ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.437.09, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 09.04.2025 г. №4

О присуждении Наумову Алексею Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Снижение тепловой и механической нагруженности конвертированного дизеля в составе инверторной энергоустановки» по специальности 2.4.7 «Турбомашины и поршневые двигатели» принята к защите 29.01.2025 г. (протокол заседания № 1) диссертационным советом 24.2.437.09, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76, приказ о создании диссертационного совета №1169/нк от 12 октября 2022 г.

Соискатель Наумов Алексей Владимирович, 30.04.1977 года рождения, в 1999 г. с отличием окончил Челябинский военный автомобильный институт по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» с присвоением квалификации инженера. В 2010 г. с отличием окончил федеральное государственное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военный учебно-научный центр Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооружённых Сил Российской Федерации» (г. Москва) по специальности «Управление эксплуатацией вооружения, военной техники и техническим обеспечением войск (сил)». С 01.03.2018 г. по 28.02.2021 г. был прикреплен в качестве соискателя на кафедре колесных и гусеничных машин федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный

исследовательский университет)» по направлению Машиностроение (15.06.01), направленность Тепловые двигатели (05.04.02).

В настоящее время работает в военном учебном центре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» начальником учебной части – заместителем начальника кафедры танковых войск; с 2021 г. по настоящее время на условиях внутреннего совместительства – доцентом кафедры колесных и гусеничных машин (с 2024 г. кафедра реорганизована в Передовую инженерную школу двигателестроения и специальной техники «Сердце Урала») федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Колёсные и гусеничные машины» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Малозёмов Андрей Адиевич, доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории исследований моторно-трансмиссионного блока автомобильной, дорожно-строительной и специальной техники научно-образовательного центра «Энерго- и ресурсоэффективные технологии в дизелестроении для бронетанковой техники и инженерных машин» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск.

Официальные оппоненты:

1. Плотников Леонид Валерьевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Турбины и двигатели» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург;

2. Медведев Геннадий Валериевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Двигатели внутреннего сгорания» Свистулой Андреем Евгениевичем и доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Синицыным Владимиром Александровичем указала, что диссертационная работа Наумова А.В. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором расчетных и экспериментальных исследований обосновано техническое решение по снижению теплового состояния и механических нагрузок деталей цилиндропоршневой группы конвертированного дизеля в составе инверторной энергоустановки, заключающееся в уменьшении геометрической степени сжатия двигателя при одновременном повышении давления наддува с обеспечением нормативных значений пусковых качеств. Диссертационная работа «Снижение тепловой и механической нагруженности конвертированного дизеля в составе инверторной энергоустановки» содержит новые научные результаты и положения, соответствует критериям, установленным п.п. 9-14 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 16.10.2024) «О порядке присуждения ученых степеней» (изм. и доп. 01.01.2025), а её автор Наумов Алексей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.7 – «Турбомашины и поршневые двигатели».

Соискатель имеет 79 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 26 работ, из них: 3 статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России; 2 статьи в изданиях, индексируемых в базах данных международных индексах цитирования Scopus; 1 свидетельство РФ о государственной регистрации программ для ЭВМ; 1 патент РФ на полезную модель. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации составляет 9,34 п.л. (авторских 6,22 п.л.).

В диссертацию включены результаты, полученные автором лично. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах.

Публикации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России:

1. Наумов, А.В. Снижение механической и тепловой напряженности первичного конвертированного тракторного дизеля в составе многофункционального энерготехнологического комплекса / **А.В. Наумов**,

А.А. Малозёмов, В.С. Кукис, Р.Р. Гимазетдинов // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2018. – Т. 22. – № 2 (80). – С. 25-33. – EDN XQWRSH (0,25/0,56 п.л.).

2. Малозёмов, А.А. Программное обеспечение для имитационного моделирования автономных теплоэнергетических установок / А.А.Малозёмов, **А.В. Наумов**, Г.А. Малозёмов // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2019. – № 10 (214). – С. 38-42. – EDN TJWDJE (0,19/0,31 п.л.).

