

Влияние гравитации на поток спорадических микрометеороидов в окрестности околоземных орбит

А.И. Назаренко⁽¹⁾, И.В. Усовик⁽²⁾

⁽¹⁾ Профессор, Научно-технологический центр КОСМОНИТ, Рскосмос,
Профсоюзная ул. 84/32, 117997 Москва, Россия, 8 499 793 59 00, ansazarenko32@mail.ru)

⁽²⁾ Студент, Московский авиационный институт, Волоколамское шоссе, 125993,
Россия, Москва, usovikiv@gmail.com)

Аннотация

Предложен новый подход к определению влияния гравитации на поток спорадических микрометеороидов в ближнем околоземном пространстве. Метод основан на интегрировании уравнений движения спорадических микрометеороидов с учетом искривления их траектории при приближении к Земле. Представлены метод и результаты вычисления гравитационного фокусирующего коэффициента k_g в различных условиях. Особенность предложенного метода вычисления коэффициента k_g состоит в том, что этот коэффициент не зависит непосредственно от скорости частиц, как описано в известных методиках. Результаты исследования коэффициента k_g показали, что при известной исходной скорости частиц значения этого коэффициента зависят от отклонения его скорости от направления в центре Земли. Показано что для маловысотных орбит увеличение плотности потока частиц может достигать 60%. Показано также, что распределение возможных направлений полета частиц к элементам конструкции корабля не является равномерным.

Ключевые слова: гравитационный эффект, спорадические микрометеороиды, поток, модель.

1. Введение

Влияние микрометеороидов на безопасность космических полетов привлекло внимание специалистов со времени запуска первых спутников. Для оценки влияния микрометеороидов на первые возвращаемые космические аппараты (КА) устанавливались пластины из различных материалов. После длительного пребывания на орбите эти пластины были «изъедены» микро-кратерами. Исследования показали, что эти частицы имеют различные размеры (от некоторых единиц до 1000 микрон) и различные скорости, достигающие 72 км/сек [1].

Наиболее информативные измерения были получены на американском спутнике LDEF (Long Duration Exposure Facility) [2, 3]. Он был выведен на орбиту в 1984 г. и находился в ОКП более 5 лет, после чего в 1990 г. был возвращен на Землю с помощью "Шаттл" Columbia. Уникальность этого эксперимента состояла в том, что спутник был стабилизирован, имел больше размеры (9.1×4.3 м.) и вся поверхность спутника являлась датчиком столкновений. Поверхность спутника LDEF была тщательно исследована многими специалистами. Было обнаружено несколько тысяч кратеров, которые образовались в результате столкновения КА с микрометеороидами и техногенными частицами. Химический анализ позволил разделить эти два вида столкновений.

Американский специалист В.Г. Соуг-Палаис в 1969 г. построил модель [4], которая явилась основой дальнейших исследований и остается достаточно популярной до сих пор. В последующие годы было создано несколько моделей микрометеороидов. В 2009 г. группа специалистов подготовила обзорный отчет по сравнению разных моделей [12].

На основе результатов исследований было установлено, что в отличие от потоковых метеоритов, характеристики спорадических микрометеороидов являются стационарными.