

УДК 629.78:531.6

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С УЧЁТОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОСМИЧЕСКОЙ СРЕДЫ**

Лукашев Л.Г., Каргин Н.Т., Петровичев М.А.

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

Увеличение продолжительности полётов в космическом пространстве летательных аппаратов как автоматических, так и пилотируемых и увеличение численности в космосе запускаемых объектов приводит к необходимости учитывать метеорно-техногенное окружение (МТО), частицы которого могут не только нанести повреждение объекту, но и полностью вывести его из строя. В связи с этим актуальной становится задача разработки математической модели воздействия МТО на космический аппарат (КА) или космическую систему (КС) и оценки опасности воздействия МТО на КА или КС.

Считаем, что КС включает в себя несколько КА, которые функционируют в космическом пространстве, а каждый КА состоит из корпуса и приборного оборудования. Корпус состоит из отсеков (герметичных и негерметичных). Повреждение корпуса метеорными частицами (МЧ) и техногенными частицами (ТЧ) может привести к таким результатам как:

- появление на поверхности наружного слоя оболочки кратера;
- появление пробоя при многослойной оболочке отсека наружных слоёв без повреждения, обеспечивающего герметичность отсека;
- появление полного пробоя одно - (или) многослойной оболочки. При этом отсек может потерять герметизацию;
- появление эрозии на наружной поверхности отсека;
- соударение осколков частицы, проникших в отсек при пробое оболочки, с приборами, находящимися в отсеке.

Повреждение или пробой оболочек негерметичных отсеков и устройств, как правило, не опасны для КС. Тем не менее, в некоторых случаях, такие повреждения могут привести к повреждению и выходу из строя приборов, находящихся в этих отсеках.

В последнее время опасность столкновения КА и орбитальных станций с техногенными частицами стала превышать опасность столкновения с метеорными частицами тех же размеров. Кроме того, замечено, что темпы эрозии поверхности КА и их элементов (например, оптико-электронных систем, панелей солнечных батарей, радиаторов системы терморегулирования и др.) из-за воздействия ТЧ на порядок превысил темп эрозии от МЧ.

В модели космического пространства, предложенной COSPAR и ГОСТ 26545.128-85(1) принято, что плотность метеорных частиц равна  $2,5 \text{ г/см}^3$  и скорость столкновения с КС до 20 км/с.

В ГОСТ 26545.128-85 приведена модель метеорного окружения КА в околоземном космическом пространстве. В этой модели все потоки метеорных частиц разделены на две группы:

- спорадические метеорные частицы, для которых имеется интегральная зависимость потока частиц, проходящих через сферу с площадью поперечного сечения  $1\text{м}^2$  за единицу времени;
- метеорные частицы, отличающиеся от спорадических метеорных частиц.

За требования к математической модели (ММ) воздействия МТО при проектировании КС приняты следующие:

-ММ должна базироваться на ММ метеорного и ММ техногенного окружений. ММ метеорного окружения официально оформлена. ММ ТО ещё не создана и в данной работе предлагаются некоторые методические её разработки:

- допускается использовать в ММ зависимости и алгоритмы, полученные при физическом моделировании в лабораториях СГАУ и других научно-исследовательских организациях;

- положения, зависимости и алгоритмы должны быть пригодны для разработки специального программного обеспечения на ПЭВМ;

- ММ может использовать также частные модели:

- описание формы КА и разбиение поверхности КА на элементарные площадки;

- описание конструкции оболочек отсека КА;

- описание результатов воздействия высокоскоростных механических частиц на различные преграды;

- определение дюралевого эквивалента, используемого для вероятности пробоя (или непробоя) оболочки КА;

- определение распределения вероятности пробоя оболочек по поверхности КА и выявления наиболее (или наименее) уязвимых зон на КА.

- расчетные зависимости ММ должны быть пригодны для отыскания наилучших конструктивных решений и использовать методы оптимизации;

- ММ полностью или частично должна отвечать требованиям адекватности моделей и натуры. Адекватность оценивается относительной погрешностью или чувствительностью к изменениям параметров или критериев, входящих в ММ. Должна быть определена область адекватности ММ.

ММ взаимодействия МТО с КА имеет конечной целью оценку опасности полёта. При этом за критерий опасности полёта принята вероятность непробоя оболочек КА МЧ и ТЧ. Этот критерий соответствует показателю надёжности в оценке неповреждения КА.

Вероятность непробоя оболочек отсека КА хотя бы одной МЧ или ТЧ вычисляется в соответствии с законом Пуассона.

ММ МТО могут быть представлены в другом виде, а именно, числом частиц, способных пробить дюралевую оболочку, площадью  $1\text{ м}^2$ .

Следуя вышеизложенному, если теперь каждый отсек КА в КС разбить на элементарные участки, то общее число пробоев МЧ и ТЧ и их характер можно определить.

УДК 629.78

### **МИКРОСПУТНИК СГАУ «ПИОН»**

Тарасов Ю.Л., Шулёпов А.И., Гадалин Н.И.

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

Большие космические аппараты (КА), созданные в соответствии с концепцией «все в одном», имеют чрезвычайно высокую стоимость и требуют так много времени для разработки, что к моменту запуска многие технологические решения успевают устареть.

В настоящее время за рубежом сложилась классификация КА по их весовым характеристикам: пико – (до 1 кг), нано – (1-10 кг), микро – (10-100 кг), мини – (100-500 кг), малые – (500-1000 кг), большие (более 1000 кг).

Для получения данных о плотности и уточнения существующих моделей верхней атмосферы, уточнения аэродинамических характеристик космического аппарата (КА) были разработаны, произведены, прошли испытания и запущены в эксплуатацию пассивные эталонные искусственные спутники Земли (ПЭИСЗ) «Пион» (пассивный искусственный объект наблюдения. ПЭИСЗ «Пион» спроектированы, изготовлены и подготовлены к