

ОТЗЫВ

официального оппонента Увайсова Сайгида Увайсовича, доктора технических наук на диссертацию Аль-Араджи Зайнаб Хуссам Моса «МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ НА ОСНОВЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Актуальность темы

В зависимости от своего назначения РЭС, а значит и входящие в ее состав радиоэлектронные модули (РМ), могут подвергаться различным механическим воздействиям. Основными механическими нагрузками для РМ при эксплуатации являются вибрационные, ударные и линейные воздействия, а также звуковое давление. Это относится как к специальным наземным устройствам и транспортным средствам, так и к летательным аппаратам. При этом следует отметить, что требования по механическим воздействиям на РМ, работающие в нестационарных условиях, например на подвижных объектах, постоянно ужесточаются. Одним из самых опасных видов механических воздействий является наиболее часто встречающаяся на практике вибрация. Вибрация вызывает механические напряжения и деформацию как комплектующих изделий и конструктивных элементов РМ, так и появление микротрещин в паяных соединениях. Очевидно, что для получения конкурентоспособных изделий требуется ее всестороннее испытание. Автоматизация испытаний, уменьшение их количества и времени проектирования, удешевление изделия и повышение его надежности является важной задачей современной электронной промышленности. Решению одного из аспектов этой научной задачи посвящена работа автора.

Для достижения поставленной цели автор наметил ряд задач, которые и попытался решить, используя основные положения и методы прикладной механики, вычислительной математики, математического моделирования, теории сопротивления материалов, элементов теории статистических вычислений.

Эффективность решения проблемы комплексного анализа неразрывно связана с повышением уровня оснащенности программными средствами моделирования. Особое место среди них принадлежит системам инженерного расчета, которые позволяют перевести проектирование в виртуальную среду и приобретают в последнее время все большую распространенность.

Очевидно, что дальнейшее развитие подобных систем потребует разработки новых подходов и технических решений в части математических моделей, алгоритмов и методик процесса проектирования радиоэлектронных модулей на основе МПП, в том числе «кассетной» конструкции, которые

работают в условиях действия внешних механических нагрузок. Успешное решение таких задач в конечном итоге сказывается на снижении сроков проектирования и повышении качества выпускаемой новой продукции.

В диссертационной работе Аль-Араджи Зайнаб Хуссам Моса рассматривается комплекс вопросов связанных с разработкой методик, математических моделей и алгоритмов, повышающих эффективность проектирования радиоэлектронных модулей на основе МПП, работающих при действии внешних механических нагрузок.

В связи с указанным, актуальность исследований, результаты которых представлены в диссертационной работе, не вызывает сомнений.

Структура и основное содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемой литературы из 82 наименований и четырех приложений. Диссертационная работа представлена на 138 страницах и содержит 61 рисунок и 15 таблиц.

Основное содержание диссертации составляет следующее.

Во введении обосновываются актуальность, научная новизна и практическая значимость диссертационной работы, формулируются цель и задачи исследований, приводятся основные научные положения и результаты, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен обзор литературных источников по теме диссертации, проанализированы основные тренды развития выбранного научного направления. Проведено сравнение существующих конструкции, наиболее часто встречающейся в аппаратуре спецназначения, и особенности их проектирования.

Во второй главе, на основании ранее полученных данных, принято решение более подробного исследования кассетных конструкций на основе многослойных печатных плат. Предложены математические модели механических сил, действующих на МПП, а также математические модели для определения прогибов участков и собственных частот плат разной конструкции. Представленный анализ методических погрешностей предложенного способа выявил природу возможных искажений результатов и позволил сформулировать подходы к их коррекции.

В третьей главе диссертационной работы представлена методика комплексного анализа механических характеристик радиоэлектронных модулей на основе многослойных печатных плат при механических воздействиях на основе аналитических выражений, позволяющих получить данные об основных механических параметрах изделия на этапе эскизного проекта. С целью проверки корректности разработанного математического аппарата и его работоспособности, проведена верификация процедур моделирования на моделях образцов простой геометрической формы.

