

указанным в стандарте, содержащем технические требования к печатным платам.

Испытания проводят под электрической нагрузкой путем воздействия механических ударов многократного действия. Форма импульса ударного ускорения рекомендуется близкой к полусинусоиде. Воздействующие удары прикладывают поочередно в каждом из двух противоположных направлений по двум взаимно перпендикулярным осям симметрии изделия.

Контрольную точку выбирают в одном из следующих мест:

-на платформе стенда рядом с точкой крепления;

-на крепежном приспособлении;

-рядом с точкой крепления амортизатора при его наличии.

Изделия подвергают воздействию 20 ударов в каждом направлении воздействия, при этом частота следования ударов должна обеспечивать возможность контроля проверяемых параметров с учетом критериев годности печатной платы.

За критерий годности печатной платы рекомендуется принимать целостность электрической цепи или нестабильность контактного сопротивления.

УДК 621.396

## **ОСОБЕННОСТИ ВИБРАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Д.А. Алексеев

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Одним из важнейших этапов экспериментальной отработки радиоэлектронных средств (РЭС), космических аппаратов (КА) и других изделий ракетно-космической техники (РКТ) являются зачетно-вибрационные испытания (ЗВИ). По результатам этих испытаний выдаются заключения о вибропрочности изделий и допусках их к лётно-конструкторским испытаниям (ЛКИ). Зачётным виброиспытаниям должны подвергаться все вновь создаваемые и модернизируемые конструкции, прочностные характеристики и условия штатного нагружения которых отличаются от характеристик изделий, находящихся в эксплуатации.

Очень важным при отработке РЭС КА в лабораторных условиях является и вопрос выбора параметров вибрационных воздействий, имитирующих различные явления, фиксируемые при эксплуатации образцов ракетной техники. Продолжительность воздействия виброускорений, а также их частотный состав обычно определяются исходя из условий штатного функционирования объекта исследований.

Длительность испытаний обычно устанавливают равной или несколько большей времени пребывания конструкции изделия под воздействием интенсивной вибрации.

Проведенные исследования и анализ показали, что при виброиспытаниях РЭС КА требуется обеспечить:

- диапазон частот вибрации в контрольных точках испытываемого объекта (низкие - 0 - 2 Гц, высокие - 500 - 2000 Гц);
- необходимую продолжительность испытаний, которая ограничивается испытательным ресурсом изделия (от нескольких десятков секунд до нескольких часов);
- настройку системы на заданный режим в установленное время (5 – 30 с);
- точность воспроизведения и поддержания заданных спектральных характеристик в ходе испытаний.

Важной целью любых испытаний РЭС является моделирование в эксперименте таких режимов и нагрузок, которые бы в наибольшей степени отвечали реальным условиям эксплуатации. Установлено, что экспериментальная отработка является важнейшим этапом их создания, во многом определяющим эффективность всего жизненного цикла изделия.

Был проведен анализ выпускаемых вибростендов. С учетом ряда критериев были выбраны стенды компании TIRA. Компания TIRA (Германия) — ведущий мировой производитель и поставщик испытательного оборудования для промышленного и исследовательского применения.

Испытательное оборудование TIRA в процессе производства подвергается жёстким процедурам контроля качества, разработанным в соответствии с требованиями Европейского Сообщества, а также международных и национальных стандартов.

К преимуществам данных стендов относятся:

- автоматическое центрирование арматуры;
- виброгенераторы с перемещением до 45 мм и электронной регулировкой нулевой точки и жесткости;
- комплект для сокращения магнитного поля;
- несколько устройств безопасности;
- фильтр грубой очистки;
- возможность перемещения по рельсам.

С учётом ограничений по стоимости был выбран вибростенд TV5220-120.