



Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО «НПУ «МЭИ»)
111250, г. Москва,
вн. тер.г. муниципальный округ Лефортово,
ул. Красноказарменная, д. 14, стр. 1
Тел.: (495) 362-75-60, факс: (495) 362-89-38
E-mail: shverse@mpei.ac.ru
<https://mpei.ru>

В ФГБОУ ВО «Московский авиационный
институт (национальный исследовательский
университет)»,

и.о. проректора по научной работе

Равиковичу Ю.А.

№ 1534 / 520
«15» 11 2023 г.

Уважаемый Юрий Александрович!

Направляем отзыв ведущей организации на диссертацию Попова Вячеслава Юрьевича «Обоснование прочностного ресурса космических тепловых энергетических установок», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов».

С уважением,
временно исполняющий обязанности
проректора по научной работе

А.В. Волков

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«01» 12 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Временно исполняющий обязанности

проректора по научной работе

ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский университет «МЭИ»

А.В. Волков

«15» ноября 2023 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский университет
«МЭИ»

на диссертацию Попова Вячеслава Юрьевича
«Обоснование прочностного ресурса космических тепловых энергетических
установок», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные
двигатели и энергетические установки летательных аппаратов»

Актуальность темы диссертационной работы

В диссертации В.Ю. Попова рассматриваются космические тепловые энергетические установки (КТЭУ) нового поколения, которые могут применяться при длительных космических перелетах и для снабжения энергией инопланетных стационарных баз. КТЭУ являются сложными техническими объектами, часто уникальными, что существенно осложняет оценку их показателей надежности. Исследования в направлении оценки долговечности необходимы для создания надежного теплоэнергетического оборудования, поэтому тема диссертационной работы является актуальной.

Научная новизна работы заключается в

- в проведении комплексной оценки НДС и надежности элементов конструкции уникальной установки с использованием современных подходов, расширенных предложениями автора работы;

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«01» 12 2023

- разработке методики расчетно-теоретического обоснования ресурса в условиях недостаточности исходных данных;
- экспериментальной валидации численных исследований ряда элементов космической тепловой энергетической установки.

Практическая ценность диссертации обусловлена возможностью использования предложенных методик и подходов при разработке перспективных тепловых энергетических установок нового поколения

Достоверность и обоснованность результатов, полученных автором, обеспечивается:

- использованием верифицированного и аттестованного программного комплекса CAE Fidesys;
- использованием теоретически обоснованных методик исследования НДС и надежности;
- привлечением опыта создания тепловых энергетических установок первого поколения;
- экспериментальной проверкой полученных результатов расчета напряженно-деформированного состояния.

Основные научные результаты опубликованы в научных трудах, в том числе в 2 статьях в изданиях, включенных в перечень ВАК и в 1 статье в издании, индексируемом в базе SCOPUS.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертация выполнена в соответствии с требованиями ВАК РФ и включает введение, четыре главы, заключение и три приложения. Список литературы содержит 56 наименования. Общий объем составляет 152 страницы, 151 рисунок и 18 таблиц.

Во введении показана актуальность темы диссертационной работы, сформулированы проблемы, цели и задачи исследования.

Первая глава посвящена актуальности расчетно-экспериментального обоснования прочности и надежности элементов КТЭУ, дано описание объекта исследования, приведена постановка задачи.

Во второй главе рассмотрен анализ НДС и прочности элементов космической тепловой энергетической установки нового поколения на примере термоэмиссионной КТЭУ. Расчет НДС конструкции теплообменного аппарата и других конструкций от давления, температурных нагрузок с учетом ползучести материала, линейных ускорений проведен в ПК Fidesys.

В *третьей главе* приводится расчетно-экспериментальное исследование элементов КТЭУ, включающее валидацию конечно-элементных расчетов теплообменного аппарата с трубным пакетом на основе эксперимента.

В *четвертой главе* приводится исследование надежности КТЭУ и обоснование ресурса. Для оценки вероятности безотказной работы применен метод деревьев отказов.

В *заключении* сформулированы основные результаты работы.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает структуру, содержание и результаты диссертационной работы.

