

УДК 62-112.85

О.И. Беда, О.Э. Степанов, А.А. Хрулев

СТАТИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО – ТРЕБОВАНИЯ СТАНДАРТОВ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ

Беда Ольга Ивановна, окончила химический факультет Воронежского государственного университета. Главный специалист производства электронных модулей. Имеет статьи в области технологии приборостроения. [e-mail: mars@mv.ru].

Степанов Олег Эрнестович, окончил радиофизический факультет Томского государственного университета. Начальник производства электронных модулей. Имеет статьи в области технологии приборостроения. [e-mail: soleg5@yandex.ru].

Хрулев Антон Анатольевич, окончил энергетический факультет Ульяновского государственного технического университета. Ведущий инженер-технолог производства электронных модулей. Имеет статьи в области технологии приборостроения. [e-mail: mars@mv.ru].

Аннотация

В статье изложены основные требования по защите изделий от воздействия статического электричества и меры по их соблюдению и контролю на производстве электронных модулей. Статья рекомендована специалистам в области производства электронной техники.

Ключевые слова: статическое электричество, электронные компоненты, электростатический разряд (ЭСР), производство электроники.

Absract

The article gives an account of basic requirements for protection of products against static electricity and measures concerning their compliance and monitoring for electronic-module production. The article is recommended for specialists in the field of production of electronic engineering products.

Key words: static electricity, electronic components, electrostatic discharge, production of electronics.

Все изделия, изготавливаемые на предприятии, в том числе на производстве электронных модулей, содержат в себе электронные компоненты. По мере миниатюризации изделий снижаются геометрические размеры электронных компонентов, повышается и становится все заметнее угроза их разрушения и ухудшения электрических параметров под воздействием электростатического разряда. Современный уровень развития микроэлектроники достиг невероятной плотности активных элементов в кристалле. Например, процессор Pentium 4 на площади менее 4 см² содержит 42 000 000 транзисторов, а число транзисторов, содержащихся в одной микросхеме, уже давно перешагнуло за 100 000 000. При такой высокой степени интеграции компоненты становятся очень чувствительными к ЭСР. Опасному значению соответствует напряжение электростатического потенциала, при котором происходит разрушение элемента. Оно, например, равно потенциалу на конденсаторе емкостью 100–200 пФ, заряженному до напряжения выше 30–2000 В в зависимости от степени жесткости изделия, который разряжается через наиболее опасные выводы

(или между выводом и корпусом) и последовательное сопротивление 1–1,5 кОм. По своему действию на элемент разряд конденсатора в этом случае равен ЭСР с тела человека. Кроме того, человек не может чувствовать воздействие статического потенциала ниже 3000 В, при этом, если на человеке будет сконцентрирован потенциал в 1500 В, это может стать причиной выхода из строя и «смерти» большинства используемых для монтажа электронных компонентов. Это говорит о том, что очень трудно обеспечивать защиту от того, чего человек сам не чувствует, не слышит и не видит. Более того, существует ошибочное мнение, что сам ЭСР, контроль за ним и защита от него не являются существенным показателем при работе с электронными компонентами на производстве, при транспортировании и хранении электронных компонентов и изделий с их использованием. Так, например, если во время отладки или при эксплуатации электронного модуля или другого изделия, содержащего электронные компоненты, требующие защиты от ЭСР, были нарушены требования по защите от ЭСР, и изделие сохраняет работоспособность некоторое

время, это не означает, что оно не было повреждено. Повреждение электронных компонентов, в частности микросхем, может быть скрытым или частичным с ухудшением параметров, которое не всегда выявляется при тестировании изделия. Но при дальнейшей эксплуатации таких изделий, в том числе в условиях с нарушениями требований по защите от ЭСР, может произойти внезапный отказ изделия. Что, к сожалению, и наблюдалось при эксплуатации некоторых изделий, изготовленных предприятием.