3. Редько, И.Я. Прогнозирование ресурса многофункциональных энерготехнологических комплексов / И.Я. Редько, А.А. Малозёмов, **А.В. Наумов**, Д.В. Козьминых, Г.А. Малозёмов // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2020. – № 9(225). – С. 76-79. – EDN EOKNIA (0,13/0,25 п.л.).

Публикации в научных изданиях, индексируемых в международных базах Scopus:

4. Malozemov, A.A. Hybrid Power System with Variable Speed Diesel Engine / A. Malozemov, V. Kukis, **A. Naumov** // Proceedings – 2018 International Ural Conference on Green Energy, UralCon 2018, Chelyabinsk, 04–06 октября 2018 года. – Chelyabinsk, 2018. – P. 63-68. – DOI 10.1109/ URALCON.2018.8544335. – EDN PMWEBB (0,19/0,38 п.л.).

5. Malozemov, A.A. Trinkler cycle analysis with maximum pressure limitation / A.A. Malozemov, **A.V. Naumov**, A.V. Shavlov // Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2022. – P. 461-468. – DOI 10.1007/978-3-030-85233-7_56. – EDN PDWEMU (0,31/0,50 п.л.).

Патенты на полезные модели, свидетельства на программы для ЭВМ:

6. Когенерационная энергетическая установка / А.А. Малозёмов, Р.Р. Гимазетдинов, В.С. Кукис, **А.В. Наумов**, Г.А. Савиновских, Д.А. Новикова. Патент РФ на полезную модель № 183358. Выдан 19.09.2018.

7. Программный класс для определения влияния степени сжатия на показатели процессов в камере сгорания дизеля / **А.В. Наумов**, Г.А. Малозёмов, В.С. Кукис. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020614099. Выдано 26.03.2020.

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают ее основные положения.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов. Во всех отзывах отмечается актуальность темы диссертации и даётся положительная оценка результатов работы.

Замечания, отмеченные в отзывах:

1. Ведущая организация ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (ФГБОУ ВО «АлтГТУ»). Отзыв составлен Свистула А.Е., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Двигатели внутреннего сгорания» и Синицын В.А. д.т.н., профессор, профессор кафедры «Двигатели внутреннего сгорания»:

– в работе практически не упоминаются современные способы критериальной оценки уровня теплового состояния деталей двигателя, разработанные и внедренные в практику двигателестроения отечественными учеными (например, критерии Костина А.К., Стефановского Б.С., Розенблита Г.Б., Батурина С.А. и других авторов). В работе для оценки теплонапряженности двигателя было бы целесообразным и достаточно обоснованным использование проверенного временем и практикой критерия теплонапряженности профессора ЛПИ Костина А.К., который учитывает геометрию деталей ЦПГ, параметры рабочего процесса, уровень форсирования двигателя и другие параметры рабочего процесса. Такие критерии позволили бы автору без проведения сложных расчетных исследований уже на стадии проектирования теплонапряженных деталей цилиндропоршневой группы двигателя (например, поршня) дать предварительную оценку уровня его теплонапряженности.

– из представленной диссертации не ясно, какими граничными условиями пользовался автор при расчете теплового состояния поршня дизеля 4ЧН 15/20,5 методом конечных элементов (МКЭ) и получил снижение температуры поршня над первым поршневым кольцом 35 – 45 К.

– утверждение автора, что (стр. 29 предпоследний абзац) «…ДВС с переменной частотой вращения КВ работают в условиях повышенной, по сравнению с традиционными, механической и тепловой напряженности, что может негативно отразиться на их ресурсе…», в диссертации ничем и никак не подтверждается.

– в работе присутствуют нечеткие, слишком общие формулировки, например:

непонятно, о каких математических моделях, о моделях каких процессов двигателя, в каких системах и механизмах идет речь (задачи исследования);

в работе присутствует не совсем точный и, тем более, не раскрытый полностью термин «тепловая нагруженность» двигателя, который следовало бы заменить на «температурное состояние поршня», так как анализ теплонапряженности деталей цилиндропоршневой группы и других деталей исследуемого дизеля в полном объеме в работе не рассматривается;

основные результаты исследования и сделанные на основании этого выводы, на наш взгляд, слишком растянуты, часть выводов неконкретны, некоторые –

констатируют известные положения (например, на стр. 152: «снижение степени сжатия при одновременном повышении давления наддува влечет уменьшение максимального давления газов в камере сгорания, максимальной температуры газов в камере сгорания, температуры поршня над первым поршневым кольцом».

