

ОТЗЫВ
официального оппонента

на диссертационную работу Комарова И.С. «Численное моделирование виброударного нагружения конструкций на стендах взрывного действия при имитации нагрузок от срабатывания пиротехнических средств разделения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

В настоящее время исследования вопросов комплексного обеспечения наземной экспериментальной отработки изделий ракетно-космической техники (РКТ) являются составной частью ряда государственных космических программ, что несомненно определяет научно-техническую значимость данной работы. Решению одной из задач этой большой и актуальной проблемы, а именно исследованиям воздействия виброударных нагрузок от срабатывания пиротехнических средств разделения и посвящена данная диссертация. Виброударные нагрузки от срабатывания пиротехнических средств разделения РКТ носят локальный, кратковременный характер и отличаются высокой интенсивностью, широким частотным спектром, что может привести к нештатным и аварийным ситуациям. В условиях жестких ограничений на массово-габаритные затраты пиротехнических средств разделения космических аппаратов автором разработан методический подход и предложен аппарат, позволяющий гарантировать требуемую надежность функционирования данных систем. С целью наземных испытаний используются уникальные стенды, для которых необходима специальная отладка испытательных режимов, что представляет сложную и трудоемкую задачу, которая решалась эмпирически ценой большого объема испытаний. В настоящее время разработка единого подхода к отработке виброударной прочности является актуальной для отладочных испытаний изделий РКТ. Впервые в диссертации разработаны заряды взрывчатого вещества (ВВ) с демпфирующими элементами (резина, вспененный полистирол), позволяющие формировать уровень

перегрузок на бортовом оборудовании с учетом коэффициента безопасности, не повреждая материальную часть испытываемого объекта. Диссертант поставил перед собой цель выявить закономерности возникновения виброударных процессов в типовых конструкционных элементах ракет-носителей и космических аппаратов при имитации срабатывания пиротехнических средств с использованием устройств локального нагружения взрывного типа. Необходимо отметить, что проведенные в работе исследования впервые в комплексной постановке выполнены Комаровым И.С. Проведенные исследования потребовали от автора глубоких знаний в области деформирования тонкостенных оболочек и конструкционных элементов РКТ, а также расчета процесса горения пороха и движения ударника по стволу баллистической установки в двухмерной постановке с учетом двухфазного уравнения состояния пороховых газов. Гибкость созданных расчетных моделей обеспечивается блочной структурой методик с заменяемыми блоками, которые можно дополнять независимо. Большая стоимость объектов РКТ при их наземной отработке приводит к малой выборке (объему) испытаний, поэтому методический материал диссертации очень ценен для практики (прогнозирования режимов работы баллистических установок, газовых пушек, мобильных виброударных устройств). Значительный научный и практический вклад внесен автором в разработку стенда взрывного действия для моделирования виброударных режимов, который может быть рекомендован в отрасли для отработки конструкций РКТ. Полученные в диссертации результаты могут широко применяться в будущем для прогнозирования режимов по ударному спектру при срабатывании пиротехнических средств разделения. Новым является то, что удалось усовершенствовать метод прочностных испытаний изделий РКТ, который позволяет сократить объем испытаний и повысить их информативность. В работе проведено численное моделирование ударно-волнового нагружения многослойных пакетов материалов испытываемых конструкций при контактном подрыве листового

ВВ, что расширяет класс решаемых задач с использованием разработанного методического аппарата.

По содержанию диссертации необходимо отметить, что первая глава диссертации посвящена анализу состояния исследований и представляет обзор методов виброударного нагружения.

Во второй главе диссертации разработаны методики, в которых используется современный математический аппарат. Использование в диссертации расчетного пакета потребовало определенного набора исходных данных по параметрам горения, что является самостоятельной сложной задачей. Диссертант предложил способ определения необходимых констант для порохового заряда через известные постоянные, используемые в геометрической модели горения пороха. Новым в главе является то, что удалось разработать процедуру расчета характеристик горения пороха с образованием пороховых газов в канале баллистической установки и сравнить их с известными данными в предельных случаях. Получено удовлетворительное согласие результатов моделирования со средними значениями в условиях эксперимента.

Большая часть диссертации (глава 3) посвящена вопросам численного и экспериментального моделирования виброударного нагружения бака ракетно-носителя. Наиболее ценным в главе является получение зависимости ударно-волнового процесса в элементах конструкций от характеристик ударника, резинометаллического демпфера и нагружаемой оболочки.

В четвертой главе рассмотрено численное моделирование взрывных нагружающих устройств (зарядов из листового ВВ и демпферов) для формирования воздействия на объект испытаний. Ценность главы определяется возможностью использования ее результатов для расчета различных взрывных генераторов механического импульса давления и определения результирующей силы, сообщаемой нагружаемой поверхности.

Пятая глава посвящена прогнозированию виброударных режимов на стенде взрывного действия с использованием расчетной модели импульсного

нагружающего устройства. Автор очень детально проработал вопросы использования расчетных и экспериментальных данных для воспроизведения виброударных нагрузок, нормируемых по ударному спектру, привел примеры сопоставления ударных спектров для оценки достоверности полученных результатов. Использование разработанных методик на практике позволяет сократить затраты на проведение отладочных испытаний, однако в диссертации не приводится расчет затрат при использовании различных вариантов испытаний, что можно рассматривать как пожелание на дальнейшую работу. Среди наиболее интересных результатов этой главы надо назвать получение данных по повышению информативности проводимых автономных испытаний с малой выборкой.

Судя по материалам диссертации по существу исследований необходимо отметить следующие недостатки и замечания:

1. Недостаточно полно раскрыты вопросы метрологического обеспечения измерений и способы задания эталонных воздействий на разработанный вибрационный стенд.
2. Не приводится диапазон применимости разработанных методик, что расширило бы возможности их использования в испытаниях различного вида с использованием генераторов механического импульса давления.

В целом, в диссертации создан методический задел для получения исходных данных при планировании испытаний. Материал диссертации логически взаимосвязан, хорошо отредактирован и позволяет составить полное представление о проведенной работе, её материалы своевременно опубликованы, автореферат правильно отражает её структуру и содержание. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные предложения, внедрение которых вносит значительный вклад в повышение надежного функционирования пиротехнических средств разделения отечественной РКТ.

Работа соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским

диссертациям. Результаты диссертационных исследований реализованы организациями промышленности в ходе работ по подтверждению надежности средств разделения изделий РКТ. Результаты работы являются научно-методической основой совершенствования методов прочностных испытаний изделий РКТ путем внедрения численного моделирования в практике наземной имитации виброударного нагружения от срабатывания пиротехнических средств разделения и генераторов взрывного действия.

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертационная работа решает важную научно-прикладную задачу, связанную с обеспечением наземной отработки изделий РКТ, соответствует требованиям ВАК, а её автор Комаров И.С. заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Официальный оппонент к.т.н., с.н.с.



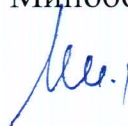
А. Чепрунов

141307, г. Сергиев Посад, Московская обл., ул. Весенняя 2б
ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России. Тел. 8 916 313 61 18

" 6 " апреля 2016 г.

Подпись ведущего научного сотрудника ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника Чепрунова Александра Александровича заверяю

Заместитель начальника ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России,
по научной работе



В. Чипко

" 6 " апреля 2016 г.