

ОТЗЫВ

официального оппонента Саловой Тамары Юрьевны
на диссертацию Омельченко Евгения Алексеевича
«Использование вихревой трубы для повышения экологической
безопасности поршневых двигателей внутреннего сгорания»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели

1 Актуальность темы диссертации

Эффективность использование систем рециркуляции отработавших газов и их нейтрализации существенно зависит от температуры отработавших газов. Создание надежного и эффективного теплообменника для охлаждения отработавших газов (ОГ) представляет собой сложную задачу из-за отложений и загрязнений, выделяющихся из ОГ дизеля.

Автор подчеркивает, что для исключения указанных негативных особенностей традиционных теплообменников наиболее рациональным представляет использование для охлаждения ОГ вихревых трубу.

Подход автора к решению проблемы может оказаться недостаточно эффективным из-за незначительного снижения температуры выходящего из вихревой трубы потока охлажденных ОГ и недостаточного повышения температуры потока подогретых ОГ, поступающих в нейтрализатор из-за низкого давления, поступающих в нее ОГ, что делает работу актуальной.

2 Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав с выводами, заключения и приложений. Объем диссертации составляет 171 страниц, в том числе 77 рисунков, 15 таблиц, список использованной литературы из 131 наименования.

Во введении говорится об актуальности темы, теоретической и практической значимости, определяется научная новизна, цель и задачи диссертации, достоверность результатов.

В первой главе проводится анализ факторов, влияющих на образование вредных веществ, при работе дизелей и существующих способов повышения экологической безопасности дизелей. Выполнен сравнительный анализ современных средств снижения вредных выбросов с отработавшими газами, в результате которого дается обоснование использования для снижения вредных выбросов комплексную систему, состоящую из рециркуляции охлаждаемых отработавших газов и нейтрализации отработавших газов для обеспечения соответствия дизеля действующим и перспективным нормам по вредным выбросам.

Рассмотрены проблемы использования традиционных рекуперативных теплообменников для охлаждения газов рециркуляции (РГ), предложено их решение за счет использования вихревой трубы в системе рециркуляции отработавших газов

Во второй главе проводятся теоретические исследования систем рециркуляции отработавших газов. В результате анализа вариантов систем рециркуляции охлаждаемых отработавших газов (ОГ) и нейтрализации ОГ было установлено, что применение вихревой трубы позволяет более существенно снизить температуру РГ и повысить температуру ОГ, поступающих в нейтрализатор.

Представлены принципиальные схемы использования вихревой трубы для охлаждения РГ при обеспечении эффективной работы нейтрализатора и детально расписана их работа.

В конце главы представлена математическая модель для расчета и теоретического исследования вихревой трубы в системе рециркуляции ОГ.

Третья глава посвящена разработке программы и методики экспериментального исследования. Программа включает сравнительный анализ выбросов вредных веществ с ОГ дизеля 4ЧН13/15 без рециркуляции и с рециркуляцией ОГ и их охлаждения с помощью вихревой трубы. Приводится описание экспериментальной установки.

Определены исходные данные необходимые для расчета вихревой трубы, предназначенной для установки в систему рециркуляции ОГ, выполнен расчет ее конструктивных характеристик и изготовлена вихревая труба. Определены численные значения варьируемых параметров - цикловой подачи топлива, давления наддува, момента начала впрыскивания топлива, необходимых для проведения численного эксперимента и построения функций отклика – количество вредных веществ в ОГ.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизеля 4ЧН13/15 с их рециркуляцией и охлаждением.

В результате проведенных исследований установлено, что за счет охлаждения в вихревой трубе РГ на 60 °С содержание оксидов азота в ОГ уменьшается от 5,1 до 18,0 % при частоте вращения коленчатого вала, соответствующей режиму номинальной мощности, и от 8,5 до 16,3 % при частоте вращения, соответствующей режиму максимального крутящего момента; содержание твердых частиц – от 0,08 до 16,3 % и от 2,3 до 8,5 % соответственно.

Исследования регулирования температуры ОГ перед нейтрализатором показали, что применение вихревой трубы повышает эффективность нейтрализации токсичных компонентов на различных скоростных и нагрузочных режимах.

Показано, что охлаждение РГ на 60 °С приводит к снижению удельного эффективного расхода топлива от 2,31 до 2,93 % при частоте вращения коленчатого вала, соответствующей режиму номинальной мощности, и от 1,98 до 4,18 % при частоте вращения, соответствующей режиму максимального крутящего момента.

