

$$N_{\mu}(q_i) = [-S_7 \ln(1 - P_S) \cdot S^{-1}]^{1/\alpha} \cdot (N_{cpi} - N_{min}) \cdot S \cdot S_7^{-1} + N_{min}, \quad (8)$$

где P_S - вероятность поступления пробоя, равномерно распределенная величина на интервале [0;1].

Отказ ленты вида "разрыв на нестыковых участках" носит усталостный характер. Меру повреждения на i -м цикле можно определить:

$$\Delta\varphi_{5i} = \frac{1}{N_p} \quad (9)$$

где N_p - число циклов до разрушения:

$$N_p = \begin{cases} N_C(r/s)^m, & s \geq r \\ \infty, & s < r \end{cases} \quad (10)$$

где m, N_C - параметры материала ленты; S - характерное напряжение цикла; r - предел выносливости, случайная величина, распределенная по закону $F_r(r)$.

Таким образом, суммарная мера повреждения конвейерной ленты по основным повреждающим факторам за один цикл работы определится из выражения:

$$\varphi_{\Sigma} = \Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2 + \Delta\varphi_3 + \Delta\varphi_4 + \Delta\varphi_5 \quad (11)$$

где $\Delta\varphi_1$ - мера повреждения от износа рабочей обкладки;

$\Delta\varphi_2$ - мера повреждения от износа нерабочей обкладки;

$\Delta\varphi_3$ - мера повреждения от износа бортов;

$\Delta\varphi_4$ - мера повреждения от пробоев ленты;

$\Delta\varphi_5$ - мера повреждения от разрыва стыков.

Выводы

Таким образом анализ процесса повреждения конвейерной ленты позволил определить, что для ленты техническое состояние можно выразить суммарной мерой повреждения $\varphi_{\Sigma} = \Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2 + \Delta\varphi_3 + \Delta\varphi_4 + \Delta\varphi_5$, состоящей из износа обкладок, бортов, пробоев, разрывов на стыковых и нестыковых участках, по мере значимости повреждений разработать алгоритм определения работоспособности ленты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лобов В.Й. Автоматизовані системи керування конвеєрними установками: монографія / В.Й. Лобов, Л.І. Єфіменко, М.П. Тиханський, С.А.Рубан.-Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2015. – 450с.
2. Кошарский Б.Д. Автоматическое управление обогатительными фабриками. /Б.Д Кошарский, Е.П. Сусский, В.Б. Кошарский, М. В. Карелин.-М.:Недра, 1977. -528 с.

УДК.624.315.21

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ОТКАЗОВ ГИБКИХ КОММУТАЦИОННЫХ ПЛАТ

В.В. Невлюдова, Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Целью работы является исследование основных причин отказов гибких коммутационных плат и радиоэлектронных изделий, в состав которых они входят.

Метою роботи є дослідження основних причин відмов гнучких комутаційних плат і радіоелектронних виробів, до складу яких вони входять.

The purpose of work is research of the main reasons for refusals of flexible communication boards and radio-electronic products which part they are

Ключевые слова: гибкие коммутационные платы; показатели надежности; конструкторские, технологические и эксплуатационные ошибки; отказы; эксплуатация.

Введение

При современном развитии радиоэлектронной промышленности и с появлением больших интегральных схем (БИС) и сверхбольших интегральных схем (СБИС) стало очевидно, что прежние методы конструирования и монтажа печатных узлов радиоэлектронных устройств не могут обеспечить выполнение требований, которые предъявляются им, те же корпуса БИС и СБИС с числом выводом более 100 и шагом между ними менее 0,625 мм.

Были предложены новые методы, так называемого поверхностного монтажа (SMT, COB, TAB, COF технологии), при котором элементы располагаются не на штыревых выводах, вставленных в соответствующие отверстия в печатной плате или припаянные к соответствующим лепесткам, а непосредственно к контактными площадкам на печатной плате, сформированными токоведущими дорожками, либо для монтажа используются специальные носители, изготовленные из гибких материалов (полиимид, лавсан, полиэфир) [1-3].

Радиоэлектронные средства (РЭС) в настоящее время развиваются высокими темпами, находят все большее применение во многих областях и в значительной мере определяют уровень научно-технического прогресса. Современные РЭС используются в вычислительной технике, машиностроении, на транспорте, в радиолокации, радионавигации, системах связи и т. д. В связи с этим возникает потребность в расширении функциональных возможностей РЭС и серьезном улучшении таких технико-экономических показателей как надежность, стоимость, габариты, масса. Эти задачи могут быть решены только на основе рассмотрения целого комплекса вопросов системно- и схемотехники, конструирования и технологии, производства и эксплуатации.

Одним из путей решения проблем повышения качества и надежности РЭС является развитие перспективных методов и средств печатного монтажа, в частности, так называемого поверхностного монтажа (SMT, COB, TAB, COF технологии), при котором элементы монтируются непосредственно к контактным площадкам на печатной плате, сформированным токоведущими дорожками, либо для монтажа используются специальные носители, изготовленные из гибких материалов (полиимид, лавсан, полиэфир) гибкие коммуникационные платы (ГКП).

