

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Наумова Алексея Владимировича «Снижение тепловой и механической нагруженности конвертированного дизеля в составе инверторной энергоустановки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.7 – Турбомашины и поршневые двигатели

Диссертация Наумова А.В. посвящена разработке мер по снижению тепловой и механической нагруженности дизеля в составе инверторной энергоустановки посредством путем доводки его конструкции, настройки параметров рабочего цикла и оптимизации режимов работы.

Рассматриваемая диссертация относится к актуальным в настоящее время исследованиям по совершенствованию рабочего цикла и конструкции конвертированных дизельных двигателей с турбонаддувом для повышения их эффективности и надежности при работе в составе инверторных энергоустановок. Автором выделен недостаточно изученный раздел этой проблематики, связанный со снижением тепломеханической нагруженности основных деталей и пусковыми характеристикам дизеля. В работе гармонично сочетаются физико-математическое моделирование и экспериментальные исследования в области дизельных двигателей с турбонаддувом.

Тема диссертации находится в русле приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ (1. Высокоэффективная и ресурсосберегающая энергетика.). В работе разрабатываются критические технологии РФ (15. Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетика и 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:

- получены уравнения, связывающие термический КПД цикла Тринклера со степенью сжатия дизеля и компрессора и максимальным давлением цикла;
- выявлены закономерности для оценки относительного изменения периода задержки воспламенения топлива в камере сгорания, показателя характера тепловыделения в уравнении И.И. Вибе и критерия теплонапряженности дизеля от относительного изменения геометрической степени сжатия и давления наддува;
- установлены зависимости показателей топливной экономичности и тепломеханической нагруженности дизеля 4ЧН15/20,5 со степенью сжатия 12,5, 13,5, 14,5 и различными турбокомпрессорами от конструктивных и режимных параметров на основе стендовых испытаний;
- определены зависимости пусковых качеств от степени сжатия и мощности электронагревателей во впускном коллекторе при различных температурах окружающей среды на основе испытаний дизеля 4ЧН15/20,5 в климатической камере.

Практическая значимость результатов состоит в следующем:

- разработано техническое решение, заключающееся в снижении степени сжатия при одновременном повышении давления наддува, с учетом обеспечения требуемых пусковых качеств дизеля в составе инверторной энергоустановки;
- предложены методы расчетно-экспериментального определения рациональных величин степени сжатия и давления наддува дизеля в составе инверторной энергоустановки;
- сформулированы рекомендации по способам снижения тепловой и механической нагруженности дизеля в составе инверторной энергоустановки;
- создано оригинальное программное обеспечение для определения влияния степени сжатия на показатели рабочих процессов в камере сгорания дизеля.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается валидацией разработанных математических моделей с использованием данных экспериментальных исследований, применением аттестованного испытательного оборудования и методов стендовых и пусковых испытаний, соответствующих нормативно-техническим документам, сопоставлением результатов с данными других исследователей.

Апробация работы представляется вполне достойной: 3 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. Наумов А.В. представил свои

научно-технические результаты на российских и международных конференциях, связанных с тематикой диссертационной работы.

Тема и содержание диссертации соответствует заявленной специальности

2.4.7 Турбомашин и поршневые двигатели по пунктам паспорта специальности:

1. Разработка научных основ и экспериментальные исследования термодинамических, механических, тепло- и массообменных, физико-химических, гидрогазодинамических процессов в турбомашин и поршневых двигателях, исследования общих свойств и принципов функционирования отдельных систем, элементов, вспомогательного оборудования турбомашин и поршневых двигателей;
2. Разработка физико-математических моделей, пакетов прикладных программ, цифровых двойников, методов экспериментальных исследований, теоретические и экспериментальные исследования с целью повышения эффективности, надежности и экологичности рабочих процессов турбомашин, поршневых двигателей, их систем и вспомогательного оборудования в составе объектов применения.

Структура диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 272 наименований и двух приложений. Всего 190 страниц.

Во введении (9 страниц) кратко формулированы цели и задачи работы, ориентированные на решение прикладных проблем поршневого двигателестроения, а также отмечаются ее квалификационные признаки.

В первой главе (45 страниц) приведен обзор литературы, создающий представление о исходном состоянии данных по теме исследований. На основе проведенного обзора литературы обосновываются цели и задачи исследования.

