

ЩЕЛЧКИ И ИСКРЫ. «НЕВИДИМЫЙ УБИЙЦА» И ТЕХНОЛОГИИ АНТИСТАТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ АКТАКОМ

CLICKS AND SPARKS. «INVISIBLE KILLER» AND АКТАКОМ ANTI-STATIC PROTECTION TECHNOLOGIES

Все мы в той или иной степени знаем о таком природном явлении, как статическое электричество. Конечно, специалисты знают о нем практически всё, простые обыватели знают значительно меньше, но и те и другие в равной степени подвержены «щелчкам», а иногда даже с искрами, когда прикасаются к токопроводящим предметам в сухую морозную погоду или при снятии синтетической одежды. В других случаях, когда мы наблюдаем забавную борьбу человека с «прилепившейся» полимерной пленкой или когда пытаемся раскрыть полиэтиленовый пакет, касаемся металла и получаем неприятный «укус» электричеством, то практически не обращаем на это внимания. Неприятно, да, но в целом не опасно для человека.

Значительно более серьезные проблемы статическое электричество создает на производстве. Масштабы и виды возможного воздействия очень разнообразны — от пробоя полупроводниковых структур в радиотехнике до взрывов и пожаров на производствах, связанных с перекачкой огнеопасных жидкостей или перематкой рулонов различных материалов — бумаги, ткани, полимеров.

В производствах, связанных с полупроводниковыми приборами, повреждение, как правило, наносит операторы или обслуживающий персонал, не соблюдающие требования регламента по обеспечению антистатической безопасности, т.к. при проектировании и разработке радиотехнических приборов предусматриваются меры для обеспечения антистатической защиты. В результате действия токов, возникающих от малого статического заряда, структура кристалла микросхемы может претерпеть повреждения, которые выявятся лишь в процессе эксплуатации. Сотрудник, не одевший на руку антистатический браслет, иной раз представляет большую угрозу, чем текущие производственные неполадки, ведь тем самым он может принести колоссальные издержки производителю, в дальнейшем способствуя снижению его репутации. Поэтому средствам защиты от электростатических зарядов уделяется особое внимание.

Давно стало нарицательным выражение «это же Китай...», особенно по отношению ко всякой дешевой

АКТАКОМ

электронике, поставляемой из этого восточного государства, имеющего мощные производственные базы с различными степенями технологического оснащения. На мелких производствах, где, как правило, производятся товары широкого потребления, антистатическая защита может отсутствовать вовсе, поэтому такие массовые явления как неработающий прибор, поломка на следующий день и т.п., к сожалению, случаются достаточно часто. Однако не все производства пренебрегают антистатической защитой. На серьезных предприятиях, особенно на линиях сборки высокоточной электроники, такая защита присутствует в обязательном порядке, хотя и здесь бывают случаи, когда обеспечив надежную защиту одной производственной цепочки, забывают про другие, не менее важные.

Борьба со статическим электричеством и его возможными последствиями — достаточно обширная область современного инжиниринга и в данной статье мы не будем углубляться в тонкости. Отметим только, что наиболее распространенные методы уменьшения влияния статического электричества — это быстрый отвод возникающего заряда или его нейтрализация привнесенными зарядами.



Рис. 1. Антистатическая ESD столешница рабочего стола АКТАКОМ

В первом случае применяют конструктивные методы для обеспечения наилучших условий «стока» заряда (например, в контур заземления через специальные разрядные планки или электроды), а в случае нейтрализации — применение различных (химических, механических или иных) способов сохранения ионного баланса, как например ионизация воздуха специальными ионизаторами разнообразных форм и производительности, распыление специальных аэрозолей или просто увлажнение воздуха в помещении.

