

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шиманова Артёма Андреевича «Метод проектного расчёта пульсационного турбопривода для бортовой энергетической установки», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

Выбранная в представленной работе тема исследований является важной и актуальной для создания и совершенствования бортовых энергетических установок летательных аппаратов (ЛА), в частности, на борту космических летательных аппаратов. Предлагаемые в настоящем диссертационном исследовании связаны с повышением эффективности бортовых энергетических установок на базе термоакустического двигателя за счёт использования пульсационного двунаправленного турбопривода. Новизна объекта исследования и ожидаемая перспективность делает его изучение необходимым и актуальным.

### **Работа обладает научной новизной.**

В результате проведенного исследования решена актуальная научно-техническая задача повышения эффективности бортовых энергетических установок на базе термоакустического двигателя. Обоснована и подтверждена перспективность использования пульсационного турбопривода в качестве преобразователя энергии в термоакустическом двигателе в составе бортовой энергетической установки. Определены преимущества пульсационного турбопривода, позволяющие увеличить ресурс в два раза и снизить стоимость по сравнению с линейными электрогенераторами (альтернаторами) с возвратно-поступательным движением на 40%. Разработан метод проектного расчёта пульсационного турбопривода для термоакустического двигателя для диапазона частот волны 50 – 150 Гц и амплитуды давления 500 – 7000 Па, учитывающий оптимальную длину резонатора и место установки микротурбины. Экспериментально доказана работоспособность пульсационного турбопривода в осциллирующем потоке газа. Мощность пульсационного турбопривода диаметром 100 мм при амплитуде колебания давления 6104 Па при нормальном атмосферном давлении составила 3,3 Вт. За счёт оптимальной длины резонатора и места установки микротурбины было обеспечено увеличение КПД на 15% (относительных) по сравнению с аналогичными ПТ, представленными в открытых источниках. Разработана методика оценки эффективности работы ПТ в зависимости от амплитудно-частотных характеристик акустической волны. Установленные теоретические и экспериментальные закономерности, позволяют определять влияние характеристик акустической волны на режим работы ПТ при рабочих

Входящий №	206-8741
Дата	21 НОЯ 2024
Самарский университет	

давлениях 1 - 4 МПа для воздуха и гелия (КПД ПТ 40 - 85% при уровне проектных мощностей 30 - 100 Вт) с точностью до 8%. Новизна результатов диссертационной работы подтверждается также свидетельствами о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**Достоверность** результатов, получаемых с помощью предложенного усовершенствованного метода определения характеристик ПТ ТАД, подтверждена сходимостью результатов численного моделирования с экспериментальными данными, применением аттестованных измерительных средств, оценкой погрешностей измерений, применением сертифицированного программного обеспечения.

Диссертационная работа прошла апробацию на различных всероссийских и международных научно-технических конференциях.

**Несомненным преимуществом** следует отметить, что применение предлагаемого метода позволяет повысить точность проектирования и численного моделирования рабочих процессов ПТ ТАД. Теоретическая значимость заключается в разработке метода проекторочного расчета пульсационного турбопривода как микротурбины, работающей совместно с резонатором в условиях осциллирующего газового потока.

Практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты позволяют на основе полученных рекомендаций проектировать и изготавливать безрасходные пульсационные турбоприводы, обеспечивающие утилизацию акустической энергии, в частности, выполнять функцию механического преобразователя энергии акустической волны в термоакустических энергетических установках.

Также к преимуществам работы следует отнести детальную проработку автором исследуемого вопроса путем обзора отечественной и зарубежной литературы, представленной в 85 источниках.

В качестве замечаний к материалам, представленным в автореферате, можно отметить следующее:

1. На стр. 9 автор утверждает, что гелий является наиболее перспективным рабочим телом для пульсационного турбопривода, в том числе благодаря высокой теплопроводности, однако неочевидно как именно влияет теплопроводность газа на эффективность преобразования, и далее по тексту она (теплопроводность) нигде не встречается.

2. На стр. 10 автор утверждает, что для расчета геометрических параметров МТ используется среднее эффективное значение скорости без расшифровки смысла термина «среднее эффективное».

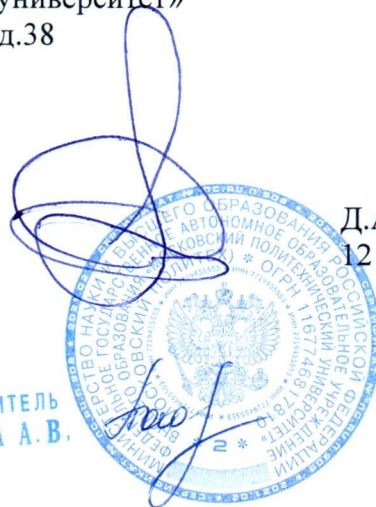
Отмеченные недостатки не ставят под сомнение полученные автором результаты и

общую положительную оценку работы. Диссертация Шиманова Артёма Андреевича является завершённой научно-технической работой, в которой решена важная научно-техническая задача в области использования криогенных рабочих тел, в частности, в авиационной и космической технике.

Диссертационная работа Шиманова Артёма Андреевича «Метод проектного расчёта пульсационного турбопривода для бортовой энергетической установки» выполнена на высоком научно-техническом уровне, обладает научной новизной и практической значимостью.

В целом диссертационная работа Шиманова А.А. по объёму и содержанию соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, а автор Шиманов Артём Андреевич заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук.

Некрасов Дмитрий Анатольевич  
Кандидат технических наук 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника  
Заведующий кафедрой «техника низких температур им. П.Л. Капицы»  
федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет»  
107023 г. Москва, ул. Большая Семеновская, д.38  
Тел.: +7(495)223-05-23  
E-mail: nekrasov55@yandex.ru



Д.А. Некрасов  
12 ноября 2024 г.

ПОДПИСЬ Некрасова Д.А. заверяю

ДЕЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬ  
ПОГОРЕЛОВА А.В.