

ОТЗЫВ

официального оппонента, профессора, доктора технических наук Ложкина Владимира Николаевича 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 212.298.09 при ФГАОУ ВО «Южно-уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет)» для публичной защиты на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – тепловые двигатели

Актуальность темы диссертационного исследования

В качестве перспективных альтернативных топлив для дизелей считается использование этанола и рапсового масла (РМ), которые, как известно, получаются из сырья биологического происхождения, относящегося к возобновляемым источникам энергии. При этом в сравнении с дизельным топливом обладают рядом экологических преимуществ. Теплофизические свойства отмеченных альтернативных топлив позволяют использовать их достаточно эффективно при относительно небольших затратах на изменение конструкции базовых моделей дизелей.

Несмотря на то, что основные термодинамические принципы реализации рабочих процессов двигателей с воспламенением от сжатия, работающих на альтернативных спиртосодержащих топливах, достаточно хорошо изучены в мировом дизелестроении, их адаптация к каждой новой модификации силовых установок автотракторного назначения является оригинальным процессом, так как существующие расчетные методы не позволяют, без проведения дополнительных теоретических и экспериментальных исследований, надежно прогнозировать технические показатели экологической безопасности дизелей и, в частности, выбросы твердых частиц сажи, определяющих дымность отработавших газов (ОГ).

В этой связи, тема диссертационной работы Козлова А. Н., посвященная снижению дымности ОГ дизеля 2Ч 10,5/12,0 с полусферической камерой сгорания в поршне, оборудованного отдельной системой подачи жидкого этанола (как основного топлива) и РМ (как запального топлива), является, несомненно, актуальной.

Степень обоснованности сформулированных в диссертации научных положений, выводов и рекомендаций

В научно-прикладном плане диссертационное исследование Козлова А. Н. развивает изыскания кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия» по исследованию работы дизельных двигателей на альтернативных видах топлива, проводимых на протяжении нескольких десятков лет.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы обзорно-аналитическими, теоретическими и экспериментальными авторскими исследованиями. В первой главе диссертации автор, рассмотрев общие токсикологические и нормативные аспекты снижения дымности дизелей, структуру и физико-химические свойства дизельной сажи, критически проанализировал современные и более ранние отечественные и зарубежные исследования работы дизельных двигателей на альтернативных спиртосодержащих топливах и РМ, справедливо сосредоточив главное внимание на изучении вопросов сажеобразования непосредственно в цилиндрах и дымности ОГ на выпуске в зависимости от способа организации рабочего процесса, конструктивных, регулировочных параметров и условий эксплуатации. Констатируя на основе проведенного анализа противоречивость накопленной к настоящему времени количественной информации в предметной для диссертации области исследований, автор обоснованно формулирует выводы о том, что требуемая реализация на номинальном режиме, в отличие от традиционного дизельного топлива, максимальной подачи оксигенатного топлива может быть решена с переходом на непосредственный впрыск спирта в камеру сгорания (КС) отдельной автономно работающей форсункой. При этом надежность термодинамических свойств рабочего цикла при сгорании этанола, требующего значительных затрат тепла на его испарение, с приемлемыми характеристиками дымности ОГ, следует ожидать от воспламенения этанола факелом запальной порции РМ.

Следует отметить, что при анализе опасности дизельной сажи для населения автор не рассмотрел важнейшие аспекты негативного санитарно-гигиенического влияния сверхмалых твердых частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$ в связи с установлением в РФ на них ПДК и, еще более значимую проблему для цивилизации - изменения климата от поступления в окружающую среду черного углерода.

Проанализированные автором во второй главе диссертации гипотетические теоретические представления о химизме результирующих

процессов образования и выгорания сажи по углу поворота коленчатого вала (п. к. в.) при работе дизеля на этаноле с его воспламенением факелом РМ, содержат целый ряд требующих уточнения допущений и в значительной части, пока, не имеют прямого экспериментального подтверждения в отечественных и зарубежных исследованиях внутрицилиндровых процессов, но, все же, не противоречат известным классическим представлениям кинетики пиролиза РМ и этанола по ацетиленовому механизму с образованием химических зародышей частиц сажи в сопоставимых термодинамических условиях. Это позволило автору доработать математическую модель, оформить в среде Matlab по ней компьютерную программу и провести численные (виртуальные) эксперименты образования сажи в зависимости от изменения индикаторного давления в цилиндре, усредненной температуры газов, скорости тепловыделения по углу п. к. в. в сравнении с работой на дизельном топливе.

