

## ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу

Туфана Анта

на тему «Метод проектирования демпфирующих устройств

космических аппаратов с учетом динамических процессов по снижению виброактивности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки)»

Для отзыва были предоставлены диссертационная работа и автореферат Туфана Анта.

### **Актуальность темы диссертации**

Диссертационное исследование решает актуальную задачу – снижение виброактивности от систем с подвижными массами на борту космических аппаратов (КА). В современных условиях, при необходимости повышения точности работы высокоточных приборов и аппаратуры, а также обеспечения надежности систем ориентации и стабилизации, возникает потребность в разработке эффективных методов демпфирования вибраций. В рамках исследования предлагается использование новых демпфирующих устройств, позволяющих значительно снизить влияние вибрационных возмущений без сложных конструктивных изменений. Предложенный метод обеспечивает оптимизацию динамических характеристик КА и способствует повышению точности и надежности их работы в условиях увеличивающихся требований к прецизионности.

Для достижения поставленной цели – разработки метода проектирования демпфирующих устройств космических аппаратов с учетом динамических процессов по снижению виброактивности, автор решает ряд частных задач.

### **Структура и содержание диссертации**

Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, приложения и списка литературы из 170 наименований и изложена на 147 страницах. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

Во **введении** диссертационной работы содержатся ключевые структурные элементы, такие как актуальность темы исследования, степень разработанности темы, цель и задачи диссертационной работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методы и достоверность исследования, а также защищаемые положения.

В **первой главе** автор проводит всесторонний анализ проблем виброактивности КА и существующих методов ее устранения. Во **второй главе** подробно рассматриваются механизмы возникновения вибрационных возмущений от двигателей-маховиков и их влияние на функционирование высокоточных приборов и аппаратуры. Проанализированы комплексные пути снижения виброактивности на различных этапах полета, включая новые технические решения по оптимизации работы двигателей-маховиков и системы управления реактивной струей. В **третьей**

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«01» 12 2025 г.

**главе** описаны конструктивные особенности зигзагообразных виброизолирующих элементов с ослабленными зонами в конструкции системы виброизоляции, приведены результаты ее математического моделирования и экспериментальной оценки эффективности.

В **заключении** приводятся результаты диссертационного исследования и дается спектр направлений для дальнейшей разработки данной тематики, а также предложения по использованию результатов.

**Теоретическая значимость** работы определяется: разработкой нового метода расчета и проектирования демпфирующих устройств КА, основанного на комплексном подходе к анализу динамических процессов; предложением концепции построения виброизолирующих элементов с переменной жесткостью, обеспечивающей оптимизацию динамических характеристик гасителя колебаний; формулировкой теоретических основ проектирования виброизолирующих элементов зигзагообразной конфигурации с комбинированными ослабленными зонами.

**Практическая значимость** работы заключается в внедрении разработанной системы виброизоляции с уникальной конструкцией зигзагообразных виброизолирующих элементов, оснащенных круглыми и квадратными отверстиями, что способствует повышению общей надежности КА в условиях сложных динамических воздействий.

В **приложении** представлены акты внедрения результатов диссертационной работы.

**Обоснованность и достоверность полученных результатов** подтверждаются строгой формализацией методов исследования, систематическим применением проверенных аналитических подходов и экспертной экспертизой.

**Научная новизна диссертационного исследования и заключается в следующем:**

1. Разработан метод снижения виброактивности на борту КА за счёт применения магнитожидкостной системы виброизоляции, позволяющей уменьшить амплитуды вибрационных возмущений, приходящих от систем с подвижными массами в условиях эксплуатации;
2. Исследованы новые проектно-конструкторские решения для упругих элементов конструкции магнитожидкостной системы виброизоляции, направленные на снижение разницы между частотами первых тонов собственных колебаний системы с использованием специально созданных зигзагообразных пружин, которые позволяют повысить точность настройки магнитожидкостного гасителя колебаний на заданную частоту для достижения эффективного виброгашения;
3. Определены рациональные физико-геометрические характеристики применительно к специально созданным зигзагообразным пружинам с ослабленными участками в виде круглых и квадратных отверстий и без них, позволяющих свести частоты первых тонов собственных колебаний магнитожидкостной системы виброизоляции с учётом требования к напряжённо-деформированному состоянию пружин.

### **Апробация работы**

Результаты, изложенные в диссертационной работе, доложены и обсуждены на следующих всероссийских и международных научных конференциях:

- Авиация и космонавтика– ноябрь 2024 г.;
- Скоростной транспорт будущего: перспективы, проблемы, решения (HSTD)– август 2024 г.;
- Innovative Technologies of the XXI-st Century–апрель 2024 г.;
- Aviation and Cosmonautics: Aerospace Heritage – декабрь 2023 г.

Содержание диссертации изложено в **25** публикациях, из них **8** статей в журналах Перечня ВАК по специальности 2.5.13, **5** статей в изданиях, входящих в международные базы данных WoS и Scopus, **7** тезисов докладов на всероссийских и международных научных конференциях, **5** изданных в установленном порядке учебных пособий.

### **Замечания к работе**

1. В подразделе «Степень разработанности темы исследования» целесообразно было бы дополнить перечисленные организации сведениями о научно-исследовательской деятельности отраслевой научно-исследовательской лаборатории №1 (ОНИЛ-1) Самарского университета имени академика С.П. Королева, поскольку данное научное подразделение осуществляет масштабные и углубленные исследования в направлении, соответствующем тематике диссертационного исследования;

2. Разработанный метод снижения виброактивности не описан чётко ни в автореферате, ни в диссертации;

3. В заключении диссертационной работы, где утверждается превосходство разработанной магнитожидкостной системы виброизоляции над имеющимися аналогами на 15-30%, отсутствует описание и техническая характеристика упомянутых аналогов, что не позволяет объективно оценить масштаб достигнутого улучшения;

4. Отсутствует обоснование способа крепления пружин к основаниям системы виброизоляции, что усложняет восприятие причин, лежащих в основе выбора именно этого технического решения. Было бы целесообразно провести сравнительный анализ различных способов крепления, что позволило бы определить преимущества выбранного варианта и его влияние на эффективность работы разработанной системы виброизоляции.

5. Автореферат «переразмерен».

Указанные выше замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и могут быть рассмотрены автором для дальнейшей проработки темы исследований.

### **Заключение**

Диссертационная работа выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной, теоретической и практической значимостями и является законченной и самостоятельной научно-исследовательской работой. По содержанию и оформлению представленная работа полностью

соответствует пункту 9 «Положения о присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842), а её содержание отвечает паспорту научной специальности 2.5.13 Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки) в части пунктов 1 и 3.

Автор диссертации Туфан Ант заслуживает присвоения степени кандидата технических наук 2.5.13 Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов (технические науки).

Официальный оппонент:

доктор технических наук,

профессор кафедры автоматических систем энергетических установок имени академика РАН Владимира Павловича Шорина федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

  
14.11.25  
Александр Алексеевич Иголкин

443086, г. Самара, Московское шоссе, д. 34

тел. 8 (846) 267-46-57

эл. почта: igolkin.aa@ssau.ru

Моб. : +7 917 162-00-62

Я, Александр Алексеевич Иголкин, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.



Подпись доктора технических наук, доцента Иголкина А.А. удостоверяю:

С собой ознакомил  
  
01.12.2025

|                                                                                      |                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|  | Подпись <u>Иголкин АА</u> удостоверяю    |
|                                                                                      | _____, секретарь Самарского университета |
|                                                                                      | <u>Васильева И.П.</u> _____ 20 ____ г.   |