

Утверждаю

Врио заместителя начальника
ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России
по научной работе

В.В.Смазнов



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Голденко Натальи Александровны на тему:

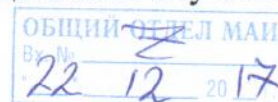
«Расчетно-экспериментальные методы исследования прочности трансформируемых модулей орбитальных станций при воздействии осколочно-метеороидной среды», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

Обеспечение работоспособности космических аппаратов (КА) в условиях воздействия техногенных осколков (фрагменты отработанных спутников, верхние ступени ракет и разгонные блоки, осколки и частицы, образовавшиеся от столкновения орбитальных объектов, выбросы твердотопливных двигателей) и метеорных частиц является актуальной научно-технической проблемой. С учетом роста количества техногенных осколков из года в год и совершенствование конструкции КА значимость проведения данных исследований не уменьшается.

Особое место в решении данной проблемы имеет задача исследования прочности КА при воздействии высокоскоростных частиц массой от долей грамма до десятков грамм, летящих относительно защищаемого объекта со скоростью от 3 до 16 км/с, а также метеорных частиц массой доли грамма, имеющих скорость до 30-70 км/с.

Для типовых КА повышение прочности достигается введением в их конструкцию защитных экранов. Соискателем рассмотрен новый вид трансформируемых (надувных) гермоотсеков, повышение прочности которых достигается многослойностью корпуса и использованием в нем узкоспециализированных слоев из мягких защитных материалов.

При исследовании прочности и создании эффективной защиты КА необходимо проводить как эксперименты по исследованию воздействия высокоскоростных частиц на КА в лабораторных условиях, так и численные исследования. Численные исследования позволяют более детально изучить



физику взаимодействия высокоскоростных частиц с защитой, выявлять особенности, строить закономерности и разрабатывать рекомендации к конструкции, тем самым снижать стоимость экспериментальной отработки.

Несмотря на активный интерес к рассматриваемой проблеме, 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. Поэтому актуальность диссертационной работы Голденко Н.А., в которой совершенствуются расчетно-экспериментальные методы исследования прочности трансформируемых модулей орбитальных станций при воздействии осколочно-метеороидной среды, не вызывает сомнения.

Научная новизна результатов диссертации состоит в том, что:

- впервые теоретически обоснована и подтверждена экспериментально возможность формирования и ускорения компактной алюминиевой частицы с массой до 1 г и скоростью до 11 км/с на основе кумулятивного принципа за счет использования биметаллического формователя из алюминия и стали;

- основываясь на проведенных исследованиях, впервые было разработано взрывное метательное устройство, обеспечивающее проведение испытаний конструкций на ударное воздействие компактных алюминиевых частиц массой 0,001-1,00 г в диапазоне скоростей 7,0-11,0 км/с. На основе систематических численных расчетов и обработки их результатов с использованием регрессионных моделей разработана методика выбора конструктивных параметров взрывного метательного устройства;

- впервые установлена зависимость 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. Проведена валидация результатов численного моделирования на основе экспериментов, разработаны рекомендации по выбору интервалов и распределению массы между слоями встроенной многослойной защиты;

- впервые прямым экспериментом подтвержден вытеснительный механизм образования кратера при ударе частиц при скорости до 6 км/с.

Результаты диссертационной работы представляют несомненный интерес для дальнейшего развития работ в проблеме исследования прочности КА.

Представляет практический интерес разработанный автором диссертации метод расчета прочности гермооболочек перспективных трансформируемых модулей с многослойной встроенной защитой, а так же разработанное взрывное метательное устройство, обеспечивающее проведение испытаний конструкций на ударное воздействие компактных алюминиевых частиц массой 0,001-1,00 г в диапазоне скоростей 7,0-11,0 км/с. Использование численного метода позволит уменьшить время на экспериментальную отработку, а также позволит уже на этапе проектирования гермооболочек перспективных трансформируемых модулей оценивать их прочность и разрабатывать рекомендации по выбору конструкции.

Результаты исследований диссертационной работы применяются в настоящее время при разработке изделий производства АО «РКК «Энергия», АО «ДКБА» и других предприятий ракетно-космической промышленности.

Достоверность результатов диссертации подтверждается обоснованным выбором исходных данных (для мягких защитных материалов гермооболочек перспективных трансформируемых модулей верифицированы численные модели ткани на основе экспериментальных данных) и сравнительной оценкой теоретических результатов с результатами эксперимента.

По теме диссертации опубликовано 11 работ, из них 3 – в журналах перечня ВАК.

Содержание автореферата соответствует специальности, по которой диссертация представляется к защите.

В качестве недостатков необходимо отметить следующее:

- в автореферате не приведены сведения по метеорным частицам (размер, скорость, материал частиц и др.), позволяющие говорить о подобии механизма воздействия метеорных частиц на КА с механизмом воздействия высокоскоростных частиц техногенных осколков при численных и экспериментальных исследованиях;

- не обозначены пути дальнейшего совершенствования численных и экспериментальных методов исследования прочности КА;

- в тексте присутствуют опечатки (стр. 9, 10, 13 и др.).

Автореферат написан лаконичным языком, аккуратно оформлен, дает ясное представление о работе.

Несмотря на перечисленные недостатки, судя по автореферату, диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Судя по

автореферату, в работе приведены научные результаты, позволяющие их квалифицировать как решение научной задачи, заключающейся в совершенствовании способов 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 разработке экспериментального средства для испытаний конструкции модулей на удар алюминиевых частиц в диапазоне скоростей 7,0-11,0 км/с.

С учётом вышесказанного диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, а её автор, Голденко Наталья Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Заместитель начальника центра
доктор технических наук

«6» 12 2017 г.

ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России, г. Сергиев Посад, ул. Весенняя,
д. 2Б, тел. 8-4965523204, e-mail fg12tsnii@mil.ru



А. Потапенко

Начальник лаборатории

«6» 12 2017 г.

ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России, г. Сергиев Посад, ул. Весенняя,
д. 2Б, тел. 8-4965523204, e-mail fg12tsnii@mil.ru



С. Метёлкин

22.12.2017