– в материалах диссертации, по-нашему мнению, слишком большое внимание уделено оптимизации только одного параметра, характеризующего эффективность рабочего процесса дизеля – степени сжатия. При этом должного внимания не уделено другим важным параметрам (например, частота вращения и др.), определяющим степень эффективности рабочего процесса дизеля, его экономические и экологические показатели.

– в работе не представлено ни одной характеристики исследуемого дизеля (скоростные, нагрузочные), которые бы позволили провести сравнительный анализ мощностных, экономических и экологических показателей дизеля 4ЧН15/20,5 в исходной комплектации и при измененной степени сжатия и давлении наддува.

– некоторую часть представленного теоретического материала можно отнести к общеизвестным для специалистов в данной отрасли знаниям (кинематика КШМ, анализ сил, действующих в КШМ) и, по-нашему мнению, можно было бы исключить из текста диссертации.

– к сожалению, в работе имеются отдельные неточности при оформлении, написании формул и некорректное использование ряда технических терминов и выражений. Например, в выражении (1.8, стр. 39) коэффициент α_T – это коэффициент теплоотдачи, а не теплообмена; «ДВС может выполнять свои функции только, если он запустился» (стр. 28, абзац 3); в автореферате отсутствует страница 12; обозначение двигателя «4ЧН15/20,2» на с. 14 автореферата.

2. Официальный оппонент Плотников Л.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Турбины и двигатели» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ):

– в диссертации показаны положительные эффекты от снижения степени сжатия (с 14,5 до 12,5) при одновременном увеличении давления наддува дизеля для инверторной энергоустановки. Почему не исследовалось дальнейшее снижение степени сжатия и соответствующее повышение давление наддува?

– каким образом изменялась степень повышения давления турбокомпрессоров в опытах? Как изменялся КПД турбокомпрессоров при изменении степени повышения давления? Измерялась ли температура воздуха во впускных органах дизеля при изменении степени повышения давления?

– на основе испытаний был выявлен оптимальный алгоритм управления дизелем в составе инверторной энергоустановки (рис. 4.10)? Почему аналогичные результаты не были получены посредством численного моделирования?

– почему в качестве одного из критериев эффективности дизеля в рамках математического моделирования используется термический КПД, а не индикаторный или эффективный КПД двигателя?

– возможно ли распространение полученных результатов на инверторные энергоустановки с дизелями, имеющими другие типоразмеры, мощность, количество цилиндров и т.д.?

– содержание диссертации могло быть лучше гармонизировано, в частности:

объем глав диссертации является неравномерным: 10 и 14 страниц – главы 5 и 3, соответственно, тогда как первая глава – 45 страниц;

результаты моделирования о влиянии величины степени сжатия на экологические характеристики двигателя выбиваются из тематики исследования (тепловая и механическая нагруженность двигателя), тем более что эти данные не подтверждаются посредством испытаний;

раздел 4.2 в диссертации также представляется излишним. Какие результаты были уточнены или улучшены путем применения нейронной сети? Чем объясняется волнообразный вид зависимостей на рис. 4.12а или 4.16а?

– в диссертации представлены погрешности измерительных приборов, но отсутствует оценка неопределенности экспериментов.

– в тексте диссертационной работы встречаются опечатки, жаргонные слова и грамматические ошибки.

3. Официальный оппонент Медведев Г.В., д.т.н., профессор кафедры «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»:

– в первой задаче исследования, требуется пояснения о каких «особенностях конструкции» ДВС идет речь – (стр. 12).

– страница 66, опечатка в последнем абзаце, «рисунка 2.2» вместо «рисунка 2.3».

– в формулах 2.12 и 2.13 (стр. 68) требует пояснения при каких значениях показателя адиабаты, следует полученные значения констант А и В для уравнения 2.11 и чем это обоснованно?

