

- 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 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

запускам Научно-техническим центром «Наука» при Самарском государственном аэрокосмическом университете по заданию ЦСКБ.

С 1989 г. по 1992 г. были выведены в космос «попутным методом» на спутниках «Ресурс-Ф1» Центрального специализированного конструкторского бюро шесть спутников «Пион». На спускаемом аппарате они устанавливаются на позициях, предназначенных для крепления контейнеров научной аппаратуры (КНА). Они выводились на околокруговые орбиты высотой порядка 270 км. Все «Пионы» были изготовлены в виде сфер из стеклопластика диаметром 330 мм и массой 50 кг и отличались лишь коэффициентом аэродинамического сопротивления. Время существования на орбите составляло от 30 до 40 суток.

Появление «Пионов» связано с необходимостью оперативного определения мест возможного падения несгоревших остатков космических объектов при неуправляемом входе в плотные слои атмосферы. Примерами могут служить аварийные ситуации с американской орбитальной станцией «Скайлэб» и ИСЗ «Космос-954», «Космос-1402», «Космос-1900», от которых, к сожалению, пока не застрахованы разработчики столь сложной техники. Сюда же относятся экологические проблемы засорения космического пространства различными устройствами, предназначенными для вывода объектов на орбиту (обтекатели, стяжные ленты, пироболты, пружины и т.д.).

При разработке комплекса «Пион» были сформулированы следующие основные требования:

- постоянство и минимальная погрешность информации о величине баллистического коэффициента (1-2% в диапазоне высот от 150 до 350 км);
- возможность измерения параметров орбиты существующими наземными средствами, привлекаемыми к решению задач контроля космического пространства;
- возможность запуска эталонного ИСЗ «попутным способом» при выводе на орбиту серийных КА;
- длительное время существования на орбите;
- саморазрушение и ликвидация при входе в плотные слои атмосферы;
- автономность и модульное исполнение комплекса, состоящего из нескольких эталонных ИСЗ со своими транспортировочными системами и системами отделения управляющей аппаратуры;
- отсутствие влияний и наложения на штатную работу базового КА.

Исходными данными для определения проектных параметров послужили ограничения, складываемые размещением комплекса «Пион» на существующих КА и выводом их в космическое пространство, а также необходимость обеспечения невысокой стоимости комплекса.

Для измерения параметров орбиты наземными средствами был установлен внутри микроспутника восьмиугольный отражатель. Наличие отражателя позволяет выдерживать довольно точно в заданных пределах массу спутника «Пион».

Использование сферической формы при создании модуля «Пион» позволяет с высокой точностью определять его баллистический коэффициент и оптимально решать задачи определения плотности верхней атмосферы, уточнения модели взаимодействия атмосферы с конструкционными материалами покрытия оболочки спутника.

Эталонное покрытие поверхности спутников выбрано в результате анализа серии экспериментов на моделях этих ИСЗ в вакуумных аэродинамических условиях малой плотности Института технической механики Украины и Центрального аэрогидродинамического института имени профессора Н.Е. Жуковского.

При подготовке КА «Ресурс-Ф1» на его спускаемом отсеке устанавливаются два пассивных эталонных спутника «Пион». После сброса обтекателей и выхода на орбиту происходит отделение их от основного спутника-носителя. При подаче по командной радиолнии сигнала на блок управления и коммутации открываются замки системы отделения, расчехливая стяжные ленты, которые под действием собственных упругих сил

откидываются и освобождают ИСЗ. Далее пружинный толкатель сообщает отделяемому пассивному спутнику заданную скорость относительно КА-носителя и его последующее движение происходит в автономном режиме, который контролируется наземными радиолокационными станциями.

Рассмотрим основные результаты эксперимента. Во-первых, подтверждена правильность принятых проектно-конструкторских решений при разработке комплекса «Пион». Показано, что движение пассивных эталонных ИСЗ можно контролировать существующими средствами радиолокационного контроля космического пространства. Во-вторых, на основе радиолокационных измерений получено несколько сотен наборов элементов орбит эталонных ИСЗ «Пион» вместе с характеристиками их торможения в атмосфере. Точность определения элементов орбит оказалась достаточно высокой и позволяет использовать накопленные данные, в том числе совместно с аналогичными данными по другим низкоорбитальным КА, для определения вариаций плотности ВА.

Помимо основного эксперимента, попутно были решены и некоторые прикладные задачи. Например, определялись аэродинамические характеристики эталонных ИСЗ и других низкоорбитальных КА с погрешностью до 1...2%. Проводилось уточнение баллистических коэффициентов ряда КА на «фоне» эталонных ИСЗ вместе с характеристиками их изменчивости. Подтверждена возможность оперативного баллистического обеспечения эксплуатирующихся КА в широком диапазоне высот, в том числе и в периоды резкого повышения солнечной активности и высоких уровней геомагнитной возмущённости. Это позволяет повысить точности прогнозирования движения КА в 1,5...2 раза.

На основе комплексного анализа результатов проведенных экспериментов конкретизированы перспективные направления дальнейших исследований, а именно: совершенствование и развитие конструкции эталонных ИСЗ; уточнение методов расчета аэродинамических характеристик КА и их фрагментов при неуправляемом движении в верхних слоях атмосферы; повышение точности баллистического обеспечения контроля космического пространства и управления полетом отечественных КА; разработка специализированных малых ИСЗ класса «Пион», в том числе для проведения аэродинамических экспериментов.

УДК 629.764.7

ЭКСПЕРИМЕНТЫ В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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

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

В Федеральном государственном унитарном предприятии (ФГУП) НТЦ «Наука» был спроектирован комплекс оригинального портативного оборудования. Это оборудование размещалось в специальных контейнерах научной аппаратуры (КНА), устанавливаемых на спускаемых аппаратах спутников, созданных в ЦСКБ под руководством Д.И. Козлова. Оборудование было предназначено для проведения механических испытаний материалов, для оценки деградации оптических свойств покрытий. Портативные устройства позволяли проводить триботехнические испытания пар трения, а также исследовать физические параметры верхних слоёв атмосферы.

1. Механические испытания материалов в открытом космосе.