

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 212.173.02 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30 апреля 2021 протокол № 2

О присуждении Плотникову Леониду Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Газодинамика и теплообмен пульсирующих потоков в системах газообмена устройств периодического действия» в виде рукописи по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника принята к защите 25 января 2021 г., протокол № 2 диссертационным советом Д 212.173.02 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Плотников Леонид Валерьевич 1983 года рождения, гражданин России, в 2006 г. с отличием окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный технический университет – УПИ» с присуждением квалификации инженер. В 2009 году окончил очную аспирантуру в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Уральский государственный технический университет имени Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург). В 2009 году защитил

диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника и 05.04.02 – Тепловые двигатели в диссертационном совете Д212.285.07, созданном на базе Уральского государственного технического университета имени Б.Н. Ельцина. Диплом кандидата технических наук серии ДКН № 091600. В 2015 году приказом Министерства образования и науки Российской Федерации Плотникову Л.В. присвоено ученое звание доцента по специальности «Тепловые двигатели» (аттестат ЗДЦ № 001390). В настоящее время работает в Федеральном государственном автономном учреждении высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» в должности доцента кафедры «Турбины и двигатели».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном учреждении высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Научный консультант – доктор физико-математических наук, профессор Жилкин Борис Прокопьевич, Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Уральский энергетический институт, кафедра «Теплоэнергетика и теплотехника», должность профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Исаев Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации», лаборатория фундаментальных исследований, заведующий, г. Санкт-Петербург;

Лазарев Евгений Анатольевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», кафедра двигателей

внутреннего сгорания и электронных систем автомобилей, профессор, главный научный сотрудник, г. Челябинск;

Пиралишвили Шота Александрович, заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», кафедра общей и технической физики, профессор, г. Рыбинск; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой физической и вычислительной механики, д.ф.-м.н. Е.Л. Лобода, утвержденным проректором по научной и инновационной деятельности, д.ф.-м.н. А.Б. Ворожцовым указала, что соискатель заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Соискатель имеет 63 опубликованные работы по теме диссертации, в том числе 34 статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, из них 1 статья опубликована без соавторов. Получено 6 патентов РФ на полезную модель. Авторский вклад в опубликованные работы составляет не менее 65 %. Общий объем публикаций – 26,25 п. л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Plotnikov, L.V.** Specific aspects of the thermal and mechanic characteristics of pulsating gas flows in the intake system of a piston engine with a turbocharger system / L.V. Plotnikov, B.P. Zhilkin // Applied Thermal Engineering. – 2019. – Vol. 160. – 114123.

2. **Plotnikov, L.V.** Influence of Intake/exhaust Channel Lateral Profiling on Thermomechanics of Pulsating Flows / Y.M. Brodov, L.V. Plotnikov, B.P. Zhilkin // *Technical Physics*. – 2018. – Vol. 63, № 3. – P. 319-324.

3. **Plotnikov, L.V.** Influence of gas-dynamical nonstationarity on local heat transfer in the gas-air passages of piston internal-combustion engines / L.V. Plotnikov, B.P. Zhilkin // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. – 2018. – Vol. 91, № 6. – P. 1444-1451.

4. **Plotnikov, L.V.** The gas-dynamic unsteadiness effects on heat transfer in the intake and exhaust systems of piston internal combustion engines / L.V. Plotnikov, B.P. Zhilkin // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. – 2017. – Vol. 115. – P. 1182–1191.

5. **Плотников, Л.В.** Газодинамическое совершенствование системы впуска автомобильного двигателя за счет поперечного профилирования каналов / Л.В. Плотников, А.М. Неволин, М.О. Мисник // *Транспорт Урала*. – 2017. – № 3(54). – С. 82-86.

6. **Плотников, Л.В.** Снижение тепловой напряженности впускных и выпускных систем двигателей внутреннего сгорания с наддувом / Ю.М. Бродов, Б.П. Жилкин, Л.В. Плотников // *Научно-технический журнал «Надежность и безопасность энергетики»*. – 2016. – № 1 (32). – С. 19-23.

7. **Плотников, Л.В.** Экспериментальное исследование и совершенствование процессов газообмена поршневых и комбинированных ДВС в условиях газодинамической нестационарности / Л.В. Плотников, Б.П. Жилкин, Ю.М. Бродов // *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*. – 2015. – № 12 (669). – С. 35-44.