– на странице 70 приведены частоты вращения коленчатого вала ДВС выбираемые для полнофакторного эксперимента 1250, 950, 650 мин$^{-1}$, однако на стр. 8 автор приводит ссылку на ГОСТ 33105-2014 [1] и приведением частот вращения

из стандартного ряда (750, 1000, 1500 мин$^{-1}$), что требует пояснения.

– рисунок 2.8 (стр. 73), из графика зависимости среднего индикаторного момента в зависимости от степени сжатия, представлена кусочно-ломаная функция. Проводился ли анализ на возможный экстремум функции в приведенном диапазоне степени сжатия 12,5...14,5 единиц, в виде полиноминальной функцией.

– в качестве «удобного» критерия оценки теплонапряженности дизеля выбран критерий фирмы «Доксфорд» (2.36), стр. 85. Чем обоснован, выбор именно данного критерия, а не критерия проф. А.К. Костина например?

– для полученного автором оптимального алгоритма управления ПДВС (4.1) стр. 117 диссертации, не указана величина достоверности аппроксимации.

– в четвертой главе диссертации (стр. 117), автор указывает принятый КПД электротехнической части инверторной установки равным 0,95, но при этом в третьей главе (стр. 99) речь идет о 0,90, что требует пояснения.

– в п.4 заключения по диссертации, при обосновании эффективности предложенного технического решения диссертантом не отмечается, возможность использования, фильтрующих элементов штатной системы впуска первичного ДВС, при применении турбокомпрессоров большей производительности.

4. ФГКВОУ ВО «Казанское высшее танковое командное ордена Жукова Краснознаменное училище» Министерства обороны РФ, Асанов Р.К., к.т.н., профессор, доцент кафедры (эксплуатации и ремонта вооружения и военной техники):

– недостаточно подробно раскрыт вопрос технического решения, влияющего на экологические показатели дизель-генераторной установки.

5. ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» Соловьёв В.И., к.т.н., доцент военного учебного центра при университете:

– в работе не рассмотрены альтернативные способы снижения тепловой и механической нагруженности дизельного двигателя;

– недостаточно информации о влиянии предложенных решений на вибрацию и шум дизельного двигателя;

– в автореферате недостаточно подробно описаны ограничения предложенных математических моделей.

6. ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения» Муратов А.В., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Тяговый подвижной состав»:

– при описании актуальности темы исследования автор приводит термин «возобновляемые источники энергии», однако не ясно что конкретно имеется ввиду с учетом определения приведенного в ГОСТ Р 54531-2011;

– на странице 14 автореферата делается вывод о увеличении ресурса алюминиевых поршней и стальных деталей образующих КС в определенных диапазоне, однако из автореферата не ясна каким образом получились эти значения, как подтверждена их адекватность;

– на странице 15 автореферата делается вывод что для исследуемого дизеля наиболее оптимальной является степень сжатия 13,5, однако это не подтверждено экспериментально, т.к. все исследования проводились при степенях сжатия 12,5 и 14,5. Однако не ясно как это доказано с точки зрения надежности и топливной экономичности;

– на странице 17 автореферата утверждается, что предложенное техническое решение позволяет снизить затраты на топливо для ДВС на 1…2,5%. Однако, нагляднее было бы привести значения сокращения расхода топлива в единицах его измерения, а также описать каким образом они получены;

– на странице 17 автореферата утверждается, что предложенное техническое решение позволяет повысить ресурс ДВС, приводятся числовые значения (43% и 32%), однако не ясно каким образом они получены.

7. ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» Дроздов А.С., к.т.н., доцент, начальник военного учебного центра при университете:

– в автореферате не указаны конкретные рекомендации по выбору электронных компонентов для системы управления энергоустановки;

– недостаточно информации о влиянии предложенных решений на качество генерируемой электроэнергии энергоустановки;

– в работе не рассмотрены вопросы влияния предложенных решений на тепловую напряжённость выпускных клапанов системы газораспределения двигателя, которые являются одними из самых теплонагруженных деталей двигателя.

8. *ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Иванюк И.В., к.т.н., доцент кафедры №8 ВВС военного учебного центра при университете:*

– недостаточно данных о влиянии предложенных решений на долговечность турбокомпрессоров, используемых на экспериментальной установке;

– в работе не указаны конкретные рекомендации по выбору материалов для деталей дизеля, в первую очередь цилиндропоршневой группы;

– в работе не раскрыты вопросы влияния предложенных решений на тепловую напряжённость головки блока цилиндров двигателя в целом, а только данные о снижении температуры поршня над первым компрессионным кольцом.

