одного из субъектов РФ решил объявить атмосферный воздух высотой воздушного столба до 12 км собственностью субъекта Федерации и установил плату за использование этой части воздушного бассейна в качестве природного ресурса.

Прокурор опротестовал данное решение и предложил его отменить как противоречащее закону. *Каково Ваше мнение?* влияния применения дизельного биотоплива (стр.14...17). Приведен обстоятельный критический анализ Обоснование по действующему законодательству. *Каковы могут быть действия федеральных органов власти?*

Во втором разделе (1.2) первой главы приведено исследование развитие факела дизельного биотоплива (стр.18...26). Проанализированы экспериментальные данные дальность факела топлива при изменении давления впрыскивания (рис 1.1, стр.19). Сделаны важные выводы – плотность и вязкость топлива имеют незначительное влияние на процессы впрыскивания (стр.20...26). Приведены сверхскоростные микрофотографии развития топливного факела в камере сгорания (рис.1.5...1.6).

Вопросы к зачету
В разделе (1.3) первой главы приведены особенности рабочего процесса на ДБТ, сгорания, тепловыделение (стр. 26...39). Приведен обстоятельный анализ кинетического и диффузационного горения горения рабочей смеси.

1. Понятие экологического права как отрасли российского законодательства.
2. Основы государственной политики в сфере экологической безопасности при работе на ДБТ (стр. 39...48). Приведены зависимости показателей дизеля от УОВГ при работе ДБТ (рис.1.14, стр.40).

3. Государственные органы управления в сфере экологии
В разделе (1.5) первой главы приведена оптимизация параметров топливоподающей аппаратуры, с целью повышения экологических и технико-экономических характеристик дизеля, работающего на ДБТ (стр.48...55).

4. Международное участие РФ в сфере решения глобальных экологических проблем современности
5. Современная реформа экологического права

6. Система экологического права
В разделе (1.6) первой главы приведено моделирование рабочего процесса дизеля (стр.55...68).

7. Иерархия нормативных актов экологического права
8. Основы земельного права
9. Основы горного права

10. Основы фаунистического права
11. Основы лесного права

12. Основы водного права
13. Правовое регулирование охраны атмосферного воздуха

14. Мониторинг окружающей среды
Соискатель аргументированно формулирует частные выводы по первой главе.

15. Экологический менеджмент и аудит
16. Экологическая экспертиза

17. Государственный надзор в сфере экологии
18. Техническая регламентация хозяйственной деятельности

19. Экономические механизмы регулирования в сфере экологии.

В первом разделе (2.1) второй главы приведены материалы обобщения системы уравнений переноса (стр. 63...65, формулы 2.1...2.2).

Во втором разделе (2.2) приведены модели турбулентности (стр.65...68).

В первом пункте (2.2.1) второго раздела (2.2) данной главы приведено описание турбулентного течения в ДВС (стр.65...67).

Во втором пункте (2.2.2) второго раздела (2.2) данной главы приведена модель турбулентности $k-\zeta-f$ (стр.67...68).

В третьем разделе (2.3) приведен анализ процесса горения в цилиндре дизеля (стр.69...74).

В первом пункте (2.3.1) третьего раздела (2.3) данной главы приведены особенности процесса горения (стр. 69...70).

Во втором пункте (2.3.2) третьего раздела (2.3) данной главы приведены модели горения (стр.70...74).

В четвертом разделе (2.4) приведены модели дробления факела топлива (стр.74...84).

В первом пункте (2.4.1) четвертого раздела (2.4) данной главы приведены результаты исследований дробления факела топлива (стр. 74...77).

В втором пункте (2.4.2) четвертого раздела (2.4) данной главы приведены вторичное дробление и оптимальные размеры капель (стр.77...78).

В третьем пункте (2.4.3) четвертого раздела (2.4) данной главы приведены модели дробления факела топлива (стр. 78...81).

В четвертом пункте (2.4.4) четвертого раздела (2.4) данной главы результаты исследований дробления факела топлива в компьютерной модели (стр. 82...84).

В пятом разделе (2.5) приведено исследование моделирования процесса нагрева и испарения топлива (стр. 85...97).

В первом пункте (2.5.1) пятого раздела (2.5) данной главы приведено описание процесса нагрева и испарения капель топлива в ДВС (стр. 85...87).

Во втором пункте (2.5.2) пятого раздела (2.5) данной главы приведены доступные модели нагрева и испарения капель топлива (стр.87...89).

В третьем пункте (2.5.3) пятого раздела (2.5) данной главы приведены модели испарения топлива (стр. 89...91).

В четвертом пункте (2.5.4) пятого раздела (2.5) данной главы результаты исследований детальной модели испарений капли топлива (стр.91...94).

В шестом разделе (2.6) приведен анализ вспомогательных моделей (стр. 95...99).

В первом пункте (2.6.1) шестого раздела (2.6) данной главы приведена модель истечения из распылителей дизельной форсунки друг с другом (стр. 95...97).

