

Об оценке надёжности источников вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры

Вячеслав Исаев, Александр Вялов (Московская обл.)

В статье описан современный подход к оценке надёжности источников вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры на этапе разработки.

Источники вторичного электропитания (ИВЭП) являются важнейшими компонентами радиоэлектронных средств и в значительной мере определяют их массогабаритные показатели, энергопотребление, эффективность работы и надёжность. Они предназначены для электропитания функциональных узлов и блоков радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) с заданными параметрами и качеством электрической энергии (КЭЭ).

Введение в действие нового поколения государственных стандартов «Климат-7» и «Мороз-6» требует пересмотра взглядов разработчиков РЭА и поставщиков законченных модулей (в частности, ИВЭП) на формулирование и подтверждение характеристик надёжности. При этом задачи обеспечения требуемого уровня надёжности ИВЭП необходимо решать во взаимосвязи с улучшением других характеристик этих модулей.

В связи с широким внедрением в практику создания РЭА стандартных электронных модулей, в том числе ИВЭП, необходимо ускорить создание нормативной базы, регламентирующей методы оценки соответствия требованиям, которые предъявляются к модулям на всех этапах жизненного цикла (от разработки до утилизации). Важнейшей составляющей этого процесса является обоснованное задание параметров надёжности.

Весьма сложной задачей является разработка ИВЭП с высокими техническими и эксплуатационными характеристиками, удовлетворяющими требованиям по надёжности, которые регламентированы Государственными стандартами. Небольшой объём ИВЭП создаёт проблему отвода тепла, от которого непосредствен-

но зависит надёжность комплектующих элементов ИВЭП и модуля питания в целом.

Достижение высоких технико-экономических показателей ИВЭП возможно при наличии соответствующей номенклатуры электрорадиоизделий (ЭРИ) и согласованной с ними технологии производства аппаратуры. Однако современный этап развития РЭА вообще (и ИВЭП в частности) характеризуется тем, что даже если ЭРИ по отдельности обладают превосходными функциональными характеристиками, нельзя гарантировать высокие технические параметры и надёжность устройств, созданных на их основе. Это обусловлено взаимным влиянием конструктивных, функциональных и технологических параметров при совместном использовании комплектующих изделий, что приводит к необходимости формулирования необходимых характеристик ИВЭП и ЭРИ с единых позиций.

Результаты анализа требований к надёжности ИВЭП, предназначенных для комплектования наземных стационарных и подвижных объектов, бортовой морской, авиационной и космической техники, показывают [1], что наибольшая потребность существует в модульных источниках питания с наработкой на отказ от 10 до 50 тыс. ч (37%) и от 50 до 100 тыс. ч (33%). Это достаточно жёсткие требования, если учитывать реальные режимы применения ИВЭП в РЭА.

Всю совокупность ЭРИ, используемых в ИВЭП, можно разделить на четыре группы. К первой группе относятся силовые полупроводниковые приборы – транзисторы, диоды; ко второй – энергонакапливающие ком-

поненты – дроссели, конденсаторы (к этой группе изделий можно условно отнести и трансформаторы); к третьей – функционально насыщенные схемы управления; к четвёртой – резисторы, слаботочные полупроводниковые приборы и прочие элементы.

К каждой из групп ЭРИ предъявляются общие и частные требования. Удельные энергетические показатели и показатели надёжности ИВЭП в большей степени зависят от общих требований, поскольку их оптимальное согласование приводит к снижению избыточности по массогабаритным показателям.

При использовании групповой технологии монтажа на поверхность согласованные конструктивные характеристики разнородных элементов позволяют реализовать предельное значение коэффициента использования площади основания 0,75...0,8. Дальнейшее повышение плотности упаковки ЭРИ в ИВЭП ограничивается температурными режимами их работы. Поэтому требования к надёжности ИВЭП, состоящих из различных ЭРИ, следует формировать с учётом тепловой надёжности комплектующих изделий.

На этапе разработки уровень надёжности закладывается при выборе структурной и принципиальной электрической схемы ИВЭП, комплектующих ЭРИ, условий и режимов их применения, технологии сборки и т.д.

