



Акционерное общество
Государственный научно-исследовательский институт машиностроения
имени В.В.Бахирева»
(АО «ГосНИИмаш»)

пр. Свердлова, д.11А, г. Дзержинск, Нижегородская обл., Россия, 606002
тел.: +7 (8313) 36-70-00; факс: +7 (8313) 36-08-30, +7 (8313) 36-71-00;
E-mail: niimash@mts-nn.ru, www.gosniimash.ru
ОКПО 07512007 ОГРН 1085249000650 ИНН/КПП 5249093130/524901001

Joint stock company «State scientific research institute of mechanical engineering after V.V.Bakhirev»
11a, Sverdlov st., Dzerzhinsk,
Nizhny Novgorod Region, Russia, 606002
Phone: +7 (8313) 36-70-00, Fax: 7 (8313) 36-71-00
e-mail: niimash@mts-nn.ru, www.gosniimash.ru

Экз. № _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального директора по
научной работе АО «ГосНИИмаш», к.т.н.

Г.В. Харин

« 28 »

М.П.



Отзыв

на автореферат диссертации

Катаева Андрея Владимировича

на тему

**«Динамика торможения ракетных кареток при высокоскоростных
трековых испытаниях опытных изделий авиационной и ракетной
техники»,**

представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин

Одним из этапов отработки разрабатываемых компонентов ракетного оружия до принятия решения о допуске на летные испытания являются наземные стендовые испытания в условиях, максимально приближенных к условиям применения. Одним из наиболее информативных видов стендовых испытаний, обеспечивающих полномасштабное моделирование процессов, реализующихся при высокоскоростном подходе носителя к мишенной обстановке, имитирующей цель, являются трековые испытания, во время проведения которых определяется работоспособность входящего в разрабатываемое изделие оборудования.

Типичный способ проведения трековых испытаний включает в себя

размещение испытываемого оборудования на специальной ракетной каретке, которая при проведении опыта разгоняется до требуемой скорости при помощи ракетного двигателя, установленного на такой же ракетной каретке. При достижении требуемого уровня скорости движения перед подходом к месту размещения мишенной обстановки каретка с двигателем отделяется от каретки с испытываемым оборудованием в результате торможения.

В некоторых случаях для проведения испытаний бывает достаточно небольшого уменьшения скорости каретки с двигателем, однако максимальная информативность может быть обеспечена только при полном исключении условий, при которых мишенная обстановка подвергается вторичному высокоскоростному воздействию при высокоскоростном ударе двигателем.

В связи с этим задача совершенствования способов торможения экспериментального оборудования ракетного трека, движущегося с высокой скоростью по рельсовым направляющим, приобретает определяющее значение как с точки зрения повышения информативности результатов испытаний, так и с точки зрения обеспечения сохранности подвижного испытательного оборудования.

Изложенное выше свидетельствует об **актуальности** темы «**Динамика торможения ракетных кареток при высокоскоростных трековых испытаниях опытных изделий авиационной и ракетной техники**», выбранной автором для диссертационной работы.

В работе представлены результаты теоретического исследования движения экспериментальной установки по ракетному треку, в процессе которого реализуются режимы торможения, эффективность которых определяется величиной работы, совершаемой средствами торможения на заданной длине трека, а безопасность применения - величиной тормозной силы, развиваемой на участке торможения. Для обеспечения моделирования процессов торможения автором разработаны методика расчета гидродинамического тормозного устройства ракетной каретки, позволившая обосновать новую форму профиля его рабочей части, обеспечивающей создание тормозного импульса, близкого к заданному условиям испытаний, и методика расчета фрикционного способа торможения, позволяющая учитывать влияние возникающих тепловых эффектов на величину коэффициента трения и величину износа.

В связи с тем, что разные тормозные устройства эффективны в разных скоростных диапазонах, автором предложено для обеспечения эффективного торможения осуществлять этот процесс при помощи ряда устройств разного типа, обеспечивая заданные требования по ограничению тормозного пути и силы торможения на всем его участке.

Кроме теоретических исследований особенностей процессов торможения автором проведено экспериментальное исследование особенностей динамики неустойчивого движения ракетной каретки при гидродинамическом торможении.