ESD — Electro Static Discharge (электростатический разряд) — аббревиатура, применяемая при описании технологий, материалов или инструментов, используемых на производствах, оборудованных средствами защиты от ЭСР, принятая в международной нормативной документации. Практика работы с электронными компонентами, требующими защиты от ЭСР, показала, что необходимо проведение целого комплекса работ по организации защиты и контроля электронных компонентов от ЭСР. К сожалению, имеющиеся нормативные документы в этой области не в полной мере отражают все требования, необходимые для качественного контроля ЭСР. Так ГОСТ 12.4.124-83 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования» распространяется на коллективные и индивидуальные средства защиты персонала от опасного и вредного воздействия статического электричества. В то же время в указаниях нормативных документов по правилам применения и эксплуатации электронных компонентов, а

именно: микросхем интегральных и приборов полупроводниковых, имеются требования по необходимости их защиты от воздействия статического электричества, которое может привести к их разрушению при проведении различного вида испытаний, измерений параметров, монтаже и регулировке радиоэлектронной аппаратуры и приборов.

Для выполнения указанных требований при организации производства и проведении технологической подготовки производства по монтажу радиоэлектронной аппаратуры и приборов применяются стандарты по защите от электростатического разряда. Имеющийся стандарт ОСТ 11 073.062-84 «Микросхемы интегральные и приборы полупроводниковые. Требования и методы защиты от статического электричества в условиях производства и применения» раскрывает и устанавливает требования по стойкости, методы защиты микросхем интегральных и приборов полупроводниковых при воздействии статического электричества в процессе их разработки, производства, испытаний, транспортирования, хранения, входного контроля, а также при монтаже, эксплуатации и ремонте радиоэлектронной аппаратуры. Для выполнения требований стандарта производство электронных модулей предприятия оснащено необходимыми приспособлениями, технологическим оборудованием и материалами, как-то: рабочие поверхности столов, стулья, стеллажи и полки для хранения электронных модулей и компонентов. Напольные покрытия участка сборки и монтажа выполнены из антистатических материалов и проходят регулярный



Рис. 1. Рабочее место монтажника, оснащенное антистатическими столом и браслетом



Рис. 2. Антистатические халат, обувь и мебель на производстве электронных модулей



Рис. 3. Антистатический инструмент, применяемый при монтаже электронных модулей

контроль на величину статического потенциала.

Весь персонал, занятый монтажом, регулировкой и всеми видами испытаний радиоэлектронной аппаратуры, транспортированием и выдачей в работу электронных компонентов, в обязательном порядке оснащён средствами защиты элементов и изделий от воздействия ЭСР (рис. 1). Это антистатическая обувь, одежда, браслеты и антистатический рабочий инструмент. Одежда изготовлена из материалов с удельным поверхностным сопротивлением не более 10^7 Ом, электрическое сопротивление между подпятниками и ходовой частью обуви должно быть от 10^6 до 10^8 Ом (рис. 2, 3).

В соответствии с требованиями разработанных технологических процессов изготовления электронных модулей весь персонал перед началом рабочей смены проходит обязательную проверку статического электричества обуви и браслета с применением устройства PGT-100 (рис. 4). Прохождение контроля статического электричества проводится в соответствии с разработанной методикой проверки статического электричества и фиксируется в журнале проверки. При несоответствии обуви и фурнитуры про-

водятся дополнительные мероприятия, и только при условии соблюдения требований по величине ЭСР персонал допускается к работе.

Все проводимые мероприятия по контролю ЭСР и защите от него на протяжении всего производственного цикла, от доставки до отправки готовых изделий, позволили на производстве электронных модулей снизить уровень несоответствующей продукции. Выход из строя электронных компонентов по причине статики сегодня не отмечается совсем. Отсюда можно сделать вывод, что все проводимые мероприятия и все действия по защите изделий от статического электричества являются одним из составляющих элементов системы качества производства, направленных на улучшение качества изготавливаемых электронных модулей и повышение конкурентоспособности наших изделий.



Рис. 4. Рабочее место контроля статического электричества обуви и браслетов на базе устройства PGT-100

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трегубов Д. Программа ESD-контроля и современные стандарты ESD-защиты / Д. Трегубов // SMT-эксперт. — 2008. — № 2. — С. 40.
2. Вариади В. ESD-защита и современное производство / В. Вариади // Электронные компоненты. — 1999. — № 1–2. — С. 32.