

Исследование энергетических характеристик облака продуктов разрушения частиц космического мусора на элементах встроенной защиты многослойной гибкой трансформируемой оболочки надувного модуля космической станции

Н.А. Голденко, В.В. Мохова, В.А. Фельдштейн

Московский физико-технический институт (государственный университет), Центральный научно-исследовательский институт машиностроения

Исследуются возможности повышения эффективности встроенной экранной защиты многослойной гибкой трансформируемой оболочки (МГТО) перспективного трансформируемого космического модуля путем выбора рациональной схемы взаимного расположения защитных слоев. Рассмотрена конфигурация встроенной экранной защиты многослойной гибкой трансформируемой оболочки [1-4] при ударе частицы диаметра 10 мм со скоростью 7000 м/с. Преграда представляет собой многослойный пакет из 4-х слоёв кевлара, с варьируемыми расстояниями между ними.

Для описания материалов AL 2024-T4 и KEVLAR используется ударная адиабата линейного вида. Для описания материала ударника AL 2024-T4 использована теория пластичности с условием текучести согласно модели Джонсона-Кука. Для расчетного моделирования используется SPH – метод, основанный на гидродинамической модели, реализованный в лицензионном программном пакете ANSYS/AUTODYN [5-7].

Исследованы различные схемы расстановки защитных слоев (рис. 1) и выявлены наиболее эффективные, исходя из критерия максимального поглощения энергии облака защитными слоями.

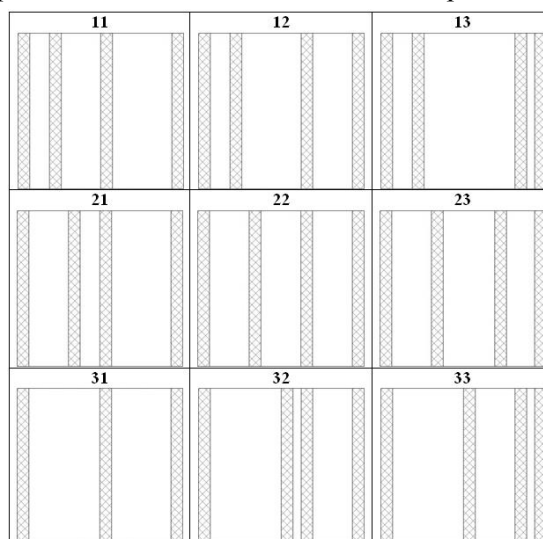


Рисунок 1 - Варианты конструкции экранной защиты

Результаты исследования иллюстрируются рис. 2. Показано, что схема с равномерным расположением экранов не обладает максимальной эффективностью. Выявлена наилучшая (по выбранному критерию) схема расстановки, повышающая на 47% поглощение энергии.

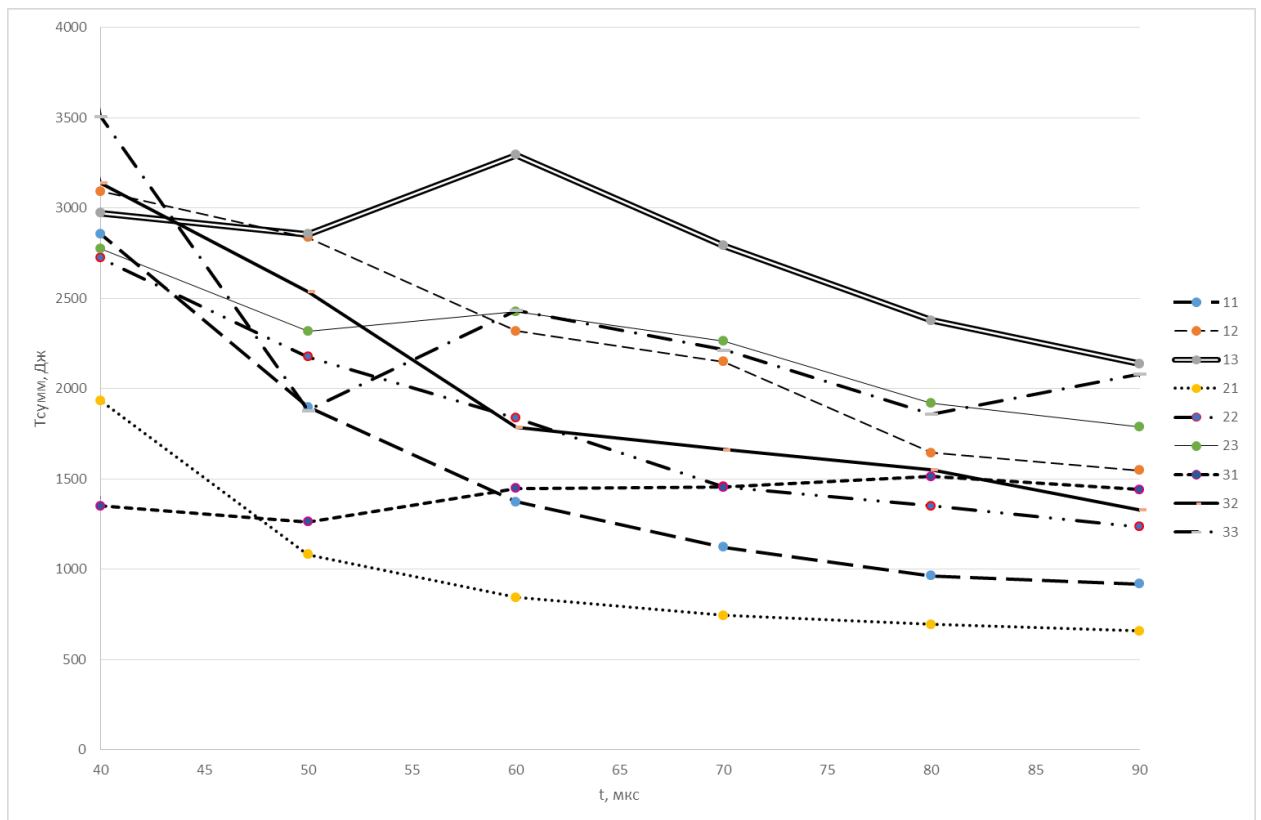


Рисунок 2 - График зависимости суммарной кинетической энергии облака частиц ударника от времени

Литература

1. Orbital debris shield (Защита от орбитального мусора). Патент США US 2007/0069082.
2. Бычков А.Д., Чернецова А.А. "Трансформируемый модуль. Варианты конструкции оболочки". Доклад на XX Научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов. Секция 1. Пилотируемые комплексы. ОАО "Ракетно-космическая корпорация «Энергия»" им. С.П.Королева, 2015 г.
3. Хамиц И.И., Бурьлов Л.С., Чернецова А.А. «Космический трансформируемый модуль» Заявка на изобретение, Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) Рег. № 2013154017 от 05.12.2013, г. Москва.
4. Multi-Shock Assembly for protecting a Spacecraft surface from Hypervelocity Impactors (Многослойное амортизирующее устройство для защиты поверхности космического корабля от высокоскоростных частиц). Патент США US 2001/6298765 B1.
5. Ed. Marsh S.P., LASL Shock Hugoniot data, University of California Press, 1980.
6. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара. Учебное пособие для вузов – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006
7. Чемезов Д.А. Описание библиотеки материалов программного комплекса ANSYS AUTODYN. ISJ Theoretical & Applied Science 8 (16), с. 4-23, 2014