

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертацию Смолина Андрея Александровича, выполненную на тему: «Повышение качества смесеобразования при пуске дизелей в условиях низких температур с помощью СВЧ колебаний» и представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – «Тепловые двигатели».

### **1. Актуальность темы**

Большая часть территории Российской Федерации расположена в северных широтах с низкими зимними температурами в течение полугода. Поэтому одной из основных технических задач является обеспечение холодного пуска двигателей мобильной техники (МТ) при минимальных температурах окружающей среды до минус 25–50 °С. Проблема холодного пуска дизеля включает целый комплекс задач, таких как надежная работа системы пуска, возможность прокрутки коленчатого вала, бесперебойная работа топливной аппаратуры и другие. При этом всегда необходимым условием пуска дизеля является надежное воспламенение топливовоздушной смеси, которое обеспечивается при качественном смесеобразовании. Несмотря на большое количество работ, выполненных в этой области, проблема холодного пуска мобильной техники (МТ) в настоящее время до конца не решена. Исходя из этого, считаю, что тема диссертационной работы А.А. Смолина является актуальной.

### **2. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, их обоснованность и достоверность.**

Как правило, задача облегчения воспламенения топлива при холодном пуске дизеля решается за счет повышения температуры рабочего тела в конце процесса сжатия. Этим достигается улучшение нагрева и испарения впрыскиваемого в камеру сгорания топлива. В данной работе соискатель Смолин А.А. применил новый подход к улучшению процесса смесеобразования за счет нагрева топлива перед его распыливанием.

Новыми являются следующие научные положения и результаты исследования, выносимые на защиту:

– способ повышения качества смесеобразования за счет СВЧ нагрева топлива в трубопроводе высокого давления энергии при пуске дизеля в условиях низких температур;

– уточненная математическая модель оценки качества смесеобразования топлива, нагретого СВЧ энергией, с учетом его движения по трубопроводу высокого давления, коэффициента теплоотдачи топливу и наименее нагретым элементам системы;

– результаты экспериментальных исследований и выработанные рекомендации.

Методологические основы исследования базируются на использовании известных программных комплексов «MathCAD» и «Excel» для ЭВМ и автоматизированных средств измерения. Анализ и обобщение результатов научных исследований осуществлялись с использованием математической и статистической обработки экспериментальных данных по результатам исследований.

Достоверность научных положений подтверждена качественным совпадением результатов расчетных исследований с экспериментальными данными автора в исследованном диапазоне мощности (0,5–1,5 кВт) и продолжительности включения источника СВЧ энергии (20–120 с) в условиях низких температур (минус 10–35 °С).

**3. Ценность для науки и практики** составляют следующие результаты:

– способ теоретической оценки повышения качества смесеобразования за счет нагрева топлива с помощью СВЧ энергии при пуске дизеля в условиях низких температур;

– методика экспериментальных исследований и полученные результаты по влиянию мощности и продолжительности включения источника СВЧ энергии на качество смесеобразования при нагреве топлива в условиях низких температур;

– рекомендации по применению СВЧ нагрева топлива для облегчения пуска дизелей в условиях низких температур.

Полученные результаты могут быть использованы для улучшения пусковых качеств дизелей в условиях низких температур за счет нагрева топлива в трубопроводе высокого давления СВЧ энергией.

#### **4. Полнота опубликования основных результатов диссертации в научной печати. Апробация работы.**

Основные положения диссертации опубликованы в 10 печатных работах в период 2010–2013 гг., в том числе 2 статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК, и 8 работ в Материалах международных научно-практических конференций.

#### **5. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации.**

Автореферат кратко отражает содержание диссертации и передает её основные положения. Представленные в нём материалы и заключение совпадают с материалами, приведенными в диссертации.

#### **6. Оценка оформления диссертации и её завершенности.**

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Общий объем составляет 136 страниц, имеется 30 рисунков, 6 таблиц, список литературы из 120 наименований. Работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК, однако встречаются ошибки (опечатки) в ссылках на использованную литературу.

Диссертация написана достаточно четким, ясным языком и представляет собой в целом завершенную работу.

#### **7. Оценка содержания диссертации.**

*Во введении* обосновываются актуальность темы диссертации, ее научная новизна, цель и задачи исследования, дается общая характеристика выполненных исследований, приводятся основные положения работы, выносимые на защиту.



*В первой главе* выполнен анализ процесса пуска дизелей в условиях низких температур окружающего воздуха и способов облегчения пуска.

*Вторая глава* посвящена теоретическому обоснованию параметров системы топливоподачи с устройством СВЧ нагрева топлива. В ней рассматриваются физические свойства топлива и описывается математическое моделирование нагрева дизельного топлива в прямоугольном волноводе. Здесь же описываются математические модели для определения температуры топлива при его движении в системе топливоподачи, коэффициентов теплопередачи и характеристик впрыскивания и распыливания топлива на пусковых режимах в зависимости от температуры топлива, нагретого СВЧ энергией. Математическая модель включает систему уравнений, в частности, зависимость диаметра капель и параметров струи от температуры топлива.

*В третьей главе* диссертации приведено описание экспериментальной установки, методики проведения экспериментальных исследований по определению зависимости качества смесеобразования и пуска дизеля в условиях низких температур от параметров СВЧ энергии, используемой для нагрева топлива. Здесь же описаны методики оценки погрешности измерений и оценки адекватности математической модели

*В четвертой главе* проведен анализ результатов исследований и технико-экономическая оценка эффективности применения способа повышения качества смесеобразования при пуске дизеля в условиях низких температур, выработаны рекомендации по его применению.

*В заключении* диссертации сформулированы основные выводы и рекомендации по результатам проведенных исследований.

## **8. Замечания.**

При изучении диссертации и опубликованных работ по теме диссертации у меня возникли следующие замечания.