Четвертая глава диссертационной работы направлена на подтверждение возможности использования разработанной методики комплексного анализа механических характеристик радиоэлектронных модулей на практике. Для

проведения натурального эксперимента предложена структура и конструкция экспериментально-измерительного стенда. Проведен сравнительный анализ результатов моделирования характеристик многослойной печатной платы блока кассетной конструкции и эксперимента на вибрационном стенде.

В заключении приводятся основные выводы и результаты диссертации.

В приложениях содержатся структурные схемы алгоритмов анализа механических характеристик, копии актов о внедрении результатов диссертационной работы в учебном процессе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» и на АО НВП «Протек» (г. Воронеж).

В целом диссертационная работа Аль-Араджи Зайнаб Хуссам Моса выполнена на высоком научно-техническом уровне, написана технически грамотным языком, имеет как теоретическую, так и практическую направленность.

Достоверность и новизна основных выводов и результатов

В ходе проведения исследований по теме диссертационной работы автор получил ряд результатов, которые обладают научной новизной, практической ценностью и значимостью.

Цель диссертационной работы автор сформулировал как «...разработка методик, математических моделей и алгоритмов, повышающих эффективность проектирования радиоэлектронных модулей на основе МПП, работающих при действии внешних механических нагрузок.» (с. 2 – автореферата, с. 10 – диссертации). Для достижения поставленной цели автор:

- исследовал виды, особенности конструкций, материалы и области применения радиоэлектронных модулей на основе МПП, способы фиксации в радиоэлектронных блоках, в том числе кассетной конструкции и определил граничные условия, используемые для моделирования характеристик электронных средств при действии на них внешних механических нагрузок;

- провел анализ видов механических нагрузок, действующих на радиоэлектронные модули в составе МПП, а также особенностей поведения отдельных компонентов при действии внешних деформаций, исследовал математические модели механических сил, действующие на МПП;

- разработал новый способ, реализующий неразрушающее магнитное исследование, обладающий функциональной возможностью получения изображения границ пространственного расположения ферромагнитных тел внутри объектов;

- предложил математические модели определения прогиба участков МПП кассетной конструкции, позволяющие оценить механические нагрузки на паяные выводы компонентов и тем самым выявить опасные для размещения места;

- предложил комплексную методику создания радиоэлектронных модулей на основе МПП, охватывающую этапы от топологического проектирования до испытаний, позволяющую сократить временные затраты на

проектирование, отличающуюся использованием структуры обмена проектными данными;

– разработал методика топологического проектирования МПП, в том числе кассетной конструкции, основанную на предварительном размещении компонентов и моделировании механических характеристик до этапа трассировки, выявлении наиболее опасных мест для компонентов с корпусами большой площади, отличающуюся определением оптимальных схем крепления и координат точек крепления, а также возможностью применения ребер для увеличения жесткости;

- провел экспериментальную оценку точности моделирования механических характеристик радиоэлектронных модулей на основе МПП и проверил на опытно-конструкторской разработке предложенные методы, модели и алгоритмы.

Итоги указанных работ и составляют новые научные и практические результаты диссертационного исследования, подтвержденные математическим моделированием и натурным активным экспериментом.

Ценность для науки и практики

К новым научным результатам, полученным в диссертационном исследовании, можно отнести следующее:

1. Комплексная методика проектирования радиоэлектронных модулей на основе МПП, охватывающая этапы от разработки топологии до испытаний, позволяющая сократить временные затраты на проектирование, отличающаяся использованием созданной базы данных прочности и надежности паяных соединений компонентов, а также системы обмена проектными данными.

2. Математические модели определения прогиба участков МПП кассетной конструкции, позволяющие оценить механические нагрузки на паяные выводы компонентов и тем самым выявить опасные области для установки компонентов большой площади с учетом координат установки компонентов.

3. Методика топологического проектирования МПП, в том числе кассетной конструкции, основанная на предварительном размещении компонентов и моделировании механических характеристик до этапа трассировки, выявлении наиболее опасных мест для компонентов с корпусами большой площади, отличающаяся определением рациональных схем крепления и координат точек крепления, а также возможностью применения ребер для увеличения жесткости.

