

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
АКАДЕМИЯ ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА РФ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ КОСМОНАВТИКИ
РОССИЙСКАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО «РОСКОСМОС»
ФИЦ ИУ РАН (ВЦ РАН им. А.А. Дородницына)
ИНСТИТУТ ИСПЫТАНИЙ И СЕРТИФИКАЦИИ ВВТ
АО «УПКБ «ДЕТАЛЬ», ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт»
АО «РАДИОЗАВОД», ПЕНЗЕНСКИЙ филиал ФГУП НТЦ «АТЛАС»
ФГУП ФНПЦ «ПО СТАРТ», АО «НИИЭМП»
АО «ПНИЭИ», АО «НИИФИ», ЗАО «ПЗТП»
АО НПП «РУБИН», АО «ПО ЭЛЕКТРОПРИБОР»
ОАО «ТЕХПРОММАШ»
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Л.Н. Гумилева
СУРГУТСКИЙ ИНСТИТУТ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ И БИЗНЕСА «ПЛАНЕТА»
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



ТРУДЫ
МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА
НАДЕЖНОСТЬ И КАЧЕСТВО

Том 2

ПЕНЗА 2018

Представлены доклады XXII Международного симпозиума «Надежность и качество», проходившего с 21 по 31 мая 2018 г. в г. Пензе.

Рассмотрены актуальные проблемы теории и практики повышения надежности и качества; эффективности внедрения инновационных и информационных технологий в фундаментальных научных и прикладных исследованиях, образовательных и коммуникативных системах и средах, экономике и юриспруденции; методов и средств анализа и прогнозирования показателей надежности и качества приборов, устройств и систем, а также анализа непараметрических моделей и оценки остаточного ресурса изделий двойного назначения; ресурсосбережения; проектирования интеллектуальных экспертных и диагностических систем; систем управления и связи; интерактивных, телекоммуникационных сетей и сервисных систем; экологического мониторинга и контроля состояния окружающей среды и биологических объектов; исследования физико-технологических процессов в науке, технике и технологиях для повышения качества выпускаемых изделий радиопромышленности, приборостроения, аэрокосмического и теплоэнергетического комплексов, электроники и вычислительной техники и др.

УДК 621.396.6:621.315.616.97:658:562

Оргкомитет благодарит за поддержку в организации и проведении Международного симпозиума и издании настоящих трудов Министерство образования и науки РФ, Правительство Пензенской области, Академию проблем качества РФ, Российскую академию космонавтики им. К. Э. Циолковского, Российскую инженерную академию, ФИЦ ИУ РАН (Вычислительный центр РАН им. А. А. Дородницына), Институт испытаний и сертификации ВВТ, АО «УПКБ ДЕТАЛЬ», АО «НИИФИ», АО «ПНИЭИ», АО «РУБИН», АО «РАДИОЗАВОД», АО «ППО «ЭЛЕКТРОПРИБОР»», ФГУП «ПО «СТАРТ» им. М. В. Проценко», НИКИРЭТ – филиал ФГУП «ПО «СТАРТ» им. М. В. Проценко», Пензенский филиал ФГУП НТИ «АТЛАС», ОАО «ТЕХПРОММАШ», ООО «Экспериментальная мастерская Наука-Софт», Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Сургутский институт мировой экономики и бизнеса «ПЛАНЕТА», Пензенский государственный университет.

Журнал зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) с 2005 г.

Редакционная коллегия:

Юрков Н. К. – главный редактор.

Трусов В. А. – ответственный секретарь.

Гуляков А. Д., Майстер В. А., Северцев Н. А., Сыдыков Е. Б., Абрамов О. В., Авакян А. А., Артамонов Д. В., Артемов И. И., Безродный Б. Ф., Бецков А. В., Дивеев А. И., Иофин А. А., Каиштанов В. А., Кемалов Б. К., Острейковский В. А., Петров Б. М., Пиганов М. Н., Писарев В. Н., Роберт И. В., Романенко Ю. А., Савченко В. П., Садыков С. С., Садыхов Г. С., Увайсов С. У., Халютин С. П., Шайко-Шайковский А. Г., Шахнов В. А., Якимов А. Н.

© Оргкомитет симпозиума, 2018

© Пензенский государственный университет», 2018

Вирус имеет две главные особенности:

- 1) способностью к саморазмножению;
- 2) способностью к вмешательству в вычислительный процесс (т. е. к получению возможности управления).

