

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Плотникова Леонида Валерьевича «Газодинамика и теплообмен пульсирующих потоков в системах газообмена устройств периодического действия», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

Диссертационная работа посвящена экспериментальному исследованию газодинамики и теплообмена пульсирующих потоков в системах газообмена энергомашин на базе поршневых двигателей с целью улучшения их эксплуатационных показателей. Она развивает сложившееся в Уральском федеральном университете научное направление по управлению газодинамическими и тепловыми процессами в энергетических установках различного назначения.

Рассматриваемая диссертация относится к актуальным в настоящее время исследованиям теплофизических процессов с выраженным акцентом на решение практических проблем, касающихся совершенствования поршневых двигателей. Автором выделен недостаточно изученный раздел этой проблематики, связанный с особенностями процессов газообмена (пульсирующие потоки в газодинамических системах при наполнении и очистке цилиндра). В работе гармонично сочетаются фундаментальные исследования газодинамики и теплообмена потоков и прикладные (инженерные) исследования в области поршневых двигателей.

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:

- выявлены отличия в тепломеханических характеристиках стационарных и пульсирующих потоков газа в газодинамических системах сложной конфигурации, в частности, имеет место как подавление, так и интенсификация теплоотдачи в диапазоне $\pm 40\%$;

- показано влияние квадратного и треугольного участка трубопровода в газодинамических системах на газодинамику и теплообмен нестационарных потоков во впускных и выпускных системах: изменение степени турбулентности на $\pm 25\%$, отличия в интенсивности теплоотдачи на $\pm 35\%$, рост расхода воздуха на 5-17 %;

- определены мощностные характеристики дизельного двигателя с впускной системой с участками разного поперечного сечения на основе стендовых испытаний: наличие квадратного или треугольного участка приводит к росту мощности дизеля в диапазоне 3-17 %;

- установлено влияние степени турбулентности нестационарных газовых потоков в выходном канале компрессора турбокомпрессора на локальные напряжения трения (с ростом степени турбулентности от 0,08 до 0,16 напряжения трения снижались в пределах 20 %);

- определены особенности и выявлены отличия в газодинамике и теплообмене нестационарных потоков в газодинамических системах при наличии механического воздействия (турбокомпрессора) на течение, а именно, имеет место рост значений степени турбулентности в 2,0-2,5 раза, а также как интенсификация, так и подавление теплоотдачи в 1,1-1,7 раза;

- предложены способы управления газодинамикой и теплообменом нестационарных потоков в системах газообмена поршневых двигателей путем изменения их конструкции, а также на основе газодинамических воздействий на течение газов.

Обоснованность и достоверность полученных автором результатов не вызывает сомнений, поскольку в работе применялись проверенные компьютерные программы при проведении инженерных вычислений, численного моделирования, обработки и визуализации результатов измерений, а также достоверностью самих экспериментальных данных, что достигалось сочетанием проверенных методов исследования и воспроизводимостью результатов опытов, использованием измерительных приборов с необходимым метрологическим обеспечением и хорошим согласованием пилотных опытов с результатами других авторов.

Теоретическая и практическая значимость работы высока. Полученные автором результаты расширяют базу знаний о тепломеханических процессах при течении нестационарных потоков в газодинамических системах, уточняют теоретические и прикладные представления о газодинамике и теплоотдаче течений в системах газообмена поршневых двигателей, создают основу для совершенствования инженерных методов расчета впускных и выпускных систем для перспективных энергомашин на базе поршневых двигателей. Следует отметить, что результаты исследования внедрены на ряде промышленных предприятий: ООО «Уральский дизель-моторный завод», ПАО «Уралмашзавод» и ООО «Элитгаз». Дополнительно следует подчеркнуть, что конструктивная реализация предлагаемых способов совершенствования газодинамики и теплообмена в системах газообмена поршневых двигателей защищена патентами РФ (автором получены 6 патентов на полезные модели).

Апробация работы представляется вполне достойной: 34 статьи относятся к рецензируемым научным изданиям, рекомендуемым ВАК для опубликования результатов при защите докторских диссертаций, 6 патентов РФ, 2 монографии, 21 статья в журналах, индексируемых базами данных Scopus и WoS (есть совместные публикации со специалистами ABB Turbo Systems). Плотников Л.В. ежегодно участвует в представительных Российских и Международных конференциях, связанных с тематикой диссертационной работы.

Структура диссертации является характерной для экспериментальных работ и состоит из оглавления, введения, шести глав, заключения, списка обозначений и сокращений, а также списка литературы из 286 наименований и четырех приложений. Всего 344 страницы с приложениями.

Во введении (11 страниц) кратко сформулированы цели и задачи работы, ориентированные на решение фундаментальных и прикладных проблем, а также отмечаются ее квалификационные признаки.

В первой главе (67 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 (41 страница) описаны методики проведения опытов и проведена оценка неопределенности эксперимента. Приводится довольно подробное описание методик проведения опытов, комплекса лабораторных установок и стендов с действующими двигателями, а также системы сбора и обработки экспериментальных данных и описана ее калибровка. Ввиду сложности объекта исследования автором вполне спра-

ведливо выбран экспериментальный подход к анализу процессов в системах газообмена.

В третьей главе (22 страницы) представлены особенности газодинамики и теплообмена потоков в газодинамических системах сложной конфигурации применительно к поршневым двигателям внутреннего сгорания, а также выполнено сравнение газодинамических и теплообменных характеристик для стационарных и пульсирующих потоков для рассматриваемых газодинамических систем.

