МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC TS 61340-5-4— 2023

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

Защита электронных устройств от электростатических явлений

ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ

(IEC TS 61340-5-4:2021,
Electrostatics — Part 5-4: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena — Compliance verification, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Акционерным обществом «Научно-производственная фирма «Диполь» (АО «НПФ Диполь») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии документа, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 31 марта 2023 г. № 160-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 мая 2023 г. № 297-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC TS 61340-5-4—2023 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2023 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному документу IEC TS 61340-5-4:2021 «Электростатика. Часть 5-4. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Проверка соответствия» («Electrostatics — Part 5-4: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena — Compliance verification», IDT).

Международный документ разработан Техническим комитетом по стандартизации IEC/TC 101 «Электростатика» Международной электротехнической комиссии (IEC).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА.

Дополнительные сноски в тексте стандарта, выделенные курсивом, приведены для пояснения текста оригинала

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© IEC, 2021
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Безопасность персонала 2
5 Методы и периодичность испытаний 2
6 Оборудование для испытаний 2
7 Заземление/соединение 6
8 Рабочие поверхности 7
9 Система антистатического браслета 10
10 Система «человек-обувь» 12
11 Напольное покрытие 15
12 Система «человек-обувь-пол». Измерение сопротивления относительно заземления 16
13 Стулья 18
14 Ионизаторы воздуха 20
15 Транспортировочное оборудование 22
16 Система заземляемой антистатической одежды 24
17 Антистатическая одежда и заземляемая антистатическая одежда 26
18 Упаковка 30
19 Применяемые диэлектрики 35
20 Применяемые обособленные проводники 36
Приложение А (справочное) Периодичность испытаний 38
Приложение В (справочное) Проверка испытательного оборудования, применяемого при проверках соответствия 39
Приложение С (справочное) Другие методы испытаний антистатической одежды 43
Приложение D (справочное) Система «сотрудник-обувь-пол» для измерения напряжения человеческого тела 52
Приложение Е (справочное) Электрические инструменты для пайки/демонтажа 53
Приложение F (справочное) Ручной инструмент 55
Приложение G (справочное) Устройства для постоянного (непрерывного) контроля 59
Приложение Н (справочное) Перчатки и напальчники — измерение сопротивления при использовании 60
Приложение I (справочное) Система заземления/эквипотенциального соединения 64
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 65
Библиография 66

Введение

Проверка соответствия является процессом мониторинга и измерений всех элементов программы ЭСР-управления. Регулярные проверки соответствия и испытания являются неотъемлемой частью этого процесса, подтверждающей, что меры защиты на участке и оборудование остаются эффективными, и что программа ЭСР-управления правильно реализована в соответствии с планом выполнения программы ЭСР-управления.

Квалификационные испытания обычно проводят в контролируемых условиях, часто в лабораторных условиях, и с применением известных промышленных стандартов. Проверку соответствия проводят в условиях эксплуатации, используя методы испытаний, которые подходят пользователю. Несмотря на то, что возможно использовать методы, применяемые при квалификационных испытаниях, испытания при проверке соответствия часто проводят с помощью простого оборудования и методов. Точность измерений по-прежнему важна, но такую же важность имеет возможность проведения неразрушающих испытаний без прерывания производственного процесса в организации.

В данном стандарте описаны оборудование и методы испытаний, которые могут быть использованы при проверке соответствия для элементов или систем ЭСР-управления, и приведены указания пользователю по проведению измерений и необходимым действиям для непрерывного поддержания соответствия.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

Защита электронных устройств от электростатических явлений

ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ

Electrostatics. Protection of electronic devices from electrostatic phenomena.
Compliance verification

Дата введения — 2023—07—01

1 Область применения

В настоящем стандарте описаны методы испытаний для проведения периодической проверки соответствия элементов ЭСР-управления, включенных в программу ЭСР-управления, установленную в соответствии с IEC 61340-5-1.

Испытания при проверках соответствия, основанные на методах, приведенных в IEC 61340-5-1, других частях серии стандартов IEC 61340 и, где это необходимо, упрощенные, должны проводиться компетентным персоналом.

Ссылаясь на настоящий стандарт в плане проверки соответствия, пользователи могут внедрять необходимые методы испытаний, приведенные здесь, без изменений и дополнений. В некоторых случаях, методы, описанные в настоящем стандарте, могут быть адаптированы к требованиям программы ЭСР-управления при условии, что изменения в оборудовании или методах будут задокументированы.

Настоящим стандартом не устанавливаются требования к периодичности проведения испытаний при проверке соответствия. Рекомендации по установке периодичности проведения испытаний по проверке соответствия приведены в справочном приложении А.

В область применения настоящего стандарта не входят квалификационные испытания продукции.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

IEC 61340-2-3, Electrostatics — Part 2-3: Methods of test for determining the resistance and resistivity of solid materials used to avoid electrostatic charge accumulation (Электростатика. Часть 2-3. Методы определения сопротивления и удельного сопротивления твердых материалов, используемых для предотвращения накопления электростатического заряда)

IEC 61340-4-7, Electrostatics — Part 4-7: Standard test methods for specific applications — Ionization (Электростатика. Часть 4-7. Методы испытаний для прикладных задач. Ионизация)

IEC 61340-5-1, Electrostatics — Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena — General requirements (Электростатика. Часть 5-1. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Общие требования)

IEC 62631-3-2, Dielectric and resistive properties of solid insulating materials — Part 3-2: Determination of resistive properties (DC methods) — Surface resistance and surface resistivity [Материалы изоляционные твердые. Диэлектрические и резистивные свойства. Часть 3-2. Определение резистивных свойств (методы постоянного тока). Поверхностное сопротивление и поверхностное удельное сопротивление]

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применен следующий термин с соответствующим определением:

ИСО и МЭК поддерживают терминологическую базу данных, используемую в целях стандартизации по следующим адресам:

- Электропедия IEC: доступна по адресу gost.e-ecolog.ru;
- платформа онлайн-просмотра ISO: доступна по адресу gost.e-ecolog.ru.

3.1 **ЭСР-заземление** (ESD ground): Клемма, используемая для подключения элементов ЭСР-управления к заземлению в целях защиты от электростатических разрядов.

Примечание 1 — В качестве ЭСР-заземления могут быть использованы защитное или функциональное заземление.

Примечание 2 — Заземление оборудование является одной из форм защитного заземления.

4 Безопасность персонала

ВНИМАНИЕ — Методы и оборудование, описанные в настоящем документе, могут подвергнуть персонал опасным электрическим воздействиям. Пользователи данного стандарты ответственны за выбор оборудования в соответствии с действующим законодательством, обязательными требованиями нормативных документов, а также внутренней и внешней политикой организации. Настоящий стандарт не может заменить или отменить какие-либо требования в области безопасности персонала, установленные действующим законодательством, обязательными требованиями нормативных документов, а также внутренней и внешней политикой организации.

Необходимо принимать меры по снижению электрической опасности и выполнять инструкции по правильному заземлению оборудования.

5 Методы и периодичность испытаний

Методы испытаний, не установленные требованиями IEC 61340-5-1, приведены в приложениях В—Н.

Периодичность испытаний при проверках соответствия не устанавливается настоящим стандартом. Рекомендации по установлению периодичности испытаний при периодической проверке соответствия приведены в приложении А.

6 Оборудование для испытаний

6.1 Выбор оборудования

Если технические характеристики испытательного оборудования, описанные в разделе 6, не соответствуют диапазону измерений, требуемому для реализации программы ЭСР-управления, следует использовать другое испытательное оборудование, которое соответствует требуемому диапазону измерений, и его следует указать в плане выполнения программы ЭСР-управления.

Испытательное оборудование должно использоваться и периодически проверяться (калиброваться, поверяться) в соответствии с рекомендациями изготовителя. При отсутствии рекомендаций производителя пользователь должен определить и задокументировать подходящие процедуры проверки (калибровки, поверки).

Рекомендации по устранению наиболее распространенных неисправностей с испытательным и измерительным оборудованием приведены в приложении В.

6.2 Анализатор розеток переменного тока (тестер электрических розеток)

Это устройство, которое подключается к розетке переменного тока и показывает, обычно с помощью индикации, правильное подключение розетки или наличие неисправности. При проверке соответствия анализатор розеток переменного тока может использоваться для проверки правильности монтажа заземляющего провода оборудования.

Следует обратить внимание на то, что некоторые анализаторы розеток переменного тока не могут применяться для отдельных видов заземлений и определять, соответствует ли сопротивление заземления установленным пределам. Некоторые анализаторы розеток переменного тока не могут опреде-

лить контакт заземления (отличить заземление от нейтрального провода, фазовый провод от нейтрального, или фазовый провод от заземления) или определить, соответствует ли сопротивление провода заземления к земле установленным пользователем пределам сопротивления.

6.3 Тестер цепи переменного тока (измеритель импеданса)

Измеритель должен быть способен измерять сопротивление заземляющего провода оборудования от розетки (розетки питания, используемой для заземления оборудования переменного тока) до нейтрального соединения на панели сетевого сервисного оборудования. Измеритель также должен определять полярность электрической сети.

6.4 Контрольное устройство с заряжаемой пластиной (КУЗП)

6.4.1 Требования к КУЗП

КУЗП должно соответствовать требованиям, установленным в IEC 61340-4-7. Общая емкость испытательной цепи с заряжаемой проводящей пластиной должна составлять (20 ± 2) пФ.

В отсутствие ионизации напряжение на заряженной проводящей пластине КУЗП не должно снижаться более чем на 10 % от начального испытательного напряжения в течение пяти минут. Время срабатывания должно составлять менее 10 % от самого короткого ожидаемого времени разряжения.

6.4.2 Портативный КУЗП комплект

В продаже присутствуют портативные комплекты КУЗП для проверки соответствия ионизаторов, и, обычно, они состоят из четырех компонентов: 1) измеритель электростатического поля или вольтметр, 2) пластина КУЗП, отделенная от заземляемой поверхности изолирующими стойками, 3) зарядное устройство для пластины и 4) заземляемая пластина. Эти четыре компонента могут быть объединены в единый прибор. Таймер используется для измерения времени разряжения.

В отсутствие ионизации напряжение на заряжаемой проводящей пластине КУЗП не должно снижаться более чем на 10 % от начального испытательного напряжения в течение пяти минут. Время срабатывания должно составлять менее 10 % от самого короткого ожидаемого времени разряжения.

Для удобства использования в портативном комплекте КУЗП заряжаемая проводящая пластина обычно имеет меньшие емкость и размеры, чем указано в 6.4.1.

Портативный комплект КУЗП, емкость или размер заряжаемой проводящей пластины которого отличаются от указанных в 6.4.1, может использоваться, если определен коэффициент корреляции для определения времени стекания заряда и напряжения смещения.

Зарядное устройство пластины должно обеспечивать заряжение пластины до значений начального испытательного напряжения любой полярности.

6.5 Концентрический кольцевой электрод

Данный электрод содержит центральный диск, окруженный концентрическим кольцом, изготовленным из проводящих материалов, которые обеспечивают контакт с испытуемым материалом.

Электрод, описанный в стандарте IEC 61340-2-3, соответствует требованиям к оборудованию для периодической проверки соответствия.

6.6 Устройство для измерения сопротивления (омметр)

Средство измерений, приведенное в IEC 61340-2-3 для лабораторного подтверждения характеристик образцов и приемочных испытаний, имеет выходное напряжение (10,0 ± 0,5) В или (100,0 ± 5) В в зависимости от диапазона измеряемого сопротивления. Для проверок соответствия следует использовать средства измерений, соответствующие требованиям к средствам измерений для лабораторного подтверждения характеристик образцов или приемочных испытаний, приведенные в IEC 61340-2-3, или средства измерений, соответствующие следующим требованиям.

Средство измерений, используемое для проведения периодических проверок соответствия должно иметь рабочий диапазон на один порядок выше и на один порядок ниже предполагаемого диапазона измеряемых значений. Требования к выходному напряжению оборудования для проверок соответствия могут отличаться от требований к оборудованию для лабораторных подтверждений характеристик образцов или приемочных испытаний. Напряжение может быть рассчитано под нагрузкой или при разомкнутой цепи (без нагрузки). Оборудование для проверки соответствия следует сравнить с оборудованием для лабораторных подтверждений характеристик образцов или приемочных испытаний, чтобы убедиться в сопоставимости результатов измерений.

Устройство для измерения сопротивления может быть одним автономным прибором или системой приборов (например, источник питания постоянного тока, вольтметр и амперметр). Если устройство для измерения сопротивления имеет испытательное напряжение с автоматическим переключением, необходимо убедиться, что диапазоны переключений соответствуют требованиям, указанным в IEC 61340-2-3 или установленным пользователем.

6.7 Измеритель низкого сопротивления

Средство измерений сопротивления, способное измерять значение сопротивления менее 10^3 Ом. Средство измерений, используемое для проведения проверок соответствия, должно иметь рабочий диапазон на один порядок выше и на один порядок ниже предполагаемого диапазона измеряемых значений. Требования к выходному напряжению для проверок соответствия может отличаться от требований для оборудования для лабораторных квалификационных испытаний или приемочных испытаний, приведенного в IEC 61340-2-3, и может быть рассчитано под нагрузкой или при разомкнутой цепи (без нагрузки).

6.8 Измеритель электростатического поля

Устройство, применяемое для измерения электрического поля, возникающего в результате воздействия электростатического заряда на материал.

Широко используются различные типы измерителей электростатического поля, использующие индукционные датчики и датчики роторного типа. Относительные достоинства данных типов приборов описаны в документе [1][1)].

6.9 Электростатический вольтметр

Средство измерений, используемое для измерения поверхностного потенциала (напряжения), возникающего в результате возникновения электростатического заряда на материале. Следует использовать электростатические вольтметры, которые имеют погрешность измерений не более ±10 % полной шкалы. Электростатические вольтметры могут быть бесконтактными или контактными. При выборе контактных электростатических вольтметров, следует использовать те, которые имеют входную емкость менее $1 \cdot 10^{-13}$ Ф и входное сопротивление более $1 \cdot 10^{14}$ Ом.

Документ [1] содержит рекомендации по использованию различных типов электростатических вольтметров.

6.10 Электрод для испытаний обуви

Электрод представляет собой проводящую металлическую пластину достаточного размера, чтобы вместить стопу человека, при этом стопа не должна выходить за пределы любого края пластины, обычный размер которой 305 × 305 мм.

6.11 Ручной электрод

Электрод представляет собой металлическую круглую или цилиндрическую трубку (например, из нержавеющей стали, меди или латуни), диаметром около 2,5 см и длиной 7,5 см или более, с разъемом на одном конце. Указанные размеры являются номинальными.

6.12 Электрод(ы) для измерения сопротивления

Электрод представляет собой цилиндр, весом (2,50 ± 0,25) кг, диаметром (65 ± 5) мм, оснащенный контактной поверхностью из электропроводящего материала с твердостью по Шору-А от 50 до 70. Сопротивление между двумя электродами для измерения сопротивления, измеренное на металлической поверхности при испытательном напряжении (10,0 ± 0,5) В, должно быть менее $1{,}0 \cdot 10^3$ Ом.

Электрод, описанный в IEC 61340-2-3, соответствует этим требованиям.

Примечание — Со временем проводящие резиновые материалы, используемые в качестве контактной поверхности электродов, могут деформироваться. Это может привести к изменению результатов измерений. В настоящее время не существует стандартизированного метода проверки того, произошла ли деформация.