Наличие данных особенностей считается аналогом паразитирования в живой природе, характерное биологическим вирусам. За последнее время вопрос борьбы с вирусами стала крайне актуальной, по этой причине весьма многие занимаются ею. Применяются разнообразные организационные меры, новейшие антивирусные программы, проводится пропаганда всех этих мер.

Червь – программа, которая распространяется посредством сети и не и не оставляет своей копии на магнитном носителе. Червь применяет механизмы поддержки сети для установления узла, который может быть заражен. Далее передается с помощью тех же механизмов свое тело или его часть на этот узел и или активизируется, или ожидает для этого оптимальных обстоятельств. Среда, которая подходит для распространения червя считается сеть, пользователи которой доверяют друг другу, а механизмы защиты отсутствуют. Лучший метод защиты

от червя – выполнение мер предосторожности против неразрешенного доступа к сети.

Захватчик паролей – данные программы необходимы с целью воровства паролей. При попытке обращения пользователя к терминалу системы на экран выводится информация, требуемая для завершения сеанса работы. Стараясь сформировать доступ к входу, пользователь пишет имя и пароль, переселяющиеся владельцу программы-захватчика, и уже после чего выходит информация об ошибке, а ввод и управление возвращаются к операционной системе. Пользователь, который думает, что допустил ошибку при наборе пароля, проделявает снова вход и получает доступ к системе. Однако его имя и пароль уже известны владельцу программы-захватчика.

Таким образом, ознакомившись с вредоносными программами, можно прийти к выводу, что необходимо строгое выполнение правил управления системой защиты, соблюдение принципа минимума привилегий дает возможность исключить таких нарушений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы информационной безопасности/ Е. Б. Белов, В. П. Лось, Р. В. Мещеряков, А. А. Шелупанов. – М.:Телеком, 2006. 544 с.
2. Защита компьютерной информации/Анин Б. Ю. – СПб.: "БНВ-Санкт-Петербург" – 2000, 384 с.
3. Защита информации в компьютерных системах/Мельников В. – М.: Финансы и статистика, Информ, 1997.136 с.
4. Петров, А.А. Компьютерная безопасность. Криптографические методы защиты / А.А. Петров – М.: ДМК, 2000. – 448 с.
4. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей/Шаньгин В. Ф. – М.: ИД «Форум»: Инфра-М, 2008 – 416 с.

УДК 62-1-9

Лысенко А.В., Таньков Г.В., Трусов В.А., Кочегаров И.И.

ФГБОУ ВО «Пензенский Государственный университет», Пенза, Россия

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БРЭА

В статье рассмотрены вопросы проведения лабораторно-стендовых испытаний на воздействие вибрации с помощью специальных методов и средств испытаний. Выявлено, что ошибочное определение динамических характеристик, вызванное несоответствием испытательных режимов и режимов эксплуатации может повлечь за собой значительные затраты на повторное проведение всего цикла предварительных испытаний. Предложена методика, позволяющая повысить эффективность проведения испытаний по определению динамических характеристик конструкции

Ключевые слова:

ВИБРАЦИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА, НАДЕЖНОСТЬ, ВИБРОУСТОЙЧИВОСТЬ, АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, РЕЗОНАНС, СТЕНДОВЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ, ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Введение. В настоящее время вопросам вибропрочности и виброустойчивости бортовой радиоэлектронной аппаратуры (БРЭА), работающей в жестких условиях эксплуатации, уделяется значительное внимание. Важнейшим дестабилизирующим фактором, приводящим к отказам БРЭА, является внешнее вибрационное воздействие [1]. Поэтому в ходе разработки и в процессе производства БРЭА предусматривается проведение лабораторно-стендовых испытаний на воздействие вибрации с помощью специальных методов и средств испытаний.

Следует отметить, что режимы функционирования БРЭА в реальных условиях эксплуатации значительно отличаются от испытательных режимов, что является причиной до половины отказов, вызванных вибрационными воздействиями.

Одним из важнейших видов испытаний на воздействие вибрации является испытание для определения динамических характеристик конструкций БРЭА (испытание 100 по ГОСТ 30630.1.1-99, относящееся к определительным испытаниям).

Существующие методы и средства определения динамических характеристик конструкции не позволяют определять все резонансы в объекте исследования и измерять амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) с требуемой достоверностью. Поэтому актуальной является проблема повышения эффективности информационно-измерительных и управляющих систем (ИИИС) для проведения испытаний 100, выражающаяся в повышении:

- точности измерения (достоверности измерительной информации) за счет бесконтактной индикации резонансов;

- адаптивности управления, основанного на приспособлении испытаний к неопределенным и изменяющимся внешним и внутренним условиям эксплуатации;

- усиления роли планирования эксперимента, как обоснованного выбора средствами математики оптимальной программы опытов.