Сделаем небольшое отступление и вспомним из курса физики 8-го класса, что представляет собой статическое электричество. Собственно это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности или в объеме диэлектриков или на изолированных проводниках. Иначе говоря, если электрические заряды свободно передвигаются по проводнику, то возникает электрический ток, а если в силу каких либо причин они останавливаются без движения и начинают накапливаться — возникает статическое электричество. Каждое физическое тело, находясь в нейтральном состоянии, сохраняет баланс отрицательных и положительных зарядов, а подвергаясь определенному воздействию, может продуцировать либо положительные, либо отрицательные заряды. Воздействие может быть совершенно разным — резкое изменение температуры или давления, но самое распространенное — это трение материалов в различных видах — трение как токовое, трение жидкости, трение материала при перематывании о валы и так далее. Фактически, любое движение сопровождается трением, и как следствие, возникновением статического заряда. Степень наэлектризованности тела от трения определяется условно по месту материала в трибоэлектрическом ряду, один конец которого является положительным, а другой — отрицательным. При трении пары материалов из ряда, материал, расположенный ближе к положительному концу ряда, зарядится положительно, а другой — отрицательно. В электронной промышлен-

ности статический заряд называют «невидимым убийцей», ведь электричество, накапливаемое на различных предметах, в самый неожиданный момент может привести к разряду, а наиболее чувствительные компоненты могут выходить из строя уже при напряжении 30 В.

Таким образом, статическое электричество это неотъемлемый физический фактор, как жизни человека, так и его производственной деятельности, в разной степени влияющий на цепочки процессов технологического формата.

Как же бороться со статическим электричеством? И возможна ли эта борьба в рамках производства или научной лаборатории? Ответом послужит обзор антистатических устройств защиты из ассортимента АКТАКОМ.

И начать обзор стоит с рабочего места, за которым сотрудник проводит большую часть времени. Современный рабочий стол радиомонтажника, сборщика, регулировщика, мастера по ремонту — это не просто столешница на ножках. Это решение, которое обеспечивает специалисту удобное расположение, оптимальное размещение приборов и инструментов, подводку электропитания, правильное освещение рабочей зоны и, самое главное, антистатическую защиту.

Специальные антистатические столешницы толщиной 25 мм, которыми комплектуется мебель АКТАКОМ, изготавливаются из токопроводящего материала немецкого производства, используемого для создания рабочих мест с электронной техникой, пультов управления, лабораторий, т.е. везде, где необходим рассеивающий электростатический заряд. Пластиковое покрытие обладает высокой износостойкостью, ударопрочностью, сопротивлением воздействию высоких температур, стойкостью к действию химикатов и растворителей. Токопроводящие материалы серии ESA производства Thermopal соответствуют необходимым требованиям проводимых материалов и находятся в диапазоне $7,5 \times 10^5 \dots 1 \times 10^9$ Ом.

Для защиты человека, а также компонентов и изделий от электростатиче-

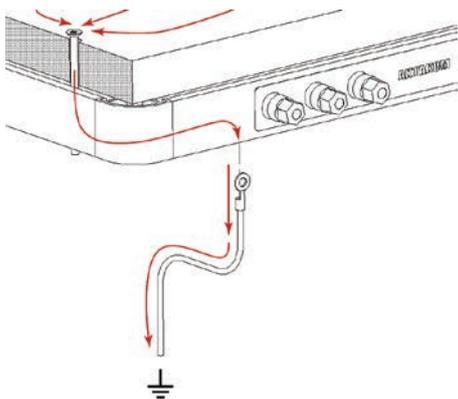


Рис. 2. Заземление столов серии АРМ-4хх0-ESD



Рис. 3. Портативный тестер АКТАКОМ АММ-2043

ского заряда, каждое рабочее место АКТАКОМ оснащено специальными средствами. Статический заряд, сосредоточенный на поверхности рабочего стола, отводится через заземляющий контакт (разъемы заземления) и кабель заземления сопротивлением 1 МОм, которыми оборудованы все модели столов АКТАКОМ.

За задней панелью каждого стола расположен 2-х метровый желто-зеленый провод, который необходимо подключить к шине заземления в лаборатории. На передней панели имеются 3 разъема для подключения к заземлению антистатического коврика, антистатического браслета, паяльной станции и прочего оборудования. В стандартной комплектации на рабочем столе установлен блок электрических отечественных и евророзеток с двумя выключателями со световой индикацией (по одному на освещение и на розетки), и автоматом отключения от внешней электросети. Для подключения к внешней электросети за задней панелью имеется силовой трехжильный кабель длиной 3 м.

