

## **Отзыв**

официального оппонента доктора технических наук, профессора  
доцента кафедры «Механика и гидромеханика» ВУНЦ ВМФ  
«Военно-морская академия» Саловой Тамары Юрьевны на диссертацию  
Лопатина Олега Петровича «Применение природного газа и спирто-  
топливных эмульсий для снижения содержания оксидов азота в дизеле»,  
представленной к публичной защите на соискание ученой степени  
доктора технических наук в диссертационный совет Д 212.298.09  
при ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» г. Челябинск  
по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели (технические науки)

### **Актуальность темы исследований**

В энергетическом балансе России ведущее место по выработке мощности занимают двигатели внутреннего сгорания транспортных и транспортно-технологических машин. При этом подавляющее большинство мобильной техники комплектуется дизельными двигателями, превосходящими бензиновые двигатели по суммарному выбросу вредных веществ. Кроме того, вследствие сокращения запасов нефтяных месторождений, роста цен на нефть и нефтепродукты все более остро ставится проблема дефицита моторного топлива нефтяного происхождения. В связи с этим, большие перспективы имеют работы по расширению сырьевой базы, поиску энергоэффективных топлив и методов их рационального применения. Автор подчеркивает, что наиболее рациональным является разработка способов и технологий применения альтернативных топлив, направленных на улучшение экологических и энергетических показателей автотранспортных средств.

В настоящее время проведены глубокие экспериментальные работы по вопросам использования альтернативных топлив в тепловых двигателях. Однако автор отмечает, что существует ряд нерешенных вопросов, связанных с организацией рабочего процесса теплового двигателя, работающего на альтернативных топливах.

Автор решает проблему определения и разработки рекомендаций оптимальных значения эффективных показателей, характеристик сгорания и тепловыделения, содержания вредных выбросов в отработавших газах (ОГ) при работе дизеля на альтернативных топливах.

В связи с этим, научные исследования, направленные на улучшение экологических показателей автотракторного дизеля и экономии нефтяного моторного топлива, разработка теоретических основ процесса образования оксидов азота и их снижения, изменения конструктивных и регулировочных параметров при работе дизеля на природном газе и спирто-топливных эмульсиях, являются актуальными и направлены на решение важной научно-технической задачи по обеспечению экономичности и экологической чистоты рабочих процессов в тепловых двигателях, созданию надежных конструкций двигателей и их агрегатов.

## **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность**

Анализ диссертации и научных результатов соискателя позволяет сделать вывод о наличии новых научных результатов и соответствии работы уровню докторских диссертаций. Достоверность выдвинутых научных положений, представленных в виде теоретических положений процесса образования оксидов азота, при работе на природном газе, спирто-топливных эмульсиях, рециркуляции ОГ обоснованы законами тепломассопереноса, гидромеханики, математики и результатами экспериментальных исследований автотракторного дизеля с камерой сгорания типа ЦНИДИ.

Сформулированные в диссертационной работе выводы имеют достаточно высокую степень достоверности, соответствуют широко апробированным теоретическим и экспериментальным исследованиям и закономерностям отечественных и зарубежных авторов применительно к использованию в дизелях в качестве альтернативного топлива природного газа и спирто-топливных эмульсий (СПЭ).

### **Теоретическая и практическая значимость результатов работы**

Значимость для науки представляют математические модели, позволяющие теоретически без дорогостоящих экспериментальных исследований определять объемное содержание оксидов азота в ОГ дизеля в широком диапазоне его работы на дизельном и альтернативных топливах.

Ценность для практики представляет разработанные автором экспериментальный комплекс и рекомендации для использования в производстве при переоборудовании техники предприятий и действующего автотранспортного парка для работы на природном газе.

### **Научную новизну работы представляют**

- математические модели образования и расчета объемного содержания оксидов азота при работе дизеля на природном газе, природном газе с рециркуляцией ОГ и спирто-топливных эмульсиях;

- результаты экспериментальных исследований влияния природного газа, природного газа с рециркуляцией ОГ, спирто-топливных эмульсий и регулировочных параметров на эффективные показатели, характеристики сгорания и тепловыделения, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота, токсичность и дымность ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5 с камерой сгорания типа ЦНИДИ.