[1)] *Номер в квадратных скобках относится к разделу библиография.*

6.13 Изолирующая опорная поверхность

Плоская (ровная) поверхность, используемая для установки образца, должна иметь поверхностное удельное сопротивление более $1,0 \cdot 10^{13}$ Ом при измерении в соответствии с IEC 62631-3-2, или поверхностное сопротивление, или сопротивление «от точки до точки» более $1,0 \cdot 10^{12}$ Ом, или сопротивление на порядок больше, чем изделие, испытуемое в соответствии с IEC 61340-2-3. Площадь изолирующей опорной поверхности должна быть достаточно большой, чтобы полностью изолировать самый большой образец, который будет на ней испытываться.

6.14 Специальное устройство контроля для браслетных систем или систем «сотрудник-обувь»

Специальное устройство контроля используют для измерения сопротивления браслетов или обуви во время их использования.

Используют специальное устройство контроля для браслетных систем, которое указывает на отказ при значениях сопротивления, превышающих предел, указанный в IEC 61340-5-1 или установленный пользователем.

Используют специальное устройство контроля для систем «сотрудник-обувь», которое указывает на отказ при значениях сопротивления, превышающих предел, указанный в IEC 61340-5-1 или установленный пользователем.

6.15 Двухконтактный датчик

Двухконтактный датчик состоит из изолированного металлического корпуса с политетрафторэтиленовым (ПТФЭ) изолятором с обоих концов. На одном конце в изоляторе расположены испытательные провода; в другом расположены гнезда, в которых установлены пружинные штифты. Штифты имеют позолоченное покрытие и силу упругости пружин (4,6 ± 0,5) Н. Наконечники штифтов представляют собой электропроводящие резиновые электроды диаметром (3,2 ± 0,1) мм с твердостью по Шору-А от 50 до 70 А. Сопротивление между двумя электродами для измерения сопротивления, измеренное на металлической поверхности при подаче испытательного напряжения (10,0 ± 0,5) В, должно быть менее $1,0 \cdot 10^3$ Ом.

Двухконтактный датчик, описанный в IEC 61340-2-3, соответствует этим требованиям.

6.16 Электроды, определенные пользователем

Концентрические кольцевые электроды (6.5) или электроды для измерения сопротивления (6.12) часто не применимы из-за размера и/или формы материалов. Недостаточная площадь контакта или контактного материала могут привести к созданию высокого сопротивления между электродом и образцом. Если концентрические кольцевые электроды или электроды для измерения сопротивления невозможно использовать или если их использование может привести к ошибкам, вместо них могут использоваться электроды, которые определит и установит пользователь.

Установленная пользователем конструкция из плоских стержневых электродов для измерения поверхностного сопротивления (КПСЭ), содержащая два соединенных тонких электрода, расположенных параллельно на тестируемой поверхности (см. рисунок 18 b)), может быть полезна для изменений сопротивления в разных направлениях, а также для измерения на вогнутых или выпуклых поверхностях (например, цилиндрах).

Примерами других электродов, применяемых пользователем, могут быть концентрические кольцевые электроды небольших размеров или электроды для измерения сопротивления различных размеров и/или форм.

При использовании электродов, которые установил пользователь, в плане проверок соответствия или в протоколе испытаний необходимо указать следующие параметры: форма и размеры электродов, сила поджатия контакта или масса электродов, материал контакта (электрическое сопротивление и твердость) и расстояние между электродами.

Применение различных электродов может приводить к результатам измерений, отличных от результатов измерений с помощью концентрических кольцевых электродов (6.5) или электродов для измерения сопротивления (6.12). Если пользователь считает любые такие различия существенными, допустимые пределы могут быть соответствующим образом скорректированы и задокументированы в плане проверок соответствия.

IEC 61340-5-1 определяет, что если используются методы испытаний, отличные от указанных в IEC 61340-5-1, пользователи должны показать, что получаемые результаты сопоставимы с результатами измерений по методам, указанным в стандарте.

7 Заземление/соединение

7.1 Заземление оборудования и ответственность за проверку систем

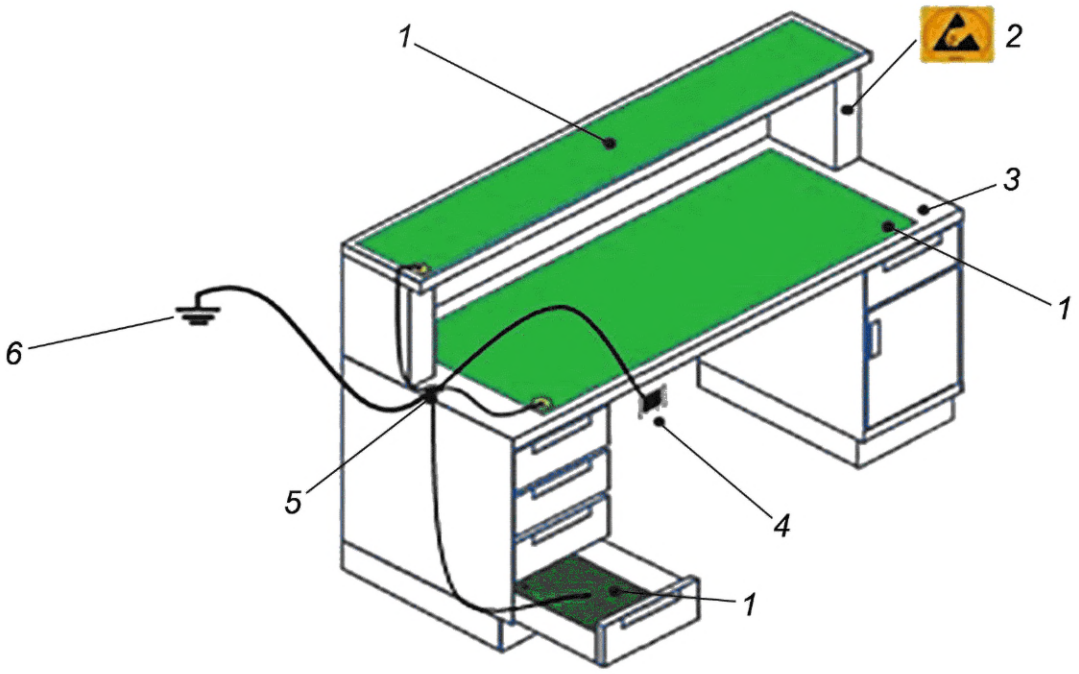
При использовании линии заземления оборудования в качестве ЭСР-заземления, подключение элементов ЭСР-управления производится с помощью разъема или адаптера, допускаемых национальными электрическими нормами и правилами.

Во многих странах национальные электрические нормы или правила требуют проверки систем заземления/соединения, включая системы сетевой проводки, выполняемой специализированным квалифицированным персоналом.

Если проверка в конкретном помещении не проводится, то, как минимум, должна быть проверена исправность проводки, как описано ниже. Дополнительная информация приведена в приложении I.

7.2 Цель

Цель данной проверки соответствия состоит в том, чтобы убедиться, что различные системы заземления/соединения на участке, защищенном от электростатического разряда (например, антистатическое рабочее место — рисунок 1), находятся в пределах диапазонов сопротивлений, установленных техническими требованиями пользователя. Должным образом спроектированное антистатическое рабочее место обеспечивает подключение всех рабочих поверхностей, приспособлений, погрузочно-разгрузочного оборудования и устройств заземления персонала к общей точке заземления. Общая точка заземления соединена с ЭСР-заземлением, которое в большинстве случаев является линией заземления оборудования (защитным заземлением). Если используется функциональное заземление, оно должно быть подключено, где это возможно, к электрическому заземлению (подробная информация приведена в стандарте [2]).



1 — антистатическая рабочая поверхность (коврик); *2* — маркировка соответствия рабочего места требованиям антистатической защиты; *3* — антистатическая рабочая поверхность; *4* — точка присоединения антистатического браслета; *5* — общая точка заземления; *6* — ЭСР-заземление

Рисунок 1 — Антистатическое рабочее место

7.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Устройство для измерения сопротивления;
- два испытательных провода достаточной длины.

7.4 Метод испытаний точки присоединения антистатического браслета

- Испытательные провода подключают к устройству для измерения сопротивления.
- Один испытательный провод подключают к точке присоединения антистатического браслета (заземление персонала), а другой — к клемме ЭСР-заземления.
- Измеряют сопротивление в соответствии с инструкциями устройства для измерения сопротивления и записывают результат.

7.5 Устранение неполадок в точке присоединения антистатического браслета

- Следует визуально и механически убедиться, что все оборудование в точках заземления и присоединения и заземляющие провода случайно не ослаблены, не сломаны или не отсоединены.
- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкцией по эксплуатации производителя.
- Проверяют сопротивление точки присоединения браслета относительно общей точки заземления.
- Проверяют сопротивление общей точки заземления относительно клеммы ЭСР-заземления.
- Если измеренное сопротивление выходит за пределы установленного диапазона, соединения между присоединениями антистатического браслета и общей точкой заземления и/или общей точкой заземления и клеммой ЭСР-заземления должны быть заменены, а сопротивление измерено повторно.
- Если измеренное сопротивление все еще выходит за пределы указанного диапазона, рабочее место должно быть выведено из эксплуатации и четко обозначено как непригодное для применения.

8 Рабочие поверхности

8.1 Основания для метода испытания

Этот метод проверки соответствия основан на следующих документах:

- IEC 61340-2-3;
- ANSI/ESD S6.1 [3].

8.2 Цель

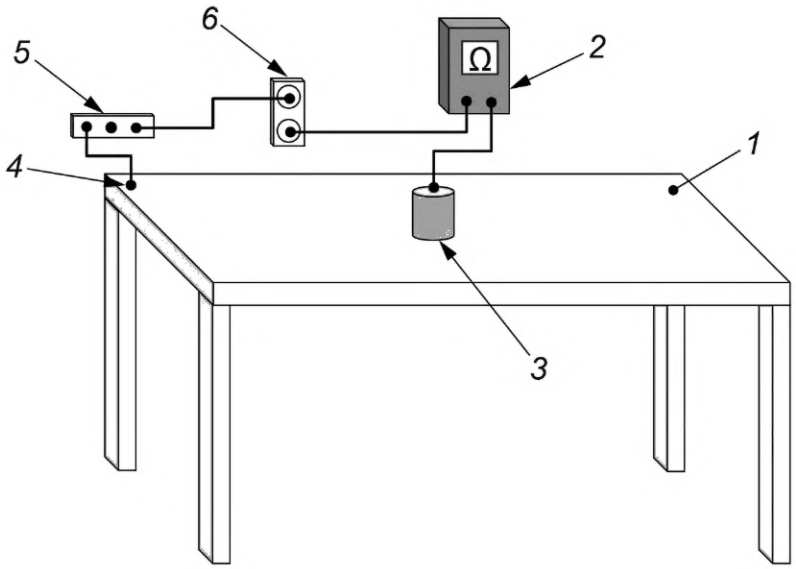
Цель данного метода испытаний состоит в проверке наличия электрической связи между антистатической рабочей поверхностью (коврик для стола или покрытия стола) и ЭСР-заземлением и проверке ее соответствия пределам минимального и максимального значения сопротивления, установленного пользователем.

Данный метод испытаний может применяться для измерения поверхностей полок, ящиков и поверхностей другого заземленного антистатического оборудования для хранения.

8.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Один электрод для измерения сопротивления;
- два испытательных провода подходящей длины;
- устройство для измерения сопротивления.



1 — антистатическая рабочая поверхность; *2* — устройство для измерения сопротивления и/или измеритель низкого сопротивления; *3* — электрод для измерения сопротивления; *4* — точка заземления поверхности; *5* — общая точка заземления; *6* — ЭСР-заземление

Рисунок 2 — Испытания антистатической рабочей поверхности

8.4 Метод испытаний

- Перед проверкой испытуемую поверхность не очищают.
- Удаляют все чувствительные к электростатическому разряду предметы с испытуемой поверхности. Все остальные предметы следует оставить на месте на поверхности. Все соединения заземления (включая заземление оборудования) должны оставаться соединенными во время испытания.
- Подключают один конец первого испытательного провода к электроду для измерения сопротивления, а другой его конец — к устройству для измерения сопротивления (см. рисунок 2). Подключают один конец второго провода к устройству для измерения сопротивления, а другой его конец — к ЭСР-заземлению.
- Электрод для измерения сопротивления помещают на испытуемую поверхность.
- Если используется устройство для измерения сопротивления с автоматическим переключением испытательного напряжения, выполняют измерение и записывают полученное значение сопротивления.
- Если используется устройство для измерения сопротивления без автоматического переключения испытательного напряжения, подают напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают в течение 15 с. Если полученное значение сопротивления менее $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, записывают измеренное значение сопротивления. Если полученное значение сопротивления больше или равно $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, увеличивают испытательное напряжение до 100 В и повторяют испытание. Записывают значение сопротивления после стабилизации показаний или через 15 с.
- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к установлению значения сопротивления менее $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом. Когда это происходит, используют значение, полученное при испытательном напряжении 100 В.
- Если ожидается, что при низком значении напряжения значение сопротивления будет больше или равно $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, измерение при испытательном напряжении 10 В можно пропустить.
- Испытания следует проводить на тех участках поверхности, которые наиболее подвержены износу или заметно загрязнены.

8.5 Устранение неполадок

8.5.1 Визуальная и механическая проверка

- Следует визуальным осмотром убедиться, что все оборудование в точках заземления и присоединения и заземляющие провода случайно не ослаблены, не сломаны или не отсоединены.

- Следует осмотреть поверхность и проверить степень ее загрязненности и изношенности, что может привести к повышению поверхностного сопротивления. В случае загрязнения следует очистить поверхность разрешенным чистящим средством. Перед повторным испытанием поверхность должна быть полностью сухая.

- Если измеренное значение сопротивления находится в допустимых пределах после очистки, должны быть пересмотрены и изменены соответствующим образом процедуры очистки. Рекомендуется периодическая очистка для поддержания надлежащей электрической функции всех антистатических поверхностей.

- Следует проверить соединение между разъемом коврика и самим ковриком.

- Следует проверить подключение заземляющего провода к разъему коврика.

- Следует проверить соединение между общей точки заземления и проводом заземления.

- Следует проверить соединение между линией заземления оборудования и общей точкой заземления.

8.5.2 Проверка электрических свойств

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкцией по эксплуатации производителя.

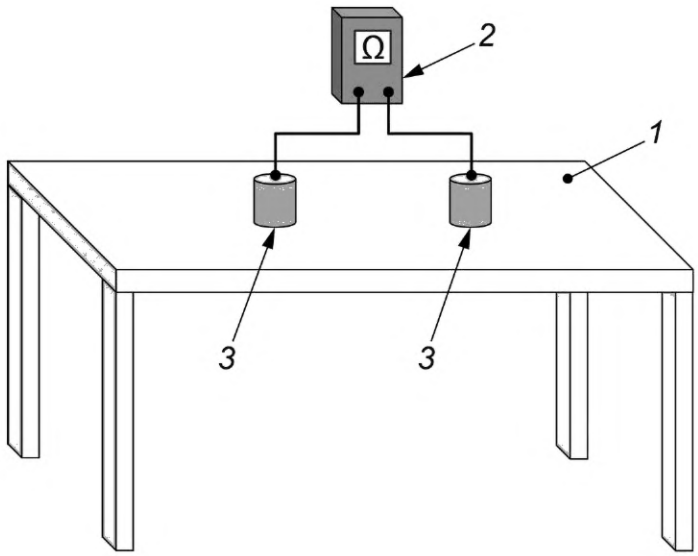
- Следует проверить контактную поверхность электрода для измерения сопротивления на наличие загрязнений. Загрязнения с поверхности удаляют, следуя рекомендациям производителя. Если для очистки электрода используются жидкости, электрод должен быть сухим перед повторным испытанием.

- Следует проверить сопротивление поверхности относительно точки заземления с помощью устройства для измерения сопротивления.