Так, сочетая надежность, практичность, правильное расположение элементов и требуемые размеры, и создаются готовые антистатические решения комплектов рабочей мебели АКТАКОМ.

Однако мебель — это только часть комплекса для создания надежной антистатической защиты на предприятии или в лаборатории. Немало возникает проблем, связанных со статическим напряжением, когда сотрудник, не одевший на руку антистатический браслет или не заземливший антистатический мат на рабочем столе, может своим наведенным статическим электричеством повредить приборы или электронные компоненты, т.к. стекающий ток в некоторых случаях может достигать нескольких миллиампер. Поэтому немалое внимание уделяется проектированию различных устройств контроля уровня электростатического заряда, ионного баланса, проверки состояния антистатических приборов и принадлежностей.

Одним из таких устройств является

портативный тестер АКТАКОМ АММ-2043, который сейчас широко применяется в электронной производственной сфере, для организации оперативного контроля наличия статического электричества в уязвимых местах производственных площадок, где используются чувствительные к статическому электричеству компоненты.

Основные задачи, которые решаются с помощью тестера АММ-2043, это определение полярности и измерение интенсивности электростатического заряда на отдельных деталях или линиях сборки. С помощью тестера АММ-2043 легко контролировать производительность ионизатора, кроме того, он способен определить область накопления электростатического заряда и его параметры, чтобы выбрать для ионизатора подходящее место расположения с последующим анализом уровня его эффективности.

АММ-2043 имеет два диапазона измерения статического электричества: нижний от 0 до 1,5 кВ и верхний от 1 до 20 кВ. Выбор диапазона производится автоматически. Так как уровень заряда определяется не контактно, а через измерение поля, то необходимо достаточно точно позиционировать прибор относительно объекта измерения. Расстояние между прибором и объектом должно быть строго 25 мм. Конечно, в реальных условиях измерять расстояние линейкой неудобно, поэтому в приборе применен оптический метод позиционирования двумя источниками света.



Рис. 4. Пластина для измерения ионного баланса — в зависимости от режима устанавливается в верхней или нижней части прибора

Прибор выполнен в виде небольшого, легкого и удобно лежащего в руке блока с большим экраном, разделенном на две функциональные зоны, и кнопками управления. В нижней части экрана в цифровом и символьном виде выводится измеренное значение, информация о режиме работы, состоянии батареи и т.д., а в верхней части в графическом виде отображается уровень ионного баланса, при этом зона условно разделена на 2 части — положительную, с подсветкой красного цвета, и отрицательную голубого цвета.

В верхней части прибора установлена измерительная пластина, которая используется при определении ионного баланса и одновременно защищает рабочую область прибора. При измере-

нии заряда электростатического поля пластина снимается и удобно устанавливается в аналогичное крепление в нижней части прибора, избавляя от необходимости держать ее в руках. Все измерения проводятся с обязательным заземлением прибора, для чего в комплекте поставляется заземляющий проводник с 3,5 мм аудио разъемом для подключения к прибору и с зажимом типа «крокодил» на другом конце проводника.

Перемещая прибор в пространстве, можно легко локализовать зоны в объеме воздуха (помещения) или элементы конструкций, имеющих несбалансированный ионный фон — причину возникновения электростатических полей.



Рис. 5. Портативный измеритель статического напряжения АКТАКОМ АТР-9365

Прибор настолько прост в использовании, что трудно даже придумать какие-то дополнительные сервисные функции для удобной работы. Тем не менее, из приятных мелочей в приборе присутствуют кнопка удержания значений и функция автоотключения для сохранности батареи. Прибор имеет звуковую сигнализацию режимов работы — включения и выключения, смены режима, превышение допустимого диапазона и прочее. Стоит также отметить, что применение тестера значительно снижает риск нанесения вреда здоровью работников, поскольку статическое электричество относится к вредным производственным факторам.

