

ОТЗЫВ

официального оппонента
на диссертационную работу
Катаева Андрея Владимировича

«Динамика торможения ракетных кареток при высокоскоростных трековых испытаниях опытных изделий авиационной и ракетной техники»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин

Актуальность темы диссертационной работы

В диссертационной работе Катаева Андрея Владимировича исследуются методы и средства торможения ракетных кареток, с целью сохранения подвижной материальной части при проведении динамических испытаний со скоростями от 2 М до 4 М в условиях ограниченной длины ракетного трека ФКП «ГкНИПАС имени Л.К. Сафронова».

В настоящее время основным приоритетом в развитии авиационной техники и авиационного вооружения является создание высокоскоростных летательных аппаратов. Расширение технических характеристик разрабатываемых объектов предъявляет новые требования к испытательному стендовому оборудованию, в том числе к ракетным трекам. Заданный условиями испытаний скоростной режим обеспечивается как средствами разгона, так и средствами торможения. Сохранение матчасти при трековых испытаниях позволяет существенно снизить их стоимость, сократить время подготовки, а также повысить информативность за счет получения данных по испытанию с бортовых средств регистрации.

Разработка методик по повышению эффективности исследуемых методов и средств торможения ракетных кареток, используемых при проведении динамических испытаний на ракетном треке, имеет важное значение для авиационной и военной промышленности. Таким образом, данная работа является актуальной и имеет важное практическое значение.

Объем и структура диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и двух приложений. Общий объем работы составляет 184 страницы. Список литературы содержит 111 источников.

Во **введении** рассмотрен вопрос актуальности темы, диссертации, поставлены цели и задачи исследования, представлены научная новизна,

Отдел корреспонденции
и контроля исполнения
документов МАИ

«22» 11 2024 г.

теоретическая и практическая значимость работы, достоверность и обоснованность результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации представлен анализ основных методов торможения ракетных кареток. Определены их технические возможности и ограничения в использовании. Обозначены критерии качества тормозных устройств, оценивающие их конструктивное качество и энергетические возможности.

Во второй главе представлена математическая модель движения экспериментальной установки по ракетному треку. Изложены различные варианты режимов торможения исходя из заданных ограничивающих условий. Обозначены критерии эффективного и безопасного режима торможения. Приведена методика расчета вновь введенного критерия качества тормозных устройств – коэффициента неравномерности режима, исходя из заданных условий торможения ракетной каретки. Предложена методика задействования тормозных устройств разных типов в индивидуальных скоростных диапазонах.

В третьей главе приведено описание работы гидродинамических тормозных устройств и порядок расчета развиваемой ими силы торможения. Представлены результаты математического моделирования процесса функционирования гидродинамического тормозного устройства, проведенного с помощью CFD программы. Выполнены оценки спектров амплитуды и мощности сигналов виброускорений, воздействующих на конструкцию ракетной каретки при гидродинамическом торможении и зарегистрированных в ходе эксперимента. Представлена разработанная автором методика расчёта новой формы профиля рабочей части гидродинамического тормозного устройства, обеспечивающей близкий к заданному тормозной импульс. Выполненные в соответствии с разработанной методикой блок-схема и текст программы представлены в **приложении А**. В конце главы проведен сравнительный анализ режимов торможения ракетной каретки в случаях применения нового расчетного профиля рабочей части гидротормоза и широко используемого – треугольного профиля.

В четвертой главе приведено описание работы фрикционных тормозных устройств. На основании экспериментальных данных методом аппроксимации получена экспоненциальная зависимость коэффициента трения от контактного давления и скорости трения в контактной паре: фрикционный элемент тормозного устройства – рельсовая направляющая. Приведено описание вновь разработанной методики расчёта фрикционного торможения и теплового износа фрикционных элементов тормозных устройств. Перечень условных обозначений, блок-схема и текст разработанной по представленной методике программы приведены в **приложении Б**.

В заключении приводятся основные результаты, полученные в диссертационном исследовании.

Научная новизна работы

1. Разработан критерий качества тормозных устройств – коэффициент неравномерности режима, оценивающий тормозное устройство исходя из его способности развивать стабильную останавливающую силу на заданном участке торможения.

2. Представлен способ торможения с применением совокупности тормозных устройств разных типов, каждое из которых задействуется в индивидуальном скоростном диапазоне. Применение данного способа обеспечивает стабильную останавливающую силу в широком скоростном диапазоне.