Гибкие коммуникационные платы

Гибкие коммуникационные платы – в условиях микроминиатюризации изделий современной электронной техники обеспечивают ряд преимуществ при создании электросоединений в приборах как стационарных, так и подвижных конструкций. Устойчивость к перегибам позволяет использовать ГКП в конструкциях радиоэлектронных изделий (РЭИ), позволяющих неоднократно складывать их в книжку или свертывать в рулон. Конструктивно выполняемые по принципу организованных выводов они обеспечивают уменьшение габаритов и веса РЭИ, возможность применения автоматизированных процессов их сборки и монтажа, снижая тем самым трудоемкость технологического процесса и повышая надежность. Все это позволило для РЭИ на основе ГКП найти широкое применение в различных областях [2, 3]:

- автомобильная электроника (панели, системы контроля);
- бытовая техника (фотокамеры, видеокамеры, калькуляторы);
- медицина (слуховые аппараты, сердечные стимуляторы);
- вооружение и космос (спутники, панели, радарные системы, приборы ночного видения);
- компьютеры (печатающие головки принтеров, управление дисками, кабели);
- промышленный контроль (коммутирующие приборы, нагреватели);
- инструменты (рентгеновское оборудование, счетчики частиц).

Основные преимущества использования ГКП в конструкциях изделий радиоэлектроники [2-4, 6]:

- динамическая гибкость;
- уменьшение размера конструкции;
- уменьшение веса (50 - 70% при замене проводного монтажа, до 90% при замене жестких плат);
- улучшение эффективности сборки;
- уменьшение стоимости сборки (уменьшение числа операций);
- увеличение выхода годных при сборке;
- улучшение надежности (уменьшение числа уровней соединений);
- улучшение электрических свойств (унифицированные материалы, волновое сопротивление, уменьшение индуктивности);
- улучшение рассеивания тепла (плоские проводники, рассеивание тепла на обе стороны);
- возможность трехмерной конструкции упаковки;
- совместимость с поверхностным монтажом компонентов (совместимость по коэффициенту расширения);

- упрощение контроля (визуального и электрического).

Однако в процессе разработки и производства ГКП необходимо принимать во внимание некоторые факторы, которые могут вызвать снижение надежности гибких плат [7].

Надежность ГКП

Снижение надежности ГКП может быть обусловлено самыми разными причинами: неточностью расчетов характеристик изделия на этапе его проектирования, неоптимальностью принятых конструкторских решений на этапе конструирования, нарушением технологии производства на этапе изготовления, несоблюдением норм эксплуатации и целым рядом случайных причин, которые заранее предсказать и оценить невозможно [8].

Во время теоретических исследований и расчетов параметров ГКП, невозможно точно учесть все физические явления, имеющие место в них.

Рассматривая причины низкой надежности изделий радиоэлектроники с инженерных позиций, можно утверждать, что они являются в основном следствием конструкторских, технологических и эксплуатационных ошибок.

К конструкторским ошибкам можно отнести неоптимальный выбор принципиальной электрической схемы изделия с точки зрения выполнения возложенных на нее функций, комплектующих элементов, исходных материалов, которые не в полной мере учитывают физико-химические свойства, электрические, тепловые, электромагнитные и прочие режимы работы элементов плат и аппаратуры в целом. К ним относят также недостаточность мер по выбору допусков и стабилизации параметров комплектующих компонентов, неудачную компоновку, неэффективность выбора средств защиты ГКП от дестабилизирующих факторов и способов ее резервирования, а также просчеты чисто технического порядка.

К технологическим ошибкам относятся: использование неудовлетворительных по качеству комплектующих изделий и материалов, несовершенство выбранных технологических процессов и несоблюдение их точного выполнения, недостаточную организацию и неэффективность контроля качества, несовершенство технологического оборудования, недостаточный уровень автоматизации производственных процессов, нарушение санитарно-гигиенических норм производства.

К эксплуатационным ошибкам относятся, использование ГКП в несоответствующих техническим условиям режимах эксплуатации: электрических перегрузок, в условиях воздействия повышенных (пониженных) температур, атмосферного давления, вибраций, ускорений, радиации, влажности, агрессивных сред, акустических колебаний. К эксплуатационным ошибкам следует также отнести естественные и неизбежные факторы старения, характеризующиеся дрейфом параметров изделия электроники и выходом их за пределы установленных допусков, вызванные физико-химической деградацией материалов во времени, а также износом изделий радиоэлектроники вследствие их старения.

Правильное понимание физической природы и сущности отказов изделий радиоэлектроники очень

важно для обоснованной оценки надежности ГКП. В практике эксплуатации последних различают три характерных типа отказов: приработочные, внезапные и отказы из-за износа. Они различаются физической природой, способами предупреждения и устранения и проявляются в различные периоды эксплуатации технических устройств.