Ранее мы уже говорили, что для отвода возникающего заряда применяют конструктивные методы, например контуры заземления через специальные разрядные планки. Однако, несмотря на простоту и экономическую целесообразность использования заземления для борьбы со статическим электричеством, далеко не везде есть возможность «все заземлить». В первую очередь это относится к изоляторам, пластмассам и изделиям из них, изолированным проводникам, которые нельзя заземлять. В этом случае, избавиться от статического электричества можно, нейтрализовав заряд свободными положительными и отрицательными



Рис. 6. Тестер для контроля сопротивления заземления антистатических браслетов АТР-9355

ионами, продуцируемыми в атмосферу ионизатором. Этот метод широко распространен, достаточно сказать, что в ассортименте контрольно-измерительных приборов и промышленной ESD мебели АКТАКОМ присутствует целый ряд антистатического оборудования: антистатические маты для использования на рабочем столе, антистатические браслеты, большой ассортимент антистатических радиомонтажных инструментов и паяльного оборудования. Из специализированных приборов «антистатической» направленности следует отметить измеритель электростатического поля и ионного баланса АКТАКОМ АММ-2043, о котором мы рассказали выше, а также измеритель статического напряжения АКТАКОМ АТР-9365 и прибор для контроля сопротивления антистатических браслетов АКТАКОМ АТР-9355. На двух последних приборах стоит остановиться подробнее.

Если ручной тестер АММ-2043 измеряет значение бесконтактно, по уровню электромагнитного поля, то тестер АКТАКОМ АТР-9365 служит для измерения и удаления статического потенциала и контроля заземления персонала через заземляющие приспособления и материалы.

Широкий диапазон измерений прибора (0...19990 В) позволяет использовать тестер АТР-9365 на различных видах производств, в т.ч. высокотехнологичных, где с его помощью эффективно защищается дорогостоящее



Рис. 7. Браслет антистатический силиконовый АКТАКОМ АНТ-5165

оборудование от повреждений, вызываемых статическим зарядом.

Считается, что около 70% повреждений электронных компонентов статическим электричеством вызваны ненадежным заземлением персонала. Первичным способом заземления работника является антистатический браслет. Как показывают исследования, только обязательное и правильное использование антистатических браслетов сотрудниками предприятия позволяет до 40% сократить брак, образовавшийся в результате воздействия электростатического заряда. Антистатический браслет должен облегчать работу работника и подключаться через клипсу со встроенным резистором 1 МОм к узлу заземления, соединенного с общей шиной заземления в производственном помещении. Но обязательное ношение антистатических браслетов не дает полной уверенности в надежной защите от статического заряда, поэтому их необходимо ежедневно тестировать с помощью специального тестера. Сейчас на многих российских производствах в обязательном порядке применяется простое, но очень необходимое устройство — тестер для контроля сопротивления заземления антистатических браслетов АТР-9355. Прибор, как правило, устанавливается на стене и при прикосновении к контактной пластине измеряет сопротивление цепи антистатического браслета, и если сопротивление некорректное ($R \leq 800$ кОм или $R \geq 9$ МОм), загорается светодиод и звучит звуковой сигнал, причем прибор определяет как уменьшение, так и увеличение сопротивления относительно нормы.



Рис. 8. Антистатический настольный коврик АКТАКОМ

Что касается самих антистатических браслетов, то ассортимент АКТАКОМ предоставляет широкий выбор моделей, полностью соответствующих требованиям к антистатической защите.

Одним из самых популярных и комфортных антистатических браслетов является АНТ-5165 шириной 1,6 см. Он изготовлен из силикона с токопроводящей вставкой и обеспечивает безопасное и надежное крепление на запястье. Браслет подходит для использования в «чистых» помещениях, его легко содержать в чистоте, он устойчив к воздей-

ствию большинства химических веществ. Способ крепления браслета на запястье исключает случайное расстегивание.

Длина провода заземления браслета 2,4 м, встроенный резистор 1 МОм, крепление к узлу заземления зажимом «крокодил», а также высокая надежность делают АНТ-5165 одним из самых популярных при использовании на российских производствах электроники и в научно-исследовательских лабораториях.

В заключении отметим ряд приборов и устройств для оснащения рабочих мест сотрудников, которые доказали свою надежность и практичность в работе на многих российских предприятиях многолетней эксплуатацией.