Полученные в диссертационной работе Попова В.Ю. результаты имеют как научное, так и прикладное значение и могут быть рекомендованы к использованию на предприятиях аэрокосмической отрасли.

Приведенные в диссертации расчетные методики и примеры расчетов целесообразно включить в учебно-методические материалы для профессиональной части образовательной программы по направлению «Прикладная механика» (дисциплины «Конструкционная прочность», «Статистическая динамика и теория надежности», «Теория пластичности и ползучести»).

Замечания по содержанию диссертационной работы

По диссертационной работе имеется ряд замечаний:

1. В главе 1 проводится расчетно-экспериментальное обоснование прочности и надежности элементов КТЭУ, однако отсутствуют ссылки на результаты экспериментов для конкретных материалов и элементов конструкций. Например, на рис. 1.2.4 и 1.2.5 показаны кривые длительной прочности и релаксации, даны значения напряжений, но без уточнения, откуда взяты эти данные и для какого материала. Аналогичное замечание по данным для построения билинейной диаграммы деформирования стали 08Х16Н11МЗ.

2. Некоторые важные формулы в постановке задачи остались без ссылок на первоисточники, например, формула (1.2.3). Здесь же необходимо было бы уточнить, что предельные и расчетные параметры R и F являются независимыми гауссовскими случайными величинами.

3. Постановка задачи, заявленная в названии п.1.4, не является ожидаемой четкой математической постановкой задачи. Основные исходные данные и описания, которые фактически и составляют постановку задачи, приводятся далее, в главе 2.

4. Во второй главе представлены результаты физически-нелинейного расчета НДС конструкции теплообменного аппарата от давления и температурных нагрузок с учетом ползучести. Желательно было бы привести обоснование применения уравнения состояния (2.1.1).

5. Коэффициент вариации расчетных напряжений (в главах 1 и 4) должен зависеть не только от погрешности «по всем метрологическим характеристикам оборудования, на котором будут реализовываться режимы нагружения», но и от случайных свойств самих нагрузок с возможными аварийными режимами.

Несмотря на указанные замечания, диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным на высоком научном уровне. В.Ю. Попов продемонстрировал владение расчетным программным комплексом Fidesys на высочайшем профессиональном уровне, создав точные модели конструкций КТЭУ и выполнив сложнейшие нелинейные расчеты с элементами топологической оптимизации и имитационного моделирования.

Научный доклад по диссертации В.Ю. Попова был заслушан на заседании кафедры робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин ФГБОУ ВО НИУ МЭИ (протокол №5 от 14.11.2023). В ходе обсуждения установлено, что диссертационная работа В.Ю. Попова на тему «Обоснование прочностного ресурса космических тепловых энергетических установок» является завершённым исследованием, имеющим высокую практическую значимость. В.Ю. Попову рекомендовано продолжить работу в выбранном научном направлении, заострив внимание на вопросах надежности уникального оборудования, учитывая не только рабочие, но и аварийные режимы работы, перегрузки и неблагоприятные сценарии эксплуатации.

Заключение

Диссертационная работа Попова Вячеслава Юрьевича «Обоснование прочностного ресурса космических тепловых энергетических установок» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные результаты, имеющие важное значение при разработке перспективных космических тепловых энергетических установок.

Работа полностью отвечает требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук и соответствует паспорту специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки

летательных аппаратов», а ее автор, Попов Вячеслав Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв составила:

Д.т.н., профессор кафедры
робототехники, мехатроники,
динамики и прочности машин
ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»

Позняк Елена Викторовна

Контактные данные организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский университет
«МЭИ»

Адрес: 111250, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово, ул.
Красноказарменная, д. 14, стр. 1.

Телефон: +7 495 362-75-60

Веб-сайт: <https://mpei.ru>

Адрес электронной почты: universe@mpei.ac.ru



подпись _____
удостоверяю
начальник управления по
работе с персоналом

Н.Г. Савин

С отзывом ознакомлен

01.12.2023

(Попов В.Ю.)