В заключительной пятой главе проводится теоретические исследование рабочего процесса дизеля 4ЧН13/15 с рециркуляцией отработавших газов и их охлаждением.

Выполнен анализ влияния охлаждения РГ на рабочий процесс дизеля на режимах, характерных для двигателей сельскохозяйственных и дорожно-строительных машин при доле рециркуляции ОГ 18 %.

Охлаждение РГ на 60 °С обеспечивает снижение максимальной температура газов в надпоршневом объеме и обеспечивает увеличение массовой доли кислорода в надпоршневом пространстве примерно на 30 %, более быстрое сгорание топлива и, соответственно, более интенсивное и более полное тепловыделение.

В визуализированной форме представлена сравнительная картина изменения в камере сгорания дизеля температуры рабочего тела, массовой доли оксидов азота и сажи в зависимости от угла поворота коленчатого вала при работе двигателя на основных режимах.

Сравниваются результаты расчетно-теоретического и экспериментального исследований на основных режимах работы дизеля при доле РГ 18 %. Приводится вывод о соответствии модели реальным процессам образования вредных веществ со средней погрешностью по концентрации оксидов азота – 7,2 %, по концентрации твердых частиц – 5,6 %, по удельному эффективному расходу топлива – 4,7 %.

3 Научная новизна

1 Предложен принцип снижения концентрации оксидов азота и твердых частиц в ОГ и повышения экономических показателей дизеля путем охлаждения РГ с помощью вихревой трубы

2 Сформулированы закономерности протекания рабочего процесса и образования в камере сгорания оксидов азота и сажи в дизеле с рециркуляцией ОГ и их охлаждением с помощью вихревой трубы

3 На основании численных и экспериментальных исследований получены рекомендации по снижению концентрации вредных веществ в ОГ за счет регулирования их температуры перед нейтрализатором с помощью вихревой трубы.

4 Степень обоснования и достоверности научных результатов и выводов, сформулированных в диссертации

Изучение сделанных выводов и полученных научных результатов позволило установить, что соискатель достаточно глубоко владеет рассматриваемым вопросом. Автор основывается на фундаментальных законах физики и экспериментальном подтверждении на разработанном стенде на базе дизеля 4ЧН13/15 (НП «Сертификационный центр автотракторной техники», г. Челябинск).

5 Замечания по диссертационной работе

1 Из представленных материалов гл.2.2 не ясно, каков вклад автора в разработку модели вихревой трубы, которая в главе представлена лишь структурно. В выводе 2 главы 2 отмечается только адаптация к системе рециркуляции. Не ясно также учитывалось ли в модели сжимаемость среды при различных значениях скорости потока.

2 В выводе 3 главы 2 отмечается, что проведены теоретические исследования вихревой трубы для системы рециркуляции ОГ, однако из приведенных материалов главы 2 не ясно какая же система рециркуляции взята за основу теоретических исследований.

3 При оценке температуры работы нейтрализатора не ясно оценивалось ли влияние значения исходной концентрации токсичного компонента на степень эффективности превращения компонентов.

4 В представленных уравнениях регрессии не ясно, чему равно значение исследуемого вредного компонента, если, например, при оптимальном значении варьируемых параметров в кодируемом виде значение функции равно 61,462.

5 При оформлении работы встречается неправильная нумерация рисунков (глава 2, рисунок 3 и 4 вместо рисунков 2.8 и 2.9), а также неправильное представление рисунков, когда присутствуют точки пересечений линий, зависимости которых не имеют общих точек (рисунки 4.6-4.9).

6 Заключение

В целом диссертационная работа Омельченко Евгения Алексеевича является законченной научно-исследовательской работой.

Диссертация и автореферат соответствуют установленным требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (в ред. Постановления РФ от 24.09.2013 № 842), предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Омельченко Евгений Алексеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели.

Официальный оппонент
профессор кафедры
«Энергообеспечение предприятий
и электротехнологии»
доктор технических наук
(05.20.03 – технологии и средства технического
обслуживания в сельском хозяйстве,
05.04.02 – тепловые двигатели)

Салова Тамара Юрьевна
1 марта 2016 г.

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»
Россия, Санкт-Петербург,
196601, г. Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2
Телефон: (812) 470-04-22
Официальный E-mail адрес: agro@spbgau.ru

Подпись Салова Т.Ю.
заверяю
Специалист отд. кадров А.М.С.
01 марта 2016