Поэтому в общей проблеме повышения надежности БРЭА совершенствование методов и средств повышения точности измерения, степени соответствия испытательных режимов режимам эксплуатации и информативности результатов испытаний БРЭА является актуальной научно-технической задачей.

Методика проведения испытаний для определения динамических характеристик конструктивных элементов БРЭА

1.Определение фаз точек крепления

Анализ динамики несущих конструкций БРЭА (стержни, пластины, т. д.) показывает, что критические режимы в работе этих элементов связаны с возникновением в них резонансных колебаний и образованием стоячих волн, когда все точки колеблются с одной частотой и в одной фазе [2].

Типы возможных стоячих волн пластины зависят от её геометрической формы, скорости распространения волн в материале пластины и граничных условий: края пластинки могут закреплены, могут быть свободны. В первом случае на границе предполагаются узлы стоячей волны, во втором – пучности [3].

Анализ возникновения стоячих волн в пластине, закреплённой в четырёх точках по углам (что соответствует практической задаче закрепления печатного узла в корпусе технического средства),

показал, что форма собственных колебаний пластины на резонансных частотах определяется двумя целыми числами m и n , каждое из которых равно числу пучностей волны вдоль соответствующих сторон пластинки.

Два возможных типа стоячей волны с различными значениями параметров m и n построены для прямоугольной пластины с четырьмя точками закрепления (рис. 1). Воздействие в точках крепления синфазное.

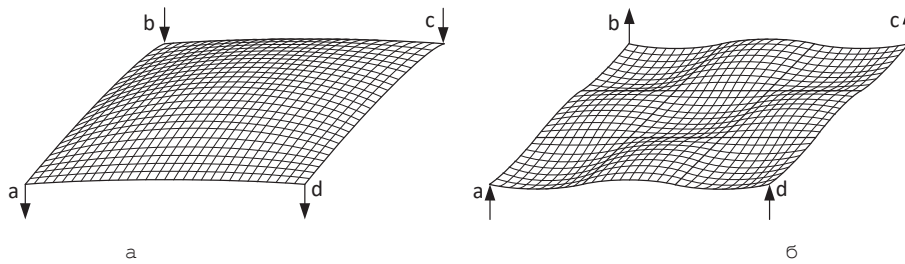


Рисунок 1 – Формы собственных колебаний пластины на первой и третьей резонансной частоте (а – $m = 1$, $n = 1$; б – $m = 3$, $n = 3$)

Поскольку при возникновении резонанса фаза колебаний точки на поверхности волны (в центре пучности) отстаёт от возбуждающего воздействия на 90° [4], то направление движения точек крепления (показано стрелками) противоположно форме ближайшей пучности.

Формы собственных колебаний пластины на других резонансных частотах также зависят от этих двух параметров m и n (рис. 2).

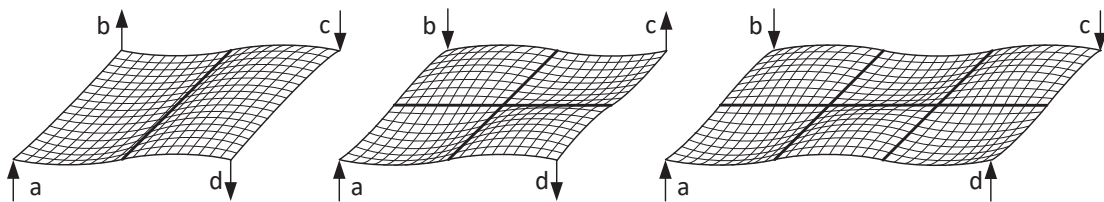


Рисунок 2 – Формы собственных колебаний пластины при $m = 1$, $n = 2$; $m = 2$, $n = 2$; $m = 2$, $n = 3$

Как показывают эти исследования при синфазном вибрационном воздействии в точках крепления, можно получить только нечётные гармоники, возбуждения чётных форм колебаний – невозможно. При этом следует учитывать, что когда амплитуда стоячей волны максимальна (фаза равна 90°), а направление движения меняет знак на противоположный – фаза возбуждающих колебаний уже равна 180° и направление движения противоположно форме ближайшей пучности.

