

Председателю диссертационного совета 24.2.327.06
на базе Московского авиационного института
(Национального исследовательского университета)
д.т.н., профессору Равиковичу Ю.А.

Уважаемый Юрий Александрович!

Высылаю Вам подготовленный мной отзыв официального оппонента на диссертацию Попова Вячеслава Юрьевича на тему: «Обоснование прочностного ресурса космических тепловых энергетических установок», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Директор ИАП РАН, д.ф.-м.н.



/Никитин И.С./

06.12.2023

Приложение: Отзыв официального оппонента (3 экз.)

Отдел документационного
обеспечения МАИ
11 / 12 2023

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу 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

Использование энергетических установок на основе принципов преобразования тепловой энергии в электрическую в последние десятилетия является весьма перспективным направлением для применения при космических полетах на дальние расстояния, для энергоснабжения стационарных баз, в том числе на Луне и Марсе, а также для питания космических аппаратов, которые потребляют большие объемы электроэнергии в течение длительного времени и не могут питаться исключительно солнечными батареями.

Исследуемые в работе тепловые энергетические установки (ТЭУ) нового поколения обладают набором преимуществ как перед другими типами источников энергии, так и перед аналогичными установками первого поколения. Они обладают большими удельными мощностными характеристиками, имеют существенно более продолжительный ресурс эксплуатации, но также отличаются и более сложной конструкцией, что приводит к необходимости решения соответствующих задач для обоснования прочностного ресурса подобных ТЭУ.

На основании вышесказанного тему диссертационной работы можно охарактеризовать как весьма актуальную.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

11. 12 2023г.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа изложена на 152 страницах и состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и 3 приложений.

Во введении обосновывается актуальность проведенных исследований, сформулированы цель и задачи работы. Определена научная новизна и сформулированы научная и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе описываются проблемы проектирования космических тепловых энергоустановок нового поколения, для которых характерны длительные ресурсы эксплуатации, повышенные мощности, а также большие габаритные размеры. Эти обстоятельства обуславливают необходимость сложных конструктивных решений для обеспечения требуемых параметров.

Во второй главе приводятся результаты исследований прочности отдельных элементов тепловых энергетических установок нового поколения, уточняются расчетные методики, которые позволяют обосновать прочность элементов конструкции без их существенной переработки с учетом нелинейности диаграммы деформирования.

В третьей главе приводятся результаты расчетно-экспериментальных исследований условий работы, прочности, циклической прочности ряда элементов конструкций ТЭУ (теплообменных аппаратов, органов регулирования тепловой мощности, регулирующих стержней, сильфонов компенсационного бака), полученных с использованием пакета МКЭ.

В четвертой главе дается оценка надежности элементов конструкции ТЭУ по результатам расчетов НДС для определения прочностной надежности системы с учетом коэффициентов вариации, определенных по разработанной методике.

В заключении к диссертационной работе сформулированы основные выводы и результаты исследования, которые в полной мере отражают научную новизну и практическую значимость работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автором проведен ряд расчетных и расчетно-экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния (НДС) элементов ТЭУ, выполнены оценки вероятности безотказной работы наиболее важных с точки зрения прочностной надежности элементов на наиболее нагруженных режимах работы, сделаны обоснованные выводы и даны рекомендации по доработке конструкции. Материал диссертации изложен логично и последовательно, должным образом оформлен и проиллюстрирован.

Практическая значимость

Результаты диссертационной работы имеют практическое значение, что дополнительно подтверждено актом о внедрении, приведенным в приложении диссертационной работы.

1. Методика оценки прочностной надежности, приведенная в диссертационной работе, может быть использована при разработке перспективных тепловых энергетических установок.

2. Предложенные в работе подходы к определению коэффициентов вариации позволяют обосновать показатели прочностной надежности на этапе проектирования в условиях недостаточности статистических данных.

3. Имитационная модель, построенная на основе связанного набора моделей отдельных элементов конструкции, с учетом предложений автора работы может позволить комплексно исследовать влияние различных факторов на вероятность безотказной работы.

Достоверность и научная новизна полученных результатов

Достоверность полученных результатов обоснована использованием верифицированного и аттестованного ФБУ «НТЦ ЯРБ» программного

обеспечения CAE Fidesys, использованием теоретически обоснованных методик исследования НДС и надежности, а также экспериментальной проверкой полученных результатов расчета НДС.

Научные результаты работы прошли апробацию на тематических конференциях и опубликованы в ряде научных трудов, в том числе в 2 статьях в изданиях, включенных в перечень ВАК и в 1 статье в издании, индексируемом в базе SCOPUS.

Автором проведена большая работа по обоснованию прочностного ресурса ТЭУ нового поколения и решен ряд актуальных задач с применением современных методов и программных средств, которые не применялись при проектировании установок первого поколения. Предложена методика обоснования прочностного ресурса ТЭУ на этапе проектирования и подход к определению коэффициентов вариации в условиях недостаточности статистических данных для обоснования вероятности безотказной работы.

Замечания по содержанию работы

По содержанию работы можно сделать следующие замечания.

1. В работе недостаточно рассмотрен подход для изделий-аналогов, применяемый для оценки надежности в случае проектирования новых, но не полностью уникальных изделий.

2. Во второй главе приводятся кривые билинейной аппроксимации диаграмм деформирования, однако не указана используемая модель пластичности.

3. В работе приводятся конечно-элементные модели и полученное с их использованием НДС, однако ничего не сказано об исследовании сеточной сходимости.

4. На странице 37 второй главы указана ссылка на рисунок 2.1.31, с иллюстрацией предложения автора для увеличения жесткости крышек ВКК,

однако такой рисунок в данной главе отсутствует (судя по контексту, речь о рисунке 2.1.17).

5. Иллюстрации, приведенные на рисунках 2.1.2, 2.1.11, 2.1.14, 2.1.20 и 3.2.2, имеют низкое разрешение картинки и не позволяют в достаточной степени проанализировать конструкцию. Иллюстрация 1.3.1 не позволяет проанализировать схему по той же причине.

6. В четвертой главе недостаточно раскрыта тема имитационной модели - не рассмотрены особенности и проблемы технологической реализации, не приведена конкретная информация о скорости работы данной модели на конкретных аппаратных мощностях.

Несмотря на указанные замечания, диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным на высоком научно-техническом уровне, а замечания могут рассматриваться как рекомендации для учета при проведении дальнейших исследований.

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 космических тепловых энергетических установок.

Работа удовлетворяет требованиям и критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук «Положением о присуждении учёных степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, и соответствует паспорту специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов».

Попов Вячеслав Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые,

электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов».

Официальный оппонент,
д.ф.-м.н., директор
Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Института
автоматизации
проектирования РАН



Никитин Илья Степанович

« 6 » декабря 2023 г.

Адрес: 123056, Москва, 2-ая
Брестская ул, д.19/18
ФГБУН «Институт автоматизации
проектирования РАН»
Телефон: +7 (499)250-02-62
E-mail: i_nikitin@list.ru

С отзывом ознакомлен
11.12.2023
[Signature] (Полков В.Ю.)