3. Разработана методика расчёта геометрических параметров профиля рабочей части гидродинамического тормозного устройства, обеспечивающего уменьшение тормозного пути ракетных кареток за счет получения тормозного импульса, близкого к заданному;

4. Разработана методика расчёта фрикционного торможения и сопутствующего теплового износа фрикционных элементов тормозных устройств в условиях переменного коэффициента трения и зависящих от температуры свойств материала.

Обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов подтверждается использованием апробированных методов построения моделей гидродинамики, теплопроводности, механики деформируемого тела, известных методов решения краевых задач, подтверждением расчётных значений полученными из достоверных источников данными решений известных задач и экспериментальными данными испытаний, проводимых с использованием известного оборудования на ракетном треке ФКП «ГкНИПАС имени Л. К. Сафронова», в соответствии со стандартами проведения испытаний.

Практическая значимость работы состоит в разработке методического подхода обеспечения торможения с целью сохранения ракетных кареток, включая средства измерения и накопители информации, при трековых испытаниях. Представлены методики расчёта конструкционных параметров тормозных устройств гидродинамического и фрикционного типов, которые могут применяться на стадии их проектирования или расчете режимов торможения при подготовке к трековым испытаниям. Полученные автором результаты применяются на ракетном треке ФКП «ГкНИПАС имени Л.К.Сафронова» и в дальнейшем могут использоваться при подготовке и проведении испытаний на других ракетных треках страны.

Апробация результатов работы

По теме диссертации опубликовано 20 работ, из них 5 публикаций в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 1 публикация в журнале, индексируемом международной системой цитирования Scopus, 9 публикаций в виде тезисов докладов международных конференций и симпозиумов, 5 патентов на полезные модели.

Апробация результатов диссертационной работы проводилась на международных конференциях и симпозиумах.

Замечания по диссертации и автореферату

1. В главе 3 при описании численного моделирования функционирования гидродинамического тормозного устройства в CFD программе следовало представить более подробное описание расчетной модели.

2. В главе 3 не описано влияние отклонений параметров ракетной каретки от расчетных (скорость, масса, аэродинамические характеристики) на реализуемый тормозной импульс при использовании тормозного устройства, рассчитанного по представленной в работе методике.

3. В главе 4 не обозначено, что фрикционные элементы тормозных устройств помимо износа, вызванного их нагревом, подвергаются абразивному изнашиванию.

4. В работе присутствуют некоторые терминологические неточности и опечатки.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы, на ее практическую значимость и научную новизну.

Содержание диссертации полностью раскрывает постановку и методы решения поставленных задач, а полученные результаты являются новыми и имеют высокое практическое значение в области динамики машин. Автореферат соответствует содержанию диссертации и достаточно полно отражает ее содержание, научные положения и основные результаты.

Заключение

Представленная диссертационная работа Катаева Андрея Владимировича «Динамика торможения ракетных кареток при высокоскоростных трековых испытаниях опытных изделий авиационной и ракетной техники» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне и посвященной актуальной проблеме в области динамики машин. Полученные в работе результаты являются новыми, представляют как научный, так и практический интерес. Основное содержание работы соответствует паспорту научной специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин, в частности, в пунктах 13, 14, 15.

Считаю, что диссертационная работа Катаева Андрея Владимировича **соответствует** критериям и требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями и дополнениями), а ее автор Катаев Андрей Владимирович **заслуживает** присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Официальный оппонент:

Учёный секретарь – начальник научно-технического отдела ФКП «НИО «ГБИП России», к.т.н.



Н. М. Ватутин

«07» 11 2024 г.

Полное наименование организации: Федеральное казенное предприятие «Национальное испытательное объединение «Государственные боеприпасные испытательные полигоны России»

Адрес места работы: 141292, Московская область, г.о. Пушкинский, г. Красноармейск, пр-т. Испытателей, д. 14.

Телефон: +7 (495) 993-41-47

E-mail: info@niogbip.ru

Научная специальность, по которой защищена кандидатская диссертация: 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий (по отраслям).

Я, Ватутин Николай Михайлович, даю свое согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Катаева Андрея Владимировича, и их дальнейшую обработку.



Н.М. Ватутин

Подпись кандидата технических наук Ватутина Николая Михайловича удостоверяю.

Начальник отдела кадров
ФКП «НИО «ГБИП России»



/ Подуваева Е.Н. /
(Ф.И.О.)

(подпись)

М.П.

«07»

ноябре 2024 г.

С отзывом ознакомлен
22.11.2024 