

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, доцента Плотникова Леонида Валерьевича на диссертацию Салих Саджад Абдулазим «Экспериментальное и численное исследование двигателя гамма-Стирлинга с использованием сложного рабочего тела», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа посвящена улучшению технико-экономических показателей двигателя Стирлинга гамма-типа путем настройки параметров рабочего цикла и использования рабочего тела в виде газовой среды с низкокипящими жидкостями различной концентрации.

Рассматриваемая диссертация относится к актуальным в настоящее время исследованиям по совершенствованию рабочего цикла двигателей нетрадиционных конструкций, а именно, двигателей внешнего сгорания с целью повышения их удельных показателей, экономичности и экологичности. Автором выделен недостаточно изученный раздел этой проблематики, связанный доводкой рабочего процесса двигателей такого типа при их работе на альтернативных (возобновляемых) видах топлива. В работе гармонично сочетаются экспериментальные исследования и физико-математическое моделирование в области двигателей Стирлинга гамма-типа.

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 (27. Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе).

Таким образом, представленную диссертацию Салих Саджад Абдулазим следует признать актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации

Исследование двигателя Стирлинга гамма-типа с использованием сложных рабочих тел проводилось на экспериментальном (лабораторном) двигателе с измерением температур в части нагрева и охлаждения, механической и электрической мощности двигателя с использованием стандартных методов, а именно, калиброванных термопар, динамометра, оптического измерителя частоты вращения, вольтметра и амперметра. Численное моделирование,

которое включало анализ как первого, так и второго порядка выполнялось с использованием сертифицированных программ MATLAB и кода ASPEN-HYSYS.

Научная достоверность и обоснованность теоретических положений, результатов, выводов, предложений и рекомендаций диссертации определяются аргументированностью, полнотой охвата научных концепций и качественным анализом полученных данных.

Выстроенная автором последовательность и логика в изложении текста диссертации и структурировании материалов исследования позволили добиться целостности при подготовке диссертации и автореферата, а также обеспечить высокую аргументированность выводов и положений.

Достоверность положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность основных научных результатов диссертации Салих Саджад Абдулазим обеспечивается выбранной методологией исследования, результатами анализа современных отечественных и зарубежных научных трудов по исследуемой проблематике, корректно отобранными и примененными методами сбора и обработки экспериментальных данных и результатов математического моделирования.

Полученные результаты опубликованы в 10 научных работах, из них 8 статей опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации и Аттестационным советом УрФУ, включая 7 статей, индексируемых в международной базе данных Scopus. Салих Саджад Абдулазим представил свои научно-технические результаты на российских и международных конференциях, связанных с тематикой диссертационной работы: 4-я международная конференция по последним достижениям в материалах и производстве (Индия, 2022); 4-я международная конференция по перспективным электротехническим, электронным и вычислительным технологиям (Индия, 2022); Международная научно-практическая конференция «Энергосбережение и энергетическое обеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергия» (Россия, 2022); 5-я международная молодежная конференция по радиоэлектронике, электротехнике и энергетике (Россия, 2023).

Все изложенное позволяет сделать заключение о достойной апробации и достоверности положений, выносимых на защиту.

Характеристика структуры и содержания диссертации

Структура диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения и

списка литературы из 231 наименования. Диссертация изложена на 208 страницах машинописного текста, содержит 96 рисунков и 15 таблиц.

В разделе «Обзор и описание исследования» (5 страниц) формулированы цели и задачи работы, ориентированные на поиск решений по совершенствованию двигателя Стирлинга, а также отмечаются квалификационные признаки диссертации.

В первой главе (51 страниц) приводятся описание и конструкция двигателя Стирлинга, принцип его работы, особенности термодинамических процессов, анализируются различные модификации и типы двигателей Стирлинга. Отдельно обсуждаются факторы, которые необходимо учитывать для улучшения технико-экономических и экологических показателей двигателей Стирлинга.

Во второй главе (25 страниц) предоставляется анализ подходов и стратегий повышения производительности двигателя Стирлинга. В главе описаны основные тенденции, современные методы и новые технологии, применяемые для повышения эффективности двигателя Стирлинга в настоящее время.

В третьей главе (22 страницы) описываются подходы к моделированию термодинамического цикла двигателя Стирлинга. Рассматриваются различные термодинамические модели, включая модели от нулевого до четвертого порядка. Особое внимание уделяется моделям первого и второго порядка, включая анализ Шмидта и идеальный/неидеальный адиабатический анализ, поскольку такого рода модели будут использоваться в данной диссертационной работе.

Четвертая глава (15 страниц) посвящена описанию экспериментальных методик и этапов исследования двигателя Стирлинга гамма-типа. Описаны экспериментальная установка, приборно-измерительная база и методики обработки результатов.