- Со временем механическая связь между точкой заземления и рабочей поверхностью может ослабнуть. Следует убедиться, что связь между точкой заземления и рабочей поверхностью не нарушена. С помощью устройства для измерения сопротивления или измерителя низкого сопротивления проверяют сопротивление точки заземления поверхности относительно общей точки заземления.

- Следует проверить сопротивление общей точки заземления относительно клеммы ЭСР-заземления с помощью измерителя низкого сопротивления.

- Следует убедиться, что материал поверхности не испортился. Для определения этого условия сопротивление между двумя точками на верхней части поверхности («от точки до точки») может быть выполнено с помощью устройства для измерения сопротивления и двух электродов для измерения сопротивления с испытательными проводами (см. рисунок 3).



1 — антистатическая рабочая поверхность; *2* — устройство для измерения сопротивления; *3* — электроды для измерения сопротивления

Рисунок 3 — Установка для измерения сопротивления «от точки до точки»

Неисправные элементы ЭСР-управления, которые нельзя привести в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

9 Система антистатического браслета

9.1 Основания для метода испытания

Данный метод проверки соответствия частично основан на IEC 61340-4-6 [4].

9.2 Цель

Цель данной проверки соответствия убедиться, что общее последовательное сопротивление всех элементов системы антистатического браслета, включая человека, который его использует, находится в пределах минимального и максимального сопротивления, разрешенного требованиями пользователя. Для системы непрерывного мониторинга браслетов следует руководствоваться приложением G.

9.3 Испытательное оборудование

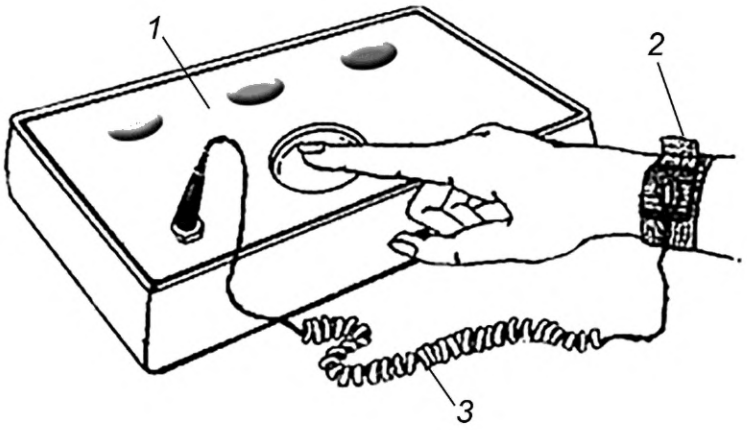
Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Специальное устройство контроля для системы браслетов или устройство для измерения сопротивления;
- ручной электрод;
- испытательный провод подходящей длины.

9.4 Метод испытаний

9.4.1 Испытание с помощью специального устройства контроля

- Браслет надевают на запястье человека, присоединяют к нему шнур заземления, а другой конец шнура заземления присоединяют к специальному устройству контроля.
- Касаются контактной площадки специального устройства контроля пальцем руки с надетым браслетом и активируют устройство контроля в соответствии с инструкциями производителя.
- Записывают измеренное значение сопротивления или индикацию «годен»/«не годен» (см. рисунок 4).



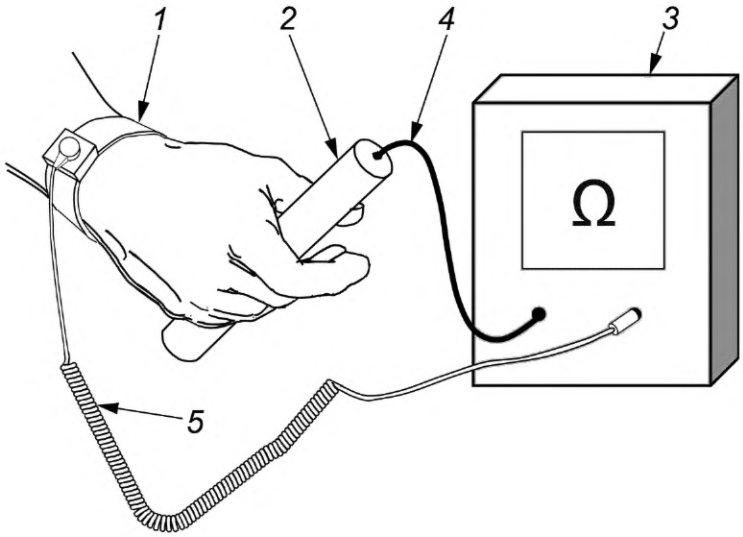
1 — специальное устройство контроля; *2* — браслет; *3* — шнур заземления

Рисунок 4 — Проверка браслета с использованием специального устройства контроля

9.4.2 Испытание с помощью устройства для измерения сопротивления

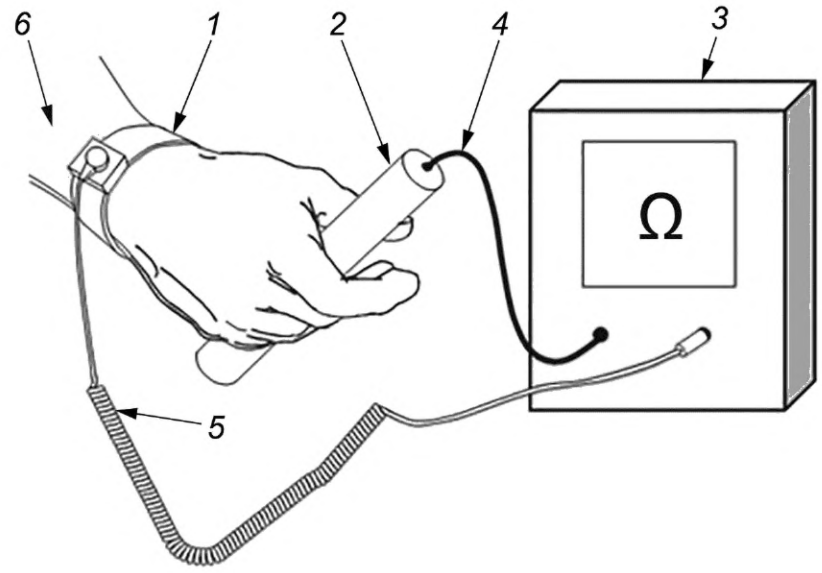
- Браслет с подключенным шнуром заземления надевают на запястье пользователя в соответствии с установленной процедурой. При необходимости следует отрегулировать браслет, чтобы обеспечить его плотное прилегание.
- Шнур заземления подключают к клемме устройства для измерения сопротивления.

- Один конец испытательного провода подключают к ручному электроду, а другой его конец — к устройству для измерения сопротивления.
- Ручной электрод держат в руке, на которой надет браслет (см. рисунок 5).
- Измеряют и записывают полученное значение сопротивления.
- При использовании тканевого браслета рекомендуется периодически проверять ткань. Это можно сделать, отделив пряжку от кожи, например, с помощью тонкого гибкого изолятора, пока браслет находится на запястье (см. рисунок 6), или сняв браслет с запястья и зажав ткань между большим и указательным пальцами (см. рисунок 7).



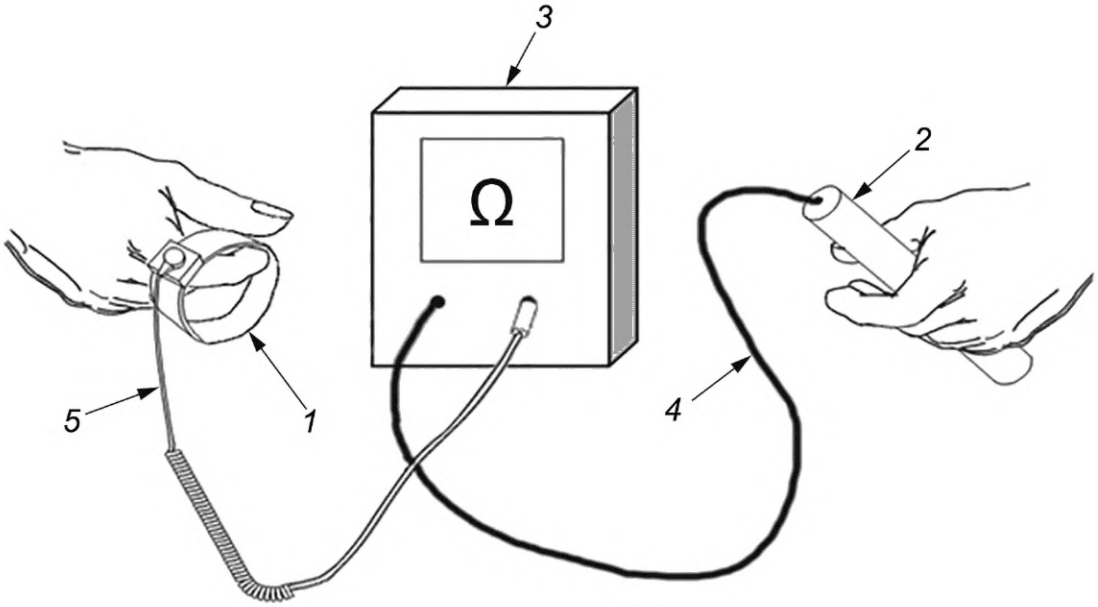
1 — браслет; *2* — ручной электрод; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — испытательный провод; *5* — шнур заземления

Рисунок 5 — Проверка браслета с использованием устройства для измерения сопротивления



1 — браслет; *2* — ручной электрод; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — испытательный провод; *5* — шнур заземления; *6* — тонкий, гибкий изолятор

Рисунок 6 — Проверка ремешка тканевого браслета с использованием устройства для измерения сопротивления



1 — браслет; *2* — ручной электрод; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — испытательный провод; *5* — шнур заземления

Рисунок 7 — Проверка сжатого ремешка тканевого браслета с использованием устройства для измерения сопротивления

9.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкцией по эксплуатации производителя.
- Следует осмотреть браслет, чтобы убедиться, что он имеет правильный размер и плотно прилегает к коже.
- Следует осмотреть браслет, чтобы убедиться, что он не загрязнен.
- Следует заменить браслет на новый и повторить испытание.
- Следует заменить шнур заземления на новый и повторить испытание.
- Если описанные выше действия неэффективны, значит кожа человека имеет высокое электрическое сопротивление. Изменения условий проведения испытаний могут повлиять на сопротивление между контактом браслета и кожей человека. Изменения условий проведения испытаний могут повлиять на сопротивление кожи человека. Некоторые браслеты могут задерживать влагу под браслетом и могут быть более эффективными для людей с сухой кожей. Использование лосьона или геля для кожи, совместимого с требованиями технологического процесса, может снизить сопротивление между контактом браслета и кожей человека. Если используются лосьоны и гели для кожи, может потребоваться более частое тестирование во время рабочей смены для обеспечения их постоянной эффективности.

Неисправные элементы ЭСР-управления, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

10 Система «человек-обувь»

10.1 Основания для метода испытания

Данный метод проверки соответствия основан на IEC 61340-5-1.

10.2 Цель

Целью данной проверки соответствия является контроль того, что сопротивление системы обуви (только для человека и обуви) находится в пределах минимального и максимального сопротивления, установленного в требованиях пользователя. Антистатическая обувь может быть представлена в виде ботинок, ботов, бахил или ремешков заземления.

10.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Специальное устройство контроля для систем «человек-обувь» или устройство для измерения сопротивления;
- электрод для испытаний обуви;
- ручной электрод;
- два испытательных провода подходящей длины.

10.4 Метод испытаний

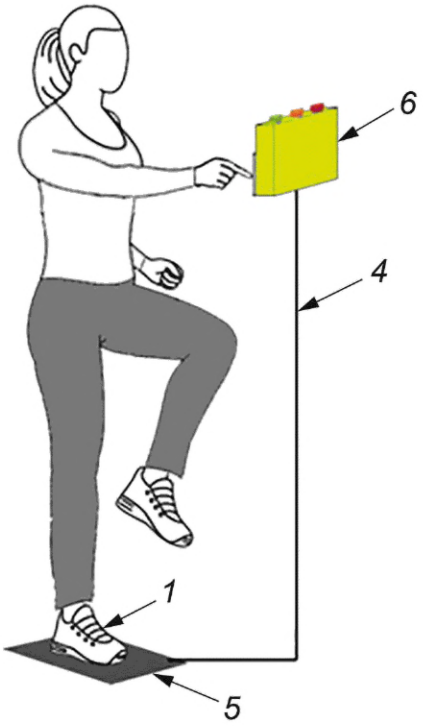
10.4.1 Испытание с помощью специального устройства контроля

- Антистатическую обувь надевают на ноги в соответствии с установленной процедурой пользователя.
- Помещают одну ногу на электрод для испытаний обуви специального устройства контроля, убедившись, что другая нога не соприкасается с электродом или рядом расположенным антистатическим напольным покрытием.
- Касаются контактной площадки специального устройства контроля и активируют его (см. рисунок 8 а)). Записывают измеренное значение сопротивления или показания индикации «годен»/«не годен».
- Повторяют для другой ноги.

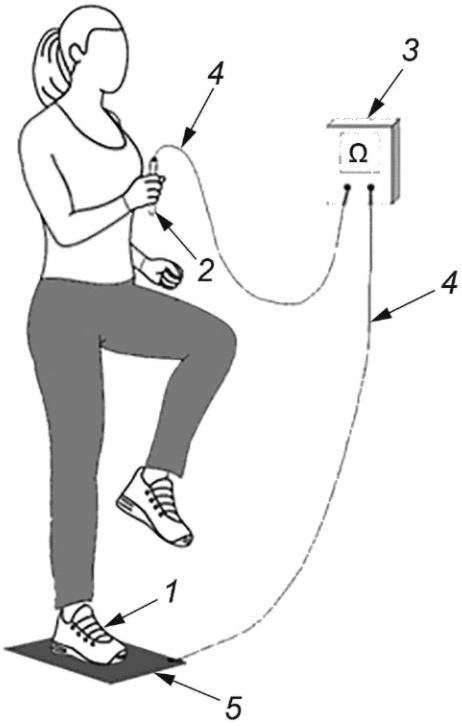
Примечание — Некоторые специальные устройства контроля, оснащенные двумя параллельными электродами для испытания обуви, могут выполнять это измерение для двух ног одновременно.

10.4.2 Испытание с помощью устройства для измерения сопротивления

- Антистатическую обувь надевают на ноги в соответствии с установленной процедурой пользователя.
- Подключают один конец первого испытательного провода к ручному электроду, а другой его конец — к устройству для измерения сопротивления.
- Подключают один конец второго испытательного провода к устройству для измерения сопротивления, а другой его конец — к электроду для испытания обуви.
- Держат ручной электрод обеими руками.
- Помещают одну ногу на электрод для испытаний обуви, следя за тем, чтобы другая нога не соприкасалась с электродом или рядом расположенным антистатическим напольным покрытием (см. рисунок 8 б)).
- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают в течение 15 с. Если полученное значение сопротивления меньше $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, записывают полученное значение сопротивления. Если значение сопротивления более или равно $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, переключают испытательное напряжение на 100 В и повторяют испытание. Повторяют испытание для другой ноги.
- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к отсчетам показаний менее $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом. Когда это происходит, используют значение, полученное при испытательном напряжении 100 В.