### **Структура и содержание диссертационной работы**

Диссертационная работа Лопатина О.П. выполнена на 458 страницах, включая приложения, состоит из введения, семи глав и списка литературы из 487 наименований, оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования РФ к подобному виду работ. Структура и

оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Автореферат раскрывает содержание и основные положения представленной диссертации.

**Во введении** обоснована актуальность, теоретическая и практическая значимость исследований, научная новизна, определены цель и задачи исследований, изложены методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, обусловлены степень достоверности и апробация полученных научных результатов.

**В первой главе** проводится анализ состояния и перспектив применения альтернативных топлив для снижения токсичности ОГ дизелей. Рассмотрены физико-химические процессы образования оксидов азота при горении углеводородных топлив, и представлен анализ результатов теоретических и экспериментальных научных исследований, направленных на снижение содержания оксидов азота в ОГ дизелей.

В результате рассмотрения современного состояния проблемы обоснована необходимость применения в качестве моторного топлива альтернативных жидких и газообразных топлив; необходимость проведения научных исследований и разработки модели процесса образования оксидов азота при работе дизеля на жидких и газообразных альтернативных топливах.

**Во второй главе** обоснованы теоретические предпосылки снижения содержания оксидов азота в дизеле путем применения природного газа и спирто-топливных эмульсий. Разработаны математические модели расчета скоростей реакций и образования объемного содержания оксидов азота при работе дизеля на ПГ и СТЭ.

#### **Замечания по главе**

1 В разработанной модели расчета скоростей реакций образования оксидов азота (раздел 2.2) используются положения теории кинетики химических газовых реакций, в которой при определении скорости частицы рассматриваются равновесные состояния системы, хотя в работе заявлено, что разрабатываемая модель должна учитывать условия изменения концентраций веществ при сгорании топлива, в итоге константы реакций рассчитываются для равновесных состояний (табл. 2.3).

2 В разделе 2.2 присутствуют нестыковки текста, вызванные видимо, мнением автора, что используемые им теории широко известны. В связи с этим при изучении материала возникает ряд вопросов по построению модели, например, использование в качестве начальной формулы 2.87.

В главе ряд формул не имеют полного описания или расшифровки, что существенно затрудняет их понимание:

- из изложенного материала, стр. 112, сложно выяснить, в каких единицах измерения рассматривается скорость, в обозначении скорости указана производная скорости (формулы 2.92, 2.93);

- следует пояснить, как получена формула для определения количества капель дизельного топлива 2.128;

- в формулах 2.124-2.166 не ясен смысл индекса S;
- в формуле 2.166 в левой части стоит изменение скорости, в правой части - используется понятие функции, физический смысл которой не объясняется, а размерность явно не соответствует размерности ускорения, использование символа скорости в правой части явно неудачно;
- в формуле 2.134 определения изменение массы, не ясно, почему появляется дополнительный параметр  $u$ ;
- не ясно как правильно читать записи  $Dh/dt$ ,  $Ds/dt$ ,  $DT/dt$  в формулах 2.143, 2.150, 2.152.

3 В разработанной модели образования объемного содержания оксидов азота в формуле 2.143 рассматривается теплоемкость как постоянная величина, хотя из предпосылок было понятно, что теплоемкость меняется в процессах теплообмена.

4 Необходимо пояснить, как понять фразу стр. 134 «в процессе изотермического нагрева капля дизельного топлива (СТЭ) необходимо учесть теплоту, идущую на увеличение температуры капли дизельного топлива». Если рассматривается изменение начальной температуры топлива и далее нагрев его до температуры испарения, то это не изотермический процесс, следует пояснить также уравнение 2.152.

5 Необходимо пояснить, как значения объемного содержания оксидов азота, полученные в результате расчета по разработанной модели, согласуются с представленными в разделе 2.4 результатами значений оксидов азота в ОГ, имеющими единицы измерения ppm.

6. Модель определения содержания оксидов азота в ОГ состоит из ряда составных частей, решения дифференциальных уравнений, однако результаты расчета (рис. 2.7- 2.9) имеют, практически, линейный характер, и не отражают рассмотренные зависимости образования оксидов азота, а также особенностей процессов сгорания при изменении угла впрыскивания топлива и величины нагрузки.