Следовательно, полностью симметричная форма колебаний получается только при нечётных значениях обоих параметров m и n . Поэтому для возбуждения всех собственных форм при подаче вибросилового воздействия на пластину необходимо учитывать фазовый сдвиг в точках её крепления. Любая возможная форма колебаний при возбуждении гармоническим сигналам одной частоты может быть получена при одном из трёх вариантов фазового сдвига: точки a , b противофазны c , d ; точки a , d противофазны b , c ; точки a , c противофазны d , b [5].

2. Формирование результирующей АЧХ из резонансных кривых

Амплитудно-частотная характеристика – это непрерывная характеристика объекта исследования, которая более информативно, чем дискретный спектр собственных частот, так как содержит в себе информацию о добротностях резонансов, необходимых для расчёта введения дополнительного демпфирования.

Но в разных точках поверхности на одной частоте амплитуда будет различна – некоторые амплитуды будут занижены, а некоторые резонансы могут вообще никак не проявиться. Это связано с попаданием датчика первичной информации в области узлов собственных форм колебаний, которые зависят от частоты. Для достаточно точного определения дискретного спектра собственных форм и частот колебаний необходимо измерять амплитуды в точках, расположенных в центрах пучностей на резонансных частотах. На рис. 3 показаны первые три моды колебаний. В точки 1 и 5 задаётся вибровоздействие, а в точках 2, 3 и 4 необходимо проводить измерения, так как это центры пучностей.

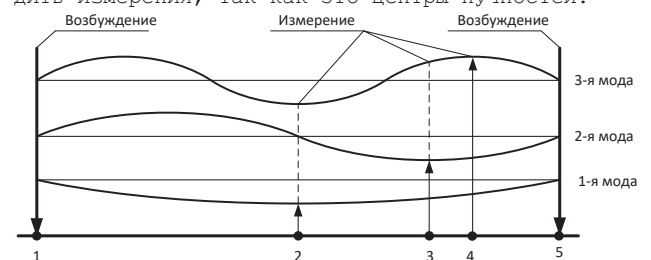


Рисунок 3 – Собственные формы колебаний

На рис. 4 представлен дискретный спектр собственных частот и АЧХ текстолитовой пластины в диапазоне частот, соответствующем наличию трёх резонансов. По оси y показана амплитуда, по оси x – частоты.

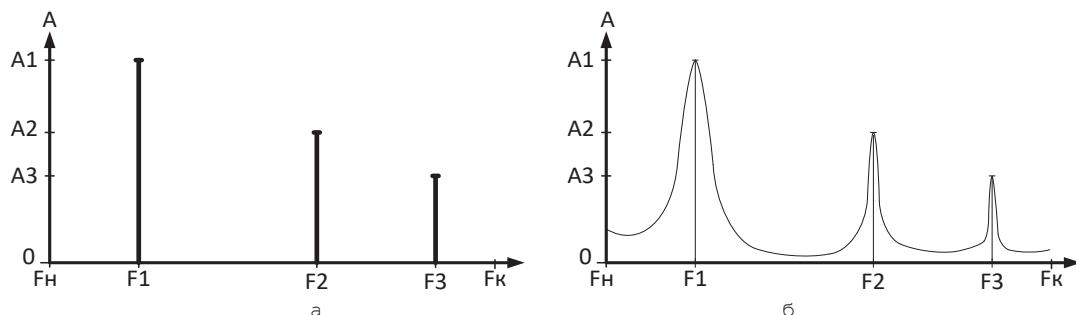


Рисунок 4 – Спектр собственных частот и АЧХ текстолитовой пластины

На рис. 4,а нет никакой информации, кроме значений резонансных частот и амплитуды колебаний на этих частотах. АЧХ на рис. 4,б более информативна, так как показывает резонансные кривые, по которым можно определить добротность резонансов и затухания систем.

3. Методика проведения испытаний для определения динамических характеристик конструктивных элементов БРЭА

С учётом вышеизложенного предлагается методика проведения испытаний для определения динамических характеристик конструктивных элементов электронных средств [6]. Диаграмма IDEF0 методики представлена на рис. 5.