а) Испытания с использованием специального устройства контроля для проверки системы «сотрудник-обувь»



б) Испытания с использованием устройства для измерения сопротивления

1 — антистатическая обувь; *2* — ручной электрод; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — испытательный провод; *5* — электрод для испытания обуви; *6* — специальное устройство контроля для проверки системы «сотрудник-обувь»

Рисунок 8 — Испытания антистатической обуви

10.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями производителя по эксплуатации.
- Следует убедиться, что антистатическая обувь правильно надета.
- Следует убедиться, что подошва антистатической обуви не загрязнена или не повреждена, что может повысить сопротивление системы антистатической обуви. При необходимости антистатическую обувь очищают одобренным чистящим средством и дают обуви высохнуть перед повторным испытанием.
- Окружающая среда и сухость обуви могут повлиять на значение сопротивления между контактом обуви и кожей человека.
- Людям с сухой кожей часто требуется время, чтобы накопить достаточное количество влаги в обуви для обеспечения хорошего контакта. Использование лосьона или геля для кожи, совместимого с требованиями технологического процесса, может снизить контактное сопротивление кожи человека.
- При необходимости заменяют антистатическую обувь и повторяют процедуру.

Неисправные элементы ЭСР-управления, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

11 Напольное покрытие

11.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на IEC 61340-4-1 [5].

11.2 Цель

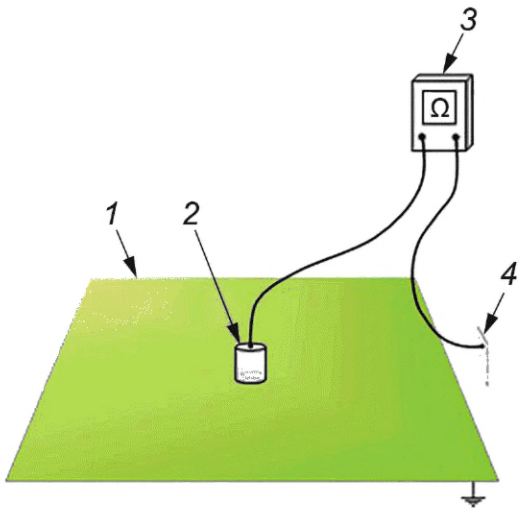
Целью данной проверки соответствия требованиям является контроль того, что сопротивление контролируемого антистатического покрытия относительно заземления находится в пределах диапазона значений сопротивления, установленного техническими требованиями пользователя.

Антистатическое напольное покрытие может быть постоянно установленным полом, полом с финишным антистатическим покрытием, внешним покрытием, плиткой, краской или напольным ковриком(ами).

11.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Устройство для измерения сопротивления;
- один электрод для измерения сопротивления;
- два испытательных провода подходящей длины.



1 — проверяемое антистатическое напольное покрытие; *2* — электрод для измерения сопротивления; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — ЭСР-заземление

Рисунок 9 — Испытание антистатического напольного покрытия

11.4 Метод испытаний

- Проверяемое антистатическое напольное покрытие не очищают перед проверкой.
- Подключают один конец первого испытательного провода к электроду, а другой его конец — к устройству для измерения сопротивления.
- Подключают один конец второго испытательного провода к устройству для измерения сопротивления, а другой его конец — к клемме ЭСР-заземления.
- Помещают электрод для измерения сопротивления на поверхность пола (см. рисунок 9).
- Подают испытательное напряжение 10 В, ждут стабилизации показаний или ожидают в течение 15 с. Если полученное значение сопротивления больше или равно $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, переключают испытательное напряжение на 100 В и повторяют измерение.
- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значений сопротивления менее $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом. Когда это происходит, используют значение, полученное при испытательном напряжении 100 В.

- Испытания должны проводиться на тех участках напольного покрытия, которые наиболее подвержены износу или являются заметно загрязненными.

11.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями производителя по эксплуатации.
- Оба испытательных провода должны быть изолированы от земли. Устройства для измерения сопротивления, питаемые от сети переменного тока, могут давать ошибочные результаты из-за неопределенности параметров заземления.
- Следует осмотреть напольное покрытие на наличие грязи или мусора. В случае необходимости, удаляют поверхностные загрязнения на испытуемом участке, следуя рекомендациям производителя. Если для чистки пола используются жидкости, напольное покрытие должно быть высушено перед повторным испытанием.
- Следует проверить электрод для измерения сопротивления на наличие загрязнений. Следует удалить поверхностные загрязнения, соблюдая рекомендации производителя. Если для чистки электрода используются жидкости, электрод следует высушить перед повторным использованием.
- Используя устройство для измерения сопротивления и два электрода для измерения сопротивления с испытательными проводами, следует выполнить проверку сопротивления «от точки до точки», чтобы убедиться, что материал пола совместим с техническими требованиями пользователя. Если результаты измерений выходят за пределы указанного диапазона, следует записать это как несоответствие и продолжить устранять неполадки. Кроме того, если очистка решит проблему, это все еще считается несоответствием, в этом случае должен быть пересмотрен или изменен регламент или процедура периодической очистки.
- При обнаружении несоответствия во время проверки напольных антистатических ковриков следует:
- проверить соединение зажима (кнопки) с самим ковриком;
- проверить соединение шнура заземления с зажимом (кнопкой) коврика;
- проверить подключение точки общего заземления к шнуру заземления;
- проверить подключение между линией заземления и общей точкой заземления.

Неисправные элементы ЭСР-управления, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

12 Система «человек-обувь-пол». Измерение сопротивления относительно заземления

12.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на следующих документах:
- IEC 61340-4-5 [6];
- IEC 61340-5-1.

12.2 Цель

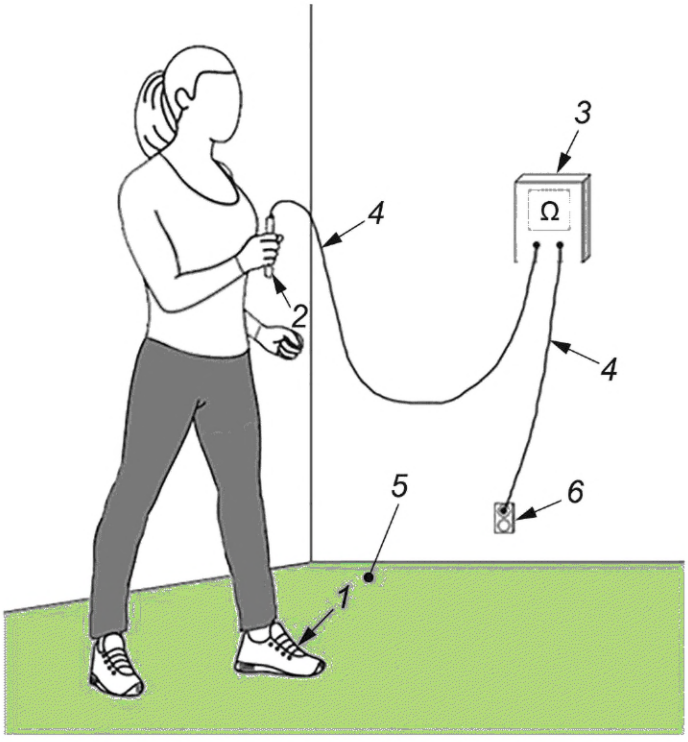
Целью данной проверки соответствия является контроль того, что сопротивление системы обуви («сотрудник-обувь-пол») относительно заземления находится в пределах минимального и максимального значений сопротивления, разрешенного техническими требованиями пользователя. Антистатическая обувь может быть представлена в виде ботинок, ботов, бахил или ремешков заземления. Антистатическое напольное покрытие может быть постоянно установленным полом, полом с финишным антистатическим покрытием, с внешним покрытием, плиткой, краской или напольным ковриком(ами).

12.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.
- Ручной электрод;
- устройство для измерения сопротивления;
- два испытательных провода подходящей длины.

12.4 Метод испытаний

- Проверяемое антистатическое напольное покрытие не очищают перед проверкой.
- Надевают антистатическую обувь на ноги в соответствии с процедурой пользователя.
- Подключают один испытательный провод устройства для измерения сопротивления к ЭСР-заземлению.
- Другой провод подключают к ручному электроду.
- Встают обеими ногами на испытываемое напольное покрытие, крепко держа ручной электрод двумя руками (см. рисунок 10).
- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают в течение 15 с. Если полученное значение сопротивления менее $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, записывают значение сопротивления. Если полученное значение сопротивления больше или равно $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, увеличивают испытательное напряжение до 100 В и повторяют испытание. Записывают значение сопротивления после стабилизации показаний или через 15 с.
- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значений сопротивления менее $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом. Когда это происходит, используется значение, полученное при испытательном напряжении 100 В.
- Повторяют измерения, контактируя только левой ногой с напольным покрытием, а правую ногу держа в воздухе примерно в 150 мм над напольным покрытием.
- Повторяют измерения, контактируя только правой ногой с напольным покрытием и левую ногу держа в воздухе примерно в 150 мм над напольным покрытием.



1 — антистатическая обувь; *2* — ручной электрод; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — испытательный провод; *5* — антистатическое напольное покрытие; *6* — ЭСР-заземление

Рисунок 10 — Проверка системы «сотрудник-обувь-пол»

Другие методы испытаний системы «сотрудник-обувь-пол» приведены в приложении D.

12.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями производителя по эксплуатации.
- Следует осмотреть напольное покрытие на наличие грязи или мусора. Следует удалить поверхностные загрязнения на испытуемом участке, следуя рекомендациям производителя. Если для чистки пола используются жидкости, напольное покрытие должно быть высушено перед повторным испытанием.
- Следует убедиться, что антистатическая обувь надета правильно.
- Следует убедиться, что подошва антистатической обуви не загрязнена или не повреждена, что может повысить сопротивление системы. При необходимости антистатическую обувь очищают одобренным чистящим средством и высушивают перед повторной проверкой.
- Изменения погоды и сухость обуви могут повлиять на сопротивление контакта с кожей человека. Людям с сухой кожей часто требуется время, чтобы накопить достаточное количество влаги в обуви для хорошего контакта. Использование лосьона или геля для кожи, совместимого с технологическими требованиями, может снизить сопротивление контакта с кожей человека.
- При необходимости антистатическую обувь заменяют и повторяют испытания.
- Если результаты измерений выходят за пределы указанного диапазона требуемых значений, это записывают как несоответствие и продолжают устранять неполадки. Кроме того, если очистка решит проблему, это все еще считается несоответствием, в этом случае должен быть пересмотрен или изменен регламент или процедура периодической очистки.

Неисправные элементы ЭСР-управления, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

13 Стулья

13.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на IEC 61340-2-3.

13.2 Цель

Целью данной проверки соответствия является контроль того, что сопротивление испытуемого стула относительно заземления находится в пределах диапазона сопротивления, разрешенного техническими требованиями пользователя.

13.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

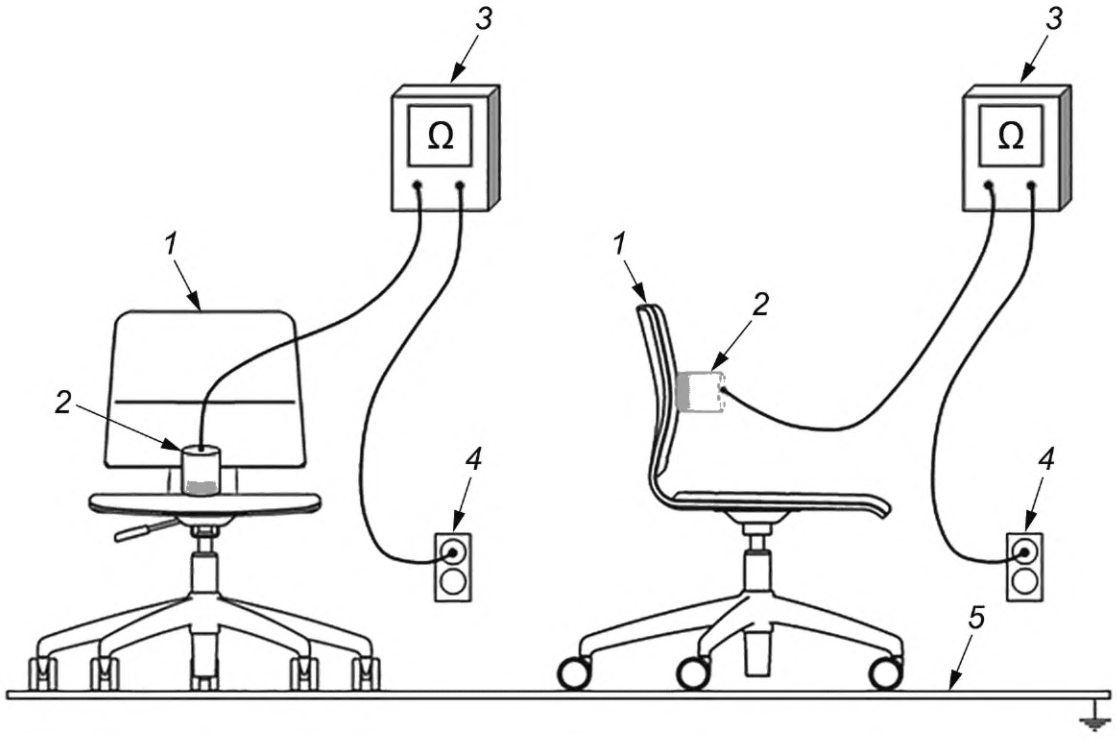
- Один электрод для измерения сопротивления;
- устройство для измерения сопротивления;
- два тестовых провода подходящей длины.

13.4 Метод испытаний

- Испытуемый стул помещают на установленное антистатическое напольное покрытие. Непосредственно перед проверкой пол или антистатический стул не очищают.
- Подключают один конец первого испытательного провода к электроду для измерения сопротивления, а другой его конец — к устройству для измерения сопротивления.
- Подключают один конец второго испытательного провода к устройству для измерения сопротивления, а другой его конец — к клемме ЭСР-заземления.
- Помещают или удерживают электрод для измерения сопротивления в центре посадочного места стула (или на любые изношенные участки) (см. рисунок 11).
- При удерживании электрода для измерения сопротивления, следует убедиться, что не создается параллельная цепь сопротивления, которая может уменьшить значение измеряемого сопротивления. Электрод для измерения сопротивления должен быть изолирован от оператора. Этого можно добиться с помощью использования изолирующего корпуса поверх электрода или с помощью использования оператором изолирующей перчатки или аналогичного предмета. Сопротивление через изолирующий

корпус, перчатку или предмет должно быть не менее чем в десять раз выше указанного максимального предельного сопротивления относительно заземления.

- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают в течение 15 с. Если полученное значение сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом, записывают полученное значение сопротивления. Если значение сопротивления более или равно $1,0 \cdot 10^6$ Ом, переключают испытательное напряжение на 100 В и повторяют испытание. Записывают полученное значение сопротивления после стабилизации показаний или через 15 с.
- Переключение испытательного напряжения до 100 В может привести к получению значений сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом. В таком случае следует использовать значение, полученное при испытательном напряжении 100 В.
- При необходимости можно проверить следующие области стула с помощью контактных совместимых электродов, соответствующих конструкции сиденья:
  - центр спинки сиденья;
  - кольцо для ног (если таковое имеется);
  - подлокотники (если таковые имеются).
- Если задняя часть спинки стула имеет сопротивление относительно заземления выше требований, установленных пользователем, поверхность должна проверяться как необходимый для процесса диэлектрик (см. раздел 19).
- Испытания должны включать те области антистатического стула, которые наиболее подвержены износу или заметно загрязнены.



1 — антистатический стул; *2* — электрод для измерения сопротивления; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — ЭСР-заземление; *5* — антистатическое напольное покрытие

Рисунок 11 — Проверка антистатического стула

13.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями по эксплуатации производителя.

