

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ МОНОЛИТНЫХ И РАЗНЕСЕННЫХ ЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

П. А. Радченко, А. В. Радченко, С. П. Батуев, А. В. Кануткин

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

В качестве пассивной защиты космических аппаратов широко применяются разнесенные конструкции, состоящие из одного или двух тонких экранов. Проведение экспериментов по соударению в гиперскоростном диапазоне (более 5 км/с) весьма дорогостоящее мероприятие и практически не реализуемое для достаточно массивных частиц. Поэтому основным методом исследования гиперскоростного удара (Hyper Velocity Impact, HVI) является численный эксперимент. Методы, используемые для моделирования HVI, можно разделить на три основные группы: методы, основанные на Лагранжевом подходе (например метод конечных элементов, МКЭ), методы основанные на Эйлеровом подходе и бессеточные методы. Лагранжев метод конечных элементов четко описывает контактные границы, границы разделов материалов и сложные формы конструкций.

В работе в рамках Лагранжева подхода численно, методом конечных элементов исследуется гиперскоростное взаимодействие (HVI) алюминиевой частицы, моделирующей космический мусор, с монолитной и разнесенной преградами из алюминиевого сплава эквивалентной толщины. Моделирование проводится с помощью авторского программного 3D комплекса EFES, в котором обеспечивается сохранение массы при выполнении условия разрушения. Реализованный алгоритм разрушения позволяет описывать фрагментацию материала, образование новых контактных границ без искажения расчетной сетки. Проведено сравнение с экспериментальными данными по глубине кратера при гиперскоростном ударе. Проведены оценки эффективности защитных свойств монолитных и разнесенных преград в диапазоне скоростей 3–15 км/с.

Работа выполнена в рамках гранта Российского фонда научных исследований (проект № 24-21-00421, [https://rscf.ru/project/№ 24-21-00421/](https://rscf.ru/project/№%2024-21-00421/)).

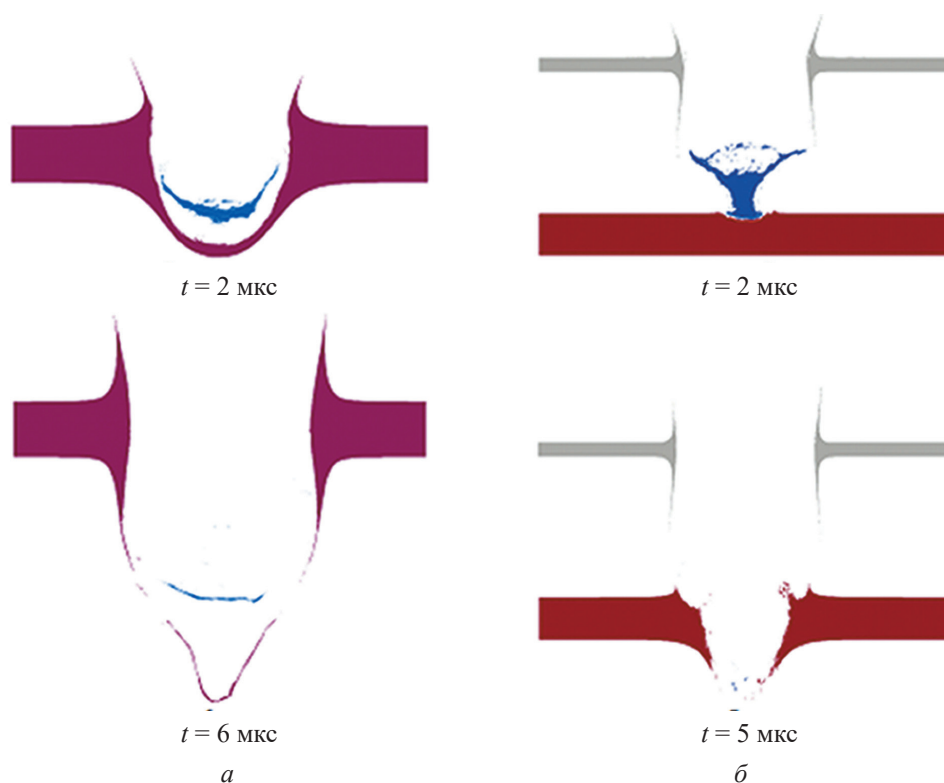


Рис. 1. Хронограммы взаимодействия алюминиевой частицы с монолитной (а) и разнесенной преградой (б).
 $v_0 = 7 \text{ км/с}$