


1111

**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. №

**УТВЕРЖДАЮ**  
ВрИО заместителя начальника академии  
по учебной и научной работе  
кандидат технических наук, доцент  
полковник  
А. Мосиенко  
«\_\_\_» ноября 2017 г.



### О Т З Ы В

**на автореферат диссертации ГОЛДЕНКО Натальи Александровны  
на тему: «Расчетно-экспериментальные методы исследования прочности  
трансформируемых модулей орбитальных станций при воздействии осколочно-  
метеороидной среды»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и  
аппаратуры»**

Накопление в околоземном пространстве осколков отработавших ракет носителей и космических аппаратов (космического мусора - КМ) является неизбежным негативным результатом космической деятельности. Сочетание техногенного космического мусора с естественными частицами-метеороидами создает среду, представляющую реальную опасность для космических аппаратов. Наблюдения за состоянием околоземного космического пространства показывают, что с течением времени количество техногенных осколков увеличивается с прогрессирующей скоростью и опасность столкновения их с орбитальными космическими аппаратами (КА) возрастает.

Одним из решений данной проблемы является повышение прочности КА путем введения в их конструкцию защитных экранов и исследование прочности КА при ударном воздействии ненаблюдаемых (мелких) частиц КМ. Это и определяет актуальность темы рассмотренной диссертации.

Диссертация Н.А. Голденко направлена на совершенствование прочностной обработки трансформируемых модулей орбитальных станций при воздействии осколочно-метеороидной среды путем численного моделирования высокоскоростного ударного воздействия на элементы встроенной противоударной защиты перспективных трансформируемых модулей и разработку экспериментального средства для испытаний конструкций модулей на удар алюминиевых частиц в диапазоне скоростей 7...11 км/с.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ  
Вх. № 2  
30 11 2017

Автором проведен значительный объем расчетно-экспериментальных работ, позволивший разработать метод расчета прочности гермооболочек перспективных трансформируемых модулей с многослойной встроенной защитой, а так же создать метод испытаний конструкций на ударное воздействие компактных алюминиевых частиц массой 0,01...1,00 г в диапазоне скоростей 7...11 км/с с использованием взрывного метательного устройства.

Научная новизна работы состоит в разработке и экспериментальном подтверждении зависимости величины поглощения энергии статистически значимой частицей космического мусора (из алюминия, диаметр 10 мм, скорость 7 км/с) от структуры многослойной встроенной экранной защиты перспективного трансформируемого модуля орбитальной станции; возможности формирования и ускорения компактной алюминиевой частицы с заданной массой до 1 г и скоростью до 11 км/с на основе кумулятивного принципа.

Разработано взрывное метательное устройство (ВМУ), обеспечивающие проведение испытаний конструкций на ударное воздействие компактных алюминиевых частиц массой 0,01...1,00 г в диапазоне скоростей 7...11 км/с. В работе показано, что прямым экспериментом подтвержден вытеснительный механизм образования кратера при ударе частиц при скорости до 6 км/с.

Практической ценностью проведенной работы является:

- метод расчета прочности гермооболочек перспективных трансформируемых модулей с многослойной встроенной защитой и полученные на его основе результаты могут быть использованы для выбора и обоснования наилучшей конструктивной схемы защиты;

- численное моделирование работы взрывного метательного устройства позволяет сократить число экспериментов по отработке режимов испытаний, реализуемых с помощью ВМУ, и является методической основой разработки ряда аналогичных устройств;

- разработанное ВМУ расширяет диапазон скоростей удара до скоростей 7...11 км/с по сравнению с достигаемым на легкогазовых баллистических установках (до 7...8 км/с), что необходимо для отработки прочности КА всех классов при воздействии осколочно-метеороидной среды;

- использование ВМУ позволяет снизить стоимость испытаний в 5...6 раз по сравнению с аналогичными испытаниями на легкогазовых баллистических установках;

- результаты проведенных исследований являются научно-методической основой расчетно-экспериментальной отработки прочности трансформируемых модулей космических аппаратов при ударе компактной алюминиевой частицы космического мусора массой 0,01...1,00 г в диапазоне скоростей 7...11 км/с;

- результаты работы, приведенные в диссертации, применяются в настоящее время и будут использованы при разработке изделий производства АО «РКК «Энергия», АО «ДКБА» и других предприятий ракетно-космической промышленности.

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. В главе 4 представлены результаты численных расчётов процесса воздействия частицы из алюминиевого сплава АМг-6 на биметаллическую преграду. Свойства АМг-6 используются для нормальных условий. Однако моделируемое ударное ядро находится в условиях отличных от нормальных (повышенная температура, повышенное давление, плотность). Возможно, результаты численного моделирования при измененных исходных данных будут отличаться от результатов полученных для исходных данных, взятых для нормальных условий.

2. При моделировании напряженно-деформирования состояния газодержащей гермооболочки, нагруженной локализованной импульсной нагрузкой не учтены ударно-волновые явления, которые, возможно, могут привести к разрыву тканевых слоев, прилегающих к внутренней поверхности. Однако при численном моделировании ВМУ ударно-волновые явления учтены.

3. На рисунке 10 в автореферате схема ВМУ не соответствует описанию, например, не указана линза.

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

Вывод: судя по автореферату, диссертация Голденко Н.А. является законченной научной квалификационной работой и по своей актуальности, научной новизне, практической значимости соответствует критериям, изложенным в п. 9, абзац 2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Голденко Наталья Александровна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Начальник 21 НИО

кандидат технических наук, доцент  
подполковник

А. Воробьев

Старший научный сотрудник 12 НИО

кандидат технических наук, доцент

В. Загарских

«23» ноября 2017 г.

13.12.2017