- Следует проверить электрод для измерения сопротивления на наличие загрязнений. Следует удалить поверхностные загрязнения, соблюдая рекомендации производителя. Если для очистки электрода используются жидкости, электрод должен быть высушен перед повторным испытанием.
- Следует проверить сопротивление поверхности антистатического напольного покрытия относительно ЭСР-заземления. Если значение сопротивления высокое, пол очищают одобренным чистящим средством. Перед повторным испытанием пол высушивают. Если пол соответствует требованиям после чистки, испытание стула проводят повторно. Если пол не соответствует требованиям, следуют рекомендациям 11.5 «Устранение неполадок» в разделе «Напольное покрытие».
- Следует очистить точку заземления стула (т. е. колеса, ролики, тормозную цепь) одобренным чистящим средством и дать высохнуть перед повторным испытанием.
- Следует убедиться, что сопротивление «от точки до точки», измеренное с помощью двух электродов для измерения сопротивления, или сопротивление между корпусом и другими частями стула соответствуют техническим требованиям пользователя.
- Следует проверить электрические характеристики заземляемых точек:
  - помещают одну заземляемую точку стула (т.е. колесо, ролики, тормозная цепь) на проводящий металлический электрод и помещают электрод для измерения сопротивления в центр посадочного места стула;
  - измеряют сопротивление от электрода для измерения сопротивления до металлического электрода;
  - повторяют это испытание для всех точек заземления (т. е. колес, роликов, тормозной цепи).
- Следует пропылесосить или очистить материалы сидений чистящими средствами, одобренными производителем (материалы сидений должны высохнуть, если используются жидкости), и повторить испытание.

Если очистка любого из испытуемых компонентов, пола, точек заземления или ткани приводит к соответствию стула техническим требованием, в этом случае должен быть пересмотрен или изменен регламент или процедура периодической очистки.

Неисправные элементы ЭСР-управления, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

14 Ионизаторы воздуха

14.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на IEC 61340-4-7.

14.2 Цель

Целью данного метода проверки соответствия является контроль того, что время разряжения и напряжение смещения (ионный баланс) ионизаторов воздуха соответствуют техническим требованиям пользователя.

Алгоритм проведения испытаний в данном методе периодической проверки является общим для следующих типов ионизации: комнатная ионизация, ионизация с ламинарным потоком воздуха, ионизация рабочих поверхностей с помощью автоматизированного оборудования (настольного и направленного сверху), а также ионизация с использованием сжатого газа (ионизаторы пистолетного или соплового типов).

14.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.
- Контрольное устройство с заряженной пластиной или портативный КУЗП-набор;
- таймер для измерения времени разряжения с портативного КУЗП-комплекта.

14.4 Метод испытаний

14.4.1 Предварительная подготовка к проведению испытаний

- Измерения следует проводить в том месте, где обрабатываются чувствительные к электростатическому разряду компоненты.
- Следует убедиться, что при отсутствии ионизации КУЗП, заряженное до требуемого напряжения, не разряжается более чем на 10 % от испытательного напряжения в течение 5 минут. Нагреватели

ионизаторов воздуха и воздушные фильтры (если таковые имеются) должны находиться в нормальных условиях во время испытаний.

14.4.2 Испытание на время разряжения

- Включают испытательное оборудование и дают ему стабилизироваться в соответствии с рекомендациями производителя.
- На короткое время заземляют КУЗП и устанавливают (или проверяют) нулевое напряжение.
- После отсоединения КУЗП от заземления, его не обнуляют в присутствии ионного поля.
- КУЗП помещают в место проведения испытаний.
- Заряжают пластину КУЗП до удобного значения напряжения, превышающего начальное испытательное напряжение, для каждой полярности (например, +1200 В или –1200 В).
- Когда напряжение на испытательной пластине снизилось до начального испытательного напряжения (обычно ±1000 В), начинают измерение времени разряжения, и когда напряжение на КУЗП снизилось до конечного испытательного напряжения (обычно ±100 В) измерения прекращают.
- Повторяют описанную выше последовательность для противоположной полярности. Записывают время разряжения в секундах для каждой полярности.

14.4.3 Испытание на напряжение смещения (ионный баланс)

- Включают испытательное оборудование и дают ему стабилизироваться в соответствии с рекомендациями производителя.
- КУЗП на короткое время заземляют и устанавливают нулевое напряжение.
- После отсоединения КУЗП от заземления, его не следует обнулять в присутствии ионного поля.
- Помещают КУЗП передней стороной к воздушному потоку ионизатора воздуха.
- Записывают значение напряжения смещения (ионный баланс) после стабилизации показаний.

14.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями производителя по эксплуатации.
- Следует убедиться, что испытательное оборудование правильно заземлено.
- Следует убедиться, что в этой области проведения испытаний нет крупных проводников, которые могли бы вызвать притяжение ионов к их поверхности.
- Когда время разряжения выходит за пределы указанного пользователем предела, возможно увеличить скорость потока воздуха.
- Следует убедиться, что предметы в рабочей зоне не блокируют поток воздуха и что другие источники воздушного потока не оказывают влияния в области проведения испытаний.
- Следует проверить правильность работы вентиляторов.
- Следует проверить воздушные фильтры на предмет засорения пылью и грязью. При необходимости воздушный фильтр следует очистить или заменить.
- После отключения электропитания следует проверить точки излучателя (они должны быть чистыми, не погнутыми и не сломанными). При необходимости их очищают или заменяют, следуя инструкциям производителя, и высушивают перед испытанием.
- Следует проверить заземление электрооборудования на целостность заземления.
- Если возможно, напряжение смещения (ионный баланс) ионизатора следует отрегулировать в соответствии с инструкциями производителя.
- Если возможно, следует проверить источники альфа-излучения на срок службы. При необходимости их заменяют, следуя инструкциям производителя.
- Если возможно, следует проверить корпус источника альфа-излучения, чтобы убедиться, что он правильно заземлен в соответствии с инструкциями производителя.

Если очистка или замена любого из компонентов испытания, фильтров или точки излучателя приводят ионизатор в соответствие требованиям, следует указать на несоответствие и рассмотреть вопрос об изменении периодической очистки.

Непригодные антистатическое оборудование и материалы, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

15 Транспортировочное оборудование

15.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на следующих документах:
- IEC TR 61340-5-2 [2];
- ANSI/ESD S6.1 [3];
- ANSI/ESD ADV 53.1 [7];
- IEC 61340-2-3.

15.2 Цель

Целью данной проверки соответствия является контроль сопротивления системы заземления подвижных средств (таких как подкатной стол или тележка) (заземление транспортировочного оборудования через заземленный пол) в пределах минимального и максимального сопротивления, разрешенного техническими требованиями пользователя.

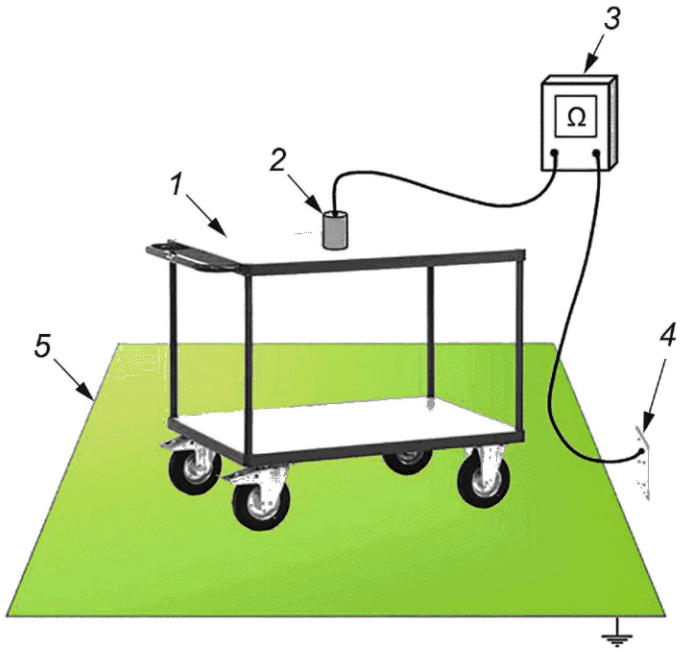
Все возможные рабочие поверхности транспортировочного оборудования, заземленные с помощью заземляющего провода, должны быть проверены в соответствии с разделом 8.

15.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.
- Устройство для измерения сопротивления;
- электрод для измерения сопротивления;
- два испытательных провода подходящей длины.

15.4 Метод испытаний

- Подвижное оборудование помещают на заземленное антистатическое напольное покрытие.
- Непосредственно перед проверкой антистатическое напольное покрытие не очищают.
- Все чувствительные к электростатическому разряду компоненты и устройства с транспортировочного средства следует удалить из зоны испытаний.
- Подключают один конец первого испытательного провода к электроду для измерения сопротивления, а другой его конец — к устройству для измерения сопротивления.
- Подключают один конец второго испытательного провода также к устройству для измерения сопротивления, а другой его конец — к ЭСР-заземлению.
- Помещают электрод для измерения сопротивления в центр верхней части поверхности транспортировочного оборудования (см. рисунок 12).
- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают в течение 15 с. Если полученное значение сопротивления менее $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, записывают полученное значение сопротивления. Если полученное значение сопротивления более или равно $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, переключают испытательное напряжение на 100 В и повторяют испытание. Записывают полученное значение сопротивления после стабилизации показаний или через 15 с.
- Переключение испытательного напряжения до 100 В может привести к получению значений сопротивления менее $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом. В таком случае, следует использовать значение, полученное при испытательном напряжении 100 В.
- Повторяют испытание для всех рабочих поверхностей транспортировочного оборудования.
- Испытания должны включать те зоны транспортировочного оборудования, которые подвержены износу или заметно загрязнены.



1 — антистатическое транспортировочное оборудование; *2* — электрод для измерения сопротивления; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — ЭСР-заземление; *5* — антистатическое напольное покрытие

Рисунок 12 — Проверка антистатического транспортировочного оборудования

15.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями производителя по эксплуатации.
- Следует убедиться, что сопротивление напольного покрытия относительно заземления соответствует требованиям пользователя.
- Следует убедиться, что составные части тележки не изолированы электрически.
- Визуально проверяют, чтобы заземляемая точка (точки) (такие как тяговая цепь, кабели, ролики, колеса), используемая для заземления транспортировочного оборудования, не была загрязнена и надежно прикреплялась (при необходимости их очищают соответствующим образом).
- Следует проверить заземляющие соединения рабочих поверхностей транспортировочного оборудования.
- Следует проверить точки заземления на транспортировочном оборудовании, чтобы убедиться, что они не загрязнены или не изношены, это может увеличить сопротивление системы заземления транспортировочного оборудования. В случае загрязнения точку (точки) заземления на транспортировочном оборудовании очищают с помощью одобренного чистящего средства и повторяют испытание.
- Следует проверить электрические характеристики точки (точек) заземления:
  - помещают одну точку заземления (т. е. колеса, ролики, тормозную цепь) на проводящий металлический электрод и в центр верхней части рабочей поверхности транспортировочного оборудования помещают электрод для измерения сопротивления;
  - измеряют сопротивление от электрода для измерения сопротивления до металлического электрода;
  - повторяют проверку для всех остальных точек заземления.
- Следует проверить электрод для измерения сопротивления на наличие загрязнений и удалить загрязнения с поверхности, при наличии, следуя рекомендациям производителя. Если для очистки электрода используются жидкости, электрод высушивают перед повторным испытанием.
- Следует повторить измерение сопротивление от электрода для измерения сопротивления до металлического электрода.

- Известно, что тяговые цепи или кабели ненадежны для заземления транспортировочного оборудования (см. [2]). При проведении измерений на транспортировочном оборудовании может возникнуть ситуация, когда первоначальный результат выходит за допустимые пределы, но последующий результат после незначительного перемещения оборудования находится в допустимых пределах. В этом случае рекомендуется провести дополнительные измерения, чтобы определить, можно ли рассматривать измерение за пределами допустимых значений как выброс.

Если очистка любой из испытываемых частей, пола, точек заземления, рабочих поверхностей транспортировочного оборудования приводит к получению соответствующего установленного для него значения сопротивления, следует отметить несоответствие и рассмотреть или изменить периодическую очистку.

Непригодные антистатическое оборудование и материалы, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

16 Система заземляемой антистатической одежды

16.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на следующих документах:
- IEC 61340-4-6 [4];
- IEC 61340-4-9 [8].

16.2 Цель

Целью данной проверки соответствия является контроль того, что общее последовательное сопротивление всех элементов (включая заземляющий шнур) в системе заземляемой антистатической одежды находится в пределах минимального и максимального сопротивления, разрешенного техническими требованиями пользователя.

Система заземляемой антистатической одежды представляет собой заземляемую антистатическую одежду, которая устанавливает электрическое соединение между человеком, использующим одежду, и точкой заземления на одежде.

Система заземляемой антистатической одежды, обеспечивающая заземление человека, не только подавляет электрическое поле от персональной одежды, надетой под антистатической одеждой, и рассеивает трибоэлектрический генерируемый поверхностный заряд, но также связывает кожу пользователя с установленным контуром заземления. Система заземляемой антистатической одежды может использоваться в сочетании с системой непрерывного или постоянного мониторинга, аналогичной тем, которые используются для непрерывного мониторинга браслетов на участке, защищенном от электростатического разряда (УЗЭ).

Антистатическая одежда может состоять из рубашек, комбинезонов, используемых в чистых помещениях, лабораторных халатов, курток и рабочих халатов.

16.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Устройство для измерения сопротивления или специальное устройство контроля для браслетных систем.

Примечание — Для некоторых устройств контроля требуется вручную выбирать диапазон сопротивлений для контроля сопротивления браслетной системы;

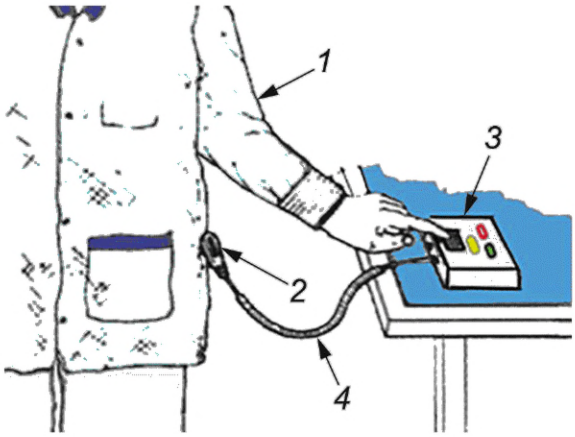
- ручной электрод;
- два испытательных провода подходящей длины.

16.4 Метод испытаний

16.4.1 Испытание с помощью специального устройства контроля

- Одежду надевают и правильно застегивают в соответствии инструкцией. Необходимо удостовериться, что манжеты одежды плотно прилегают к коже. Если используются регулируемые манжеты, следует их отрегулировать, чтобы обеспечить плотную посадку. Провод заземления подключают к точке присоединения провода заземления на одежде.

- Если необходимо, переключают режим специального устройства контроля сопротивления системы браслетов или обуви на режим измерения сопротивления системы браслета.
- Свободный конец провода заземления подключают к специальному устройству контроля.
- Нажимают и удерживают металлическую контактную площадку или испытательную пластину на устройстве любой рукой до тех пор, пока не появится индикация «годен»/«не годен» (см. рисунок 13).