1. Замечания по главе 1.

1.1. Много места в обзорной главе занимает цитирование из статьи «К проблеме обеспечения надежного пуска дизеля в условиях низких температур и возможности использования СВЧ нагрева топлива и моторного масла» (авторы д.т.н., проф. Шапран В.Н., Стрелков Д.Н. из Рязанского высшего воздушно-десантного училища имени генерала армии В.Ф. Маргелова). В то же время нигде в тексте диссертации нет фамилий этих авторов и не приведена оценка их работ.

1.2. Ни в тексте диссертации, ни в опубликованных работах не приведены значения величин степени сжатия исследованных дизелей, хотя именно этот параметр в большей степени влияет на пусковые качества дизелей МТ.

1.3. В пределах одной первой главы имеется повтор текста в разных разделах (текст на стр. 14–15 повторяется на стр. 18–19).

1.4. Неудачная формулировка названия третьего раздела первой (обзорной) главы «Использование СВЧ – нагрева топлива для обеспечения ускоренного и надёжного пуска дизеля в условиях низких температур окружающего воздуха». По сути, в ней приводятся основные положения и предпосылки для применения СВЧ нагрева в качестве способа облегчения холодного пуска дизелей. При этом крайне мало конкретных ссылок на первоисточники информации.

1.5. В тексте главы отсутствуют конкретные ссылки на источники информации для рисунков и отдельных формул.

1.6. В список задач данного исследования не включено проведение экспериментальных исследований (ни безмоторных, ни на двигателе).

## 2. Замечания по главе 2.

2.1. Отсутствуют конкретные ссылки на источники информации для отдельных рисунков.

2.2. На рисунке 2.8 приведена зависимость дальноточности струи топлива от температуры, которая, по мнению автора, должна подтверждать влияние температуры на расстояние от сопла распылителя до границы между

начальным и основным участками развития струи. Но это разные параметры, и их взаимосвязь автором не обоснована.

2.3. Вызывает сомнение положение автора о том, что при повышении температуры топлива и сокращении времени прохождения топливной струей до стенки камеры сгорания уменьшается количество испарившегося топлива. Здесь не учитывается тот факт, что при повышении температуры топлива скорость его испарения также увеличивается.

2.4. Не понятно, каким образом используются зависимости, полученные в разделах 2.1 (теплопроводность), 2.2 (нагрев топлива в прямоугольном волноводе), 2.3 (избыточная температура стержня топлива), 2.4 (критерий Нуссельта), в методике автора при определении основных параметров распыливания нагретого с помощью СВЧ топлива (среднего диаметра капель, длины струи топлива до начала основного участка развития струи, тангенса угла рассеивания топливной струи).

2.5. Сама методика в целом также не приведена.

2.6. Вывод 1 повторяет вывод 2 из главы 1.

3. Замечания по главе 3.

3.1. Автором не приведены конкретные численные величины параметров (мощности и продолжительности СВЧ нагрева, начальных температур топлива), которые исследовались экспериментально на первом и втором этапах испытаний.

4. Замечания по главе 4.

4.1. Автором не приведены конкретные фактические результаты экспериментальных исследований при пуске дизеля, которые показывали бы эффективность предлагаемого способа.

4.2. В рекомендациях по применению разработанного способа повышения качества смесеобразования за счет нагрева топлива с помощью СВЧ колебаний при пуске дизеля в условиях низких температур указано о целесообразности совместного использования электрофакельного

устройства, хотя никаких сведений об эффективности этого предложения в диссертации не содержится.

#### 5. Замечания по заключению.

5.1. В пункте 4 заключения указывается диапазон температур при пуске дизеля от минус 35 °С до минус 50 °С, в то время как экспериментальные исследования проведены для диапазона от минус 10 °С до минус 35 °С.

5.2. По словам Смолина А.А. СВЧ нагрев топлива можно использовать при температурах окружающей среды до минус 50 °С, хотя в диссертации и публикациях автора не приведены результаты климатических испытаний самого устройства СВЧ нагрева, составные элементы которого, как правило, предназначены для применения в нормальных условиях.

#### 6. Замечания по списку литературы.

6.1. Несмотря на новый подход к улучшению процесса смесеобразования за счет нагрева топлива перед его распыливанием, при работе над диссертацией автор в основной массе использовал достаточно устаревшие сведения: из 120 публикаций, приведенных в списке литературы, только 35 % опубликованы с 2000 года, включая 10 % статей автора.

6.2. Иностранная публикация в списке литературы составляет менее 12 %.

6.3. В списке литературы нет документов на разработанный способ, подтверждающих новизну технического решения (номеров заявки, положительного решения, патентов и т.д.).

#### 7. Замечания по приложению.

7.1. В приложении отсутствуют документы, подтверждающие использование результатов диссертационного исследования.

### **9. Заключение**

Оценка работы в целом, несмотря на отмеченные недостатки, свидетельствует о подготовленности автора, способного решать сложные научно-технические задачи в области двигателестроения. Представленная к защите диссертация соответствует специальности 05.04.02 «Тепловые



двигатели». Автореферат и публикации в достаточной степени отражают существо диссертации.

Диссертация является законченным научно-квалификационным исследованием, способствующим решению задачи улучшения качества смесеобразования при пуске дизелей в условиях низких температур с помощью СВЧ колебаний. Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Смолин Андрей Александрович, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – «Тепловые двигатели».

Официальный оппонент,  
доктор технических наук,  
профессор кафедры «Двигатели  
внутреннего сгорания» Южно-Уральского  
государственного университета



В.Г. Камалтдинов



ЗЕРНО  
Начальник службы  
делопроизводства ЮУрГУ  
Тюльмин

*Тюльмин*  
14 января 2014г.