

Антистатика: встречайте по одежке

С наступлением холодов стоит задуматься не только о приобретении зимней одежды, но и об усилении мер по защите от электростатики. Системы центрального отопления и электронагреватели уменьшают влажность воздуха, при этом значительно возрастает риск повреждения чувствительных элементов статическим электричеством. Например, человек, идущий по ковровому покрытию, генерирует заряд потенциалом 1,5 кВ при относительной влажности воздуха 65–90% и 35 кВ, если влажность воздуха составляет 10–20%. Антистатическая (ESD) одежда и обувь — радикальный путь снижения остроты проблемы наряду с увлажнением воздуха. Статья знакомит читателя с наиболее эффективными средствами минимизации электростатического заряда на теле движущегося человека — антистатической одеждой и обувью.

Ольга Смирнова

www.eurostar.ru

Человек является основным «генератором» статического заряда в рабочей зоне, поэтому индивидуальные средства ESD-защиты являются одним из ключевых пунктов любой антистатической программы. Согласно международным исследованиям, около 70% повреждений электронных компонентов статическим электричеством вызваны ненадежным заземлением персонала. Весьма распространено заблуждение, что для надежной защиты от электростатики на рабочем месте достаточно заземления при помощи наручного браслета. Между тем, все международные стандарты, включая общеевропейский IEC 61340-5-1, подчеркивают необходимость использования специальной одеж-

ды и обуви как непосредственно на рабочем месте, так и в любой ESD-защищенной зоне предприятия. Причина в том, что заземление при помощи браслета не предотвращает генерации заряда на обыкновенной (в том числе нижней) одежде человека. В этом смысле наиболее опасными источниками статического заряда являются предметы одежды, содержащие синтетические и шерстяные волокна.

Заземление персонала в зоне ESD

Для обеспечения ESD-безопасности на рабочем месте и в производственных помещениях следует соблюдать базовые правила:

- использовать только антистатические материалы и инструмент;
- обеспечить надежное заземление всех «заземляемых» объектов (с которых принципиально может стекать заряд через проводник);
- по возможности удалить из зоны все диэлектрики (материалы, имеющие поверхностное сопротивление более 100 ГОм, заземление которых через проводник бесполезно для стекания заряда). При вынужденном присутствии таких объектов в рабочей зоне следует нейтрализовать статический заряд на них при помощи ионизации воздуха (об этом пойдет речь в очередной статье цикла, начатого нашей публикацией в предыдущем номере журнала [1]).

Итак, существует два базовых способа заземления персонала:

1. При помощи наручного браслета, соединенного проводником через резистор 1 МОм с шиной заземления. Вместе с другими средствами индивидуальной защиты браслет является наиболее распространенным элементом заземления. Однако такой вариант удобен лишь для сидячего работ-



Рис. 1. Типовое антистатическое снаряжение: одежда и обувь



Рис. 2. Облегченный вариант одежды: POLO unisex



Рис. 3. Вязаные антистатические перчатки

ника, поскольку ограничивает свободу передвижения.

2. При помощи комплекса «напольное покрытие — обувь». Этот способ может использоваться как первичное средство заземления персонала (вместо браслета), так и наряду с первым. В совмещенном, самом надежном варианте, стекание заряда осуществляется как через браслет с гарнитурой заземления на общую шину, так и через проводящую обувь на проводящее покрытие пола, и далее на общую шину заземления.

Какой бы способ ни использовался в качестве основного, европейский стандарт IEC 61340-5-1 гласит: в антистатическую одежду должны облачаться абсолютно все входящие в ESD-защищенную зону, включая временных посетителей и даже руководителей!

Антистатическая одежда

Начнем с того, что «ближе к телу». Антистатическая одежда (халаты, футболки, штаны, перчатки) выполняет следующие функции защиты:

- предотвращение генерации заряда на одежде при трении;
- предотвращение неконтролируемого разряда статического электричества с обычной (в том числе нижней) одежды оператора на чувствительные элементы в рабочей зоне;
- используется как вторичное (в дополнение к браслету) средство заземления персонала благодаря тому, что при контакте халата с проводящим покрытием сиденья и спинки антистатического стула заряд стекает через них на землю.

Антистатические халаты надевают поверх обычной одежды так, чтобы последняя была полностью скрыта. Американский стандарт ANSI/ESD S20.20 отдельным пунктом подчеркивает, что все пуговицы халата должны быть обязательно застегнуты (во избежание контакта обычной одежды с внешними чувствительными элементами в рабочей зоне).

Антистатическая одежда маркируется на видном месте стандартным черно-желтым символом с изображением кисти руки в треугольнике под полуокружностью. В соответствии с европейским стандартом IEC61340-5-1, время стекания заряда с предметов антистатической одежды от напряжения 1000 В до 100 В



Рис. 4. Сандалии

не должно превышать двух секунд. У качественной продукции европейских производителей оно обычно составляет менее секунды.

