

Более полное выявление явных дефектов и получение наиболее достоверных результатов отбраковки микросхем позволяет применение электронного сканирующего микроскопа, т.к. это оборудование позволяет наблюдать топографический и электрический рельеф поверхности структуры. Но использование электронного сканирующего микроскопа и расшифровка снятых с помощью него снимков требует значительных временных затрат, поэтому такой способ в исследовательских испытаниях нами не использовался.

В ряде случаев эффективен инфракрасный сканирующий микроскоп. Он повышает вероятность отбраковки микросхем с явными дефектами вследствие возможности измерения термических профилей, позволяющих с высокой точностью оценить конструкцию. Но такой способ требует подачи питания на микросхему, что не соответствует заранее выдвинутым требованиям к выбору метода контроля и нами неиспользования. Иногда совместно с оптическим микроскопом используют термочувствительные пленки с красками. Такие пленки наносят на поверхность микросхемы, на которую подано питание. В зависимости от температуры поверхности краска окрашивается различными цветами, по которым можно судить о тепловыделении с различных участков поверхности. Такой способ не отвечает требованиям, предъявляемым к выбору метода контроля в исследовательских испытаниях по ряду причин: метод требует подачи питания на микросхему; метод подразумевает нанесение пленок непосредственно на поверхность микросхемы; расшифровка данных с помощью оптического микроскопа занимает значительное количество времени, что затрудняет оперативное принятие решения; нанесение пленок на поверхность микросхемы требует значительного опыта и навыков для исключения попадания влаги и пыли между микросхемой и пленкой, что может привести к искажениям результата контроля.

УДК 621.382.049.77+629.78

МОДАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ РЭС КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Н.Ю. Швецов

Самарский университет, г. Самара

Для качественного улучшения продукции космической отрасли нормативная документация в области разработки и производства изделий космической техники должна быть актуальной и соответствовать международным стандартам. Особенно в области отработки стойкости космической техники к механическим воздействиям. Вследствие этого, а также в связи с использованием зарубежного оборудования и элементной базы в составе отечественных КА, необходимо знать стандарты в области обработки прочности конструкции и бортовой аппаратуры (БА) космического аппарата (КА) для того, чтобы:

- подтверждать соответствие аппаратуры сторонних разработчиков требованиям по нагрузкам, предъявляемым при эксплуатации в составе ракеты-носителя (РН);

- увязать требования к БА КА с требованиями, предъявляемыми к конструкции КА в том числе предъявлять более обоснованные требования к испытаниям БА, снижать коэффициенты запаса;

- использовать современные расчетно-экспериментальные методики сокращения объема механических испытаний конструкции и БА КА, в том числе использовать альтернативные стратегии обработки (объединение разных категорий испытаний), вплоть до полного отказа от проведения испытаний;

В соответствии с вышеперечисленными пунктами в данной работе рассмотрен модальный анализ как наиболее технологичный, актуальный и перспективный вид испытаний.

Модальные испытания – это экспериментальные исследования характеристик собственных тонов колебаний изделия. Они являются эффективным инструментом проверки и уточнения расчётных динамических моделей изделий. Такие модели используются при решении задач прочности, устойчивости и управляемости авиационной и космической техники. На время модальных испытаний объекты исследований фиксируются специальными системами упругого вывешивания. К системе подключается слабый источник колебаний и с помощью пьезодатчиков, либо лазеров, снимаются значения ускорений с точек. Диапазон точек определяется необходимой точностью построения экспериментальной модели. После замеров ускорений на различных частотах строится экспериментальная модель. Далее происходит верификация – сравнения расчетной и экспериментальной модели. В результате сравнения мы можем понять, где конструкция недостаточно прочна, либо где в конструкции есть сборочные ошибки, не хватает демфирования и т.д.

Модальные испытания обладают следующими достоинствами:

1. Устройство не подвергается разрушающим нагрузкам, как, например, при испытаниях на вибрационную стойкость. Исходя из этого, не нужно изготавливать макеты изделия для динамических испытаний.

2. Исходя из 1, уменьшение трудо- и энергозатрат.

3. Модальный анализ дает лучшее представление о дефектах и недоработках конструкции объекта, позволяет осуществлять неразрушающий контроль изготавливаемого изделия на всех этапах производства.

4. Такие испытания будут экономически выгодными, эффективными как при серийном, так и при единичном производстве.

5. Не требуют длительной подготовки и громоздкого оборудования.

6. Позволяет в несколько раз ускорить процесс получения результатов.

Обычно, при динамических испытаниях РЭС нагружают весь объект целиком, и видят только общую картину, не устанавливая причин резонансов, излишних перегрузок и т.д. При испытаниях на вибропрочность либо виброустойчивость зачастую изделие выходит из строя, что невыгодно с экономической точки зрения. Также, зачастую, из-за того, что испытания проводятся на промышленных вибростендах, получаемые данные являются не слишком точными, так как допустимая погрешность на таком оборудовании может достигать 25%. При

применении метода модальных испытаний мы сможем увидеть не только общую картину, но и резонансные частоты и перегрузки в узлах конструкции корпуса, на различных точках печатных плат и даже на элементах. При необходимости можно провести испытания корпуса и печатной платы раздельно. При этом мы не разрушаем объект. Тем самым, проведя верификацию моделей, мы сможем довести конструкцию до желаемых параметров прочности и надежности, зная наверняка, в каком именно узле конструкции что нужно изменить.

Для проведения исследований был использован вибростенд. Его параметры приведены в таблице.

Были выполнены следующие виды испытаний: синус, ШСВ, удар, спектральный удар.

Модель	Макс. Перемещение	Макс. усилие (синус)	Макс. усилие (ШСВ)	Макс. ускорение (синус)	Макс. скорость	Масса изделия макс.	Рабочая частота
LE-2016/DSA10-200K	55мм	90,0 кН	89,0 кН	100g	1.8 м/с	907 кг	5...2500 Гц

УДК 681.4.022 : 535.21

МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОЙ ПОЛИРОВКИ В СОЗДАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ МИКРОФЛЮИДИКИ

В. В. Давыденко^{1,2}, В. И. Анисимов², И.А. Платонов¹, В.С. Павельев¹

¹ Самарский университет, г. Самара

²АО «НИИ «Экран», г. Самара

Рассмотрено применение методов оптической полировки для создания элементов микрофлюидики. Основными вопросами являются разработка технологии обработки деталей из нержавеющей стали с предварительно вырезанным на них рельефом жидкостных каналов и выявление минимально необходимого качества обработки поверхности, необходимого для сварки пластин.

Получение прецизионных поверхностей с высокой степенью чистоты и низкой шероховатостью – ключевой элемент всего оптического производства. Однако, высокоточные поверхности нужны не только в оптике, но и в создании элементов микросистемной техники, в частности, в создании элементов микрофлюидики. Микрофлюидика является быстроразвивающимся междисциплинарным направлением. Микрофлюидные системы представляют собой компактные устройства, оперирующие малым количеством жидкости (микро/нанолитры), используя каналы шириной порядка десятков-сотен микрон.

В качестве обрабатываемой детали выступали пластины из нержавеющей стали. Пластины были двух видов – пластины с вырезанным