Вторая глава (35 страниц) посвящена совершенствованию методов математического моделирования процессов дизеля в составе инверторной энергоустановки. Автором разработана феноменологическая модель, посредством которой определено влияние различных факторов на тепловую и механическую нагруженность дизеля инверторной энергоустановки, в том числе, доказано, что одновременное уменьшение геометрической степени сжатия и увеличение давления наддува влекут уменьшение нагрузок на основные детали и величины критерия тепловой напряженности.

В третьей главе (14 страниц) описаны методики экспериментального исследования первичного конвертированного дизеля. Объектом экспериментального исследования являлся дизель 4ЧН15/20,5 (Д 180), выпускаемый ООО «ЧТЗ-УРАЛТРАК», конвертированная модификация которого используется в качестве первичного в составе энергоустановки ДГУ-100С. Также

Наумов А.В. дополнительно использовал ранее полученные результаты стендовых испытаний дизеля 4ЧН15/20,5 на ОАО «НИИ АТТ». Описано измерительное оборудование и его погрешность, а также алгоритм проведения испытаний.

Четвертая глава (29 страниц) приведены результаты натурных испытаний первичного конвертированного дизеля 4ЧН15/20,5 и их анализ. Данная глава содержит результаты исследования рабочего процесса и предлагаемый алгоритм управления частотой вращения первичного дизеля 4ЧН15/20,5; анализ результатов экспериментальных данных с применением нейросетевой модели; оценку состояния поршней и показателей тепловой и механической нагруженности двигателя 4ЧН15/20,5 после 192 часов работы на стенде; определение характеристик электростартерной системы пуска, динамики изменения давления масла в системе смазки и момента сопротивления прокручиванию коленвала; а также оценку пусковых качеств дизеля с пониженной степенью сжатия и трубчатыми электронагревателями, установленными во впускном коллекторе.

В пятой главе (10 страниц) выполнено технико-экономическое обоснование предлагаемого технического решения на примере инверторной энергоустановки с первичным ДВС – 4ЧН15/20,5 для разных конфигураций. Показано, что для инверторной энергоустановки мощностью 100 кВт с дизелем 4ЧН15/20,5 годовой экономический эффект составит 408 тыс. руб. или 3.67 % от затрат на топливо и расходование ресурса базовой энергоустановки.

Заключение (3 страницы) суммирует выводы по работе.

В приложениях (5 страниц) представлены акты о внедрении результатов диссертации и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

В целом, диссертация производит приятное и положительное впечатление. Она займет достойное место в ряду научных исследований, ориентированных на повышение надежности и эффективности дизелей в составе инверторных энергоустановок посредством оптимизации конструкции, параметров рабочего цикла и режимов работы и соответствующим снижением тепловой и механической нагруженности. Изложение материала хорошо систематизировано. Совокупность приведенных данных и результатов с уверенностью позволяет судить о квалификационной состоятельности диссертационной работы Наумова А.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 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 давления наддува?

2. Каким образом изменялась степень повышения давления турбокомпрессоров в опытах? Как изменялся КПД турбокомпрессоров при изменении степени повышения давления? Изменялась ли температура воздуха во впускных органах дизеля при изменении степени повышения давления?

3. 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?

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

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

6. Содержание диссертации могло быть лучше гармонизировано, в частности:

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

6.2. 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.

6.2. 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?

7. В диссертации представлены погрешности измерительных приборов, но отсутствует оценка неопределенности экспериментов.

8. В тексте диссертационной работы встречаются опечатки, жаргонные слова и грамматические ошибки.

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 к кандидатским диссертациям.

Таким образом, представленная диссертационная работа Наумов А.В. «Снижение тепловой и механической нагруженности конвертированного дизеля в составе инверторной энергоустановки» является законченным научным исследованием по совершенствованию конструкции, рабочего цикла и режимов работы дизеля в составе инверторной энергоустановки с целью снижения его тепловой и механической нагруженности. Выполненная работа удовлетворяет квалификационным требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям, а ее автор Наумов Алексей Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.7 – Турбомашины и поршневые двигатели.

Сведения об авторе отзыва:

Плотников Леонид Валерьевич, доктор технических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника», доцент, профессор кафедры «Турбины и двигатели» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ).

Почтовый адрес: 620062, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19.

Веб-сайт: <https://urfu.ru/>

Тел.: +7 9222916450. E-mail: L.V.Plotnikov@urfu.ru

Официальный оппонент –

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры «Турбины и двигатели»
ФГАОУ ВО УрФУ

Леонид Валерьевич
Плотников

«06» марта 2025 г.

Подпись Плотникова Л.В. заверяю

Ученый секретарь УрФУ



Вера Анатольевна
Морозова