

УДК 53.091

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МИКРОМЕТЕОРОИДОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Калаев М.П., Семкин Н.Д.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва
(национальный исследовательский университет), г. Самара

В настоящее время при оценке сроков функционирования космических аппаратов (КА) необходимо учитывать процессы, связанные с взаимодействием элементов конструкций КА и продуктов антропогенного загрязнения космоса [1]. Источниками загрязнения являются выхлопы ракет, неотработанное топливо, обломки КА. При лабораторном моделировании эффектов антропогенного загрязнения околоземного космического пространства (АЗ ОКП) необходимо испытать широкий набор микрочастиц и элементов КА.

При длительной эксплуатации КА его открытые элементы конструкции постепенно изменяют свои характеристики. Зная усредненный поток частиц, попадающих на поверхность КА, можно в лабораторных условиях моделировать потоки, соответствующие различным условиям его полёта.

По имеющимся сведениям, наиболее распространенными являются повреждения поверхности конструкционных материалов в виде кратеров [2].

Форма и размеры дефектов зависят от размеров, скорости частиц и физических свойств материалов частиц и мишени. Размеры частиц лежат в широких пределах и могут рассматриваться как случайные величины. Размеры образующихся дефектов также имеют некоторое распределение. Информация о виде этих распределений и наличии корреляции между ними может быть использована для прогнозирования повреждения элементов КА компонентами АЗ ОКП.

Для проведения ударных экспериментов в лабораторных условиях используются ускорители различных типов. В ходе данного эксперимента источником частиц служил линейный ускоритель для моделирования микрометеоритов [3], тракт которого состоит из инжектора, линейного электростатического ускорителя (ЛЭСУ), линейного электродинамического ускорителя (ЛЭДУ), трех измерительных линеек и вакуумной камеры. В качестве объекта исследования использована пластина из стекла марки К-8, на поверхность которого была нанесена плёнка из золота толщиной 50нм. Объект был подвергнут воздействию потока из 10000 частиц алюминия. После эксперимента стекло было исследовано при помощи спектрофотометра и электронного микроскопа. Типовой вид кратера, полученный с микроскопа, показан на рис. 1.

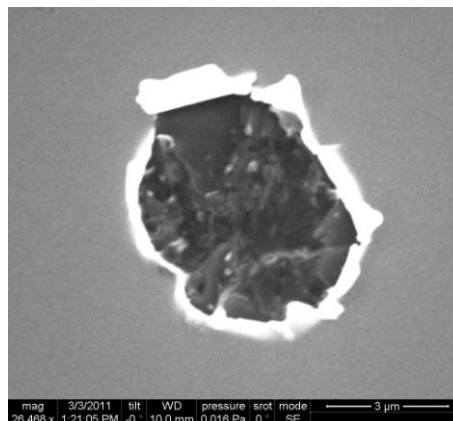


Рисунок 1. Фотография кратера

На рис.2 показано изменение спектрального коэффициента пропускания стекла. На графике видна сильная зависимость изменения коэффициента пропускания от длины световой волны, что может вызывать дополнительные искажения в оптических системах.

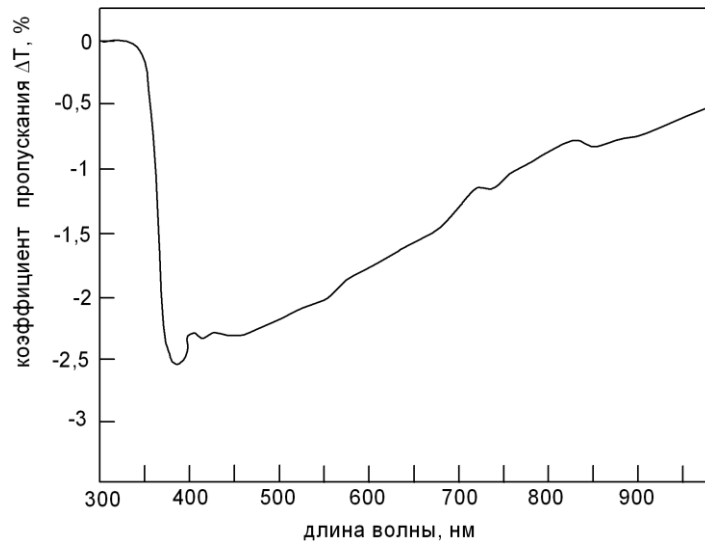


Рисунок 2. Изменение спектрального коэффициента пропускания стекла

Данные, полученные в ходе эксперимента по воздействию потока микрометеоритов на оптическое стекло, показали, что реальная площадь повреждения поверхности существенно превышает расчетную за счет появления микротрещин на поверхности образца. При воздействии потока микрометеоритов с аналогичным законом распределения частиц по массам и скоростям, относительная площадь повреждения поверхности может достигать 1,5% в год. Поскольку современные КА нередко имеют расчетный срок службы более 15 лет, накопленный ущерб от ударов микрометеоритов может привести к снижению качества решаемых информационных задач, вплоть до полного вывода КА из строя.

Список литературы

1. Семкин Н.Д. Методы регистрации пылевых и газовых частиц в лабораторных и космических условиях. Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева. 2002г. - 470с.
2. S. Hauptmann and G. Drolshagen. Meteoroid and debris flux assessment on oriented surfaces. Application to eureka and hst solar arrays. Second European conference on space debris. 1997
3. Семкин Н.Д. и др. Линейный ускоритель для моделирования микрометеоритов. Приборы и техника эксперимента 2007. -№1.