Справедливость численных значений концентраций сажи по углу п. к. в. определить сложно, поскольку автор не производил измерение концентраций сажи непосредственно в цилиндре и не оценил степень неопределенности сопоставляемых результатов для дизельного и альтернативного (этанол и РМ) видов топлива, но, при этом, следует признать очевидность тенденций в качественном характере изменения расчетных зависимостей и сделанных на основе их анализа новых полезных для практики выводов. Последнее позволило соискателю обоснованно перейти к экспериментам по выявлению возможностей улучшения экологических показателей путем снижения дымности ОГ дизеля 2Ч 10,5/12,0 с полусферической КС в поршне, оборудованного системой раздельной топливоподачи этанола и РМ (четвертая глава диссертации).

Мощностные, эффективные показатели рабочего процесса и состав ОГ (по дымности, CO, CH, CO₂, NO_x) оценивались автором, в основном, с учетом действующих сегодня национальных и международных стандартов при испытаниях в широком диапазоне нагрузочных и скоростных режимов, а также при изменении регулировок процессов подачи в цилиндры этанола и РМ. Для установления оптимальных значений запальной порции РМ, а также установления новых закономерностей влияния соотношения цикловых подач этанола и РМ на процесс сгорания и дымность ОГ автор применял и оригинальные экспериментально-расчетные приемы. Выявленные в ходе проведения экспериментальных исследований на дизеле 2Ч 10,5/12,0 закономерности изменения индикаторных, эффективных показателей, дымности ОГ на выпуске и сделанные на этой основе выводы и рекомендации обоснованы положительными заключениями актов внедрения,

подтверждающих целесообразность использования этанола и РМ на двигателях применительно к условиям эксплуатации тракторной техники (Приложения).

В связи с организацией экспериментальных исследований (третья глава диссертации) следует отметить, что автор не во всех случаях использовал действующие ныне в РФ стандарты. Так, Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 июля 2018 г. № 420-ст с 1 сентября 2018 года на территории РФ отменены национальные стандарты РФ ГОСТ Р группы 41, утратившие свою актуальность в связи с прямым применением с 28 декабря 2000 года Правил ООН, принятых в соответствии с международным Женевским Соглашением 1958.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Авторские гипотезы, положения, выводы и рекомендации имеют достаточно высокую степень достоверности, так как они не противоречат известным и широко апробированным теоретическим моделям, экспериментальным закономерностям и тенденциям, обнаруженных другими исследователями применительно к использованию в качестве топлива этанола и РМ в сопоставимых условиях испытаний.

В целом же, достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованием автором в процессе работы, отвечающих задачам исследования подходов к проведению эксперимента, современных средств вычисления и программных продуктов, стандартов и рекомендаций по проведению экспериментов с обязательной калибровкой аттестованных приборов и контролем погрешностей результатов измерений.

Новыми научными результатами являются:

- уточненный химизм процесса образования сажи в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на этаноле и РМ;
- усовершенствованная математическая модель образования и газификации сажи в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на этаноле и РМ;
- результаты экспериментальных исследований влияния применения этанола и РМ при различных режимах работы на дымность ОГ дизеля 2Ч 10,5/12,0;
- результаты численного моделирования динамики показателей сажесодержания в цилиндре и отработавших газах дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на этаноле и РМ.

Научная и практическая значимость результатов работы

Научная значимость результатов работы определяется подтверждением теоретическим и экспериментальным путем закономерностей изменения дымности ОГ для дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на этаноле и РМ.

Практическую значимость результатов работы представляют рекомендации по применению этанола и РМ в качестве альтернативного топлива для дизеля 2Ч 10,5/12,0. Она подтверждена положительными актами на использование результатов в учебном процессе и на предприятиях сельскохозяйственной отрасли промышленности. После широкого апробирования и проверки, полученные результаты рекомендуется использовать через индустриальные организации тракторного и комбайнового двигателестроения.