Новые научно-технические результаты, полученные автором в диссертации и представляющие ценность для науки и практики, состоят в следующем:

1. Применение комплексной методики проектирования МПП позволяет сократить временные затраты на проектирование путем уменьшения количества доработок конструкции.

2. Применение методики, включающей предварительное размещение компонентов на МПП и моделирование вибрационных свойств с выявлением

наиболее опасных мест для расположения микросхем с корпусами большой площади, позволяет получить рациональную конструкцию МПП до этапа трассировки, что значительно сокращает сроки проектирования.

3. Применение методики проектирования МПП блоков кассетной конструкции позволяет выбрать рациональную схему закрепления платы и определить координаты размещения компонентов большой площади на ней, а также при необходимости использовать ребра жесткости, что позволяет избежать резонансных явлений в процессе эксплуатации и возможной поломки аппаратуры

4. Использование разработанных методов и средств позволяет повысить эффективность процесса проектирования конструкций радиоэлектронных модулей на основе МПП путем уменьшения количества доработок при достижении необходимых показателей надежности, что положительно сказывается на сроках выхода готовых изделий на рынок. Основные теоретические и практические результаты работы в виде методик комплексного анализа механических характеристик конструкций радиоэлектронных модулей на основе МПП внедрены на предприятии АО НВП «Протек» (г. Воронеж), что позволило на этапе топологического проектирования уменьшить количество доработок МПП, сократив при этом затраты на изготовление выпускаемой продукции при заданном уровне надежности и качества. Также результаты работы внедрены в учебный процесс ФГБОУВО «Воронежский государственный технический университет».

Замечания

1. В предложенной методике не совсем ясно представлен процесс проектирования радиоэлектронных модулей с учетом, кроме критериев внешних механических воздействий, также действия тепла и электромагнитной совместимости.

2. Не вполне ясно, каким образом в предложенной методике учитывается стоимость лабораторных испытаний и как это влияет на получаемый в итоге экономический эффект;

3. В диссертационной работе не отражено, каким именно способом автор учитывает сложную внутреннюю структуру многослойной печатной платы;

4. В тексте диссертации имеются стилистические и пунктуационные ошибки, в частности на стр. 9, 10, 16 и т.д.

Заключение

Считаю, что указанные недостатки диссертационной работы не влияют на ее общую положительную оценку и в целом носят дискуссионный характер.

Результаты диссертации достаточно полно опубликованы в 19 научных работах, в том числе 7 – в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, три статьи в изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus, получено одно свидетельство о регистрации программы для ЭВМ..

Диссертация Аль-Араджи Зайнаб Хуссам Моса является законченной научно-квалификационной работой. Кроме того, наличие достаточного числа

публикаций, в том числе в зарубежной печати, подтверждает новизну проведенных исследований.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и в достаточной мере отражает ее основные положения. Выводы, представленные в автореферате, согласуются с выводами в диссертации.

Содержание диссертационной работы Аль-Араджи Зайнаб Хуссам Моса на тему «Методика комплексного анализа механических характеристик радиоэлектронных модулей на основе многослойных печатных плат» соответствует требованиям п.п. 16 паспорта научной специальности «2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

В связи с вышеизложенным, считаю, что рассматриваемая диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор – Аль-Араджи Зайнаб Хуссам Моса – достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 - Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Официальный оппонент:

доктор технических наук (05.13.05 - Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления), профессор, заведующий кафедрой конструирования и производства радиоэлектронных средств федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "МИРЭА - Российский технологический университет" (РТУ МИРЭА)



Увайсов Сайгид Увайсович

119454 г. Москва, проспект Вернадского, дом 78,

+7(499)215-65-65 доб. 2034, uvaysov@yandex.ru

Подг..... оппонента Увайсова Сайгида Увайсовича удостоверяю:

†
Упра



М.М. Буханова