Рис. 9. Портативный настольный ионизатор воздуха АКТАКОМ ASE-9340

Типовое рабочее место радиомонтажника или специалиста по ремонту должно быть не только конструктивно оборудовано, удобно и эргономично, но и оснащено необходимыми антистатическими принадлежностями, которые соответствуют требованиям общеевропейского стандарта IEC61340-5-1, определяющего параметры средств защиты от электростатического разряда.

Одним из таких универсальных антистатических инструментов является коврик или, как правильно говорить, — антистатический мат, который размещается на рабочей поверхности стола и предназначен для обеспечения дополнительной защиты оборудования, чувствительного к статическому электричеству. Антистатический мат подключается к контуру заземления с помощью специального провода и обеспечивает удельное поверхностное сопротивление $10^7 \dots 10^{10}$ Ом/м² со временем стекания заряда < 0,03 с. Поверхность такого коврика влагонепроницаема и устойчива к маслам, смазке и большинству растворителей. Отличаются такие коврики собственно только размерами и невысокой ценой. Размеры: 300×550 мм, 500×600 мм, 1200×600 мм.

Портативный настольный ионизатор воздуха АКТАКОМ ASE-9340 применяется при работе со схемами, чувствительными к статическому электричеству. Это наиболее эффективное решение, поскольку поток ионизированного воздуха можно направить непосредственно на те рабочие поверхности, где присутствует электростатический заряд, и создать на них нейтральный заряд. Этот простой и надежный прибор имеет большую площадь ионизации (400×1500 мм), обеспечивает быструю нейтрализацию статических зарядов и имеет встроенный очиститель эмиттера.

При работе радиомонтажника неотъемлемой частью рабочего процесса является принудительное отведение дыма, вредных паров припоя и флюса, образующихся при пайке, из воздуха рабочей зоны. Современным решением для этой задачи является вентилятор зоны пайки (или проще — дымоуловитель) АКТАКОМ ASE-7013, соответствующий всем требованиям антистатической защиты. Данная модель надежно крепится к столу струбиной, а угол наклона и положение на рабочем месте регулируются пантографом. Благодаря этому, дымоуловитель не занимает много места на рабочем столе, а возможность подсоединения к нему воздуховода обеспечивает чистоту воздуха в рабочей зоне. Отдельно стоит отметить, что дымоуловитель имеет низкий уровень шума и оснащен сменными угольными фильтрами из полиуретановой пены с высокой абсорбционной способностью.

Большая часть радиомонтажного оборудования АКТАКОМ имеет антистатическую защиту. Стоит выделить некоторые модели, применение которых позволяет создавать рабочие места с практически полной ESD-защитой и в совокупности с другими приборами. К ним относится ремонтная паяльная станция с термовоздушным каналом и каналом для монтажа ASE-3106. Прибор оснащен кнопочным управлением температурой на-



Рис. 10. Дымоуловитель АКТАКОМ ASE-7013



Рис. 11. Ремонтная система с термовоздушным каналом и каналом для монтажа АКТАКОМ ASE-3106

грева паяльника от 50 до 480 °С, а также имеет аналоговое управление воздушным потоком с мощностью 300 Вт и температурным диапазоном до 500 °С. Паяльная станция ASE-3106 оснащена интеллектуальной системой охлаждения с автовыключением, имеет антистатическое (ESD) исполнение и применяется для монтажа электро- и радиоэлементов, чувствительных к статическому электричеству.

Статическое электричество, безусловно, создает массу проблем в технологических цепочках производственных и исследовательских процессов. Но, как видно из нашего обзора, все эти проблемы преодолены, благодаря современному решению АКТАКОМ, позволяющим обеспечить надежную антистатическую защиту, следуя своему основополагающему принципу — ТОЧНО. НАДЕЖНО. ДОСТУПНО. ☑

In industries related to semiconductor devices damage is usually caused by operators or maintenance personnel who do not follow the requirements of the anti-static safety regulations. When designing and developing radio-technical devices there should be measures taken to ensure antistatic protection. Current arising from small static charge may damage the crystal structure of a microcircuit which will be only revealed during the operation. Therefore special attention is paid to the means of protection against electrostatic charges. The present article will tell you about the danger that may be caused by static electricity and also about AKTAKOM antistatic protection devices.