8. **Plotnikov, L.V.** Increasing Reliability of Gas-Air Systems of Piston and Combined Internal Combustion Engines by Improving Thermal and Mechanic Flow Characteristics / Y.M. Brodov, N.I. Grigoryev, B.P. Zhilkin, L.V. Plotnikov, D.S. Shestakov // *Thermal Engineering*. – 2015. – Vol. 62, № 14. – P. 1038–1042.

9. **Плотников, Л.В.** Влияние турбины турбокомпрессора на тепломеханические характеристики потока в выпускном тракте поршневого ДВС / Ю.М. Бродов, Н.И. Григорьев, Б.П. Жилкин, Л.В. Плотников, Д.С.

Шестаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Энергетика. – 2014. – 14, № 2. – С. 5-11.

10. **Плотников, Л.В.** Снижение пульсации потока во впускной системе поршневого ДВС с наддувом / Д.С. Шестаков, Л.В. Плотников, Б.П. Жилкин, Н.И. Григорьев // Двигателестроение. – 2013. – № 1. – С. 24-27.

11. **Плотников, Л.В.** Особенности изменения скорости и локального коэффициента теплоотдачи во впускных каналах разной конфигурации поршневого ДВС / Л.В. Плотников, Б.П. Жилкин // Ползуновский вестник. – 2012. – №3/1. – С. 178-183.

12. **Плотников, Л.В.** Некоторые особенности газодинамики процесса впуска при наддуве поршневых ДВС / Б.П. Жилкин, Д.С. Шестаков, Л.В. Плотников // Тяжелое машиностроение. – 2012. – № 2. – С. 48-51.

13. **Плотников, Л.В.** О необходимости исследования процесса впуска и выпуска в поршневых ДВС в динамике / Б.П. Жилкин, Д.С. Шестаков, Л.В. Плотников // Вестник академии военных наук. – 2010. – № 1. – С. 54-57.

14. **Плотников, Л.В.** Динамические характеристики газодинамики и теплоотдачи во впускном тракте поршневого ДВС / Л.В. Плотников, Б.П. Жилкин // Двигателестроение. – 2009. – № 2. – С. 55-56.

15. **Плотников, Л.В.** Влияние формы поперечного сечения впускного канала на газодинамику и расходные характеристики процесса впуска в ДВС / Б.П. Жилкин, Л.В. Плотников // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. – № 7-8. – С. 94-98.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов, все отзывы положительные:

1. Баженов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, ООО «Институт автомобильного транспорта и технических экспертиз», директор, отмечает, что отсутствуют математические модели для расчета рабочего процесса поршневых двигателей, а также ставит вопросы об оценке массогабаритных размеров двигателей с модернизированными системами

газообмена и максимальном эффекте от применения эффекта эжекции в выпускной системе двигателя.

2. Фурин Виталий Олегович, кандидат технических наук, ПАО «Уральский завод тяжелого машиностроения» (ПАО «Уралмашзавод»), главный конструктор, ставит вопросы об оценке экономических затрат на модернизацию выпускной системы на основе эффекта эжекции и о изменении габаритных размеров систем газообмена с новыми техническими решениями, а также отмечает, что в автореферате отсутствуют чертежи модернизированных систем газообмена.

3. Григорьев Никита Игоревич, кандидат технических наук, ООО «Уральский дизель-моторный завод», главный конструктор, отметил, что недостаточно внимания уделяется конструкторской проработке способов модернизации систем газообмена двигателей, в автореферате не указан диапазон применимости технических решений, а также констатирует, что исследования проводились только на основе одного турбокомпрессора; ставит вопрос о принципе выбора режимов работы двигателя и турбокомпрессора в исследованиях.

4. Кузнецов Гений Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Инженерная школа энергетики, НОЦ И.Н. Бутакова, профессор и Половников Вячеслав Юрьевич, кандидат технических наук, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Инженерная школа энергетики, НОЦ И.Н. Бутакова, доцент, делают замечания, что недостаточно внимания уделено анализу погрешностей экспериментов и оценке технико-экономических показателей двигателей, а также отмечают недочеты по оформлению автореферата.