Во втором пункте (2.6.2) шестого раздела (2.6) данной главы приведены доступные модели нагрева и испарения капель топлива (стр.97).

В третьем пункте (2.6.3) шестого раздела (2.6) данной главы приведен учет взаимодействия капель топлива со стенкой камеры сгорания (стр. 98).

В четвертом пункте (2.6.4) шестого раздела (2.6) данной главы приведены особенности настройки компьютерной модели (стр.98...99).

В седьмом разделе (2.7) приведен анализ токсичности отработавших газов (стр.99...108).

В первом пункте (2.7.1) седьмого раздела (2.7) данной главы приведена схема образования оксидов азота (стр. 99).

В первом подпункте (2.7.1.1) седьмого пункта (2.7.1) седьмого раздела (2.7) данной главы приведен анализ термического способа образования оксидов азота (стр.99...100).

Во втором подпункте (2.7.1.2) седьмого пункта (2.7.1) седьмого раздела (2.7) данной главы приведен анализ образования быстрых оксидов азота (стр.100...102).

В третьем подпункте (2.7.1.3) седьмого пункта (2.7.1) седьмого раздела (2.7) данной главы приведен анализ образования NO из закиси азота (стр.102...103).

Во втором пункте (2.7.2) седьмого раздела (2.7) данной главы приведена номенклатура моделей образования оксидов азот (стр. 103).

В третьем пункте (2.7.3) седьмого раздела (2.7) данной главы приведен расчет выбросов сажи (стр.104...106).

В четвертом пункте (2.7.4) седьмого раздела (2.7) данной главы приведен анализ моделей образования сажи (стр.106...108).

В третьем подпункте (2.7.1.3) седьмого пункта (2.7.1) седьмого раздела (2.7) данной главы приведен анализ образования NO на закиси азота (стр.102...103).

В восьмом разделе (2.8) приведено описание моделей рабочего процесса дизеля (стр.108...119).

В первом пункте (2.8.1) восьмого раздела (2.8) данной главы приведено описание построения расчетной модели (стр. 108...111).

Во втором пункте (2.8.2) восьмого раздела (2.8) данной главы приведена валидация расчетной модели (стр.111...113).

В первом подпункте (2.8.2.1) восьмого пункта (2.5.8) восьмого раздела (2.5) данной главы приведены режимы работы 100 % нагрузки от номинальной (стр. 114...116).

Во втором подпункте (2.8.2.2) восьмого пункта (2.8.8) восьмого раздела (2.8) данной главы приведены режимы работы 25 % нагрузки от номинальной (стр. 116...119).

Вторая глава завершается частными выводами по выявлению закономерностей течения топлива в современных распылителях (стр. 119...121).

Наличие подобных частных выводов и результатов работы подчеркивает завершенность функционального раздела диссертационного исследования и аргументированно представляет общие выводы и результаты в обобщенной краткой форме.

В третьей главе соискателем изложены исследования проведения экспериментальных исследований рабочего процесса двигателей ЯМЗ-6566 при работе на дизельном биотопливе (стр. 122...160).

В первом разделе (3.1) третьей главы приведена цель и программа исследований (стр. 122...124).

Во втором разделе (3.2) третьей главы приведен объект исследований (стр.124...126).

В третьем разделе (3.3) приведен испытательный стенд для проведения экспериментальных исследований (стр.126...129).

В четвертом разделе (3.4) приведено описание конструкции разработанных компонентов системы питания (стр.129...139).

В пятом разделе (3.5) третьей главы приведены результаты проведенного исследования рабочего процесса дизеля ЯМЗ-6566 (стр.139...159)

Третья глава диссертационной работы завершается частными выводами, приведенными на стр. 159...160.

В четвертой главе соискателем приведены результаты исследования процесса низкотемпературного горения дизельного биотоплива с целью улучшения технико-экономических и экологических показателей дизеля при помощи компьютерной модели в трехмерной постановке (стр.161...233).

В первом разделе (4.1) этой главы приведена цель и задачи оптимизационного исследования (стр.162...166).

Во втором разделе (4.2) этой главы приведены результаты теоретических исследований внутрицилиндровых процессов дизеля, работающего на ДТБ при частоте вращения 1450 мин⁻¹ и нагрузке 100% (стр.167...194).

В третьем разделе (4.3) четвертой главы приведены результаты теоретических исследований внутрицилиндровых процессов дизеля при частоте вращения 1450 мин⁻¹ и нагрузке 100% от номинальной методом планирования эксперимента (стр.194...204).

В четвертом разделе (4.4) четвертой главы приведены результаты теоретических исследований внутрицилиндровых процессов дизеля при частоте вращения 1450 мин⁻¹ и нагрузке 25% от номинальной методом планирования эксперимента (стр. 205...230).

Диссертационная работа завершается основными результатами и выводами (стр.234...235).