9. *ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) МО РФ (филиал, г. Челябинск) Нефёдов Д.В., д.т.н., профессор*

– из представленных для ознакомления материалов, не совсем ясно почему и за счет чего при работе энергоустановки происходит снижение частоты вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания в составе энергоустановки (при сохранении номинальной мощности);

– в автореферате недостаточно подробно описано, в чём заключается научная новизна предложенных математических зависимостей для расчёта термического КПД цикла Тринклера;

– нет ссылок на технологии, применяемые в автомобилестроении, технологии компании Nissan Motor, Япония (двигатель VC-T автомобиль Infiniti QX50), в зависимости от требуемой отдачи мотора непрерывно изменяется максимальная высота подъёма поршней, что приводит к уменьшению или росту степени сжатия в цилиндрах.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований, имеющих прямое отношение к теме диссертационной работы. Выбранные оппоненты и сотрудники ведущей организации являются признанными специалистами и компетентны в области исследования, выполненного соискателем, а также имеют публикации в соответствующем направлении.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан метод снижения тепловой и механической нагруженности конвертированного дизеля, основанный на снижении геометрической степени сжатия при одновременном повышении давления наддува, учитывающий особенности его конструкции и режимов функционирования в составе инверторной энергоустановки, обеспечивающий повышение топливной экономичности и выполнение нормативных требований к пусковым качествам;

предложен комплексный подход к оценке целесообразности перевода энергоустановок на режим работы с переменной частотой вращения, учитывающий её влияние на топливную экономичность, ресурс и стоимость эксплуатации;

доказана перспективность применения разработанного метода снижения тепловой и механической нагруженности дизеля при проектировании модификаций для работы в составе инверторных энергоустановок.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что снижение тепловой и механической нагруженности конвертированного дизеля в составе инверторной энергоустановки может быть достигнуто снижением геометрической степени сжатия при одновременном повышении давления наддува, при этом обеспечивается повышение топливной экономичности и выполнение нормативных требований к пусковым качествам;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы фундаментальные положения теории рабочих процессов поршневых двигателей внутреннего сгорания, математическое моделирование, аналитические и численные методы решения уравнений, оригинальное программное обеспечение, комплекс существующих методов экспериментальных исследований;

изложены основные положения феноменологической математической модели процессов дизеля для оценки влияния различных факторов на расход топлива, тепловую и механическую нагруженность, которая, в отличие от известных, включает зависимости для определения относительного изменения периода задержки воспламенения топлива в камере сгорания, показателя характера тепловыделения в уравнении Вибе и критерия теплонапряженности от относительного изменения геометрической степени сжатия и давления наддува;

раскрыто противоречие, заключающееся в противоположном влиянии частоты вращения коленчатого вала дизеля в составе инверторной энергоустановки на показатели его топливной экономичности и тепломеханической нагруженности;

изучено влияние конструктивных параметров (степени сжатия, давления наддува, мощности нагревателей во впускных коллекторах, алгоритма управления частотой вращения) дизеля в составе инверторной установки на показатели тепломеханической нагруженности, топливной экономичности, пусковые качества;

проведена модернизация математической модели цикла Тринклера для определения термического КПД в зависимости от степени сжатия поршневой части и компрессора, с учетом ограничения максимального давления цикла, и для определения степени сжатия поршневой части и компрессора, при которых достигается максимальное значение термического КПД для различных величин относительного максимального давления цикла.