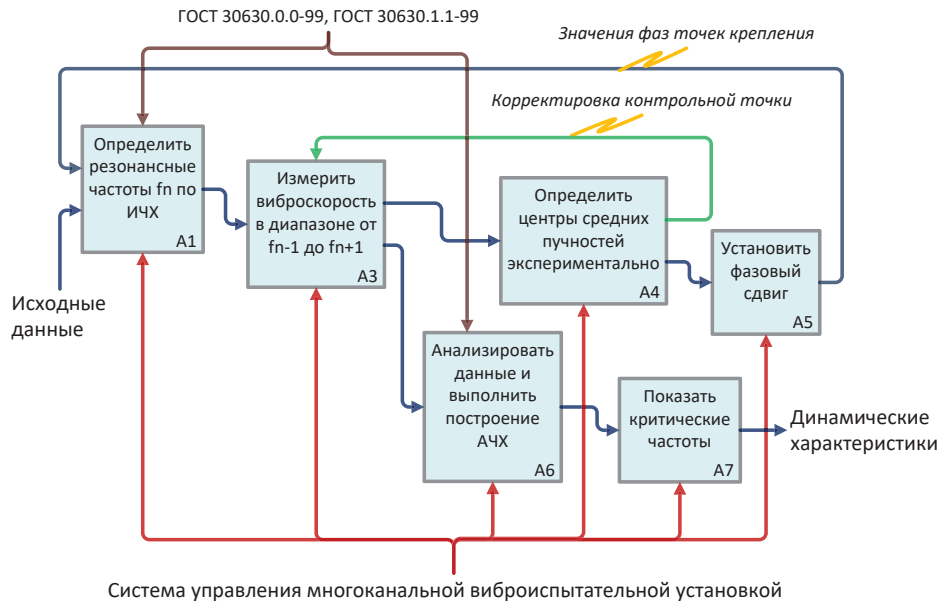


Рисунок 5 – Диаграмма IDEF0 методики определения динамических характеристик БРЭА

Суть методики состоит в возбуждении резонансов на всех собственных частотах в установленном диапазоне частот путём введения в вибрационное воздействие разности фаз в продольном, поперечном и диагональном направлении объекта исследования, бесконтактном определении собственных частот (лазерная виброметрия) и выборе оптимальной точки измерения частотных характеристик для устранения искажения, связанных с попаданием в узловые точки колебаний.

Сначала методами математического моделирования (например, с использованием пакета ANSYS) определяются резонансные частоты объекта исследования. Фазовый сдвиг точек крепления устанавливается в соответствии с собственными формами колебаний, значения которых определяются граничными условиями и конструктивными особенностями объекта исследования.

Далее на каждой резонансной частоте с помощью лазерного датчика измеряется виброскорость (или ускорение) в центре пучности собственной формы, соответствующей текущей частоте. Корректировка точки измерения осуществляется анализом полученных амплитуд в процессе проведения испытаний. Центр пучности на текущей резонансной частоте считается определённым при нахождении максимальной амплитуды. В центрах пучности измеряются резонансные кривые, из которых в дальнейшем выполняется построение результирующей АЧХ.

Значения характеристик внешних факторов (амплитуду вибрации, частотный диапазон), действующих на аппаратуру устанавливают в соответствии с классификационными группами и данными, приведёнными в таблицах разделов 5-11 ГОСТ РВ 20.39.304 – 98 [6], исходя из анализа условий её функционирования в составе объекта-носителя и измеренных значений параметров внешнего воздействия на объекте-носителе в условиях его эксплуатации и боевого применения.

Заключение

В ходе исследования выявлено, что для измерения резонансных кривых с достоверной амплитудой виброускорения нечётные формы необходимо возбуждать синфазным воздействием точек крепления, чётные – противофазным.

Поэтому для сокращения продолжительности испытаний сначала необходимо бесконтактно (математическим моделированием) определить все резонансные частоты, в том числе и соответствующие чётным модам. Далее экспериментально найти центры пучностей всех собственных форм объекта исследования в требуемом частотном диапазоне. В этих центрах производить измерения резонансных кривых, из которых затем осуществить построение результирующей АЧХ.

Статья представлена в рамках реализации проекта Соглашения № 17-79-10281 от 24.07.2017 при финансовой поддержке Российского научного фонда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Остроменский П.И. Вибрационные испытания радиоаппаратуры и приборов. / Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1992. – 173 с.
2. Хайкин С.Э. Физические основы механики. – М.: Физ.-мат.гиз., 1962. – 771 с.
3. ГОСТ 30630.1.2 – 99 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие вибрации.
4. Рындин Д.А. Системы генерации тестового сигнала для исследования динамических характеристик несущих конструкций блоков РЭС / Рындин Д.А., Таньков Г.В., Затылкин А.В. // Цифровые модели в проектировании и производстве РЭС: Межвуз. сб. науч. трудов. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – Вып.17. – С.95-101.
5. Груничев А.С. Испытания радиоэлектронной аппаратуры на надёжность. – М.: Книга по требованию, 2012. – 271 с.
6. ГОСТ РВ 20.39.304 – 98 Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам. – М.: Госстандарт России, 1999. – 55 с.