Наиболее популярными предметами антистатической одежды являются халаты с длинным рукавом (рис. 1). Например, в ассортименте итальянской фирмы Elme это мужские модели PEQ-903 и женские PEQ-901, белого или фиолетово-голубого цвета. Халаты Elme шьются из ткани, содержащей 96% хлопка и 4% проводящего карбонового волокна, что выгодно отличает их по качеству от других, использующих более дешевый состав ткани (60% полиэстера, 37% хлопка, 3% карбонового волокна). Плотность ткани у халатов Elme PEQ составляет 135 г/м² из соображений баланса износостойкости и воздухопроницаемости. Поверхностное сопротивление нового халата лежит в районе 3 МОм, время стекания заряда — не более 0,17 с. Число стирок без существенной утраты антистатических свойств — не менее 50, то есть халат прослужит надежным средством антистатической защиты не менее года при еженедельной стирке.

Чтобы не ошибиться в выборе размера халата (ибо из гигиенических соображений одежда не подлежит обмену), лучше сначала приобрести образцы для примерки, и после этого заказывать партию. Если нет возможности для примерки, то рекомендуется по каталогу соотнести европейские размеры конкретного изготовителя (а иногда даже их разброс для конкретного фасона) с привычными нам мерками. Применительно к халатам Elme PEQ и аналогичным удобно воспользоваться справочной таблицей 1.

В странах с теплым климатом и в летнее время очень популярны просторные антистатические футболки и модные тенниски (поло) — рубашки с коротким рукавом универсального фасона (unisex). Модели Elme POLO шьются из ткани, содержащей 96% хлопка и 4% проводящего карбонового волокна, что выгодно отличает их по качеству от других, использующих более дешевый состав с полиэстером. Плотность ткани модели Elme POLO (рис.2) составляет 140–160 г/м². Поверхностное сопротивление лежит в диапазоне от 2 до 80 МОм, время стекания заряда — не более 0,3 с. Зафиксировать соответствие размеров различных изготовителей поло — дело почти безнадежное, поэтому перед покупкой крайне желательно иметь об-



Рис. 5. Сабо

разцы или хотя бы таблицу из каталога конкретной фирмы-изготовителя (табл. 3).

К предметам ESD-одежды можно отнести и перчатки — из чистого хлопка, минимизирующие генерацию статического заряда — модель Elme GNB, или комбинированные вязаные (рис. 3) с проводящим волокном для стекания заряда — модель Elme GNC (50% полиамид, 50% проводящее волокно). Заметим, что в эластичных вязаных перчатках при длительной работе пальцы устают меньше. Как и для остальных предметов ESD-одежды, общеевропейский стандарт IEC 61340-5-1 в качестве контрольного параметра устанавливает время стекания заряда с перчаток от 1000 до 100 В менее 2 с.

Антистатическая обувь

Наиболее универсальным и надежным способом заземления персонала является использование комплекса «напольное покрытие — обувь». Это гораздо более дорогостоящий вариант, чем индивидуальное заземление при помощи наручного браслета, зато он обеспечивает непрерывное заземление при

Таблица 1. Соответствие размеров женских халатов

Халат PEQ-901	Женские размеры				
	XS	S	M	L	XL
Соответствие размеру	34–36	38–40	42–44	46–48	50–52
Ширина плеч	41	44	47	50	53
Окружность груди	100	108	116	124	132
Длина рукава	58	60	62	64	66
Длина халата	102	106	110	114	118

Таблица 2. Соответствие размеров мужских халатов

Халат PEQ-903	Мужские размеры				
	XS	S	M	L	XL
Соответствие размеру	42–44	44–46	48–50	50–52	54–56
Ширина плеч	44	47	50	53	56
Окружность груди	108	116	124	132	140
Длина рукава	59	61	63	65	67
Длина халата	95	99	103	107	111

Таблица 3. Соответствие размеров поло

POLO	Размеры UNISEX				
	S	M	L	XL	XXL
Ширина плеч	54	56	58	60	62
Длина	26	27	29	30	32
Длина халата	73	75	76	78	79