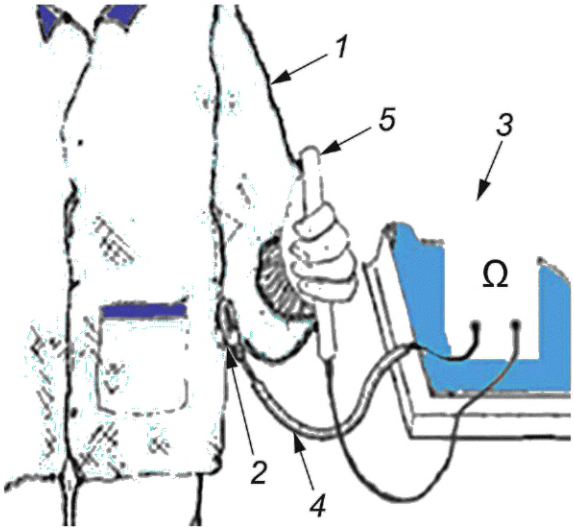


1 — система заземляемой антистатической одежды; *2* — точка заземления одежды; *3* — специальное устройство контроля сопротивления; *4* — провод заземления

Рисунок 13 — Проверка системы заземляемой антистатической одежды в комбинации с человеком при использовании специального устройства контроля

16.4.2 Испытание с помощью устройства для измерения сопротивления

- Одежду надевают и правильно застегивают в соответствии с правилами использования. Необходимо убедиться, что манжеты одежды плотно прилегают к коже. Если используются регулируемые манжеты, их следует отрегулировать, чтобы обеспечить плотное прилегание.
- Подключают провод заземления к точке заземления предмета одежды.
- Подключают провод заземления к устройству для измерения сопротивления.
- Подсоединяют один конец испытательного провода к ручному электроду, а другой — к устройству для измерения сопротивления.
- Ручной электрод держат в любой руке (см. рисунок 14).
- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают 15 с. Если полученное значение сопротивления менее $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, записывают полученное значение сопротивления. Если значение сопротивления больше или равно $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, переключают испытательное напряжение на 100 В и повторяют испытание.
- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значений сопротивления менее $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом. Когда это происходит, используют значение, полученное при испытательном напряжении 100 В.



1 — система заземляемой антистатической одежды; *2* — точка заземления одежды; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — провод заземления; *5* — ручной электрод

Рисунок 14 — Проверка системы заземляемой антистатической одежды в комбинации с человеком при использовании устройства для измерения сопротивления

16.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями производителя по эксплуатации.
- Необходимо осмотреть манжету одежды, чтобы убедиться, что она имеет правильный размер и отрегулирована так, чтобы плотно прилегать к коже без мешающей одежды или других предметов.
- Следует осмотреть одежду и область манжеты, чтобы убедиться, что она не испачкана и не порвана.
- Если описанные выше действия неэффективны, значит кожа человека может иметь высокое электрическое сопротивление. Изменения условий проведения испытаний могут повлиять на сопротивление контакта с кожей человека. Использование лосьона или геля для кожи, совместимого с требованиями технологического процесса, может снизить контактное сопротивление кожи человека в области манжеты. Если используются лосьоны и гели для кожи, может потребоваться более частая проверка во время рабочей смены для обеспечения их постоянной эффективности.
- Следует осмотреть швы между полотнами одежды, чтобы убедиться, что они не загрязнены или не порваны.
- Следует заменить провод заземления новым проводом заземления и повторить проверку.
- Следует заменить предмет одежды новым предметом одежды и повторить проверку.

Непригодные антистатическое оборудование и материалы, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

17 Антистатическая одежда и заземляемая антистатическая одежда

17.1 Метод испытаний «от точки до точки»

17.1.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на IEC 61340-4-9 [8].

17.1.2 Цель

Целью данной проверки соответствия является контроль того, что сопротивление одежды от рукава до рукава (или от манжеты до манжеты) находится в пределах минимального и максимального сопротивлений, установленных техническими требованиями пользователя.

Антистатическая одежда может состоять из рубашек, комбинезонов, используемых в чистых помещениях, лабораторных халатов, курток и рабочих халатов.

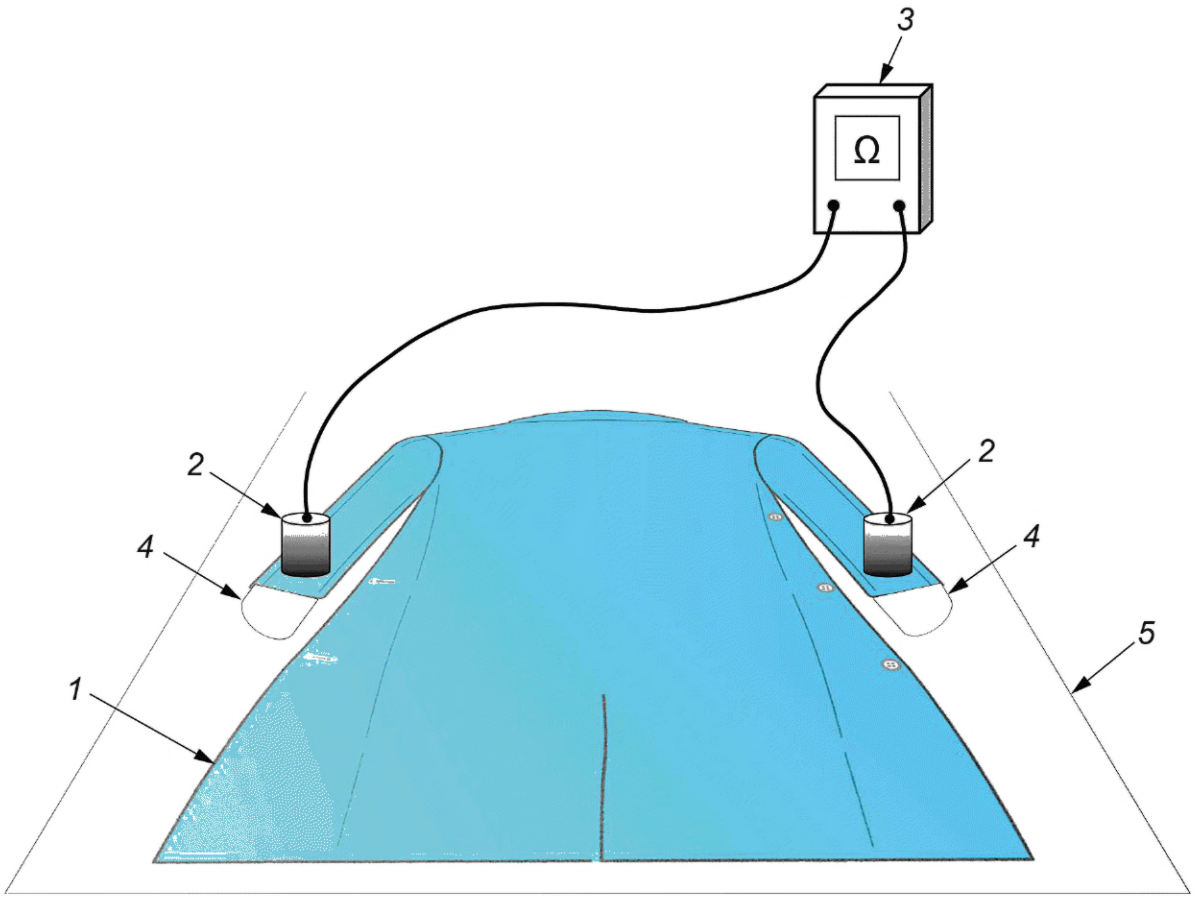
17.1.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Устройство для измерения сопротивления;
- два электрода для измерения сопротивления;
- два испытательных провода подходящей длины;
- две изолирующие вставки в рукавах (достаточно большие для одежды).

17.1.4 Метод испытаний

- Подключают два электрода для измерения сопротивления к испытательным проводам, а испытательные провода подключают к устройству для измерения сопротивления.
- Расправленную одежду следует как можно ровнее положить на изолирующую опорную поверхность. Важно расправить предмет одежды, чтобы избежать каких-либо контактов между цельными частями, которые не соприкасаются при использовании предмета одежды.
- Вставляют изолирующие вставки в конец каждого рукава (см. рисунок 15).
- Электроды для измерения сопротивления устанавливают на каждом рукаве (или каждой манжете) предмета одежды. Необходимо убедиться, что рукава отделены от нательных частей предмета одежды (см. рисунок 15).



1 — антистатическая одежда или заземляемая антистатическая одежда; *2* — электрод для измерения сопротивления; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — изолирующие вставки на рукавах; *5* — изолирующая опорная поверхность

Рисунок 15 — Испытания одежды методом «от точки до точки»

- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают 15 с. Если полученное значение сопротивления меньше $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, записывают полученное значение сопротивления. Если указанное сопротивление больше или равно $1{,}0 \cdot 10^6$ Ом, переключают испытатель-

ное напряжение на 100 В и повторяют испытание. Записывают значение сопротивления после стабилизации показаний или через 15 с.

- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значений сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом. В данном случае используют значение, полученное при испытательном напряжении 100 В.

17.1.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями производителя по эксплуатации.
- Следует проверить электроды для измерения сопротивления на наличие загрязнений и удалить загрязнения с поверхности, следуя рекомендациям производителя. Если для очистки электродов используются жидкости, электроды высушивают перед повторным испытанием.
- Следует осмотреть элементы одежды (например, швы между панелями), чтобы убедиться, что они не испачканы или не порваны.
- Следует изучить процесс стирки:
  - высокие температуры при стирке, сушке или глажке могут повредить углеродные волокна в одежде;
  - кондиционеры для ткани, используемые в процессе стирки, могут остаться на волокнах;
  - хлорный отбеливатель может повредить проводящие волокна (особенно волокна на основе серебра);
  - для некоторых предметов одежды, как правило, взятых в аренду, может потребоваться повторное нанесение антистатического покрытия после стирки, либо при окончательном полоскании, либо в качестве отдельного процесса.

Непригодные антистатическое оборудование и материалы, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены непригодными для применения.

17.2 Метод испытаний с подвешиванием

17.2.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на IEC 61340-4-9 [8].

17.2.2 Цель

Целью данной проверки соответствия является контроль того, что сопротивление одежды от рукава до рукава (или от манжеты до манжеты) находится в пределах минимального и максимального значений сопротивления, установленных техническими требованиями пользователя.

Антистатическая одежда может состоять из рубашек, комбинезонов, используемых в чистых помещениях, лабораторных халатов, курток и рабочих халатов.

17.2.3 Испытательное оборудование

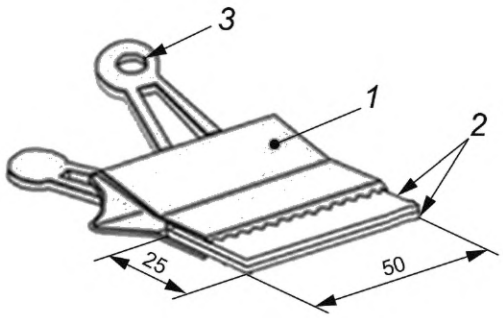
Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Устройство для измерения сопротивления;
- изолирующая вешалка (отвечающая электрическим требованиям к изоляционной опорной поверхности);
- два зажима-электрода (см. рисунок 16);
- два испытательных провода подходящей длины.

17.2.4 Метод испытаний

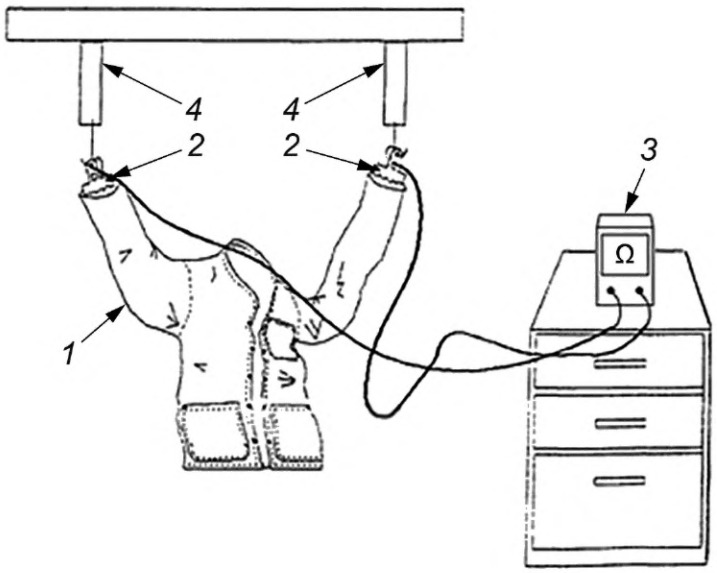
- Чтобы подвесить каждый рукав испытуемой одежды используют изолирующую вешалку с электрически изолированными зажимами-электродами.
- Зажимы-электроды прикрепляют следующим образом:
- для одежды, оснащенной манжетами, прикрепляют к манжетам;
  - для одежды, не оснащенной манжетами, прикрепляют к рукавам.
- Для проведения измерений нужно подключить зажимы-электроды через испытательные провода к устройству для измерения сопротивления (см. рисунок 17).
- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний, или ожидают 15 с. Если полученное значение сопротивления меньше $1,0 \cdot 10^6$ Ом, записывают полученное значение сопротивления. Если указанное сопротивление больше или равно $1,0 \cdot 10^6$ Ом, испытательное напряжение измерителя переключают на 100 В и повторяют испытание. После стабилизации показаний или через 15 с записывают значение сопротивления.

- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значений сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом. В данном случае используют значение, полученное при приложении испытательного напряжения 100 В.



1 — зажим токопроводящий; *2* — электроды, например, из нержавеющей стали; *3* — гнездо для испытательного провода

Рисунок 16 — Электрод для испытаний подвешенной антистатической одежды



1 — антистатическая одежда или заземляемая антистатическая одежда; *2* — зажимы-электроды; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — изолирующие вешалки

Рисунок 17 — Измерение сопротивления при подвешивании на зажимах

17.2.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями производителя по эксплуатации.
- Следует проверить электроды на наличие загрязнений. При необходимости, загрязнения удаляют с поверхности, следуя рекомендациям производителя. Если для очистки электродов используются жидкости, электроды высушивают перед повторным испытанием.
- Следует осмотреть элементы одежды (например, швы между панелями), чтобы убедиться, что они не испачканы или не порваны.
- Следует изучить процесс стирки:
  - высокие температуры при стирке, сушке или глажке могут повредить углеродные волокна в одежде;

- кондиционеры для ткани, используемые в процессе стирки, могут остаться на волокнах;
- хлорный отбеливатель может повредить проводящие волокна (особенно волокна на основе серебра);
- для некоторых предметов одежды, как правило, взятых в аренду, может потребоваться повторное нанесение антистатического покрытия после стирки, либо при окончательном полоскании, либо в качестве отдельного процесса.

Непригодные антистатическое оборудование и материалы, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

Другие методы испытаний одежды приведены в приложении С.

18 Упаковка

18.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на следующих документах:
- IEC 61340-1 [1];
- IEC 61340-2-3;
- IEC 61340-5-3 [9].

18.2 Цель

Целью данной проверки соответствия является контроль поверхностного или объемного сопротивления антистатической упаковки, используемой в производственном процессе. Антистатическая упаковка может состоять из ячеечных упаковок, пакетов, мешков, коробок и ящиков для хранения, лотков, трубок, лент и катушек, термоусадочной пленки и любых других материалов, используемых для облегчения обращения с компонентами в процессе производства.

Хорошо продуманная программа проверок соответствия включает требования к антистатической упаковке, поскольку антистатические свойства многих типов упаковки могут ухудшаться со временем и при использовании. Приведенные методы испытаний не могут быть использованы для оценки эффективности экранирования или проникновения энергии.

Если упаковка используется в качестве рабочей поверхности, то к ней должны применяться требования, установленные для рабочих поверхностей.

18.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.
- Устройство для измерения сопротивления;
- изолирующая опорная поверхность;
- один или несколько из следующих электродов:
  - концентрический кольцевой электрод;
  - два электрода с установленным поверхностным сопротивлением (КПСЭ) или другие электроды, указанные пользователем;
  - двухточечный датчик;
  - два электрода для измерения сопротивления;
- проводящий металлический электрод, площадь которого должна быть немного больше, чем испытываемая упаковка.