В пятой главе (48 страницы) представлены анализ и обсуждение результатов, полученных на основе математического моделирования и экспериментальных исследований двигателя Стирлинга гамма-типа. Приводятся полученные закономерности по влиянию состава рабочего тела на технико-экономические показатели и производится их анализ.

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 рабочих процессов двигателей Стирлинга гамма-типа. Изложение материала хорошо систематизировано. Совокупность приведенных данных и результатов с уверенностью позволяет судить о квалификационной состоятельности диссертационной работы Салих Саджад Абдулазим.

Научная новизна исследования

1. Показана возможность использования рабочего тела, состоящего из рабочего газа с добавлением различных низкокипящих жидкостей, в двигателе Стирлинга гамма-типа.

2. Установлено, что добавление низкокипящих жидкостей позволяет получить заметное увеличение объема рабочего тела при нагреве и более высокое давление в рабочем цилиндре двигателя Стирлинга; это вызывает повышение его мощности вплоть до 25 % по сравнению с традиционным рабочим телом.

3. Предложена математическая модель термодинамической и энергетической эффективности двигателя Стирлинга с рабочим телом, состоящим из рабочего газа с добавлением различных низкокипящих жидкостей, в программном обеспечении MATLAB.

4. На основе физико-математического моделирования выполнена оценка термодинамической и энергетической эффективности двигателя Стирлинга с рабочим телом, состоящим из рабочего газа с добавлением различных низкокипящих жидкостей, с помощью программного кода ASPEN-HYSYS.

Замечания по диссертации

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

1. В конце второй главы не хватает заключения (выводов) с количественными показателями для современных и перспективных двигателей Стирлинга. Какие КПД ученые и специалисты достигли и какие стремятся получить? Аналогично по экологическим показателям двигателя Стирлинга. Какие конструкции и топлива являются наиболее перспективными?

2. В таблице 4-3 указано, что для определения передачи тепла используются датчик теплового потока и тепловизионная камера. При этом, на рисунке 4-7 этот датчик и тепловизор не показаны. Остается не ясным, использовались ли эти приборы в экспериментальных исследованиях?

3. В диссертации отсутствует информация о технических характеристиках измерительных приборов и их погрешности. Также отсутствует расчет неопределенности эксперимента.

4. Чем можно объяснить увеличение мощности двигателя Стирлинга при добавлении в рабочее тело воды (рисунок 5-7)?

5. На рисунках 5-8 и 5-12 представлены данные о КПД со значениями более 50 % и вплоть до 80 %. Это индикаторный или эффективный КПД? Есть ли данные других авторов, подтверждающих такие значения КПД?

6. Каким образом осуществлялась верификация математической модели? Какова точность результатов, получаемых с помощью математического моделирования.

7. Список литературы из 231 источника содержит лишь две русскоязычные работы, одна из которых (номер 39) имеет не полные выходные данные. В России не так много новых исследований двигателя Стирлинга, но они есть и их необходимо было отметить в диссертации.

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 в области энергетических систем и комплексов.

Заключение

Диссертация Салих Саджад Абдулазим на тему «Экспериментальное и численное исследование двигателя гамма-Стирлинга с использованием сложного рабочего тела», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на достойном уровне. В результате диссертантом проведена оценка термодинамической и энергетической эффективности двигателя Стирлинга гамма-типа с использованием рабочего тела в виде газовой среды с низкокипящими жидкостями различной концентрации.

Диссертация и автореферат соответствуют пунктам Паспорта специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы: 1. Разработка научных основ (подходов) исследования общих свойств и принципов функционирования и методов расчета, алгоритмов и программ выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии в целом и их основного и вспомогательного оборудования; 2. Математическое моделирование, численные и натурные исследования физико-химических и рабочих процессов, протекающих в энергетических системах и установках на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии, их основном и вспомогательном оборудовании и общем технологическом цикле производства электрической и тепловой энергии.

Автореферат диссертации Салих Саджад Абдулазим полностью соответствует тексту диссертации, отражает ее основное содержание, имеет стандартную последовательность изложения результатов исследования.

По результатам диссертационного исследования автором опубликовано достаточное количество научных работ. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям п.9-14 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор, Салих Саджид Абдулазим, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент,
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, профессор кафедры турбин и двигателей
Плотников Леонид Валерьевич




Контактная информация:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
620062, Уральский федеральный округ, Свердловская область, г. Екатеринбург, улица Мира, д. 19, +7 (343) 375-48-51
Адрес электронной почты: l.v.plotnikov@urfu.ru

«01» октябрь 2024 г.

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ
МОРОЗОВА В.А.

Плотникова Л.В.

