

БОРТОВОЙ ПРИБОР РЕГИСТРАЦИИ УДАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕТЕОРНЫХ ЧАСТИЦ

М.Г. Хасиятуллов

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Эффективность космического аппарата зависит от времени функционирования, которое может быть ограничено из-за повреждений, вызванных столкновениями с твердыми частицами окружающего пространства, что в отдельных случаях может привести как к разрушению обшивки, так и аппаратуры, расположенной под ней.

Для повышения эффективности использования космического аппарата необходимо изучение пространственно-временного распределения метеорных и техногенных частиц и их параметров с целью оптимизации выбора траектории движения космического аппарата, а также для изучения связи параметров высокоскоростных частиц с результатами их воздействия на стойкость элементов конструкции космического аппарата, что необходимо для целенаправленного совершенствования космических аппаратов.

Наличие информации о том, каким воздействиям подвергался космический аппарат за время функционирования, позволяет более обоснованно определить его остаточный ресурс, а также использовать эту информацию в качестве одного из важнейших признаков при идентификации причин отказов космических аппаратов. Достижение указанных целей возможно путем применения бортового прибора регистрации ударных воздействий метеорных и техногенных частиц.

Принцип действия системы регистрации основан на том, что в результате ударного взаимодействия частиц окружающего пространства с внешней оболочкой космического аппарата, в ней возникают продольные и поперечные механические колебания, распространяющиеся от места соударения со скоростями, определяемыми механическими свойствами оболочки космического аппарата.

Первичные преобразователи, расположенные на оболочке космического аппарата, преобразуют механические колебания конструкции в электрические сигналы. Так как размещение первичных преобразователей на поверхности оболочки космического аппарата заранее определено, то по интервалам времени между возбуждениями конструкции в зоне того или иного первичного преобразователя, при известной скорости распространения волн механического возбуждения, можно определить координаты места возбуждения конструкции космического аппарата. Обычно время воздействия значительно меньше периода собственных механических колебаний элементов конструкции космического аппарата,

поэтому амплитуду возбужденной волны можно считать пропорциональной энергии соударения. Если принять, что энергия ударного возбуждения конструкции равномерно распределена вдоль фронта возбужденной волны, то в случае изотропной оболочки, амплитуда колебаний конструкции будет убывать обратнопропорционально расстоянию от места соударения. Таким образом, определив расстояние от места соударения до ближайшего к нему первичного преобразователя по амплитуде электрического сигнала на его выходе можно рассчитать энергию ударного взаимодействия частиц с комическим аппаратом.

Для преобразования импульсов энергии механических колебаний конструкции в затухающие электрические колебания служат пьезоэлектрические датчики, подключенные каждый к своему каналу блока первичной регистрации, который производит согласование, фильтрацию и усиление сигнала с датчиков, а также при срабатывании присваивает датчикам порядковые номера.

В блоке предварительной обработки сигналов, пришедших с блока первичной регистрации, для определения координаты соударения, сопоставляются времена прихода сигналов от всех первичных преобразователей. Сформированные данные о номерах первичных преобразователей, амплитуде первого сигнала, временных интервалах между приходом сигналов с четырех первичных преобразователей, сработавших первыми, поступают на блок преобразования и обмена кодовых сигналов. Для организации обмена информацией с внешними устройствами предусмотрены шины индикации готовности информации и подтверждения ее приема внешним устройством.

Конструкция прибора представляет собой набор блоков в виде ячеек, состоящих из печатных плат с элементами и имеющих соединители для межплатных соединений и для подключения к бортовой кабельной сети. Пакет из блоков и двух крышек стягивается шпильками и устанавливается на основание прибора, которое имеет лапы с возможностью крепления виброизоляторов при высоком уровне внешних механических воздействий на космического аппарата. Электрическое соединение между блоками осуществляется с помощью плоских кабелей, расположенных с тыльной стороны прибора и закрытых кожухом. Такая конструкция предусматривает возможность выполнения блочного резервирования в зависимости от требований к надежности и сроку функционирования прибора.