**В третьей главе** представлены научно-методические программы и методики исследований применяемых топлив в дизеле.

#### ***Замечания по главе***

1 Автор очень подробно рассматривает методики проведения исследований, технические характеристики оборудования, методику оформления результатов исследований, которые широко представлены в технической литературе. На мой взгляд, выводы по главе не отвечают ее содержанию.

2 Построенная модель определения содержания оксидов азота в ОГ состоит из ряда составных частей, в которых последовательно используются положения теорий химической кинетики, диффузионного горения, теплопереноса, однако не ясно как разработанная модель была реализована, методика расчета не представлена.

**В четвертой главе** приведены результаты исследований снижения содержания оксидов азота в дизеле при применении природного газа и спирто-топливных эмульсий. Автором проведены экспериментальные исследования стабильности спирто-топливных эмульсий, содержащих различные количества дизельного топлива, спирта и присадки. Определены оптимальные соотношения составов спирто-топливных эмульсий и природного газа (ПГ) с дизельным топливом и проведен полный комплекс экспериментальных исследований рабочего процесса дизеля с камерой сгорания типа ЦНИДИ. Выводы по главе соответствуют проведенным исследованиям.

**В пятой главе** представлены результаты исследования процесса сгорания при работе дизеля на природном газе и спирто-топливных эмульсиях. Определены мощностные и экономические показатели, токсичность и дымность ОГ. Представлены результаты индицирования дизеля 4Ч 11,0 /12,5 и показатели процесса сгорания дизеля. На основании проведенных исследований процесса сгорания дизеля 4Ч 11,0/12,5, предложены значения оптимального установочного угла для дизельного процесса и при применении ПГ и СТЭ.

**В шестой главе** представлены результаты исследования тепловыделения и содержания оксидов азота при работе дизеля на природном газе и спирто-топливных эмульсиях. Рассмотрены характеристики тепловыделения и установлены зависимости влияния режимов работы на содержание оксидов азота в ОГ дизеля 4Ч 11,0/12,5. На основании экспериментальных исследований проведены расчеты объемного содержания и массовой концентрации оксидов азота для дизельного процесса и при применении ПГ и СТЭ. Отмечается, что разница между расчетными и экспериментальными данными объемного содержания оксидов азота составляет в среднем менее 10%.

**В седьмой главе** представлена оценка интегральной токсичности и дымности отработавших газов дизеля, работающего на природном газе и спирто-топливных эмульсиях, в условиях его эксплуатации.

Удельные показатели токсичности ОГ дизеля, полученные в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.2.05-97, показывают, что при работе его на всех исследуемых альтернативных видах топлива выброс вредных веществ, не превышает требований рассматриваемого ГОСТа. Кроме того, указанный дизель по значениям выбросов вредных веществ соответствует условиям с ограниченным воздухообменом в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.2.05-97. Показатели токсичности ОГ дизеля, полученные в соответствии со стандартом ISO-8174-4, находятся в значениях, не превышающих Правила ЕЭК ООН №96.

## Заключение

В целом отмеченные недостатки и замечания не снижают общей ценности работы. Диссертация Лопатина О.П. на тему «Применение природного газа и спирто-топливных эмульсий для снижения содержания оксидов азота в дизеле» представляет законченную научно-квалификационную работу, содержащую новые научно-обоснованные технические и технологические решения улучшения экологических показателей работы дизеля и экономии нефтяного топлива, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. По актуальности, научной новизне и практической значимости, степени обоснованности основных положений диссертационная работа полностью отвечает требованиям критериев п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением № 842 Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Лопатин Олег Петрович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели (технические науки).

Доктор технических наук, профессор,  
доцент кафедры механики и гидромеханики  
ВУНЦ ВМФ

«Военно-морская академия»

Салова Тамара Юрьевна

Подпись заверяю  
Зам. начальника ВМПИ  
ВУНЦ ВМФ

25.02.2010г.

«Военно-морская академия»

Г.Н.Лысенко

Диссертация на соискание ученой степени д.т.н.  
защита по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели.

Справочные данные:

Салова Тамара Юрьевна,  
доктор технических наук, профессор,  
доцент кафедры механики и гидромеханики  
ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия».

Адрес: 197342, Россия, г. Санкт-Петербург,

Ушаковская наб., 17/1.

+7 (812) 465-27-00

[yunc-vmf-vmii@mil.ru](mailto:yunc-vmf-vmii@mil.ru)