

Можно ли создать бездефектное производство?

Когда создается новое производство электронной техники или модернизируется уже существующее, естественно, возникает необходимость численно определить его характеристики. Если с такими характеристиками, как производительность и способность работать с определенным перечнем типоразмеров компонентов, все более-менее понятно, то определить качественные характеристики не так просто.

Андрей Насонов

nec@ostec-group.ru

Возьмем такой, на первый взгляд, понятный параметр, как уровень дефектности линии поверхностного монтажа. Предположим, что мы имеем два производственных участка: на одном 30% изделий после сборки требуют ремонта, а на другом — только 5%. Казалось бы, что тут все ясно, 30%-ная дефектность вообще никуда не годится. Очевидно, что второй участок значительно лучше оснащен и эффективней работает. Но давайте не будем спешить с выводами, а внимательно разберемся.

Первый вопрос: а какие изделия собирают эти участки? И тут выясняется, что первый участок выпускает сложнейшие многослойные платы, на которых присутствуют сотни компонентов и тысячи паяных соединений, а второй — простые изделия с десятком компонентов, да еще и с размером 1206.

Ожидаемый уровень дефектности — величина вполне расчетная для каждого изделия. Существует «законный» уровень дефектности для каждого компонента и каждого паяного соединения. Он очень маленький, но, при умножении на количество этих компонентов и паек, становится весьма ощутимой величиной. Некоторые изделия настолько сложны, что их ремонт после сборки — процесс обязательный, потому что вероятность собрать сразу годное изделие невелика.

Получается, что если сравнивать участки с учетом сложности изделий, то мы получим истинную оценку. И опять не будем спешить. Потому что возникает следующий вопрос: а все ли дефекты мы обнаруживаем? Предвидим ответ: «Конечно, все! Что тут думать? Изделия проходят приемосдаточные испытания и работоспособны, хорошо работают, соответствуют ТУ». К сожалению, по нынешним меркам этого недостаточно.

Современные требования качества предусматривают, что будут обнаружены и скрытые дефекты. Это те дефекты, которые никак не сказываются на работе устройства в настоящий момент, но могут оказаться причиной отказа через какое-то время в процессе эксплуатации или при определенной комбинации воздействующих факторов внешней среды. Можно возразить, что проводятся климатические и периодические испытания, в том числе и ресурсные. Но в том-то и дело, что периодические. А у ведущих

мировых производителей принят 100%-ный контроль всей продукции. Казалось бы, это невозможно. Ресурсные и некоторые виды испытаний на внешние воздействия относятся к так называемым разрушающим испытаниям. То есть после таких испытаний все изделия придут в негодность просто потому, что свое отработали. Но уже давно появились технологии поиска скрытых дефектов и тестовые автоматы, способные это делать.

Отсюда следует вывод первый. Если при работе производственного участка мы имеем уровень дефектности достаточно низкий для выпускаемых изделий, это не свидетельствует однозначно о высоком уровне качества. Вполне возможно, что низкий уровень дефектности обусловлен неспособностью тестового оборудования обнаружить все дефекты.

Почему же традиционные подходы обеспечения качества и надежности перестали соответствовать современным требованиям? На это есть несколько причин. Первая — ранее просто не существовало технологий, позволяющих делать это иначе. Приходилось довольствоваться определенными допущениями. Например, исходить из того, что если часть партии подвергнуть испытаниям на ресурс, то и остальные изделия, наверное, проявят такую же живучесть. И ключевое слово здесь — наверное. И в космос должно лететь изделие, с которым, наверное, все в порядке. А ведь хочется знать наверняка.

Вторая причина в том, что изменились внешние обстоятельства. Техника стала значительно сложнее структурно и функционально, и, естественно, увеличилась вероятность скрытых дефектов.