Электроды и устройство для измерения сопротивления могут быть объединены в один прибор (комплект).

18.4 Метод испытаний

18.4.1 Поверхностное сопротивление с использованием комплектного прибора

- Упаковку помещают на изолирующую опорную поверхность, чтобы обеспечить соответствие результатов данным о результатах квалификационных или приемочных испытаний. Измерения на рассеивающих или проводящих поверхностях будут искажать результаты измерений и могут привести к ошибочным результатам.

- При испытании образца на изолирующей опорной поверхности внутри активного УЗЭ необходимо соблюдать осторожность. Все ЧЭСР-компоненты следует переместить на расстояние более 30 см от зоны проведения испытаний.

- Испытательные электроды комплектного прибора помещают вблизи центра упаковки (или на изношенных участках).

- Подают испытательное напряжение и наблюдают за показаниями, или, если испытательное напряжение может быть выбрано равным 10 В или 100 В, сначала подают напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или 15 с. Если показания превышают $1,0 \cdot 10^6$ Ом, переключают измеритель на 100 В и повторяют испытание. После стабилизации показаний или через 15 с записывают полученное значение сопротивления.

- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значений сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом. В данном случае используют значение, полученное при приложении испытательного напряжения 100 В.

- Поверхностное сопротивление визуально идентичной упаковки может варьироваться на много порядков. Чтобы избежать возможного повреждения измерительных приборов или образцов, измерения всегда следует проводить сначала при испытательном напряжении, установленном на 10 В.

- При испытании пакетов поверхностное сопротивление проверяется как для внутренней, так и для внешней стороны.

18.4.2 Поверхностное сопротивление с использованием концентрического кольцевого электрода или двух стержневых электродов

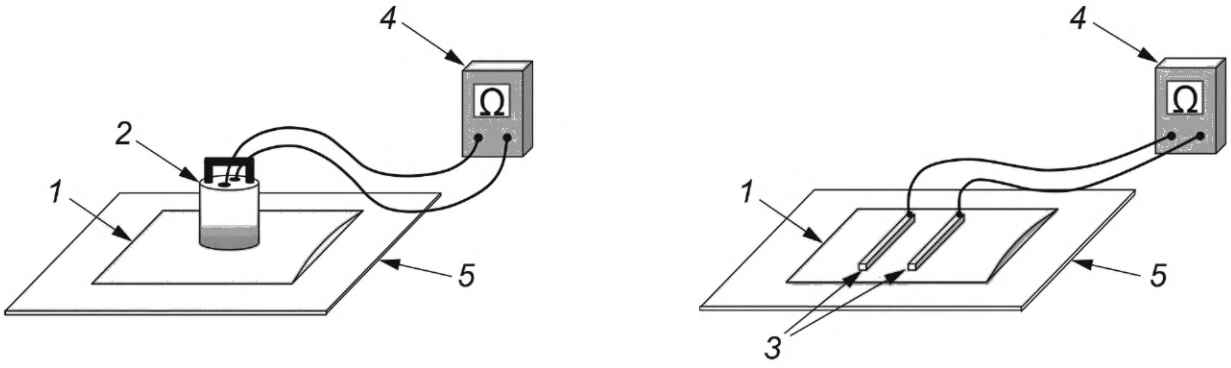
- Упаковку помещают на изолирующую опорную поверхность. Измерения на рассеивающих или проводящих поверхностях будут иметь тенденцию искажать результаты измерений и могут привести к ошибочным результатам.

- Концентрический кольцевой электрод или два стержневых электрода помещают рядом с центром упаковки (или на изношенных участках) (см. рисунок 18).

- Подключают прибор для измерения сопротивления к электродам.

- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают 15 с. Если полученное значение сопротивления меньше $1,0 \cdot 10^6$ Ом, записывают полученное значение сопротивления. Если полученное значение более или равно $1,0 \cdot 10^6$ Ом, переключают испытательное напряжение измерителя на 100 В и повторяют испытание. Записывают значение сопротивления после стабилизации показаний или через 15 с.

- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значений сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом. В данном случае используют значение, полученное при приложении испытательного напряжения 100 В.



а) Испытания с использованием концентрического кольцевого электрода

б) Испытания с использованием стержневых поверхностных электродов для измерения сопротивления

1 — антистатическая упаковка; *2* — концентрический кольцевой электрод; *3* — стержневые поверхностные электроды; *4* — устройство для измерения сопротивления; *5* — изолирующая опорная поверхность

Рисунок 18 — Схема расположения оборудования при использовании концентрического кольцевого электрода или двух стержневых поверхностных электродов

18.4.3 Поверхностное сопротивление с использованием концентрического кольцевого электрода или двух стержневых электродов

- Упаковку помещают на изолирующую опорную поверхность. Измерения на рассеивающих или проводящих поверхностях будут иметь тенденцию искажать результаты измерений и могут привести к ошибочным результатам.

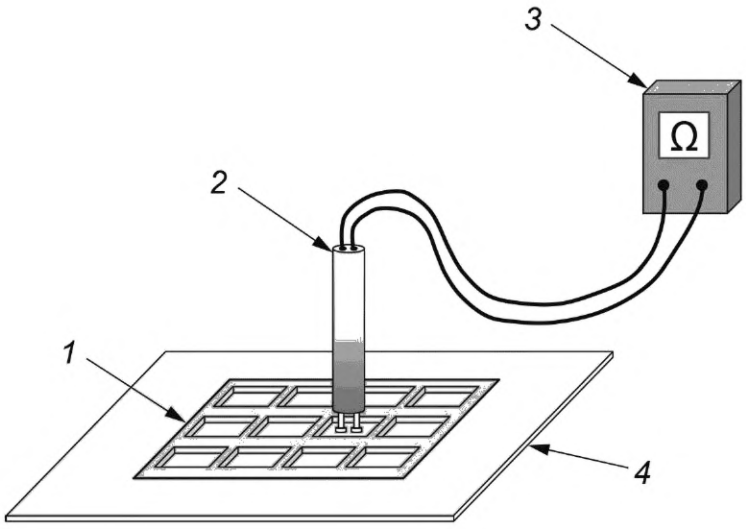
- Необходимо соблюдать осторожность при испытании образца на изолирующей опорной поверхности внутри активного УЗЭ. Все ЧЭСР-компоненты следует переместить на расстояние более 30 см от зоны проведения испытаний.

- Испытательные электроды помещают ближе к центру упаковки (или на изношенные участки). Данное требование применимо для размещения электрода в углублениях по мере необходимости (см. рисунок 19).

- Устройство для измерения сопротивления подключают к электродам.

- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают 15 с. Если полученное значение сопротивления меньше $1,0 \cdot 10^6$ Ом, записывают полученное значение сопротивления. Если полученное значение сопротивления более или равно $1,0 \cdot 10^6$ Ом, переключают испытательное напряжение измерителя на 100 В и повторяют испытание. Записывают значение сопротивления после стабилизации показаний или через 15 с.

- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значений сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом. В данном случае используют значение, полученное при приложении испытательного напряжения 100 В.



1 — типичная антистатическая упаковка: эталонный образец; *2* — двухконтактный датчик; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — изолирующая опорная поверхность

Рисунок 19 — Схема расположения оборудования при использовании устройства для измерения сопротивления и двухконтактного датчика

18.4.4 Измерение сопротивления «от точки до точки» с использованием устройства для измерения сопротивления и электродов для измерения сопротивления

- Упаковку помещают на изолирующую опорную поверхность. Измерения на рассеивающих или проводящих поверхностях будут иметь тенденцию искажать результаты измерений и могут привести к ошибочным результатам.

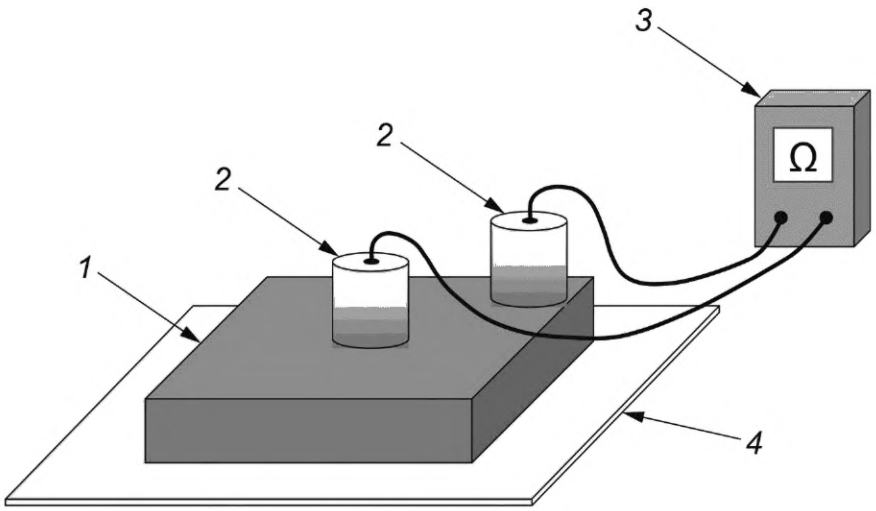
- Один электрод помещают ближе к центру упаковки (или на изношенные участки), а второй электрод на одном углу (или как можно ближе к одному углу) упаковочного изделия (см. рисунок 20).

- Устройство для измерения сопротивления подключают к электродам для измерения сопротивления.

- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают 15 с. Если полученное значение сопротивления меньше $1,0 \cdot 10^6$ Ом, записывают полученное значение со-

противления. Если указанное сопротивление равно или больше $1,0 \cdot 10^6$ Ом, испытательное напряжение измерителя переключают на 100 В и повторяют испытание. Записывают значение сопротивления после стабилизации показаний или через 15 с.

- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значений сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом. В данном случае используют значение, полученное при приложении испытательного напряжения 100 В.



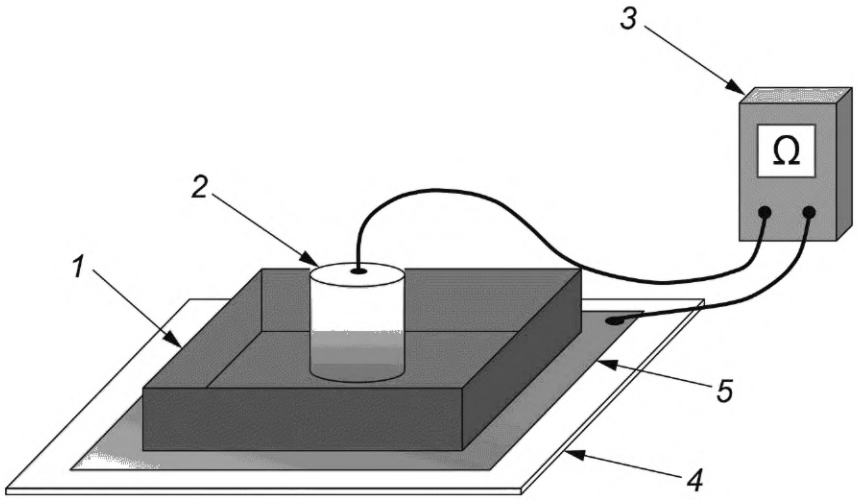
1 — антистатическая упаковка; *2* — электрод для измерения сопротивления; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — изолирующая опорная поверхность

Рисунок 20 — Схема расположения оборудования при использовании двух электродов для измерения сопротивления

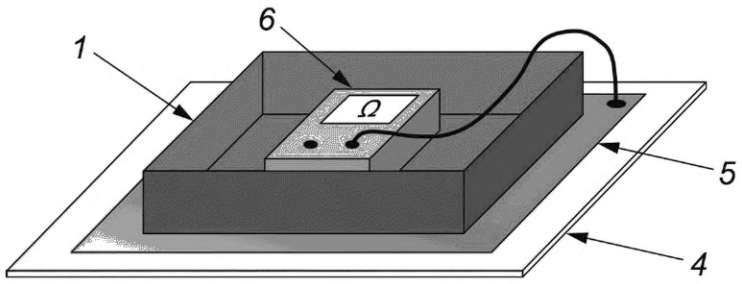
18.4.5 Измерение объемного сопротивления с использованием устройства для измерения сопротивления или объединенного устройства для измерения сопротивления

Примечание — Этот метод может использоваться только для объемной проводящей или рассеивающей упаковки.

- Проводящий электрод помещают на изолирующую опорную поверхность, а антистатическую упаковку — на проводящий электрод.
- Электрод для измерения сопротивления, концентрический кольцевой электрод или электрод комплектного прибора для измерения сопротивления помещают в центр антистатической упаковки (см. рисунок 21). Некоторые комплектные приборы имеют два электрода (цилиндрические или с концентрическим кольцом), и оба остаются подключенными к измерительной цепи прибора. Такие приборы не могут быть использованы для этого метода испытаний.
- Объемное сопротивление может быть измерено с помощью комплектного прибора только в том случае, если один из электродов возможно отсоединить от измерительной цепи.
- Подают испытательное напряжение и записывают показания или, если испытательное напряжение может быть выбрано между 10 В или 100 В, сначала подают 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают 15 с. Если показания превышают $1,0 \cdot 10^6$ Ом, переключают измеритель на 100 В и повторяют испытание. Записывают полученное значение сопротивления после стабилизации показаний или через 15 с.
- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значений сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом. Когда это происходит, используют значение, полученное при испытательном напряжении 100 В.
- Поверхностное сопротивление внешне идентичной упаковки может варьироваться на много порядков. Чтобы избежать возможного повреждения измерительных приборов или образцов, измерения всегда следует проводить сначала при испытательном напряжении 10 В.



а) Испытание с помощью электрода для измерения сопротивления или концентрического кольцевого электрода



б) Испытание с помощью комплектного прибора для измерения сопротивления

1 — антистатическая упаковка; *2* — электрод для измерения сопротивления или концентрический кольцевой электрод с внутренним контактным соединением; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — изолирующая опорная поверхность; *5* — проводящий электрод; *6* — комплексный прибор для измерения сопротивления

Рисунок 21 — Схема расположения оборудования при использовании электрода для измерения сопротивления или концентрического кольцевого электрода и комплектного прибора для измерения сопротивления

18.5 Устранение неполадок (поверхностное сопротивление, сопротивление «от точки до точки» и объемное сопротивление)

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями производителя по эксплуатации.

- Если измеритель работает при разомкнутой цепи, следует проверить целостность провода и соединения на его концах.

- При испытаниях упаковки с высокими значениями сопротивления на испытательных проводах могут возникать помехи (линейное напряжение, шум и т.д.), вызывающие проблемы при проведении измерений. Следует переместить собранную схему для испытаний в область с меньшим количеством помех.

- Следует проверить относительную влажность воздуха в помещении. Снижение влажности может привести к увеличению объемного сопротивления некоторых упаковок.

Непригодные антистатическое оборудование и материалы, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

Примечание — Упаковка с поверхностным покрытием может потерять свои антистатические свойства при чистке или воздействии других химических веществ.

19 Применяемые диэлектрики

19.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на следующих документах:
- IEC TR 61340-1 [1];
- IEC TR 61340-5-2 [2].

19.2 Цель

Цель данной проверки соответствия состоит в том, чтобы убедиться, что электрический потенциал на поверхности или напряженность электростатического поля, требующихся для технологического процесса диэлектриков, не превышают максимальные значения, установленные техническими требованиями пользователя.

При проведении измерений на применяемых в технологических процессах диэлектриках важно учитывать любые возможные способы заряжения (процессы контакта и разделения, трение и т.д.), которые могут заряжать диэлектрики, и как можно точнее воспроизвести эти процессы перед проведением измерений.

Примечание — IEC 61340-5-1 требует, чтобы не применяемые в работе диэлектрики были удалены из технологической среды.