5. Тугов Андрей Николаевич, доктор технических наук, ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», отделение парогенераторов и топочных устройств, заведующий, отметил, что

исследования проводились только для одной размерности турбокомпрессора, недостаточно подробно описаны лабораторные стенды, а также непонятны расходные характеристики потоков при сравнении интенсивности теплоотдачи в системах с наддувом и без него.

6. Коверда Владимир Петрович, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, Институт теплофизики УрО РАН, лаборатория фазовых переходов и неравновесных процессов, заведующий, отметил, что опыты проводились без учета реальных температур рабочего цикла двигателей, не определен источник сжатого воздуха для создания эффекта эжекции, а также неясно как учитывалась шероховатость стенок при определении интенсивности теплоотдачи.

7. Попов Игорь Александрович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», кафедра «Теплотехника и энергетическое машиностроение», профессор, задал вопросы относительно снижения интенсивности теплоотдачи при пульсирующем потоке в сравнении со стационарным течением в газодинамической системе и о влиянии длины профилированного участка на газодинамические и теплообменные показатели в системах газообмена.

8. Поршневу Геннадий Павлович, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Высшая школа транспорта, профессор, подчеркнул, что отсутствуют чертежи систем газообмена, а также непонятны физический механизм подавления теплоотдачи во впускной системе при разных режимах течения газа и выбор конструкции газодинамической системы с канавками.

Выбор официальных оппонентов обосновывается высокой квалификацией специалистов, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации. Так, область научных интересов доктора физико-математических наук, заведующего лабораторией фундаментальных исследований, Исаева Сергея Александровича связана с вихревой интенсификацией теплообмена, вычислительной

гидродинамикой и теплообменом, а также управлением турбулентностью потоков; доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника Лазарева Евгения Анатольевича – совершенствование процессов газообмена и топливоподачи, модернизацией агрегатов наддува двигателей, тепловой и механической напряженностью элементов дизеля, теплофизическими процессами в системах газообмена; заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора технических наук, профессора Пиралишвили Шота Александровича – термогазодинамика и тепломассообмен в закрученных потоках, вихревой эффект Ранка-Хилша, термодинамические циклы различных устройств.

Выбор ведущей организации (ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет») обусловлен широкой известностью и результатами мирового уровня в области исследования теплофизических процессов в различных технических устройствах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложены научная концепция изучения особенностей тепломеханических процессов пульсирующих газовых потоков в газодинамических системах и перспективные способы управления газодинамикой и теплообменом пульсирующих потоков в системах газообмена, позволяющие улучшить эксплуатационные показатели энергетических машин, реализующих системы газообмена периодического действия;

разработаны технические решения для модернизации систем газообмена поршневых двигателей, позволяющие улучшить показатели надежности, повысить мощностные характеристики и снизить удельный расход топлива;

выявлены отличия в газодинамике и теплообмене пульсирующих и стационарных потоков в газодинамических системах сложной конфигурации;

определены закономерности изменения локальных мгновенных значений скорости, давления и напряжений трения во времени для пульсирующих потоков в газодинамических системах при разных начальных условиях, в том числе в трубопроводах с квадратными и треугольными участками;

установлены физические зависимости изменения мгновенных значений местных скорости и давления, а также локальных напряжений трения во времени для пульсирующих потоков в системах газообмена энергетических машин на базе поршневых двигателей;

предложены новые технические решения для систем газообмена двигателей, улучшающие их технико-экономические характеристики и показатели надежности; предлагаемые технические решения основаны на изменении геометрии газодинамических систем и на газодинамических воздействиях на пульсирующий поток.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что полученные результаты **расширяют** базу знаний о тепломеханических процессах при течении пульсирующих потоков газа в газодинамических системах, **уточняют** теоретические и прикладные представления о газодинамике и теплоотдаче течений при заполнении и опорожнении полости переменного объема, **создают** основу для совершенствования инженерных методов расчета систем газообмена для перспективных устройств периодического действия.