Кроме того, возникло такое явление, как контрафакт. Не следует путать его с браком. Брак — это когда компонент изготовлен где нужно и кем нужно, но сделан плохо и не соответствует заявленным характеристикам. Брак всегда был и будет, но это не критично, потому что его легко обнаружить. А вот контрафакт изготовлен неизвестно где и кем и при этом в полной мере по основным параметрам соответствует оригиналу. Изделия с контрафактными компонентами часто успешно проходят приемосдаточные испытания, а затем происходит неожиданный отказ во время эксплуатации. Мы ведь ничего не знаем о параметрах надежности этих компонентов. Мы ничего не знаем

и о том, что гарантирует система качества того производства, где их сделали, и есть ли она там вообще. И это явление уже приняло масштабы мировой проблемы.

Некоторые зарубежные предприятия вводят внутренние ограничительные перечни, потому что по отдельным позициям комплектующих купить не контрафакт маловероятно, и выбор поставщика тут мало помогает. Это хорошо показано на диаграмме из отчета NASA о проблеме контрафакта (рис. 1).

Особенно «радует» то, что у авторизованных дистрибьюторов 7% контрафакта вам гарантировано.

Отсюда следует второй вывод: в современных условиях проверка на признаки контрафактности обязательна.

Возникает вопрос: как реализовать эту проверку? Как было сказано выше, сейчас контрафакт трудно определить по основным параметрам, да и дублировать на своем предприятии системы качества всех производителей используемых комплектующих просто нереально. Эту проблему можно решить только с помощью комплекса мер, при этом важно правильно понимать реальные возможности любого мероприятия или технологии. А то иногда можно услышать: «У нас 100%-ный входной контроль, а значит, проблемы нет». Замечательно, а что проверяется на входном контроле? Все — в соответствии с ГОСТ 24297-87. Только вот внешний вид у контрафакта, случается, соответствует datasheet даже в большей мере, чем оригинал (рис. 2).

А что касается документов, то следует учесть, что современный уровень развития печатного дела достиг заоблачных высот. Это не значит, что не нужно осматривать внешний вид и проверять документы. Нужно обязательно, но только это всего-навсего первый шаг.

Как же быть? Что делать, если основные параметры в допуске, внешний вид, упаковка и документы в полном порядке? Проверять все параметры по ТУ? Можно и проверить, только тут возникают две проблемы. Выполнить полноценную проверку по основным параметрам очень сложно и дорого. И самое неприятное, что контрафакт может ее выдержать. Остается только воспользоваться технологией распознавания контрафакта по недокументированным параметрам. Современное тестовое оборудование позволяет это сделать (рис. 3).

С помощью измерений удастся однозначно определить, изготовлен ли компонент заявленной фирмой или его происхождение неизвестно. Эта технология работает не только по компонентам до монтажа, проверку можно провести и на собранной плате. Большие и дорогостоящие компоненты имеет смысл проверять до монтажа, а «мелочевку» — на собранной плате. Главное, чтобы все используемые компоненты на любой стадии производства проверялись на подлинность.

Метод основан на том, что для современных технологий производства компонентов характерен весьма высокий уровень повторяемости внутренней структуры. Речь идет не об основных характеристиках, а о повторяемости точных параметров, которые с точки зрения

