УДК 004

© Шалумов А. С., 2016,
ведущий научный сотрудник Владимирского филиала РАНХиГС

© Шалумов М. А., 2016,
научный сотрудник Владимирского филиала РАНХиГС

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЭС НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация: *описывается применение системы АСОНИКА для моделирования физических процессов РЭС. Представлено краткое описание каждой подсистемы, входящей в состав системы АСОНИКА.*

Ключевые слова: *моделирование, РЭС, АСОНИКА.*

Abstract: *ASONIKA describes the use of the system for the simulation of physical processes radio-electronic means. A brief description of each subsystem, part of the ASONIKA system.*

Keywords: *modeling, radio-electronic means, ASONIKA.*

Вся современная техника обязательно включает радиоэлектронные средства (РЭС), которые состоят из печатных узлов, микросхем и др. И если РЭС не работает, то не функционирует все техническое устройство.

На работу РЭС оказывают влияние воздействия вибраций, ударов, тепла, электромагнитных полей, радиации и др. Поэтому важным этапом создания РЭС являются ее испытания на все эти воздействия. Испытания обходятся очень дорого, требуют много времени и часто не позволяют правильно прогнозировать состояние электронной аппаратуры в реальных условиях, особенно в критических режимах.

С помощью системы АСОНИКА осуществляется автоматизированное проектирование и комплексное компьютерное моделирование высоконадежных РЭС. Предлагаемая технология предназначена для применения в процессе проектирования РЭС и замены испытаний компьютерным моделированием на ранних этапах проектирования, что позволяет значительно сократить количество испытаний и возможных итераций при проектировании РЭС.

В настоящее время система АСОНИКА состоит из следующих подсистем:

– анализа типовых конструкций блоков РЭС на механические воздействия АСОНИКА-М;

– анализа типовых конструкций шкафов и стоек РЭС на механические воздействия АСОНИКА-М-ШКАФ;

– анализа и обеспечения стойкости произвольных объемных конструкций, созданных в системах ProEngieer, SolidWorks и других САО-системах в форматах IGES и SAT, к механическим воздействиям АСОНИКА-М-3D;

– анализа и обеспечения стойкости к механическим воздействиям конструкций РЭС, установленной на виброизоляторах, АСОНИКА-В;

– анализа и обеспечения тепловых характеристик конструкций аппаратуры АСОНИКА-Т;

– анализа конструкций печатных узлов РЭС на тепловые и механические воздействия АСОНИКА-ТМ;

– автоматизированного заполнения карт рабочих режимов электрорадиоизделий (ЭРИ) АСОНИКА-Р;

– анализа показателей надежности РЭС с учетом реальных режимов работы ЭРИ АСОНИКА-Б;

– справочная база данных электрорадиоизделий и материалов по геометрическим, физико-механическим, теплофизическим, электрическим и надежностным параметрам АСОНИКА-БД;

– идентификации физико-механических и теплофизических параметров моделей РЭС АСОНИКА-ИД;

– анализа усталостной прочности конструкций печатных плат и электрорадиоизделий при механических воздействиях АСОНИКА-УСТ;

– анализа и обеспечения электромагнитной совместимости РЭС АСОНИКА-ЭМС;

– управления моделированием РЭС при проектировании АСОНИКА-УМ.

Подсистема АСОНИКА-М позволяет анализировать блоки кассетного, этажерочного и цилиндрического типов, шкафы радиоэлектронных средств и проводить расчет на различные виды механических воздействий. Подсистема включает в себя базу данных со справочными геометрическими, теплофизическими и физико-механическими параметрами конструкционных материалов.

Подсистема АСОНИКА-М-ШКАФ позволяет рассчитывать стойкость типовых конструкций шкафов РЭС к механическим воздействиям.

Интерфейс шкафа представляет собой приложение, позволяющее рассчитывать шкафы РЭС различной конфигурации. Для этого изначально необходимо построить необходимую модель шкафа по имеющейся конструкторской документации на проектируемый прибор, для чего следует воспользоваться необходимым числом этажей в конструкции и заданными размерами шкафа.

После выполнения расчета пользователь подсистемы, используя удобный интерфейс, может просмотреть результаты структурного анализа модели на то или иное механическое воздействие и оценить прочностные характеристики созданной модели при действующих нагрузках, а также определить те места в конструкции, где возникают перегрузки, уточнить нагрузки на каждый узел и выяснить места, в которых конструкцию можно оптимизировать.

Подсистема АСОНИКА-М-3D позволяет рассчитывать стойкость произвольных блоков конструкций РЭС к механическим воздействиям. Конечно-элементная модель прибора, равно как и детали при сборке, строится автоматически.

Подсистема АСОНИКА-В предназначена для анализа механических характеристик конструкций шкафов, стоек и блоков РЭС, установленных на виброизоляторах. Подсистема имеет специальный графический интерфейс ввода конструкции на виброизоляторах.

В результате моделирования могут быть получены зависимости ускорений конструкции на виброизоляторах от частоты и времени. Подсистема АСОНИКА-В включает в себя базу данных со справочными параметрами виброизоляторов.