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

разработаны и внедрены в процесс выполнения научно-исследовательских работ ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ»)) (г. Челябинск) – методы оценки тепловой и механической нагруженности первичного двигателя энергоустановки с переменной частотой вращения, в процесс выполнения опытно-конструкторских работ ООО «ЧТЗ-УРАЛТРАК» (г. Челябинск) – методы оценки ресурсных показателей корпусных деталей двигателей, в образовательный процесс филиала академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева (г. Омск) и ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет» – новые положения теории поршневых двигателей;

определены, с использованием разработанных математических моделей и результатов экспериментов, конструктивные параметры двигателя типа 4ЧН15/20.5 в составе инверторной энергоустановки, обеспечивающие повышение его топливной экономичности на 10…25 %, при снижении тепломеханической нагруженности и обеспечении нормативных пусковых качеств;

создана система практических рекомендаций по выбору рациональных конструктивных параметров конвертированного двигателя в составе инверторной энергоустановки, обеспечивающих повышение его топливной экономичности, при снижении тепломеханической нагруженности и обеспечении нормативных пусковых качеств;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию методов математического моделирования процессов первичного двигателя инверторной энергоустановки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные результаты получены с применением аттестованного испытательного оборудования и методов стендовых и пусковых испытаний, соответствующих действующим нормативно-техническим документам;

теория основана на известных и широко апробированных методах математического моделирования сложных динамических систем, термо- и газодинамики поршневых двигателей;

идея базируется на анализе особенностей функционирования конвертированных дизелей в составе инверторных энергоустановок и имеющегося опыта снижения тепловой и механической нагруженности, обеспечения нормативных пусковых качеств поршневых двигателей;

использовано сравнение расчётных и экспериментальных авторских данных по показателям рабочих процессов первичного двигателя;

установлено, что выявленные автором теоретические положения качественно согласуются с известными результатами, полученными ранее по смежным тематикам;

использованы современные методы численного моделирования, методы сбора и обработки информации.

Личный вклад соискателя состоит в обзоре и анализе научных трудов по теме исследования, разработке математических моделей, выполнении расчетов, участии в разработке методик и проведении экспериментальных исследований, обработке полученных результатов, подготовке основных публикаций и апробации результатов исследований.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Не раскрыта оценка влияния снижения степени сжатия и увеличения давления наддува на индикаторные показатели рабочего процесса в двигателе внутреннего сгорания в составе инверторной энергоустановки;

2. Не рассмотрена возможность применения других типов средств облегчения пуска, кроме электрических нагревателей, обеспечивающих надежный пуск первичного двигателя с пониженной степенью сжатия;

3. Отсутствуют данные по тепловым потерям в рабочем цикле, влияющим на тепловой поток через стенки деталей, образующих камеру сгорания, и их тепловую и механическую нагруженность.

Соискатель Наумов Алексей Владимирович обоснованно ответил на замечания и задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Влияние снижения степени сжатия и увеличения давления наддува на индикаторные показатели рабочего процесса было детально проанализировано с использованием CFD-моделирования и феноменологической модели (гл. 2 диссертации). Полученные результаты подтверждают обоснованность выбранных параметров рабочего процесса.

2. В диссертации (гл. 1 диссертации) проведен сравнительный анализ различных средств облегчения пуска и обоснован выбор электрических нагревателей. Их применение обусловлено высокой энергоемкостью аккумуляторной батареи инверторной энергоустановки, что обеспечивает надежный пуск первичного двигателя с пониженной степенью сжатия.

3. При моделировании рабочих процессов в камере сгорания с использованием феноменологической и CFD-моделей (гл. 2 диссертации) осуществлялся расчёт тепловых потерь в рабочем цикле, а также теплового потока через стенки деталей

камеры. Кроме того, в ходе экспериментов определялась теплоотдача в охлаждающую жидкость (гл. 3 диссертации). Указанные данные не были включены в текст диссертации, поскольку являются промежуточными. Основное внимание в работе уделено критериям тепловой и механической нагруженности, которые имеют ключевое значение для целей данного исследования.

На заседании 09.04.2025 г. диссертационный совет принял решение – за разработку и научное обоснование технического решения, заключающегося в снижении тепловой и механической нагруженности конвертированного дизеля в составе инверторной энергоустановки, основанного на уменьшении геометрической степени сжатия при одновременном повышении давления наддува, внедрение которого вносит значительный вклад в развитие страны – присудить Наумову А.В. ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.4.7 – Турбомашины и поршневые двигатели.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – 0 человек, проголосовали: за – 13, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета Задорожная Елена Анатольевна

Ученый секретарь
диссертационного совета Абызов Алексей Александрович

09.04.2025 г.