Применительно к исследуемым задачам результативно использованы методы экспериментального исследования: метод термоанемометрирования – для определения мгновенных значений скорости и локальных напряжений трения пульсирующих потоков; термодатный метод – для определения температуры потоков и поверхностей; быстродействующие датчики давления; сами исследования проводились на лабораторных установках и натурных моделях поршневых двигателей; проверка лабораторных данных и положительных эффектов осуществлялась в ходе испытаний на действующих бензиновом и дизельном двигателях;

применительно к исследуемым задачам применялись эффективные методики измерения и обработки экспериментальных данных для получения количественной информации о величинах скорости, статического давления, температуры, локальных напряжений трения, расходе газа;

применительно к исследуемым задачам для оценки эксплуатационных показателей двигателей с модернизированными системами газообмена

применялись инженерные расчеты (метод Б.А. Шароглазова) и математическое моделирование рабочего цикла двигателей в программах Дизель-ПК, ACTUS.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана электронная схема термоанемометра постоянной температуры (защищенная патентом РФ);

предложены оригинальные технические решения (защищенные патентами РФ) для систем газообмена энергетических машин на базе двигателей, улучшающие их эксплуатационные показатели;

выполнены эскизные проработки, включая твердотельные 3D-модели, модернизированных конструкций впускных и выпускных систем для серийных бензиновых и дизельных двигателей;

за счет реализации ряда технических решений, предложенных соискателем, **достигнуты** более высокие технико-экономические и эксплуатационные показатели для различных поршневых двигателей, которые могут применяться для создания перспективных транспортных энергетических машин и установок;

внедрены результаты экспериментальных исследований на ООО «Уральский дизель-моторный завод» для совершенствования впускных и выпускных систем дизелей семейства ДМ-21 и ДМ-185 (подтверждено справкой о внедрении);

внедрены научно-технические решения в ПАО «Уралмашзавод» для улучшения эффективности эксплуатации энергетических машин гидравлических экскаваторов и горной техники (подтверждено справкой о внедрении);

внедрены результаты исследований в ООО «Элитгаз» при доводке и модернизации систем газообмена газопоршневых двигателей (подтверждено справкой о внедрении).

внедрены результаты исследований в учебный процесс в Федеральном государственном автономном учреждении высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» в рамках дисциплин «Теория рабочих процессов двигателей» и «Агрегаты наддува двигателей» на кафедре турбин и двигателей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ – достоверность полученных количественных оценок обеспечена: применением проверенных, специализированных компьютерных программ для проведения аналитических и инженерных вычислений, моделирования на основе фундаментальных физических законов, а также высокой точностью экспериментальных данных, обеспеченных воспроизводимостью результатов опытов, использованием измерительных приборов с необходимым метрологическим обеспечением, их регулярной поверкой и согласованием результатов опытов с результатами других авторов;

применением современных методик сбора и обработки экспериментальных данных о быстроменяющихся процессах;

обоснованностью применяемых методик оценки технико-экономических характеристик и показателей надежности двигателей;

корректностью сопоставления характеристик разработанных систем газообмена с аналогичными конструкциями от передовых производителей, подтверждающего показатели предлагаемых технических решений на мировом уровне;

соответствием полученных результатов и выводов известным данным, полученным ранее по рассматриваемой тематике.

Личный вклад соискателя заключается в определении целей и задач научной работы, выборе методов исследования, моделировании, выполнении аналитических расчетов, разработке и отладке экспериментальных стендов, проведении экспериментальных исследований, анализе полученных данных; подготовке статей в отечественные и зарубежные журналы, издании монографий, получении патентов РФ; все научно-технические результаты исследований получены лично автором или при его непосредственном участии (личный вклад автора в опубликованных материалах составляет не менее 65 %).

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой получены важные закономерности влияния различных граничных условий на тепломеханические характеристики

нестационарных потоков в системах газообмена при заполнении и опорожнении полости переменного объема. В диссертационной работе предложен комплекс научно обоснованных технических решений по модернизации конструкций систем газообмена для энергетических машин на базе поршневых двигателей, внедрение которых вносит существенный вклад в развитие российской экономики. Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной цели и обладает внутренним единством, что подтверждается наличием основной идейной линии, взаимосвязью поставленных задач, полученных результатов и выводов.

На заседании 30 апреля 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить **Плотникову Леониду Валерьевичу** ученую степень доктора технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени 14, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,
доктор физико-математических наук,
академик РАН

С.В. Алексеенко

Ученый секретарь диссертационного
кандидат технических наук

О.В. Боруш

30 апреля 2021 года