Недостатки работы, замечания, пожелания.

1. По результатам проведенного оптимизационного численного исследования не очевиден реальный уровень снижения токсичных компонентов отработавших газов, так как результаты приведены в относительных величинах.

2. Не ясно как на значения средней и локальных температур влияют исследованные регулировочные параметры топливоподающей аппаратуры, даны только окончательные данные по результатам оптимизации.

3. Не очевиден критерий оценки степени гомогенизации заряда.

4. Из рекомендаций по адаптации автомобильных дизелей для работы на ДБТ не ясно возможна ли будет эксплуатация автомобиля на смесевых биотопливах с различным содержанием ДБТ в нефтяном дизельном топливе, как применение смесевых топлив повлияет на рабочий процесс и возможно ли применение компьютерной модели для оптимизации параметров топливоподачи на смесевых топливах.

5. Не раскрыта до уровня известности технология приготовления смесевого состава биотоплива.

Публикации и соответствие содержания диссертации и автореферата

Отмеченные недостатки и замечания по диссертационной работе не снижают ее научной и практической значимости.

Совокупность решенных задач позволяет рассматривать представленную научную работу, как законченное научное исследование, посвященное актуальной проблеме совершенствования рабочего процесса транспортного дизеля и его адаптации к работе на биотопливах, имеющее значительную научную и практическую ценность.

Публикации, приведенные в автореферате, включают материалы по основным разделам диссертации.

По теме диссертации опубликовано 9 научных статей, в том числе 4 статей в журналах, рецензируемых ВАК РФ.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №208619367.

Диссертантом в целом решена важная научно-практическая задача национальной экономики России – улучшение технико-экономических и экологических показателей дизеля, работающего на дизельном биотопливе.

Впервые наиболее полно, обстоятельно и всесторонне рассмотрены сложные процессы топливоподачи и смесеобразования, представляющие основу системы применения биотоплив.

Диссертация прошла достаточную апробацию, ее существо изложено в достаточном числе публикаций, автореферат диссертации соответствует ее содержанию. Результаты работы прошли упомянутую апробацию на научно-технических конференциях, симпозиумах и научно-технических семинарах.

Диссертант владеет современными методами проведения исследований, анализа и обработки полученных результатов. Диссертация написана хорошим техническим языком и легко читаема (для специалистов). Она хорошо и правильно оформлена.

Автореферат содержит основные положения и результаты диссертационного исследования по совершенствованию рабочих процессов топливоподачи и смесеобразованию ДВС при работе на биотопливе.

Диссертационная работа выполнена на хорошем методическом и научном уровне, содержит всесторонний анализ рассматриваемой задачи национальной экономики в области применения биотоплива.

Полученные теоретические и экспериментальные результаты диссертационной работы не содержат дискуссионных материалов и однозначны для понимания сущности процесса топливоподачи и смесеобразования путем применения биотоплива.

Соответствие диссертации паспорту спеальности

Диссертация соответствует паспорту спеальности 05.04.02 – «Тепловые двигатели» по пункту 2 - Теоретические и экспериментальные исследования по обеспечению экономичности и экологической чистоты рабочих процессов в тепловых двигателях, созданию надежных конструкций двигателей и их агрегатов.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным положением о порядке присуждения ученых степеней

Материалы диссертационного исследования и автореферата полно раскрывают выполненную работу и оформлены в соответствии с требованиями пп. 9-11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 года.

Диссертация Зуева Н.С. на тему: «Улучшение технико-экономических и экологических показателей дизеля, работающего на дизельном биотопливе», является законченной научно-квалификационной работой, содержит новые научные положения, обладает теоретической и практической значимостью.

Диссертация посвящена решению актуальной проблемы улучшению технико-экономических и экологических показателей дизеля, работающего на дизельном биотопливе, имеет достаточную научную и практическую ценность, приведенные в ней научно-практические результаты реализованы промышленностью.

В целом по актуальности, научной новизне, объему материалов, научной ценности теоретических и экспериментальных исследований, а также практическому значению полученных результатов, выполненная работа Зуева Н.С. на тему: «Улучшение технико-экономических и экологических показателей дизеля, работающего на дизельном биотопливе» соответствует требованиям и критериям, установленным пунктами 9-14 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013г. №842 «О порядке

присуждения учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Зуев Н.С. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – «Тепловые двигатели».

Официальный оппонент:

Заслуженный деятель науки и техники

Российской Федерации, доктор технических
наук, профессор, профессор кафедры «Экологическая
безопасность технических систем»

Телефон: 8-916-150-17-87.

Электронная почта: viktor091940@mail.ru

Ерохов В.И.

Научная специальность оппонента Ерохова Виктора Ивановича - 05.04.02 «Тепловые двигатели».

Подпись официального оппонента профессора Ерохова Виктора Ивановича заверяю:



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», Адрес: 107023, Москва, ул. Б. Семеновская, дом 38.