



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ПРОГРЕСС»

(АО «РКЦ «ПРОГРЕСС»)

ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009, тел. (846) 955-13-61, факс (846) 992-65-18, E-mail: mail@samspace.ru  
ОКПО 43892776, ИНН 6312139922, КПП 997850001.

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель  
генерального директора –  
генеральный конструктор,  
доктор технических наук



Равиль Нургалиевич

Ахметов

« 4 » 12 2017 г.

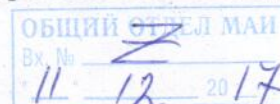
**Отзыв ведущей организации**

АО «РКЦ «Прогресс»

на диссертацию Голденко Натальи Александровны на тему «Расчетно-экспериментальные методы исследования прочности трансформируемых модулей орбитальных станций при воздействии осколочно-метеороидной среды», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

В диссертации рассмотрена проблема обеспечения прочности принципиально новой конструкции космического аппарата, основанной на применении трансформируемых (надувных) гермоотсеков, стенка которой выполнена из гибких материалов. Очевидно, что сложившаяся концепция защиты (применение отнесенных жестких металлических экранов) неприменима к надувным трансформируемым модулям и требует разработки новых принципов обеспечения безопасности. Проектирование, расчет и экспериментальная отработка встроенной защиты трансформируемых модулей является мало исследованной проблемой прочности перспективных конструкций космических аппаратов.

Другой проблемой, рассмотренной в диссертации является создание простого дешевого способа разгона компактной алюминиевой частицы до скоростей свыше 7 км/с.



Данная проблема актуальна в связи с необходимостью отработки элементов КА и орбитальных станций на воздействие осколочно-метеороидной среды. В настоящее время отсутствуют систематические исследования по разработке метода метания компактной алюминиевой частицы в диапазоне скоростей (7,0–11,0) км/с. Сложность экспериментов по высокоскоростному удару и их достаточно высокая стоимость требует по возможности более широкого использования современных методов численного компьютерного моделирования.

Целью диссертационной работы является совершенствование прочностной отработки трансформируемых модулей орбитальных станций при воздействии осколочно-метеороидной среды путем численного моделирования высокоскоростного ударного воздействия на элементы встроенной противоударной защиты перспективных трансформируемых модулей и разработки экспериментального средства для испытаний конструкций модулей на удар алюминиевых частиц в диапазоне скоростей (7,0–11,0) км/с.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы.

В первой главе приведены требования к конструкции многослойной трансформируемой гибкой оболочки надувного модуля. Представлены конструкции и материалы трансформируемых модулей космических аппаратов. Даны характеристики воздействия ударов частиц на космические аппараты, положенных в основу требований к защите космических аппаратов. Описаны основные физические принципы защиты космических аппаратов и приведен обзор основных методов имитации воздействия осколочно-метеороидной среды при наземной экспериментальной отработке прочности защитных экранов космических аппаратов.

Во второй главе приведены результаты разработки метода расчета прочности корпусов трансформируемых модулей космических аппаратов при воздействии ударов высокоскоростных частиц КМ.

Метод расчета прочности защиты трансформируемого модуля состоит из двух этапов. На первом этапе производится численное моделирование высокоскоростного воздействия частицы на многослойную защиту корпуса трансформируемого модуля. В результате численного моделирования определяется нагрузка со стороны облака, действующая на защищаемую стенку - газодержащей гермооболочку. На втором этапе производятся расчеты напряженно-деформированного состояния газодержащей гермооболочки, нагруженной локализованной импульсной нагрузкой, на основании которых делается заключение о прочности гермооболочки. Если прочность при выбранной конструкции не обеспечена, делается вывод о необходимости ее усиления или о введении дополнительных защитных слоев. Представлены расчеты прочности защищаемой стенки гермооболочки трансформируемого модуля. В рассмотренном эксперименте высокоскоростного соударения частицы с встроенной защитой трансформируемого модуля запас прочности для газодержащей гермооболочки, согласно расчетам, составляет 3,79.

Разработаны рекомендации по выбору конструктивной схемы встроенной трансформируемой защиты.

В третьей главе представлен метод экспериментального исследования прочности с использованием взрывного метательного устройства с прогнозированием реализуемых испытательных режимов, обеспечивающий метание компактных алюминиевых частиц в диапазоне скоростей (7,0–11,0) км/с, для имитации высокоскоростного соударения техногенных частиц и метеороидов с трансформируемыми модулями космическими аппаратами.

Изложены результаты разработки инженерной методики расчета конструктивных параметров ВМУ на основе регрессионных моделей.

В четвертой главе приведена экспериментальная отработка взрывного метательного устройства. Сравнение результатов экспериментальной отработки с результатами численного моделирования в программном комплексе ANSYS/AUTODYN. Приведен прямой эксперимент подтверждающий вытеснительный механизм образования кратера при ударе частиц при скорости до 6 км/с.

Разработанные методы решения рассмотренных задач и полученные результаты являются новыми и представляют большую научную и практическую ценность.

Достоверность результатов подтверждена использованием классической теории взрыва и удара, обоснованным применением программных продуктов высокого уровня, результатами экспериментов.

**Имеются следующие замечания:**

1. В диссертации отсутствуют сопоставления характеристик стойкости рассмотренного образца трансформируемого модуля с известными зарубежными прототипами, например с американским модулем BEAM.

2. Практической характеристикой защищенности является баллистическая предельная зависимость. При проектировании конструкций необходимо иметь простые приближенные аппроксимации этих зависимостей; их отсутствие затрудняет использование результатов исследований. Диссертанту необходимо в дальнейшей работе уделить больше внимания этой стороне проблемы.

В целом, диссертация Голденко Н.А. выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по техническим наукам.

Основные результаты диссертации опубликованы в 11 работах, 3 из которых – в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК.

Результаты диссертации и опубликованных по ее теме работ Голденко Н.А. применяются в настоящее время и будут использованы при разработке изделий производства АО «РКК «Энергия», АО «ДКБА» и других предприятий ракетно-космической

промышленности.

Автореферат достаточно полно и правильно отражает содержание диссертации.

Голденко Н.А. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Настоящий отзыв рассмотрен и утвержден на заседании подразделения заместителя генерального конструктора по научной работе АО «РКЦ «Прогресс»; протокол № 3 заседания от 10 ноября 2017 г.

Заместитель генерального  
конструктора по научной работе,  
кандидат технических наук



Евгений  
Владимирович  
Космодемьянский

Начальник отдела,  
доктор технических наук



Александр  
Иванович  
Мантуров

Контактные данные:

ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009; тел. : 8(846) 228-152-10;

E-mail: 1060\_kosmodemyanskii@samspace.ru

13.12.2017

Т.А.И. -