Полнота опубликования основных положений, результатов диссертации и оценка оформления работы

Общее количество работ, опубликованных по теме диссертации, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК, насчитывает 59 наименований, что свидетельствует о возможности ознакомления с результатами исследований широкого круга специалистов в РФ и странах СНГ. В соавторстве изданы 2-е монографии. Авторские публикации в изданиях с международным цитированием, в частности, Scopus и Web of Science, соискателем не приведены.

Работа оформлена в соответствии с требованиями Положения ВАК РФ и в достаточной степени иллюстрирована графическим материалом. Качество оформления диссертационной работы хорошее. Реферат с необходимой полнотой отражает основное содержание диссертации.

Дискуссионные вопросы по работе, замечания и пожелания

1. При анализе опасности дизельной сажи для населения (1-я глава диссертации) автор не рассмотрел важнейшие аспекты негативного санитарно-гигиенического влияния сверхмалых твердых частиц ПМ₁₀ и ПМ_{2,5} в связи с установлением в РФ на них ПДК и, не проанализировал их связь со значимой проблемой для цивилизации - изменения климата от поступления в окружающую среду черного углерода.

2. Теоретические представления о химизме результирующих процессов образования и выгорания сажи по углу поворота коленчатого вала (п. к. в.) при

работе дизеля на этаноле с его воспламенением факелом РМ (2-я глава диссертации) по 3-х зонной модели, положенные в основу математической модели аппроксимации результирующего процесса образования и газификации сажи, содержат ряд допущений, которые в значительной части, пока, не имеют прямого экспериментального подтверждения, что, в дальнейшем, очевидно потребует дополнительных изыскательских уточнений.

В этой связи, оказалась бы весьма желательной оценка степени неопределенности в расчетах численных значений концентраций сажи по углу п. к. в. при сопоставлении результатов для дизельного и альтернативного (этанол и РМ) видов топлива по исходным данным, приведенным на рис. 2.9 – диссертации (рис. 3 – автореферата).

3. Автор ориентируется в диссертации (3-я глава) на отдельные неактуальные стандарты, например, ГОСТы Р группы 41, которые утратили силу в связи с введением новых, включая международные.

4. По результатам экспериментально-расчетных исследований, представленных в главе 4 диссертации, общих выводах и заключении не сделан вывод о том насколько достигнутые результаты по уменьшению дымности ОГ дизеля 2Ч 10,5/12,0 при его работе на этаноле и РМ приближают его к соответствию с современными отечественными и международными требованиями по выбросам вредных (загрязняющих) атмосферу веществ.

5. В виду высокой актуальности темы для проблематики ресурсосбережения целесообразна апробация результатов выполненного диссертационного исследования в изданиях с международным цитированием, в частности, Scopus и Web of Science.

Общая оценка диссертационной работы

Оценивая диссертацию как научный труд, можно сделать вывод о том, что она является завершенной работой в рамках поставленных цели и задач. Она содержит новые теоретические положения и оригинальную экспериментально-расчетную информацию, подтверждающую их состоятельность. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключение обоснованы. Опубликованные материалы по теме диссертационного исследования в полной мере отражают научные положения, выносимые на защиту, их теоретическую и практическую значимость. Авторские публикации в изданиях, рекомендованных ВАК, позволяют оценить значимость результатов широкой отечественной и зарубежной аудиторией специалистов и ученых в предметной области исследований.

Отмеченные мною замечания, носят, в основном, дискуссионный характер и не затрагивают основных положений, выносимых на защиту.

Заключение

Диссертация Козлова А. Н. на тему «Улучшение экологических показателей дизеля путем снижения дымности отработавших газов при работе на этаноле и рапсовом масле» представляет законченную научно-квалификационную работу, содержащую новые научно обоснованные технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экологической безопасности двигателей автотракторного назначения. Область исследований и основные научные результаты диссертации соответствуют паспорту специальности 05.04.02 – тепловые двигатели. Диссертация полностью отвечает требованиям критериев п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением № 842 Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям. Ее автор, Козлов Андрей Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – тепловые двигатели.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук и профессор по специальности 05.04.02 – тепловые двигатели



Владимир Николаевич Ложкин

2 сентября 2019 г.



196105, Россия, С.-Петербург, Московский пр., д. 149, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». Телефон: (812) 388-99-63. E-mail: vnlojkin@vandex.ru.