

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Салова Андрея Юрьевича
«Улучшение газообмена в дизеле с газотурбинным наддувом применением
эжектора для охлаждения наддувочного воздуха», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.04.02 – Тепловые двигатели

Диссертационная работа посвящена повышению качества газообмена в дизеле с газотурбинным наддувом за счет применения эжектора для снижения затрат энергии на охлаждение наддувочного воздуха (ОНВ).

Рассматриваемая диссертация относится к актуальным в настоящее время исследованиям по совершенствованию рабочего цикла дизельных двигателей с турбонаддувом для повышения их удельных показателей и экономичности. Автором выделен недостаточно изученный раздел этой проблематики, связанный со снижением затрат мощности на функционирование охладителя наддувочного воздуха за счет использования эжектора для циркуляции воздуха через матрицу ОНВ в дизелях с турбонаддувом. В работе гармонично сочетаются экспериментальные исследования и физико-математическое моделирование в области дизельных двигателей с турбонаддувом и охладителем наддувочного воздуха.

Тема диссертации находится в русле приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ (8. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика). В работе разрабатываются критические технологии РФ (27. Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе).

Таким образом, представленную диссертацию следует признать актуальной.

Научная новизна работы состоит, прежде всего, в том, что:

– предложена математическая модель системы газообмена дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха,

дополненная описанием процессов в эжекторе при различных способах его размещения в коллекторе выпускной системы;

- показана эффективность последовательного размещения эжектора после турбины турбокомпрессора в коллекторе выпускной системы;
- оценено влияние распределения энергии отработавших газов между турбиной турбокомпрессора и эжектором на эффективность турбонаддува в дизельном двигателе.

Практическая значимость результатов состоит в следующем:

- разработана методика расчета системы эжекционного охлаждения наддувочного воздуха с условием обеспечения максимальной её эффективности для заданного режима работы двигателя;
- определены геометрические параметры эжектора для 4-цилиндрового дизеля с турбонаддувом и охлаждением наддувочного воздуха;
- реализована методика расчета системы эжекционного охлаждения наддувочного воздуха в специализированных программных комплексах;
- обоснована целесообразность оценки эффективности эжектора использованием экспериментальной проверки его параметров на макетном двигателе как генераторе газа.

Апробация работы представляется вполне достойной: 4 статьи относятся к рецензируемым научным изданиям, рекомендуемым ВАК для опубликования результатов при защите кандидатских диссертаций, 2 статья в журналах, индексируемых базами данных Scopus и WoS. Салов А.Ю. представил свои научно-технические результаты на российских и международных конференциях, связанных с тематикой диссертационной работы.

Структура диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы из 80 наименований. Всего 155 страниц.

Во введении (5 страниц) кратко формулированы цели и задачи работы, ориентированные на решение прикладных проблем поршневого двигателестроения, а также отмечаются ее квалификационные признаки.

В первой главе (26 страниц) приведен обзор литературы, создающий представление о исходном состоянии данных по теме исследований. На основе проведенного обзора литературы обосновываются цели и задачи исследования.

Во второй главе (30 страниц) приводится математическое описание работы каждого из элементов, входящих в систему газообмена дизеля с турбонаддувом. Представлен анализ двух различных схем включения

эжектора в выпускную систему: схема с установкой эжектора после турбины и схема с установкой эжектора параллельно турбине. Показана связь элементов и их влияние друг на друга. Предложена обобщенная математическая модель, в которой объединены модели всех элементов, входящих в систему эжекционного охлаждения. Проанализированы условия нахождения рациональных соотношений параметров элементов, исходя из получения наибольшей мощности дизеля, наибольшей степени охлаждения наддувочного воздуха в ОНВ, наилучшей топливной экономичности. Определены условия, при которых эжекционная система охлаждения как минимум не хуже вентиляторной.

В третьей главе (37 страницы) даны решения уравнений, полученных во второй главе, применительно к двигателю 4ЧН 13/15. Найдены рациональные значения расходов отработавших газов через турбину и эжектор. Выполнены аналитические расчеты основных узлов системы газообмена: турбины, эжектора, охладителя наддувочного воздуха, а также рабочего цикла двигателя. На основе физико-математического моделирования определены пространственные поля температур, давлений и скоростей в проточных трактах турбины и эжектора.