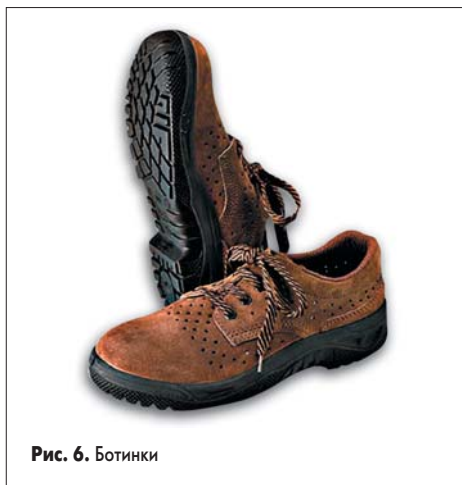


Рис. 6. Ботинки

передвижении персонала в зоне антистатической защиты. В соответствии с положениями стандарта IEC 61340-5-1, если не используются антистатическое напольное покрытие и проводящая обувь, то любые чувствительные компоненты следует транспортировать в защитной упаковке даже внутри ESD-зоны, что явно неудобно. Поэтому стандарт настоятельно рекомендует начинать оснащение рабочей зоны с антистатического покрытия пола, в минимальном варианте — с напольного коврика в рамках ближней дистанции передвижения оператора. Обувь при этом обязательно должна обладать проводящими свойствами для стекания заряда с ноги на проводящий коврик, и через него на землю. В соответствии со стандартом IEC 61340-5-1 проходное сопротивление ESD обуви должно быть в диапазоне от 750 кОм до 35 МОм, если вариант «напольное покрытие — обувь» используется в качестве основного (первичного) средства заземления, или от 100 кОм до 100 МОм, если обувь используется в качестве вторичного (дополнительного к браслету) средства заземления.

Высококачественная антистатическая обувь изготавливается на основе натуральной кожи, на кожаной или полиуретановой подошве, и обязательно маркируется стандартным ESD-символом. Обувь представлена на мировом рынке ESD в широком ассортименте — десятки видов в различной цветовой гамме по каталогам, — так что теоретически можно подобрать модель почти на любой вкус. Практически же приходится ориентироваться на складские предложения местных дистрибьюторов, ибо покупка нескольких пар обуви на заказ с индивидуальной доставкой из Европы или США — неоправданная роскошь для



Рис. 7. Кроссовки с каркасом



Рис. 8. Антистатические стельки

труженика. Две наиболее популярные модели фирмы Elme, доступные со склада в России — сандалии NATURA OPEN (рис. 4) и сабо ZAD-9000 (рис. 5) — пользуются спросом как у мужчин-ремонтников, так и у женщин-радиомонтажников. Фирма производит также мужские модели под замшу (рис. 6) и обувь спортивного вида (рис. 7) с шитым металлическим каркасом безопасности для складских работников. Туфли могут быть дополнены антистатическими стельками (рис. 8) для комфортной подгонки по размеру, и, кроме того, стельки можно стирать.

При отсутствии полноценной антистатической обуви необходимо использовать хотя бы ремешки заземления, разработанные специально в мужском и женском варианте Elme STV (рис. 9), а временным посетителям зон ESD — антистатические бахилы для чистых комнат (рис. 10).

Для ежедневного контроля индивидуальных средств заземления существуют тестер-стенды, такие как, например, Elme SVR-SR2 (рис. 11). При нажатии кнопки на стенде производится измерение проходного сопротивления браслета с гарнитурой и обуви. В случае, если сопротивление оказывается вне допустимого диапазона, выдается предупреждающий сигнал. Обратите внимание: сопротивление изменяется после нескольких минут ношения обуви, ибо стелька увлажняется и проводимость увеличивается. Поэтому измерения на тестер-стенде следует про-



Рис. 9. Мужские и женские ремешки заземления



Рис. 10. Бахилы с тесьмой заземления



Рис. 11. Тестер гарнитуры заземления и обуви

водить не в первые минуты ношения обуви, а несколько минут спустя. Немаловажным фактором, влияющим на проходное сопротивление, является и материал, из которого изготовлены носки: во всех случаях предпочтительнее 100% хлопок.

Таким образом, антистатическая одежда и обувь помогают бороться с проблемами электростатики, которые невозможно устранить при помощи других средств заземления. К счастью, антистатическая одежда и обувь лучших европейских производителей оказывается вполне по карману российскому потребителю. А как приятно полюбоваться на коллег, с удовольствием надевающих каждое утро белоснежные итальянские сабо!

Литература

- Новоселов В., Смирнова О. Антистатические упаковочные пакеты: виды и свойства // Компоненты и технологии. 2003. № 9.

Базовые общеевропейские стандарты по антистатике

IEC 61340-5-1	Electrostatics — Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena. General requirements (1998)	IEC 61340-4-3	Electrostatics — Part 4-3: Standard test methods for specific applications. Footwear (2001)
IEC 61340-5-2	Electrostatics — Part 5-2: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena. User guide (1999)	IEC 61340-2-1	Electrostatics — Part 2-1: Measurement methods — ability of materials and products to dissipate static electric charge (2002)
IEC 61340-4-1	Electrostatics — Part 4-1: Standard test methods for specific applications. Electrostatic behavior of floor coverings and installed floors (1995)	IEC 61340-2-3	Electrostatics — Part 2-3: Methods of test for determining resistance and resistivity of solid planar materials used to avoid electrostatic charge accumulation (2000)