Подсистема АСОНИКА-Т позволяет анализировать тепловые характеристики конструкций РЭС. Она дает возможность провести анализ стационарного и нестационарного тепловых режимов аппаратуры, работающей при естественной и вынужденной конвекциях в воздушной среде как при нормальном, так и при пониженном давлении.

При анализе произвольных конструкций определяются температуры выделенных изотермических объемов и выводятся графики зависимости температур от времени для нестационарного теплового режима. Подсистема АСОНИКА-Т включает в себя базу данных со справочными теплофизическими параметрами конструкционных материалов.

Подсистема анализа конструкций печатных узлов РЭС на тепловые и механические воздействия АСОНИКА-ТМ позволяет анализировать печатные узлы РЭС и проводить расчет стационарного и нестационарного тепловых режимов. Подсистема имеет специальный графический интерфейс ввода конструкции печатного узла.

Подсистема АСОНИКА-Р предназначена для облегчения и ускорения процесса заполнения карт рабочих режимов ЭРИ. В подсистему заложены все возможные формы карт рабочих режимов последней редакции РДВ.319.01.09-94 (2000 года).

Результаты работы подсистемы – заполненные карты режимов ЭРИ – автоматически конвертируются программой в текстовый процессор Word, где они могут быть отредактированы и распечатаны. Подсистема имеет необходимую базу данных, в которой находится информация о предельных значениях параметров ЭРИ, взятая из нормативно-технической документации (НТД).

Подсистема АСОНИКА-Б позволяет анализировать шкафы, блоки, печатные узлы, ЭРИ и решать следующие задачи: определение показателей безотказности всех ЭРИ, обоснование необходимости и оценка эффективности резервирования РЭС.

В результате моделирования могут быть получены эксплуатационные интенсивности отказов, вероятности безотказной работы и среднее время безотказной работы РЭС. Сервисное обеспечение подсистемы АСОНИКА-Б включает в себя базу данных с математическими моделями для расчета значений эксплуатационной интенсивности отказов ЭРИ, а также редактор базы данных.

Подсистема АСОНИКА-УМ, предназначенная для управления моделированием РЭС при проектировании, позволяет осуществить интеграцию САПР, внедренных на предприятии, и управлять передачей данных между подсистемами при моделировании в процессе конструкторского проектирования РЭС.

Подсистема интегрируется с любой используемой на предприятии PDM-системой. В ходе проектирования подсистема позволяет сформировать комплексную электронную модель РЭС в рамках математических моделей тепловых, электрических, аэродинамических, механических процессов и математической модели надежности и качества РЭС.

Параметры ЭРИ и материалов для всех подсистем системы АСОНИКА считываются из базы данных. Для редактирования параметров по нормативной документации ЭРИ используется подсистема АСОНИКА-БД.

Подсистема АСОНИКА-ИД предназначена для идентификации физико-механических и теплофизических параметров моделей РЭС. Необходимость данной подсистемы обусловлена тем, что для большинства материалов несущих конструкций РЭС в справочной литературе отсутствуют необходимые для моделирования физико-механические параметры: модуль упругости и коэффициент Пуассона, плотность и коэффициент механических потерь.

Сопоставив экспериментальные данные и результаты математического моделирования, требуется определить неизвестные параметры материалов конструкций РЭС. Поскольку параметры материалов не зависят от вида механического воздействия, предлагается проводить идентификацию при гармонической вибрации.

Задача идентификации формулируется в следующем виде: необходимо найти такие значения параметров математической модели, которые удовлетворяют минимуму функции цели и лежат в области допустимых значений параметров, т.е. задача идентификации сводится к задаче оптимизации.

Подсистема АСОНИКА-УСТ позволяет проводить анализ усталостной прочности конструкций ПУ при обычных механических воздействиях типа гармонической и случайной вибраций, а также при многократном ударном воздействии. Результатом

расчета являются поля перемещений и напряжений, а также время до усталостного разрушения.

Подсистема трехмерного электромагнитного моделирования АСОНИКА-ЭМС была создана для замены натурных испытаний на устойчивость к электромагнитному полю электронных приборов и их систем на ранних стадиях проектирования.

На данном этапе развития в АСОНИКА-ЭМС можно рассчитывать:

– напряженность электрического и магнитного полей в трех измерениях внутри типового корпуса электронного блока при воздействии электромагнитных волн;

– напряженность электрического и магнитного полей в трех измерениях внутри произвольного корпуса электронного блока (импорт файлов моделей из CAD-систем в формате SAT) при воздействии электромагнитных волн;

– эффективность экранирования электрического и магнитного полей корпусом типового блока;

– эффективность экранирования электрического и магнитного полей корпусом произвольного блока.

В настоящее время требования к проектированию РЭС и учету всех возможных видов воздействий ужесточаются, и система АСОНИКА соответствует этим требованиям. Разработка системы АСОНИКА постоянно продолжается. Учитываются все новые и новые виды воздействий, совершенствуются и уточняются используемые в системе математические модели, интерфейсы. Добавляются новые возможности. Самым значимым результатом последнего времени стала разработка подсистем АСОНИКА-М-3D и АСОНИКА-ЭМС, а также расширение возможностей подсистемы АСОНИКА-УМ.