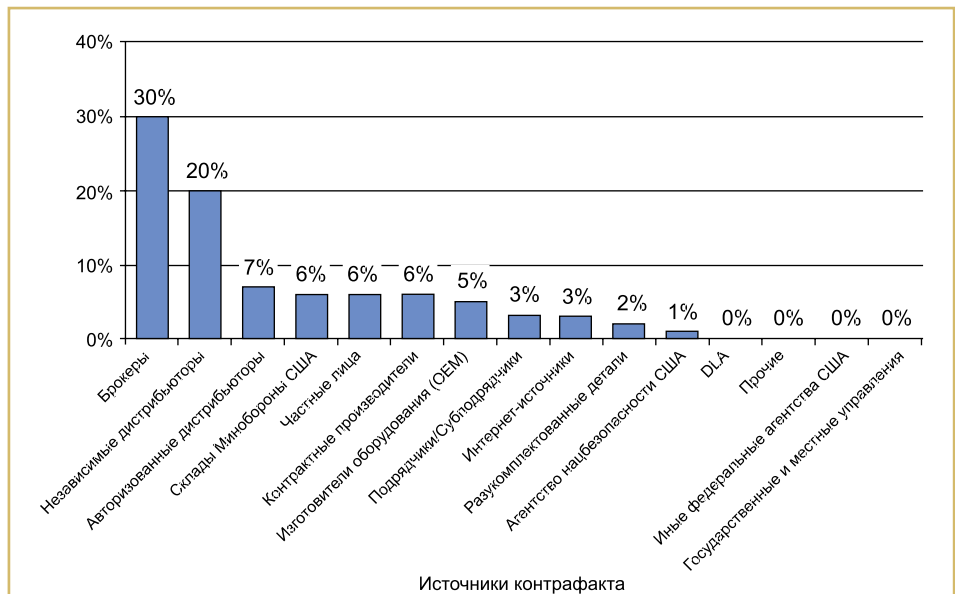


Рис. 1. Диаграмма из отчета NASA о проблеме контрафакта



Рис. 2. У контрафактной микросхемы маркировка более полная и нанесена аккуратнее, без перекоса



Рис. 3. Тестирование микросхемы в корпусе BGA на установке с «летающими» пробниками SPEA4060 (режим входного контроля)

функционирования чаще всего значения не имеют. Но чередование их разброса от вывода к выводу позволяет идентифицировать производителя компонента. Конечно, это работа по эталону. Но опыт использования технологии показал, что и без эталона удается определить контрафакт. Просто если неизвестно, где и как сделана партия компонентов, наблюдается значительный разброс значений этих параметров в самой партии.

Те же измерительные средства используются для поиска привнесенных скрытых дефектов. Например, обнаружение следов воздействия статического электричества. В том случае, когда воздействие статики не привело сразу к фатальному отказу, желательно выявить факт такого воздействия. Если элемент и сохранил работоспособность, то вероятность его отказа сильно возросла. Воздействие нельзя считать неразрушающим, если удастся обнаружить его следы.

Можно ли создать бездефектное производство? Можно. Только уровень дефектности должен определяться не по объему ремонта после сборки, а по количеству отказов при эксплуатации. Стремиться к снижению дефектности после сборки особенно сложных изделий не только бессмысленно, но и вредно. Наоборот, на данном этапе следует стимулировать персонал на поиск дефектов. Это звучит парадоксально, но за большое количество найденных дефектов нужно давать премии персоналу. Конечно, по чьей вине они появились — это вопрос для разбирательства, но то, что нельзя премировать за низкий уровень дефектности после сборки, это абсолютно точно.

Как должна быть построена работа по управлению уровнем дефектности производства? (Именно управлению, а не снижению.)

Для каждого изделия необходимо рассчитать реально возможный уровень дефектности после сборки — тот уровень, который мы будем иметь по законам статистики, даже если все идеально. Причем нужно отдельно определить уровень дефектов, которые обусловлены сложностью конструкции (то есть функцией количества цепей и паяных соединений), и уровень дефектности, обусловленный комплектацией (допустимый уровень по datasheet плюс вероятность наличия контрафакта как функция от типа компонента и типа поставщика). Данные по вероятности получения контрафакта можно заимствовать из американских исследований, которые были сделаны в интересах NASA и военных. Это глубокие исследования, и их результаты опубликованы. Отечественные исследования, к сожа-

лению, не проводились, но можно предположить, что ситуация аналогична. Импортные компоненты для России поставляются из тех же источников, что и в США. Что касается отечественной элементной базы, то по результатам многочисленных исследований, проведенных Группой компаний Остек, контрафакта там не меньше. Чаще всего это импортный кристалл, смонтированный в отечественном корпусе для спецприменений.

В процессе производства необходимо постоянно контролировать статистику по уровню дефектности. Если уровень дефектности выше расчетного, то необходимо искать причины и исправлять ситуацию. А вот если он существенно ниже, то следует задуматься о том, что необходимо оснастить производство средствами тестирования, которые будут обнаруживать те дефекты, которые пока остаются незамеченными.