

УДК 621.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЫЛЕВЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НА ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

А.Н. Субатович, М.П. Калаев

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

Ключевые слова: космические аппараты, кратеры, оптический измеритель, поток высокоскоростных пылевых частиц, рассеивание.

При эксплуатации космических аппаратов его открытые элементы конструкции постепенно изменяют свои характеристики. Одной из причин таких изменений является воздействие на поверхность потока пылевых частиц и частиц космического мусора. Скорость таких частиц находится в диапазоне от 0 до 16 км/с, размеры от 0.1 мкм до 100 мкм. Более крупные частицы в околоземном пространстве встречаются относительно редко и обычно приводят к полному выходу элемента из строя, поэтому в данной работе не рассматриваются. В наибольшей степени от ударов высокоскоростных пылевых частиц страдают оптические элементы: линзы, защитные стекла, солнечные батареи, иллюминаторы, и т.д. Удары о поверхность мелких частиц вызывают образование на поверхности кратеров и царапин, а при большом количестве ударов – заметную эрозию поверхности. При прохождении света через кратеры микронных размеров, наблюдаются эффекты ослабления и рассеяния, что вызывает снижение мощности солнечных батарей, возникновение шумов в оптических системах и т.д.

Для проведения экспериментов деградации образцов в наземных условиях используются ускорители пылевых частиц. Фотография кратера на поверхности кварцевого стекла, полученная с помощью электронного микроскопа, показана на рисунке 1.

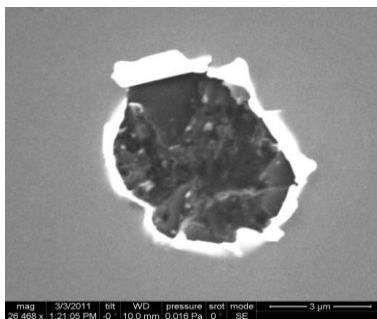
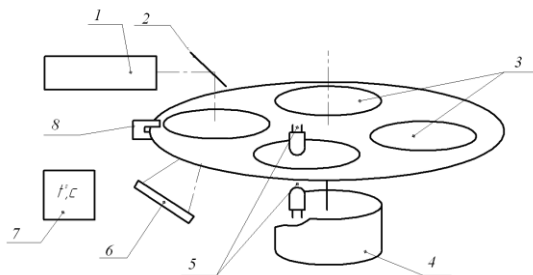


Рисунок 1 – Фотография кратера на поверхности стекла

В ходе этого эксперимента источником частиц служил ускоритель для моделирования высокоскоростных пылевых частиц [1].

Изучение дефектов поверхности с помощью электронного микроскопа является информативным методом, однако требует больших временных затрат, поэтому для быстрого анализа деградации поверхности используется модернизированная версия оптического измерителя прозрачности и рассеяния [2], устройство которого приведено на рисунке 2.



1 – Лазерный модуль; 2 – Отражатель; 3 – Образцы; 4 – Двигатель (поворот держателя образцов); 5 – Измеритель прозрачности (3 или 4 светодиода и фотоприемник); 6 – Измеритель рассеяния; 7 – Датчик температуры; 8 – Датчик углового положения держателя образцы

Рисунок 2 – Структурная схема оптического измерителя

Принцип измерения оптических характеристик следующий: лазер светит на поверхность стекла, излучение рассеивается на дефектах, затем рассеянный свет принимается CCD матрицей с разрешением 4096x1 пикселей. На основе измерения интенсивности рассеяния возможно определение среднего размера и количества оптических дефектов на единицу поверхности.

Преимуществом данного прибора являются малые габариты, а также возможность проведения экспериментов в вакуумной камере ускорителя, что позволяет существенно повысить скорость эксперимента, а также избежать загрязнения образцов при их извлечении из вакуума.

Список использованных источников

1. Семкин Н.Д. и др. Линейный ускоритель для моделирования микрометеоритов. Приборы и техника эксперимента 2007. - №1.

2. Семкин Н.Д., Воронов К.Е., Пияков А.В., Телегин А.М., Калаев М.П. Устройство измерения оптических характеристик ударножатых прозрачных материалов элементов конструкции космического аппарата: патент РФ №2485548; получен 03.07.2013.

Субатович Анастасия Николаевна, магистр группы 6274-110403D, E-mail: nastyasubatovich@mail.ru

Калаев Михаил Павлович, д.т.н., доцент каф. КТЭСиУ, E-mail: sgau5@yandex.ru