В процессе комплексных экспериментально-теоретических исследований получены результаты, подтверждающие **новизну** представленной работы, а именно:

- разработан критерий качества тормозных устройств, характеризующий их энергетические возможности в части эффективности и безопасности, обеспечиваемых ими режимов торможения ракетных кареток;
- предложен новый алгоритм торможения, предусматривающий применение ряда тормозных устройств разных типов, обеспечивающих эффективное гашение скорости ракетной каретки на ограниченной длине ракетного трека;
- разработана методика расчета новой формы профиля рабочей части гидродинамического тормозного устройства и реализуемого им тормозного импульса, близкого к заданному условиями испытаний, обеспечивающего уменьшение тормозного пути ракетных кареток в условиях ограниченной длины ракетного трека;
- разработана методика расчета фрикционного торможения при высокоскоростных испытаниях на ограниченной длине ракетного трека и сопутствующего теплового износа фрикционных элементов тормозных устройств с учетом переменного коэффициента трения и свойств их материала, зависящих от температуры.

Теоретическая и практическая значимость работы подтверждается следующими результатами:

- обобщением и систематизацией сведений об основных методах торможения, применяемых в условиях ракетного трека;
- разработкой методики расчета конструктивных параметров тормозных устройств для проектирования перспективных средств торможения, обеспечивающих сохранение движущихся по ракетному треку объектов при более высоких директивно установленных скоростях применения летательных аппаратов баллистического типа;
- использованием результатов диссертационной работы при подготовке и проведении испытаний изделий авиационной и ракетной техники на ракетном треке ФКП «ГкНИПАС имени Л.К. Сафронова» (акт внедрения).

Достоверность результатов обеспечивается использованием известных моделей гидродинамики и механики деформируемого тела,

известных методов решения краевых задач, корректностью формулирования математических моделей и строгостью их обоснования, сравнением расчетных

значений, полученных на основе разработанных методик, с полученными из достоверных источников результатами решения известных задач и экспериментальными данными испытаний, проводимых на ракетном треке ФКП «ГкНИПАС имени Л.К. Сафронова».

Рецензент считает, что сформулированная автором **цель** диссертационной работы, заключающаяся в исследовании методов и средств торможения ракетных кареток применительно к испытательному стенду «Ракетный трек ФКП «ГкНИПАС имени Л.К. Сафронова»; математическом моделировании рабочих процессов при гидродинамическом торможении ракетных кареток на высоких скоростях их применения; математическом моделировании фрикционного торможения ракетных кареток в обеспечение предельных скоростей испытаний новых изделий авиационной и ракетной техники достигнута, и что представленная работа **имеет научную новизну и теоретическую и практическую значимость**. Формулировки полученных результатов и их значимость, сделанные автором диссертационной работы, представляются рецензенту обоснованными.

Достоверность представленных в работе результатов и **обоснованность положений, выносимых на защиту**, не вызывают возражений и сомнений в их авторстве.

Апробация результатов диссертационной работы, проведена на признанных научным сообществом отечественных и международных конференциях, а **публикация** основных результатов исследований выполнена в авторитетных отечественных журналах.

Личный вклад автора охарактеризован корректно и в полном объеме.

Изложенные в автореферате диссертации результаты исследований соответствуют специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Автореферат диссертации оформлен в соответствии с требованиями к оформлению научно-технической литературы, представленное в нем содержание работы изложено технически грамотным языком. Приведенные в тексте иллюстрации хорошо поясняют процесс проведенных исследований и полученные результаты.

В качестве замечаний:

- в автореферате не представлено описание аэродинамических тормозных устройств, как основных средств торможения, используемых при торможении трековых ракетных кареток на скорости выше 700 м/с;
- в соответствии с представленной методикой расчета фрикционного торможения на грани фрикционного элемента, противоположной поверхности трения, заданы условия теплообмена с окружающим воздухом (граничные условия III рода),

однако на схеме, изображенной на рисунке 10, изображен её контакт с элементами тормозного устройства.

Эти замечания, однако, не умаляют новизны и важности полученных результатов.

Резюмируя изложенное выше, можно сделать следующие **выводы**:

- 1) Диссертация Катаева Андрея Владимировича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой получены решения важных для проведения динамических испытаний с использованием ракетного трека прикладных задач.
- 2) Диссертационная работа «Динамика торможения ракетных кареток при высокоскоростных трековых испытаниях опытных изделий авиационной и ракетной техники», имеет важную научную и практическую ценность, полностью отвечает требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении учёных степеней ВАК РФ, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор Катаев Андрей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Начальник центра теоретической и прикладной физики
доктор технических наук
по специальности 20.02.21.



А.Е. Курепин

Ученый секретарь, кандидат химических наук
по специальностям 02.00.03, 02.00.08



Н.В. Долганова