

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.

Для проведения статических испытаний металлических материалов была создана установка «Прочность-1». Установка предназначена для испытания образцов металлических конструкционных материалов при одноосном растяжении.

Основу этого устройства составляют пять биметаллических колец, к торцам которого крепятся испытуемые образцы. Вокруг каждого кольца выполнена электрообмотка. В соответствии с программой работы испытательного комплекса в заданное время в обмотку подается ток; при нагреве биметаллического кольца (титаналюминий) его торцы расходятся и при этом реализуется разрыв образца.

Одновременно испытывается пять образцов; максимальное усилие, развиваемое при разрыве, составляет $2 \cdot 10^3$ Н. При растяжении образца тензорезисторы регистрируют его деформации и усилия, соответствующие этим деформациям.

Устройство «Прочность-2» предназначено для испытания одновременно двадцати образцов металлических и метало- композиционных материалов.

Разрывные модули этого устройства выполнены из сплава с памятью – нитинола. При растяжении образца реализуется усилие до 10^4 Н. Устройство снабжено регистратором времени пребывания исследуемых образцов в условиях солнечного освещения.

Испытательный комплекс «Вибрация» предназначен для исследования влияния условий космоса на усталостную прочность конструкционных материалов при гармоническом нагружении. В состав комплекса входит электродинамический вибростенд, который позволяет испытывать одновременно четыре образца при частотах до 2000 Гц.

2. Оценка деградации оптических свойств покрытий и триботехнического испытания в космосе.

Для исследования деградации оптических свойств поверхности материалов и покрытий в космосе создан портативный бортовой фотометр отражения БФО- 1.

Модифицированный фотометр позволяет проводить испытания до шестнадцати образцов в автоматическом режиме.

Для проведения исследований процессов деградации свойств антифрикционных покрытий в условиях космоса предназначены установки «Фрикцион-1». В установке реализуется возвратно-поступательное движение исследуемых образцов по схеме «плоскость-плоскость». Может быть испытано двенадцать пар образцов при силах нормального давления, прикладываемых к образцам, равным 200... 300 Н, в скорости и перемещения подвижного образца $6,8 \cdot 10^{-4}$ м/с.

Для измерения коэффициентов трения и степени износа, а также для проведения сравнительной оценки триботехнических характеристик различных образцов предназначена установка ММТ-1. Установка позволяет подобрать пары трения, обеспечивающие наилучший контакт, например, в штепсельных разъёмах, в элементах, обеспечивающих плотную посадку. Можно подобрать пары трения, гарантирующие отсутствие схватывания для взаимно подвижных элементов.

3. Регистрация α -частиц и некоторых изотопов на высоте орбитального полета.

В КНА может устанавливаться аппаратура, которая регистрирует различные экологические параметры. В частности, может быть установлено устройство «Рондо», созданное в НТЦ «Наука», для регистрации потоков низкоэнергетических корпускулярных частиц на высоте орбитального полёта.

Устройство «Рондо» представляет собой конструкцию, позволяющую менять экспонируемые датчики в зависимости от характера натурального эксперимента. В частности, в результате натурального эксперимента можно получить дискретный набор датчиков-пластин, соответствующих реальной ситуации в различных опытах.

Основой конструкции являются пассивные датчики из специальных материалов. В их приповерхностном слое остаются треки после воздействия корпускулярных частиц. Датчики располагаются по кольцевой схеме с возможностью их окружного перемещения автоматическим устройством, включающим в свой состав таймер (программатор эксперимента).

Создано также устройство, предназначенное для регистрации радиоактивных изотопов бериллия, которое представляет собой конструкцию для экспонирования датчика из специальных материалов. Датчик в процессе полета находится над поверхностью КА в плоскости, перпендикулярной направлению полёта, рабочей поверхностью к набегающему потоку.

Устройство включает в себя механизм выдвижения-втягивания датчика с приводами и контактные датчики, обеспечивающие коммутацию и выдающие информацию в положении экспонируемого датчика на телеметрическую систему КА.

Лётные эксперименты с устройствами в космосе были проведены дважды при запусках 19.08.92 г. и 24.08.93 г.