При экспоненциальном распределении времени наработки на отказ комплектующих элементов ИВЭП интенсивность отказов источников электропитания в соответствии с [2] определяется как

$$\Lambda = \sum_{i=1}^n \Lambda^{(i)} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m I_{(j)}^{(i)} \Lambda_{(j)} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m I_{(j)}^{(i)} \lambda_{\sigma(j)} \prod_{s=1}^r k_s^i s_{(j)}^i, \quad (1)$$

где $\Lambda^{(i)}$ – интенсивность отказов i -го блока (выпрямителя, фильтра, регу-

лирующего элемента, трансформаторного узла и т.п.) ИВЭП; $\lambda_{(j)}$ – интенсивность отказов компонента j -го типа, применяемого в ИВЭП; $\lambda_{6(j)}$ – базовая (среднегрупповая) интенсивность отказов компонента j -го типа; $I_{(j)}^0$ – количество компонентов j -го типа в i -м блоке; $k_{s(i)}$ – коэффициенты ($s = 1, \dots, r$), учитывающие условия эксплуатации и режимы применения, качество изготовления, вид приёмы и т.п. компонентов j -го типа в i -м блоке. Модели расчёта $\lambda_{(j)}$ приведены в [3].

Вместе с тем значения показателей безотказности, разработанные в последние годы и включенные в ограничительный Перечень унифицированных серий ИВЭП нулевого уровня, имеют большие отличия, хотя используемые технические решения, элементная база, а также условия эксплуатации и режимы применения таких ИВЭП достаточно близки. При создании источников питания РЭА аналогичного класса, но уже с применением элементной базы иностранного производства, расхождения в рекламируемых значениях показате-

лей безотказности ещё больше увеличиваются.

Негативное влияние на обеспечение возрастающих требований к надёжности ИВЭП могут оказать т.н. бессвинцовые технологии, когда их необоснованно внедряют в производство высоконадёжных изделий.

Перечисленные выше проблемы требуют единого подхода к заданию, обеспечению и оценке (расчёту) надёжности ИВЭП, формулирование которого осуществляется в рамках тематического исследования, начатого в 2007 г.

Достаточно высокие требования к надёжности ИВЭП должны быть обеспечены в условиях комплексного воздействия внешних и внутренних факторов, а также показателей КЭЭ на входе. Для формирования требований к техническим и эксплуатационным характеристикам ИВЭП РЭА необходимо проведение исследований влияния КЭЭ на функциональные возможности и особенности работы отдельных узлов источников и работоспособность ИВЭП в целом; некоторые ре-

зультаты таких исследований представлены в [4]. Это позволит создать более точную модель влияния внешних факторов, показателей КЭЭ и электрических нагрузок на комплектующие изделия и узлы ИВЭП и послужит основой для разработки методики достоверной оценки надёжности ИВЭП на этапе разработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Исаев В.М.* Современные требования к надёжности источников вторичного электропитания специального назначения. Электропитание. 2002. Вып. 4. С. 5–9.
2. Надёжность технических систем. Справочник под ред. *И.А. Ушакова*. Радио и связь, 1985.
3. Надёжность электрорадиоизделий. Справочник под ред. *А.А. Борисова*. МО, 2004.
4. *Исаев В.М., Орлов В.А.* Исследование влияния качества электрической энергии на эффективность функционирования радиоэлектронных средств. Экономика и производство. 2000. № 8. С. 21–23.



ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

для монтажа на DIN-рейку

Выходные мощности от 5 до 480 Вт

- Универсальный вход 90...264 В (47...63 Гц)/90...375 В постоянного тока
- Широкий диапазон регулировки выходных напряжений (5, 12, 15, 24, 48 В)
- Прочная конструкция для промышленных применений
- Диапазон рабочих температур от -25 до +70°C (для 480-Вт моделей)
- Защита от перенапряжения, короткого замыкания; релейный выход состояния выходного напряжения (для 24-В моделей), параллельная работа
- MTBF: не менее 200 000 часов



Серия DNR



T H E X P E R T S I N P O W E R

Реклама

Официальный дистрибьютор в России, странах СНГ и Балтии – компания ПРОСОФТ



Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru