**Оптимальная организация рабочего места. Статическое электричество: проблемы и пути их решения**

Вячеслав Гуреев

Еще каких-нибудь 5–10 лет назад многие наши предприятия, занимающиеся производством микроэлектроники, и помыслить себе не могли, что им придется столкнуться с проблемой статического электричества в том аспекте, в котором она существует сейчас. Конечно, проблема эта существовала с момента появления электронной промышленности, но если в других промышленно развитых странах еще 25 лет назад производители электроники, столкнувшись с ней, начали искать пути решения, то в России должного внимания этому не уделялось. Только в последнее время при выполнении монтажных работ в электронике, особенно в микроэлектронике, антистатическим качествам оборудования, инструментов и одежды стали придавать большое значение.

Суть проблемы заключается в том, что если недооценить силу воздействия статического электричества, оно может нанести большой ущерб чувствительным компонентам. Введя минимальный набор мер по защите от статического электричества, производитель может значительно улучшить качество произведенной продукции, что в конечном итоге снизит издержки производства и повысит его репутацию. В настоящее время невозможно игнорировать средства антистатической защиты на электронном производстве в силу уязвимости микросхем к повреждению их статическим электричеством.

Несмотря на то что электростатический заряд не несет большого количества энергии, высокая разность потенциалов способствует образованию токов, достаточных как для мгновенного выхода из строя чувствительных электронных компонентов, так и для внутримолекулярного повреждения их кристаллической решетки, что, в свою очередь, ведет к изменению их свойств и параметров микросхем. Это может стать причиной сокращения срока эксплуатации последних.

Для большей части изделий микроэлектроники статический заряд в 5000–10 000 В является губительным. Монтажник, если в его одежде присутствуют синтетические и шерстяные ткани, создает электрический заряд порядка 1000–5000 В. Потрескивание и искрение одежды характеризует статический разряд более 5000 В. Обувь, имеющая резиновую подошву, является хорошим диэлектриком, и это способствует накоплению на теле человека высокого — до 35 000 В — электростатического потенциала. При выполнении целого ряда операций возникает необходимость «заземлить» работника, снять с него статическое электричество без вреда для его здоровья, так как прямое заземление при пробое напряжения (например, в случае неисправной проводки) может привести к поражению электрическим током. Эта задача осуществляется с помощью токопроводящих материалов с сопротивлением не менее 1 МОм/м. По международной номенклатуре, материалы, имеющие подобные свойства, маркируются значком «кисть руки в черном треугольнике на желтом поле» и/или буквами «ESD» (Electrostatic Discharge).

Антистатическими свойствами должны обладать паяльные станции, монтажные инструменты, приборы, материалы, мебель и системы для хранения компонентов, тележки для транспортировки продукции, спецодежда, обувь и др.

Самым простым решением антистатического исполнения рабочего пространства является оборудование его специальным антистатическим ковриком из токопроводящего материала размером примерно 600Ч1000 или 500Ч900 мм. Коврик заземляется через проводник сопротивлением не менее 1 МОм/м. На руку работнику надевается металлический или эластичный браслет, соединенный с ковриком или с коробкой заземления спиральным проводом (для удобства и свободы манипуляций) сопротивлением не менее 1 МОм.

Спецодежда с ESD-маркировкой для работы в зоне антистатической защиты выполняется из ткани, содержащей 96 % хлопка и 4 % проводящего волокна, обеспечивающего сопротивление около 3 МОм/м. Число ее стирок без нарушения антистатических свойств — не менее 50. Обувь должна быть на основе натуральной кожи с сопротивлением не более 3,5 МОм. При отсутствии специальной обуви используются заземляющие ремешки для обеспечения «стекания» заряда с лодыжечной части ноги человека на покрытие пола, также может использоваться антистатический стул, ножной браслет и антистатический напольный коврик.

Самым высоким требованиям антистатического обеспечения отвечают следующие условия: рабочее место оборудуется мебелью антистатического исполнения, пол покрывается антистатическим линолеумом, а работнику выдаются антистатические перчатки, одежда и обувь. Все антистатические материалы должны отвечать требованиям DIN EN 100 015 и EC (6)1340-5-1/5-2 106-107. Немаловажную роль в процессе производства имеет конечная упаковка продукции. Несоблюдение норм и требований по антистатическому хранению компонентов, плат и других изделий может «перечеркнуть» труд всего коллектива. Одним из способов решения этой задачи является использование пакетиков и коробок из антистатического материала.

Пакетики, разнообразные по размерам, изготавливаются из полимерного материала, обладающего антистатическими свойствами. Они могут быть прозрачными, черными и металлизированными. С целью предохранения чувствительных изделий от любых механических воздействий выпускаются «пузырчатые» пакетики.

На определенном этапе производства возникает вопрос складирования комплектующих элементов, инструментов, готовой продукции. Эта проблема решается с помощью разнообразных систем хранения, сделанных из металла, прозрачного или цветного небьющегося пластика, при необходимости выполненных в антистатическом исполнении. Наиболее простые элементы системы хранения — это лотки, ячейки и ящики. Они имеют различную форму, габариты и цвет, что значительно облегчает не только складирование, но и сортировку.

Ячейки или лотки, собранные в небольшие металлические шкафчики, традиционно называются «кассетницами» или «кассами». В «кассетницах» могут быть укомплектованы как одинаковые, так и различные ячейки. Сами же «кассетницы» могут быть установлены на горизонтальной поверхности или закреплены на стене. Для удобства размещения большого количества могут быть использованы поворотные стойки, на которых одновременно устанавливаются от 2 до 12 «кассетниц». Более крупные ящики и лотки устанавливают в стеллажах. Односекционный стеллаж имеет высоту 2000 мм, длину 1000 мм и ширину (глубину) 400, 500 или 600 мм с соответствующей нагрузкой на полку 150, 180 и 200 кг. При необходимости типовое (6 шт.) количество полок может быть увеличено.

Стеллаж-приставка шириной 1000 мм позволяет создать комбинированную систему стеллажей практически неограниченной длины.

В некоторых случаях стеллаж оборудуется задней и боковыми стенками, а также двустворчатыми дверцами с замком.

Таким образом, любому производителю электроники рано или поздно придется столкнуться с проблемой статического электричества. Чем более подготовленным он будет, чем лучше он будет «вооружен» средствами антистатической защиты, тем меньше будет сказываться это влияние на качестве продукции. В любом случае, при желании выпускать продукцию мирового качества, требования по защите от статического электричества в процессе производства должны соблюдаться неукоснительно.