

В случае же микросхем, это может выражаться в некачественном паяном соединении или перемычке (рисунок 4).

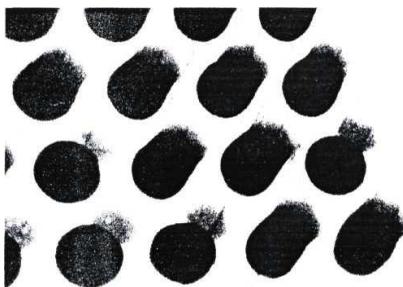


Рисунок 4 – Дефект, вызванный недостаточным количеством пасты на контактных площадках компонента в корпусе BGA

УДК 621.396+533.9

## **АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ПАЯНОГО СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЗЛА**

Б.А. Тресков

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Пайка представляет собой соединение монтажного проводника или вывода ЭРИ с контактным элементом (контактной площадкой) расплавленным сплавом (припоем), который, затвердевая, образует паяное соединение. В процессе пайки происходят взаимное растворение и диффузия основного металла и припоя. Структура паяного соединения включает следующие основные элементы: зону сплавления, диффузионные зоны, прикристаллизованные слои и основной металл.

Надежность паяного соединения – это способность функционировать (обеспечивать необходимый электрический контакт перехода) в заданных условиях в течение определённого периода времени без превышения заданного уровня интенсивности отказов.

Проблема надёжности паяного соединения – это проблема его прочности. В данном определении подразумевается то обстоятельство, что надёжность паяных соединений поверхностного монтажа определяется по износу (усталости). На рисунке 1 показаны отдельные графики надёжности для паяных соединений поверхностного монтажа и для «типичного» незакрепленного электронного компонента. На рисунке 2 показана эта же

информация в виде графиков совокупной вероятности отказа для компонента и паяного соединения поверхностного монтажа.

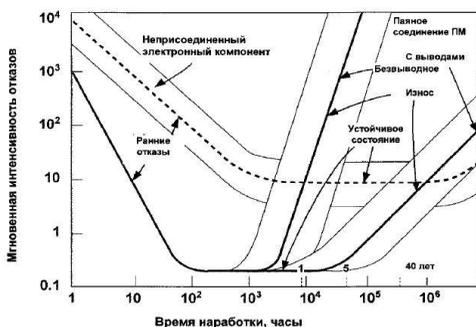


Рисунок 1 - Сравнение характеристик надёжности электронных компонентов и паяных соединений

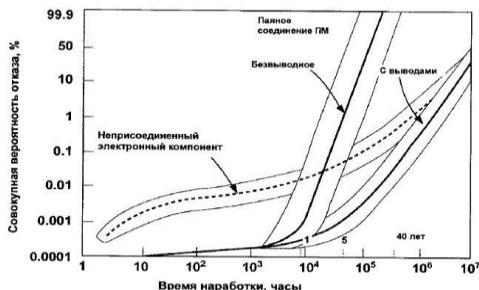


Рисунок 2 – Характерная совокупная вероятность отказа для электронных компонентов и паяных соединений поверхностного монтажа

Стойкость паяного соединения характеризуется, главным образом, правой восходящей частью кривой, где интенсивность отказов со временем быстро возрастает вследствие износа. Из этого следует вывод, что качество производства не может повысить собственную надежность конструкции в данных условиях эксплуатации, однако, недостаточное качество производства может понизить заложенную при проектировании собственную надежность за счёт возрастания интенсивности ранних отказов.

В ходе производства в параметры изделия привносится нестабильность. Эта нестабильность затрагивает диапазон всех свойств материалов, из которых состоит изделие, распространяясь на размеры деталей в силу допустимой погрешности, колебаний состава и неоднородностей, флуктуацией технологических параметров процесса и

т.д. При высоком качестве производства эта нестабильность удерживается в пределах, делающих невозможным значительное ухудшение характеристик изделия. Понижение же качества, наоборот, может привести к повышенной нестабильности или дефектам, которые могут значительно ухудшить характеристики изделия.

На эту нестабильность свойств изделия накладываются отклонения реальных условий эксплуатации, а также распределения надёжности (усталостной стойкости). Даже для номинально идентичных изделий, подверженных воздействию идентичных условий нагрузки, наблюдается статистическое распределение отказов.

Из рисунков 1 и 2 следует, что надёжность электронных компонентов определяется областью отказов «случайное стационарное состояние». В противовес этому, надёжность паяных соединений поверхностного монтажа определяется областью отказов «износ». Совокупная вероятность отказа компонента и его паяного соединения равна сумме вероятностей отказа компонента и соединения. Таким образом, выход из строя электронной сборки наиболее вероятен из-за отказа компонентов в ближайшей перспективе, а вследствие отказа паяного соединения – в долгосрочной. Учитывая, что все ЭРИ проходят специальные отбраковочные испытания, на первое место перед разработчиками бортовой РЭА выносится обеспечение качества паяного соединения.

В докладе приведены рекомендации по повышению качества паяных соединений.

УДК 658.5+621.316

## **ВЫБОР ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ**

А.К. Колотов

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Программа испытаний содержит шесть основных разделов: объект испытаний; цель испытаний; обоснование необходимости проведения испытаний; место проведения и обеспечение испытаний; объем и методика испытаний; оформление результатов испытаний.

Наиболее сложным с методической точки зрения является пятый этап – «объем и методика испытаний». В нем необходимо обосновать условия испытаний (число образцов по группам, последовательность прохождения испытаний по видам воздействий, уровень и время воздействия) и контролируемые параметры изделий. Кроме того, в