

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Шиманова Артёма Андреевича «МЕТОД ПРОЕКТНОГО РАСЧЁТА ПУЛЬСАЦИОННОГО ТУРБОПРИВОДА ДЛЯ БОРТОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

Общая характеристика работы

Диссертационная работа Шиманова А.А. посвящена повышению эффективности бортовых энергетических установок на базе термоакустического двигателя. Данная цель была достигнута за счёт использования пульсационного двунаправленного турбопривода. В ходе реализации поставленной цели были решены следующие задачи: исследование акустического волновода (резонатора) для выявления оптимального места установки микротурбины (МТ); изучение газодинамических особенностей осциллирующего потока и их влияния на работу МТ; разработка и создание экспериментальной установки для исследования пульсационного турбопривода (ПТ); проведение расчётов, проектирование и изготовление опытных образцов ПТ двух типоразмеров; проведение экспериментальных исследований ПТ и оценка эффективности преобразования энергии осциллирующего газового потока в электрическую; разработка рекомендаций по методам расчёта и проектированию ПТ с учётом новых данных, полученных в ходе исследования.

Актуальность темы исследования

В настоящее время основными источниками энергоснабжения космических летательных аппаратов для средне- и долгосрочных миссий являются топливные элементы, солнечные панели, радиоизотопные термоэлектрические генераторы, энергетические установки замкнутого цикла, работающие по циклам Брайтона и Ренкина, а также системы с внешним подводом теплоты, такие как двигатель Стирлинга. Для дальнейших исследований космического пространства требуются более совершенные бортовые энергетические системы. Для бортовой энергетики

Входящий № 206-8841
Дата 25 НОЯ 2024
Самарский университет

спутников, орбитальных станций и, в перспективе, лунных баз особыми требованиями будут надёжность, автономность и ресурс.

Одним из направлений в разработке новых бортовых систем является создание термоакустических двигателей (ТАД). Будучи модификацией двигателя Стирлинга, ТАД существенно отличается организацией рабочего процесса. Это позволяет применять в его конструкции только один поршень в холодной зоне, что значительно повышает ресурс и надёжность. Для преобразования акустической энергии в современных ТАД используется линейный электрогенератор (альтернатор). Основным недостатком данного электрогенератора является сложность изготовления и, как следствие, высокая стоимость.

Таким образом, актуальность данной работы определяется острой необходимостью повышения эффективности работы бортовых энергетических установок летательных аппаратов. Поэтому разработка метода проектного расчёта пульсационного турбопривода в качестве привода электрогенератора термоакустического двигателя и установление закономерностей влияния рабочих параметров ПТ на его эффективность являются актуальной задачей.

Новизна объекта исследования, сложность акустических процессов, отсутствие аналогов и ожидаемая перспективность делает изучение и диссертационную работу Шиманова А.А., на мой взгляд, необходимыми и актуальными.

Структура диссертации

Диссертация включает введение, четыре главы, заключение и список литературы, состоящий из 85 наименований. Работа изложена на 129 страницах, содержит 95 иллюстраций, 5 таблиц и 3 приложения. Изложение диссертации подчинено решению поставленных задач.

Новизна проведенных исследований

Научная новизна диссертационной работы не вызывает сомнений и заключается в следующих впервые полученных результатах:

1. Разработан метод проектного расчёта пульсационного турбопривода для бортовой энергетической установки, включающий методики расчёта резонатора и микротурбины, а также методику оценки

эффективности работы ПТ, отличающуюся учётом взаимовлияния рабочих процессов в резонаторе и микротурбине.

2. Впервые теоретически определены и экспериментально подтверждены диапазоны работы ПТ по частоте волны (50 - 150 Гц), амплитуде давления (500 - 7000 Па) и месту расположения МТ в волноводе.

3. Впервые получены экспериментальные данные параметров ПТ, такие как частоты вращения вала и вырабатываемые электрические мощности, как для режима холостого хода, так и с электрической нагрузкой в условиях стоячей волны в закрытом резонаторе.

4. Разработана методика оценки эффективности работы ПТ в зависимости от амплитудно-частотных характеристик акустической волны. Методика учитывает величину мощности источника осцилляций, амплитуду давления, разность фаз между давлением и скоростью в осциллирующем движении газа, потери акустической мощности в акустическом тракте на трение и конструктивные параметры микротурбины.

Обоснованность и достоверность основных результатов исследований

Основные положения диссертации хорошо обоснованы и логично вытекают из поставленных автором целей. Достоверность результатов обеспечивается корректностью постановки задач исследования и использованием соответствующего математического аппарата для их решения, сопоставлением полученных результатов с данными других авторов, а также необходимым объемом экспериментальных исследований.

Работа выполнена на основе классических методов математического анализа, а также эмпирического метода, примененного в экспериментальной части. Диссертация проиллюстрирована фотографиями, графиками расчетных и экспериментальных данных, что убедительно подтверждает доказательную базу достоверности и новизны исследований.

Апробация работы. Основные положения оппонируемой работы в достаточной мере отражены в 11 публикациях в том числе, в двух научных журналах из перечня ВАК РФ, в трёх статьях в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, 2 патентах на изобретение. Результаты исследований докладывались и обсуждались на семинарах и конференциях различного уровня, включая международные. Поэтому

считаю, что диссертационная работа Шиманова А.А. в достаточной мере апробирована.

Диссертация и автореферат написаны доступным технически грамотным языком. Содержание диссертации достаточно полно, подробно и ясно раскрывает постановку, методы и результаты решения поставленных и рассмотренных задач. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Оформление диссертации и автореферата в основном соответствует существующим требованиям.

Замечания по содержанию и оформлению работы. Недостатков, ставящих под сомнение справедливость каких-либо результатов, в диссертации не обнаружено. Однако имеются некоторые замечания, которые можно отнести к пожеланиям для дальнейших исследований с более широким охватом вопросов:

1. В диссертационной работе не приводятся сведения об использовании пульсационного турбопривода в составе энергетических установок летательных аппаратов.
2. Не произведены натурные испытания пульсационного турбопривода в составе термоакустического двигателя, что влияет на достоверность результатов расчёта параметров рабочих процессов в нём.
3. Отсутствуют графики сравнения работы пульсационного турбопривода в режиме холостого хода и под нагрузкой.
4. В работе (стр. 51 и 61) указан минимальный (оптимальный) угол выхода потока из соплового аппарата (12°), предполагающий максимальную эффективность турбины, но не приводится обоснование данного угла потока.
5. При оценке лопаточного КПД ступени турбины не учитываются коэффициенты скорости в СА и РК, которые существенно понижают его значение.
6. Недостаточно раскрыт метод профилирования лопаточных венцов турбины.

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и ни в коей мере не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Шиманова А.А.

Заключение по диссертации. Оценивая работу в целом, считаю, что диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным соискателем самостоятельно и на достаточно высоком научном уровне. Диссертантом решена важная научно-техническая проблема по созданию метода проектного расчёта пульсационного турбопривода для бортовой энергетической установки.

Исходя из вышеизложенного могу с уверенностью сказать, что оппонируемая диссертационная работа является завершённым научным исследованием, соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Шиманов Артём Андреевича заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Официальный оппонент

Михайлов Алексей Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент кафедры электромеханики ПИШ «Моторы будущего», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий»

Адрес места работы:

450076, Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, дом 32, тел. + 7 (347) 229-96-16, email: rector@uust.ru

И.А. 19.11.2024г.



Подпись *Михайлова А.Е.*
Удостоверяю «20» 11 2024г.
Начальник общего отдела УУНИТ *Рашилова И.*