Четвертая глава (20 страниц) посвящена описанию объекта исследования – дано обоснование применения модельного эжектора вместо реального, определены его размеры. Приведены методики экспериментального исследования показателей двигателя с установленным на него эжектором на различных режимах нагружения. Описаны экспериментальная установка, приборно-измерительная база, методики обработки результатов и оценки погрешностей экспериментов.

В пятой главе (22 страницы) представлены результаты экспериментальных исследований, проводившиеся на стенде с полноразмерным двигателем типа 4Ч 8,2/7,6 и измерительной системой. Получены нагрузочные, скоростные характеристики двигателя с установленным эжектором и регулировочные характеристики эжектора. Проводится сопоставление данных экспериментальных исследований с результатами аналитического расчета. Показана удовлетворительная сходимость.

Заключение на трех страницах суммирует выводы по работе.

В целом, диссертация производит приятное и положительное впечатление. Она займет достойное место в ряду научных исследований, ориентированных на совершенствование процессов газообмена в дизельных

двигателях с турбонаддувом и охладителем наддувочного воздуха. Изложение материала хорошо систематизировано. Совокупность приведенных данных и результатов с уверенностью позволяет судить о квалификационной состоятельности диссертационной работы Салова А.Ю.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Нижеследующие вопросы и замечания по диссертации носят, в целом, технический характер и не затрагивают квалификационной состоятельности работы, которая представляется неоспоримой.

1. В диссертации показана эффективность эжекционной системы охлаждения наддувочного воздуха в основном для номинального режима. Удастся ли поддерживать эффективность на частичных или переходных режимах работы дизеля?

2. В диссертации довольно подробно описаны аналитические уравнения для выполнения расчета рабочего цикла дизеля и определения параметров системы газообмена с эжекционной системой охлаждения наддувочного воздуха, разработанные автором. При этом, Салов А.Ю. также выполнял моделирование в специализированных программных продуктах. Однако, в автореферате отсутствуют математические модели для этих расчетов.

3. Салов А.Ю. не использовал введенный в 2012 г. в Российской Федерации ГОСТ Р 54500.3-2011 / Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008, рекомендующий проводить оценку неопределенности взамен расчета погрешности, и ГОСТ Р 54500.1-2011 / Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009, описывающий соответствующие процедуры.

4. Проводились ли экономические оценки затрат на модернизацию выпускной системы дизельных двигателей посредством установки эжекционной системы охлаждения наддувочного воздуха? Оценивалось ли изменение габаритных размеров дизельных двигателей при использовании эжекционного охлаждения в выпускной системе дизеля?

5. В диссертации не указан диапазон возможного применения эжекционного охлаждения наддувочного воздуха на дизеле. К каким типам двигателей можно отнести результаты (четырёхтактным или двухтактным), какой размерности (существуют ли геометрические ограничения), какого назначения и с какими конфигурациями систем газообмена?

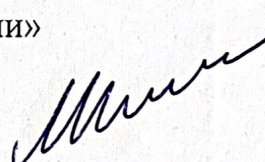
6. Обзор литературы по теме диссертации и, соответственно, список источников не выглядит всеобъемлющим. В списке литературы в основном ссылки на российские публикации.

7. В тексте диссертационной работы встречаются опечатки, жаргонные слова и грамматические ошибки. В автореферате довольно много сокращений и обозначений, что затрудняет восприятие информации.

Указанные замечания не снижают качества и научной ценности представленной диссертационной работы, которая решает актуальные задачи, и соответствует п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (ред. от 01.10.2018) к кандидатским диссертациям.

Таким образом, представленная диссертационная работа является законченным научным исследованием по совершенствованию рабочего цикла дизельных двигателей путем снижения затрат мощности на функционирование охладителя наддувочного воздуха при использовании эжектора для циркуляции воздуха через матрицу ОНВ. Выполненная работа удовлетворяет квалификационным требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям, а ее автор Салов Андрей Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели.

Профессор кафедры «Турбины и двигатели»
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина», д.т.н., доцент

 Леонид Валерьевич
Плотников

« 19 » _____ мая 2022 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Адрес организации: 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19
тел: +7 (343) 375-48-51, e-mail: l.v.plotnikov@urfu.ru

Подпись Плотникова Л.В. заверяю

Ученый секретарь УрФУ



 Вера Анатольевна
Морозова