Четвертая глава (49 страниц) представлены результаты экспериментального исследования влияния поперечного профилирования трубопроводов на газодинамику и теплообмен пульсирующих потоков в газодинамических системах сложной конфигурации применительно к поршневым двигателям. Представлены результаты стендовых испытаний дизеля с впускной системой, имеющей профилированные участки с поперечными сечениями в форме квадрата и треугольника. Для нескольких двигателей показана конструкторская прорисовка систем газообмена с профилированными каналами.

В пятой главе (31 страница) изложены результаты исследования влияния исходной внешней турбулентности (механического воздействия лопаток компрессора и турбины турбокомпрессора) на газодинамику и теплообмен пульсирующих потоков в газодинамических системах сложной конфигурации применительно к впускной и выпускной системам поршневых двигателей.

В шестой главе (58 страниц) рассмотрены способы управления газодинамикой и теплообменом пульсирующих потоков газа, подверженных влиянию исходной внешней турбулентности, в газодинамических системах сложной конфигурации применительно к впускным и выпускным системам двигателей. Для впускной системы предлагаются следующие способы: установка выравнивающей решетки, нанесение канавок на внутреннюю поверхность канала, сброс избыточного наддувочного воздуха. Для выпускной системы – применение эффекта эжекции. Для всех случаев приводятся первичные данные и довольно подробный анализ газодинамических и теплообменных характеристик пульсирующих потоков при разном воздействии на течения. Для всех технических решений, предлагаемых автором, просчитаны положительные эффекты по улучшению эксплуатационных показателей двигателей, а также выполнены конструкторские проработки (эскизы, 3D-модели) модернизированных впускных и выпускных систем.

Заключение на пяти страницах суммирует выводы по работе.

В целом, диссертация производит приятное и положительное впечатление. Она займет достойное место в ряду научных исследований, ориентированных на совершенствование газодинамики и теплообмена пульсирующих потоков в газодинамических системах, конфигурации которых характерны для впускных и выпускных систем энергомашин на базе поршневых двигателей. Изложение материала хорошо систематизировано. Совокупность приведенных данных и результатов с уверенностью позволяет судить о квалификационной состоятельности диссертационной работы Плотникова Л.В.

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 работе не указан диапазон возможного применения результатов работы. К каким типам двигателей можно отнести результаты: двигателям с наддувом или без наддува

, четырехтактным или двухтактным, какой размерности и с какими конфигурациями систем газообмена?

2. В диссертации присутствуют иллюстрации вихревых токов других авторов, полученные для стационарного течения газов в каналах разной конфигурации. Однако отсутствует какая-либо информация о структуре потоков и наличии вихревых структур в пульсирующих потоках для газодинамических систем, рассматриваемых в данной работе.

3. Фактически не затрагивается вопрос совместного влияния клапанного узла и профилированных участков на газодинамические и расходные характеристики потоков в системах газообмена. Остается открытым вопрос: влияние какого конструктивного элемента является определяющим и в какой степени?

4. В работе анализ и выводы делаются на основе единичных датчиков термоанемометра в определенных поперечных сечениях каналов. Однако очевидно, что в газовоздушных трактах имеет место сложное трехмерное нестационарное течение. Не приведет ли увеличение числа точек измерения к другим заключениям?

5. Большинство данных по газодинамике и локальной теплоотдаче получены только для прямолинейных трубопроводов. Однако впускные и выпускные системы поршневых двигателей чаще всего имеют сложные изгибы и повороты.

6. Следует отметить, что в большинстве случаев опыты на экспериментальных установках проведены в «холодном» режиме: воспроизведе-

ния реального цикла двигателя в полном объеме они не позволяют. Это обстоятельство могло существенно влиять на характер течения рабочего тела в газодинамических системах, поскольку: отсутствовало сгорание топлива, не осуществлялось перекрытие фаз работы клапанов, не было противотоков выпускных газов во впускной трубопровод и др.

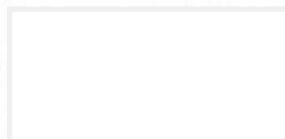
7. В тексте диссертационной работы встречаются опечатки и грамматические ошибки.

Указанные замечания не снижают качества и научной ценности представленной диссертационной работы, которая решает актуальные задачи, имеющие большое значение для экономики России, 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 докторским диссертациям.

Диссертационная работа Плотникова Л.В. «Газодинамика и теплообмен пульсирующих потоков в системах газообмена устройств периодического действия» является законченным научным исследованием по газодинамике и теплообмену пульсирующих потоков в газодинамических системах, удовлетворяет квалификационным требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к докторским диссертациям, а ее автор Плотников Леонид Валерьевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Профессор, главный научный сотрудник
кафедры «Двигатели внутреннего сгорания
и электронные системы автомобилей»
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный
университет (национальный исследовательский
университет)», д.т.н., проф.

Евгений Анатольевич
Лазарев



«23» марта 2021 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Адрес организации: 454080, Челя

тел: +7 (351) 267-99-00

e-mail: lea2@mail.ru

Получила в совет об.уч.я

Уч. секретарь ДС ЮУ/БФУ/В/
С отзывом ознакомлен 06.04.2021

М.М. ПЛОТНИКОВ Л.В.