

**Отзыв научного руководителя о соискателе ученой степени кандидата
технических наук Шиманова А.А., представляющей диссертацию по теме
«Метод проектного расчёта пульсационного турбопривода для бортовой
энергетической установки»**

После защиты выпускной квалификационной работы по специальности «Авиационные двигатели и энергетические установки», выполненной в Самарском аэрокосмическом университете в 2013 году, Шиманов Артём Андреевич поступил в аспирантуру на кафедру теплотехники и тепловых двигателей Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева и продолжил свои исследования в области разработки и создания бортовых энергетических установок на базе термоакустического двигателя для космических летательных аппаратов.

В 2017 году он успешно закончил обучение в аспирантуре по специальности 05.07.05 - Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

В результате многолетних исследований им был выполнен большой объем научных исследований в направлении использования и повышения эффективности термоакустического двигателя (ТАД). Это новый и перспективный тип энергетических установок, в которой подводимая к рабочему телу (газу) теплота преобразуется в энергию акустической волны, после чего акустическая энергия на линейном генераторе (альтернаторе) с поршнем преобразуется в механическую работу и электроэнергию. Повышение их надежности и ресурса возможно за счет использования так называемого пульсационного турбопривода (ПТ), состоящего из акустического волновода (резонатора) и микротурбины. ПТ воспринимает осциллирующее движение газа и преобразует его в механическую работу, и далее с помощью генератора в электроэнергию. Вполне очевидно, что такой турбогенератор будет иметь заведомо значительно больший ресурс, чем альтернатор, он технологичнее, при этом реактивный момент может быть компенсирован таким же ПТ с противоположным вращением, а рабочая частота может быть увеличена в два-три раза до 100 - 150 Гц. Шимановым А.А. была создана общая методология и разработаны частные методики по созданию пульсационного турбопривода, которые и составили основу представляемой к защите кандидатской

диссертации «Метод проектного расчёта пульсационного турбопривода для бортовой энергетической установки».

Интенсивное развитие аэрокосмической техники требует совершенствования существующих и создания новых преобразователей энергии. Для бортовой энергетики спутников, орбитальных станций и в перспективе лунных баз особыми требованиями будут надёжность и автономность. Широко используемые в настоящее время фотоэлектрические преобразователи вполне отвечают этим требованиям, однако они относятся к типу устройств прямого преобразования энергии солнечного излучения и имеют большие массогабаритные характеристики. Актуальность работы обусловлена объективной потребностью реализации высокоэффективных бортовых энергетических комплексов летательных аппаратов (ЛА) с увеличенным ресурсом работы и высокой надёжностью. Поэтому целью работы является повышение эффективности бортовых энергетических установок на базе термоакустического двигателя за счёт использования пульсационного двунаправленного турбопривода.

Ключевыми моментами, содержащими научную новизну и практическую значимость являются следующие.

1. Обоснована и подтверждена перспективность использования пульсационного турбопривода в качестве преобразователя энергии в термоакустическом двигателе в составе бортовой энергетической установки.

2. 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%.

3. 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.

4. 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.

5. 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 давлениях 1-4 МПа для воздуха и гелия (КПД ПТ 40 - 85% при уровне проектных мощностей 30 - 100 Вт) с точностью до 8%.

Теоретическая значимость созданной работы Шиманова А.А. заключается в разработке метода проектировочного расчета пульсационного турбопривода как микротурбины, работающей совместно с резонатором в условиях осциллирующего газового потока.

Практическая значимость работы заключается в том, что автором впервые получены результаты, которые 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.

Математические модели и программное обеспечение проектирования расчета ПТ и экспериментальная установка внедрены в учебный процесс по направлению подготовки 13.03.03 – Энергетическое машиностроение.

Таким образом, в диссертационной работе решена важная для народного хозяйства России научно-техническая проблема повышения эффективности бортовых энергетических установок на базе термоакустического двигателя.

За время работы над диссертацией Шиманов А.А. проявил себя как опытный исследователь. Результаты диссертационной работы легли в основу выполнения государственного задания по проектам №FSSS-2020-2019 и №FSSS-2024-0017, а также внедрены в учебный процесс Самарского университета.

Высокие организационные и человеческие качества Шиманова А.А. приносят большую общую пользу в развитии лаборатории криогенной техники НОЦ ГДИ и кафедры теплотехники и тепловых двигателей Самарского университета.

Считаю научную работу «Метод проектного расчёта пульсационного турбопривода для бортовой энергетической установки», соответствующей требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а соискателя Шиманова Артема Андреевича заслуживающим присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Научный руководитель - доктор технических наук,
доцент, профессор кафедры теплотехники
и тепловых двигателей
Самарского университета



Д.А. Угланов



Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»
Сокращенное наименование: Самарский университет
443086 г. Самара, Московское шоссе, 34
Тел.: (846) 267-45-67; E-mail: uglanov.da@ssau.ru