

**Федеральное государственное казенное военное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Военная академия Ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого»  
Министерства обороны Российской Федерации**

143900, Московская область, г. Балашиха, ул. Карбышева, д.8

Экз. № 1

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заместитель начальника академии  
по учебной и научной работе  
кандидат военных наук, доцент  
генерал-майор **О.Усатенко**  
« 12 » апреля 2016 г.



**О Т З Ы В**

**на автореферат диссертации КОМАРОВА Ильи Сергеевича  
на тему: «Численное моделирование виброударного нагружения  
конструкций на стендах взрывного действия при имитации нагрузок от  
срабатывания пиротехнических средств разделения»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и  
аппаратуры»**

В диссертационной работе Комарова И.С. решена научная задача по разработке методик численного моделирования виброударных нагрузок на конструкции и бортовое оборудование ракет-носителей и космических аппаратов при их воспроизведении с помощью стационарных виброударных стендов и устройств локального нагружения взрывного действия, а также проведено экспериментальное обоснование использования методик численного моделирования для прогнозирования испытательных режимов, реализуемых с помощью стационарных виброударных стендов и мобильных устройств взрывного действия применительно к отработке прочности и проверке функционирования бортовых систем ракет-носителей и космических аппаратов.

Актуальность диссертационного исследования обусловлена тем, что в настоящее время научно-исследовательские учреждения Министерства обороны РФ и предприятия оборонно-промышленного комплекса остро нуждаются в системах воспроизведения режимов нагружения в амплитудно-частотных диапазонах от 0,1 до 10 кГц, от 100 до 5000 г, что требует разработки и внедрения специализированных стендов взрывного действия. Подобные стенды серийно не выпускаются в России и за рубежом. Применяемые в практике взрывные устройства и стенды являются уникальными и для своего использования нуждаются в отработке испытательных режимов, что представляет собой сложную и трудоемкую задачу, которая до настоящего времени решалась эмпирически ценой проведения большого объема

отладочных испытаний. Одним из путей решения этой задачи и совершенствования методов прочностных испытаний является внедрение в практику наземной отработки изделий РКТ математического моделирования, что, в свою очередь, требует создания научно-методической базы численного моделирования виброударного нагружения конструкций на стендах взрывного действия.

Научная новизна диссертационной работы заключается, прежде всего, в том, что впервые разработана и экспериментально обоснована методика расчета параметров нагрузок, создаваемых пороховыми зарядами в устройствах локального виброударного нагружения, на основе предложенного способа идентификации параметров, используемых в уравнении состояния пороха, по известным энергетическим и геометрическим характеристикам. Автором впервые разработана и экспериментально обоснована методика расчета параметров ударных нагрузок, реализуемых виброударными стендами взрывного действия, при использовании зарядов взрывчатого вещества с демпфирующими элементами. Также в ходе исследования впервые разработана и экспериментально обоснована методика численного моделирования и прогнозирования испытательных режимов, реализуемых устройствами локального нагружения и стационарными стендами взрывного действия, при отработке прочности конструкций и бортового оборудования ракет-носителей и космических аппаратов на воздействие виброударных нагрузок от срабатывания пиротехнических средств разделения.

В ходе проведенных по теме диссертации исследований автором лично получены новые научные результаты:

1. разработаны методики и проведено экспериментальное обоснование численного моделирования нагрузок, реализуемых испытательными устройствами локального нагружения при отработке прочности конструкций и бортового оборудования ракет-носителей и космических аппаратов на воздействие виброударных нагрузок от срабатывания пиротехнических средств разделения;

2. разработаны методики и проведено экспериментальное обоснование численного моделирования нагрузок, реализуемых стационарными виброударными стендами взрывного действия, при отработке прочности конструкций и бортового оборудования ракет-носителей и космических аппаратов на воздействие виброударных нагрузок от срабатывания пиротехнических средств разделения.

Для получения указанных результатов автором использовались современные научные методы исследований, классические соотношения теорий горения, взрыва, пластин и оболочек. Комаров И.С. обоснованно применял апробированные программные продукты, экспериментально подтверждал результаты численного моделирования.

Практическая значимость работы состоит в том, что сокращены затраты на проведение отладочных испытаний, повышена достоверность и информативность экспериментальных результатов. Методики могут быть использованы при разработке нормативных требований по виброударной прочности изделий РКТ.

Теоретическая значимость заключается в том, что результаты выполненных исследований позволили разработать методики численного моделирования виброударных нагрузок на конструкции и бортовое

оборудование ракет-носителей и космических аппаратов при их воспроизведении с помощью стационарных виброударных стендов и устройств локального нагружения взрывного действия.

Достоверность и обоснованность положений и выводов диссертационной работы подтверждается применением современных высокоточных методов измерения параметров и апробированных вычислительных методов, а также удовлетворительным согласием полученных теоретических и экспериментальных данных с результатами других авторов и известными теоретическими моделями.

В тоже время по содержанию автореферата следует отметить следующие недостатки:

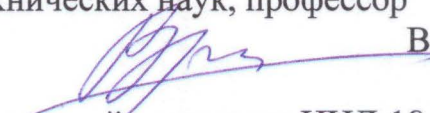
1. Из автореферата не ясно, какой метод решения использовался (явный или неявный) при численном моделировании: метания частицы на пороховой баллистической установке (глава 2), виброударного нагружения (глава 3), ударно-волнового нагружения пакета материалов (глава 4).

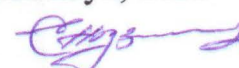
2. Из рассмотрения рисунка 17 не ясно, использовался ли для инициирования детонации в заряде взрывчатого вещества генератор плоской волны или линзы, оценивалось ли автором затухание ударной волны в резине и в полистироле;


3. Из текста автореферата не ясно, чем отличается предлагаемый способ расчета характеристик горения от известных ранее (например, решение задачи внутренней баллистики ствольных систем по М.Е. Серебрякову) и какие неизвестные константы при этом могут быть определены.

Степень опубликования результатов диссертации высокая, а пункты реализации работы подтверждают зрелость соискателя и его формирование как ученого, способного самостоятельно решать сложные научные задачи.

Вывод: судя по автореферату, диссертация Комарова И.С. является законченной научной квалификационной работой и по своей актуальности, научной новизне, практической значимости соответствует критериям, изложенным в п. 9 «Положения о присуждении степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Комаров Илья Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Старший научный сотрудник НИЛ-18  
доктор технических наук, профессор  
 В. Мелешко

Старший научный сотрудник НИЛ-18  
кандидат технических наук, СИС  
 Е. Кузин

Начальник НИЛ-17  
кандидат технических наук, доцент  
майор  
 А. Воробьев

« 8 » апреля 2016 г.