Отказоустойчивость ГКП, как и всех изделий радиоэлектроники, удобно характеризовать «кривой жизни», которая иллюстрирует зависимость интенсивности происходящих в ней отказов λ от времени t . Такая идеализированная кривая для ГКП приведена на рис. 1 Она характеризуется тремя явно выраженными периодами: приработки I, нормальной эксплуатации II и износа III.



Рис. 1. Идеализированная «кривая жизни» изделий радиоэлектроники

Приработочные отказы наблюдаются в первый период (0 – t_1) эксплуатации изделий радиоэлектроники. Они возникают, когда часть элементов, входящих в состав ГКП, являются либо бракованными, либо имеют низкий уровень надежности. Они могут быть также следствием некачественного выполнения сборочных операций и ошибок при монтаже. Поскольку продолжительность периода приработки ГКП определяется в основном интенсивностью отказов входящих в ее состав некачественных элементов, то продолжительность безотказной работы таких элементов обычно сравнительно низка, поэтому выявить и заменить их удастся за сравнительно короткое время.

Внезапные отказы наблюдаются во второй период (t_1 – t_2) эксплуатации ГКП. Они возникают неожиданно вследствие действия ряда случайных факторов, и предупредить их приближение практически не представляется возможным. Однако и такие отказы подчиняются определенным закономерностям. В частности, частота их появления в течение достаточно большого промежутка времени одинакова в однотипных ГКП.

Период нормальной эксплуатации ГКП характеризуется тем, что интенсивность ее отказов в интервале времени (t_1 – t_2) минимальна и имеет почти постоянное значение. Период нормальной эксплуатации ГКП неотвественного назначения может продолжаться десятки тысяч часов. Он может даже превышать время морального старения аппаратуры.

Продолжительность периода II ограничивают для ГКП износом и естественным старением ее элементов. В соответствии с рис. 1 это происходит в точке t_2 (по истечении времени t_1 – t_2). Внезапные отказы могут быть

следствием технологических и эксплуатационных ошибок.

Отказы в результате износа и отказы, вызванные старением материалов, наблюдаются в третий период (t_2 – t_3) эксплуатации ГКП. Они в большинстве случаев являются закономерным следствием постепенного износа и естественного старения используемых в аппаратуре материалов и элементов. Зависят они главным образом от продолжительности эксплуатации и возраста изделий радиоэлектроники. Средний срок службы компонента до износа величина более определенная, чем время возникновения приработочных и внезапных отказов. Их появление можно предвидеть на основании опытных данных, полученных в результате испытаний конкретной аппаратуры.

Завершается период износа III (а вместе с ним прекращается и эксплуатация изделия) когда интенсивность отказов приблизится к максимально допустимому для данной конструкции ГКП значению.

В заключение отметим, что все перечисленные виды отказов носят случайный характер.

Выводы

Таким образом, надежность современных ГКП в значительной мере определяется надежностью составляющих ее компонентов. Поэтому проблема обеспечения надежности приобретает тем большее значение, чем сложнее гибкие платы. Это ясно, если принять во внимание, что современные РЭС характеризуются возрастающей интенсивностью режимов эксплуатации, ужесточением требований к точности и эффективности работы, все большей нечувствительностью к внутренним и внешним дестабилизирующим факторам, а также увеличивающимся уровнем автоматизации работы.

Возникает закономерное противоречие, заключающееся в следующем: все более усложняющиеся инженерные задачи требуют создания более сложных технических средств, но последние принципиально имеют меньший уровень надежности, нежели простые. Отсюда следует, что в настоящее время дальнейший технический прогресс невозможен без увеличения показателей надежности технических устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Медведев А. *Материалы для гибких печатных плат/ Технологии в электронной промышленности.* – 2001г. – № 3. – С. 18-20.
2. Пирогова Е.В. *Проектирование и технология печатных плат.* – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 560 с.
3. *Технологии в производстве электроники. Часть III. Гибкие печатные платы / Под общ. ред. А.М. Медведева и Г.М. Мылова* – М.: «Группа ИДТ», 2008. – 488 с.
4. Акулин А. *Варианты применения и конструкции гибко-жестких печатных плат / Технологии в электронной промышленности.* – 2007. – № 6. – С. 18-20.
5. Акулин А. *Проектирование гибко-жестких печатных плат. Материалы, конструкции и особенности проектирования/ Технологии в электронной промышленности.* – 2007. – № 8. – С. 18-20.
6. Медведев А., Мылов Г. *Гибкие печатные платы. Преимущества и применение / Компоненты и технологии.* – 2007. – № 9. – С. 202-208.
7. Медведев А., Мылов Г., Семенов П., Сержантов А. *Конструирование гибких и гибко-жестких печатных плат / Компоненты и технологии.* – 2008. – № 6. – С. 147-160.
8. Дубровин Л.А. *Основы теории надёжности: надежность РЭС.* – Йошкар-Ола, 2004. - 87 с.