19.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.
- Измеритель электростатического поля или электростатический вольтметр.

19.4 Метод испытаний

19.4.1 Измерение напряженности электростатического поля в месте расположения чувствительного к электростатическому разряду устройства (ЧЭСР) вблизи источника электростатического поля

Электростатическое поле в возможных положениях ЧЭСР-компонента измеряется с помощью измерителя электростатического поля.

- Измеритель поля заземляют (некоторые измерители поля можно заземлить с помощью заземленного человека, держащего корпус).
- Измеритель электростатического поля следует использовать в соответствии с инструкциями производителя, включая любые процедуры обнуления.
- Измеритель поля размещают в типичном положении ЧЭСР-компонента, наиболее близкому к источнику электростатического поля.
- Ожидают стабилизации показаний измерителя;
- Записывают полученные значения.

Некоторые материалы или объекты, контактирующие с неизолирующей поверхностью или находящиеся вблизи нее, могут подавлять электростатическое поле и приводят к снижению его уровня. Если ЧЭСР-компонент во время обычных операций остается в этом положении, найденное значение поля можно считать достоверным. При перемещении ЧЭСР-компонента из данного положения во время обычных операций воздействующее на него поле может значительно увеличиться. В этом случае дальнейшие измерения следует проводить при нахождении действующего на поле материала или объекта вдали от неизолирующей поверхности.

19.4.2 Измерение поверхностного напряжения используемого диэлектрика

- Электростатический вольтметр заземляют (некоторые измерители можно заземлить с помощью заземленного человека, держащего корпус).
- При необходимости вольтметр обнуляют в соответствии с инструкциями производителя.

- Электростатический вольтметр располагают на требуемом расстоянии от измеряемой поверхности в соответствии с инструкциями производителя.

- После стабилизации показаний, полученные значения записывают.

Некоторые материалы или объекты, контактирующие с неизолирующей поверхностью или находящиеся вблизи нее, могут подавлять электростатическое поле и приводят к снижению уровня поверхностного напряжения. Если элемент остается в этом положении, найденное значение поля можно считать достоверным. При перемещении элемента из данного положения во время обычных операций поле может значительно увеличиться. В этом случае дальнейшие измерения следует проводить с помощью изделия, расположенного вдали от неизолирующей поверхности.

19.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями по эксплуатации производителя.

Если обнаружится, что используемый в технологическом процессе диэлектрик имеет напряженность поля, превышающую максимальное требование пользовательской программы ЭСР-управления, нежелательные последствия могут быть уменьшены одним или несколькими из следующих вариантов:

- замена диэлектрика подходящим заземленным проводником;
- уменьшение поверхностного заряда с помощью ионизатора;
- обработка диэлектрика антистатической жидкостью;
- обеспечение расстояния между диэлектриком и ЧЭСР-компонентом не менее 30 см;
- другой указанный пользователем метод.

Следует избегать контакта чувствительных пластин измерителя поля или испытуемого диэлектрика с пальцами, перчатками или любыми предметами, или материалами. Любое постороннее влияние или материал на чувствительной пластине измерителя может повлиять на его способность правильно и точно измерять напряженность электрического поля.

20 Применяемые обособленные проводники

20.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на следующих документах:

- IEC TR 61340-1 [1];
- IEC TR 61340-5-2 [2].

20.2 Цель

Цель данной проверки соответствия состоит в том, чтобы убедиться, что обособленные проводники, необходимые для технологического процесса, не создают напряженность электростатического поля или поверхностный потенциал, превышающие максимальные значения, разрешенные программой ЭСР-управления пользователя.

При проведении измерений на обособленных проводниках важно учитывать любые способы заряжения (процессы контакта и разделения, трение и т.д.), которые могут заряжать проводники, и как можно точнее воспроизвести эти процессы перед проведением измерений.

Проводник, который может контактировать с ЧЭСР-компонентом, по возможности должен быть заземлен. Если невозможно заземлить изолированный провод, предотвратить контакт с ЧЭСР-компонентом или исключить его из технологического процесса, необходимо измерить напряжение на нем. Затем его следует сравнить с напряжением на любом ЧЭСР-компоненте, с которым он может контактировать, чтобы определить, соответствует ли измеренная разница напряжения техническим требованиям пользователя.

20.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Измеритель электростатического поля, откалиброванный как электростатический вольтметр или электростатический вольтметр (бесконтактный или высокоимпедансный контактный).

20.4 Метод испытаний

- Измеритель заземляют (некоторые измерители можно заземлить с помощью заземленного человека, держащего корпус).

- При необходимости следует обнулить измеритель в соответствии с инструкциями производителя.

- Измеритель устанавливают на правильном расстоянии от измеряемой поверхности в соответствии с инструкциями производителя.

- После стабилизации показаний записывают полученные значения.

Некоторые обособленные проводники могут контактировать с заряженными объектами во время технологических операций, где они применяются, что может значительно повлиять на уровень поверхностного напряжения. Если такие перемещения изделий являются обычной операцией, то измерения следует выполнять в контакте с проводниками, а также на расстоянии от обособленных проводников.

20.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями по эксплуатации производителя.

- Если обособленный проводник, который может соприкасаться с ЧЭСР-компонентом, заряжается до значений, превышающих максимальную установленную разницу с ЧЭСР-компонентом, риск может быть снижен одним или несколькими из следующих способов:

  - заземление или эквипотенциальное соединение проводника;

  - уменьшение разности потенциалов между проводником и ЧЭСР-компонентом с помощью ионизатора;

  - использование другого метода измерений, установленного пользователем.

Приложение А
(справочное)

Периодичность испытаний

Цель проверок соответствия требованиям, перечисленных в этом стандарте, состоит в том, чтобы определить, произошли ли со временем существенные изменения в характеристиках антистатического оснащения и материалов.

В настоящем стандарте не приведены требования по частоте проверок, так как каждому пользователю необходимо будет разработать свою периодичность проверок, основанную на критических характеристиках обрабатываемых чувствительных к ЭСР компонентов и риске выхода из строя оборудования и материалов для контроля ЭСР.

Примеры того, как устанавливают периоды проверок.

В некоторых случаях применения достаточны ежедневные проверки браслета, в то время как при других операциях для дополнительной надежности заземления оператора может использоваться непрерывный контроль исправности браслета.

Проверка упаковки может зависеть от структуры материала упаковки и условий ее использования. Некоторые виды упаковки могут обладать антистатическими свойствами, которые со временем и при использовании ухудшаются быстрее, а свойства других упаковочных изделий могут зависеть от влажности и иметь ограниченный срок хранения. Различные образцы упаковки могут выглядеть одинаково, обладая при этом очень разными характеристиками антистатических свойств. Поскольку существует большой риск путаницы, возможно, потребуется чаще проверять образцы упаковки.

Некоторые материалы, такие как антистатическая обработка пола, могут потребовать более частого контроля из-за их недостаточной долговечности. Другие материалы, такие как виниловое напольное антистатическое покрытие или системы саморегулирующихся полов, могут потребовать меньшей частоты контроля. Проверку напольного покрытия также необходимо проводить после проведения его технического обслуживания.

Частота проверки обуви должна основываться на опыте организации.

Приложение В
(справочное)

Проверка испытательного оборудования, применяемого при проверках соответствия

В.1 Общие положения

Оборудование, используемое для проверки соответствия, периодически проверяется, как и другое проверочное оборудование. В приложении В описаны простые испытания, которые можно использовать на рабочем месте для проверки правильности его работы.

Перед использованием все оборудование, работающее на батарейках, необходимо проверить на состояние заряда батареек. Если есть сомнения в их состоянии, батарейки следует зарядить или заменить соответствующим образом.

Перед испытаниями рекомендуется проверить и записать влажность окружающей среды на рабочем месте. Высокая влажность может повлиять на свойства материала и привести к проблемам с некоторым проверочным оборудованием.

В.2 Контрольное устройство с заряженной пластиной (КУЗП)

В.2.1 Общие проблемы

Распространенные проблемы, влияющие на КУЗП:

- невозможность достичь требуемого напряжения на пластине;
- стекание заряда с пластины из-за влажности или других непредсказуемых путей стекания тока;
- наличие близлежащих проводников, включая тело пользователя, приводит к увеличению емкости и увеличению времени стекания заряда;
- близлежащие заряженные диэлектрики (включая одежду оператора), которые могут индуцировать напряжение на пластине;
- поток воздуха (например, сквозняки от вентиляторов или окон), который может повлиять на измерения.

В.2.2 Основные методы проверки КУЗП

КУЗП проверяют следующим образом:

- Помещают КУЗП в подходящее для проверки положение, подальше от проводников, заряженных диэлектриков или ионизаторов.
- Пластина должна быть заряжена до 1000 В или более, напряжение не должно снижаться более чем на 10 % в течение 1 минуты.
- Повторяют испытание для напряжения минус 1000 В.

В.2.3 Визуальные проверки во время проведения измерений

Перед проведением измерений необходимо проверить окружающее пространство на наличие заряженных диэлектриков, проводников или воздушных потоков, которые могут повлиять на результаты.

Следует проверить наличие изменения напряжения на пластине, вызываемого приближением пользователя к контрольному устройству.

В.3 Электроды

В.3.1 Общие проблемы

Электроды (концентрический кольцевой электрод, электрод для измерения сопротивления, двухконтактный датчик и стержневые плоские электроды для измерения поверхностного сопротивления) обычно очень надежны. Тем не менее, они могут иметь некоторые проблемы.

- Поверхности электродов могут быть запачканы грязью или химическими веществами.
- Плоские электроды со временем могут быть деформированы.
- Встроенные электроды, такие как концентрическое кольцо и двухконтактный датчик, могут допустить утечку из-за повреждения изоляции, загрязнения или высокой влажности воздуха. Если держать его в руке, может произойти утечка через тело пользователя.

В.3.2 Визуальные проверки

Электроды необходимо визуально проверить перед использованием. При необходимости их можно очистить подходящим жидким чистящим средством в соответствии с инструкциями производителя. При отсутствии других инструкций их можно протереть изопропиловым спиртом (ИПС) и оставить основательно высохнуть перед использованием.

Примечание — Если не высушить электроды, наличие чистящего средства может повлиять на результаты измерений.

B.3.3 Проверка сопротивления электродов

Набор электродов можно проверить с помощью устройства для измерения сопротивления и чистой плоской металлической пластины без покрытия.

- Устройство для измерения сопротивления подключают к тестируемым электродам.
- Электроды помещают на металлическую пластину.
- Измеряют сопротивление через электроды.

Сопротивление электрода следует сравнить со спецификацией электродов. Для электродов, приведенных в IEC 61340-2-3, ожидается, что сопротивление электрода будет меньше чем $1,0 \cdot 10^3$ Ом при приложении испытательного напряжения (10,0 ± 0,5) В.

B.3.4 Проверка тока утечки электродов

Набор электродов можно проверить на ток утечки с помощью устройства для измерения сопротивления и изолирующей опорной поверхности.

- Устройство для измерения сопротивления подключают к проверяемым электродам.
- Электроды помещают на изоляционную опорную поверхность.
- Измеряют сопротивление через электроды.

Показания сопротивления должны указывать на значения, превышающие предел измерения используемого оборудования.

B.3.5 Проверка электрода с известным значением сопротивления

Если имеется образец материала с заранее известными характеристиками, он может быть использован для проверки электродов вместе с устройством для измерения сопротивления.

- Электроды подключают к устройству для измерения сопротивления.
- Помещают электроды на материал образца.
- Записывают показания.

Примечание — Для некоторых материалов может потребоваться поместить материал на изолирующую поверхность перед испытанием.

B.4 Устройство для измерения сопротивления

B.4.1 Общие проблемы

Устройство для измерения сопротивления может быть подвержено следующим проблемам.

- Испытательное напряжение может отклоняться от требуемого значения, особенно при нагрузке.
- Измеряемое высокое сопротивление может отображаться на дисплее даже при отключении электродов из-за токов утечки или высокого уровня влажности. Утечка может быть внутри испытательных проводов или внутри прибора.

B.4.2 Проверка на утечку внутри измерителя и на выходах

Устройство для измерения сопротивления и выводы могут быть легко проверены на внутреннюю утечку с помощью изолирующей поверхности.

- Измерительные провода отсоединяют от измерителя.
- Включают измеритель и выбирают требуемое испытательное напряжение.
- Фиксируют показания сопротивления.

Показания сопротивления должны указывать на значения, превышающие предел измерения используемого оборудования.

Присоединяют испытательные провода, поместив их на изолирующую поверхность. Повторяют описанное выше испытание с подключенными проводами. Показания сопротивления должны указывать на значения, превышающие предел измерения используемого оборудования.

Повторяют описанное выше испытание с испытательными проводами, которые пользователь держит в руке. Показания сопротивления должны указывать на значения, превышающие предел измерения используемого оборудования.

Примечание 1 — Если в ходе любого из вышеуказанных испытаний показания будут ниже верхнего предела измерения, то следует идентифицировать утечку.

Примечание 2 — Эффекты, аналогичные тем, которые наблюдаются при утечке, иногда также могут наблюдаться в присутствии высоких электромагнитных полей.

B.5 Изолирующая опорная поверхность

B.5.1 Общие проблемы

Изолирующая поверхность может иметь недостаточно высокое поверхностное сопротивление из-за загрязнения поверхности или высокой влажности воздуха.

B.5.2 Проверка сопротивления изолирующей поверхности

Изолирующую поверхность можно проверить с помощью подходящих электродов, используемых для проверки антистатической упаковки. Показания сопротивления должны указывать на значения, превышающие предел

измерения используемого оборудования, или, по крайней мере, в десять раз превышающие сопротивление, ожидаемое при испытании, в котором оно будет использоваться[1)].

Если сопротивление поверхности ниже, чем ожидалось, ее можно очистить подходящим чистящим средством. Изопропиловый спирт, ИПС, может быть использован для очистки многих материалов. Если используется жидкий очиститель, материал должен быть тщательно высушен перед испытанием.

В.6 Измеритель электростатического поля

В.6.1 Общие проблемы

На показания измерителя электростатического поля может повлиять наличие близко расположенных проводников (включая тело персонала) и отсутствие надлежащего заземления измерителя.

Измерители поля могут быть заземлены с помощью отдельного заземляющего провода. Многие устройства сконструированы таким образом, чтобы обеспечить подходящее заземление, когда их держит в руке заземленный пользователь.

В.6.2 Визуальная и другие проверки перед использованием

Перед использованием измерителя поля следует проверить, должен ли он быть заземлен через пользователя или через отдельный провод заземления. Если измеритель заземляют через пользователя, следует убедиться, что пользователь надлежащим образом заземлен с помощью браслета или обуви и напольного покрытия в месте проведения измерений.

Во время использования следует установить, остается ли проверяемый измеритель неподвижным или его перемещают. Если его не перемещают, проверку следует проводить в нормальном рабочем положении в присутствии любых применяемых близлежащих проводников. Если его будут перемещать, возможно, потребуется отодвинуть его от любых проводников, которые могут повлиять на измерения.

В.6.3 Проверка заземления измерителя поля

Если измеритель электростатического поля заземлен с помощью провода заземления, можно измерить сопротивление между точкой подключения измерителя и общей точкой заземления или ЭСР-заземления с помощью провода заземления. Если измеренное сопротивление выходит за пределы, заданные пользователем, провод заземления следует заменить и протестировать повторно.

Если измеритель электростатического поля заземлен через тело пользователя, можно измерить сопротивление между измерителем электростатического поля и общей точкой заземления или ЭСР-заземления, либо человеком и браслетом, либо через человека, обувь и пол. Если измеренное значение сопротивления выходит за пределы, заданные пользователем, можно выполнить отдельные измерения сопротивления с проводом заземления и обувью, чтобы определить, какие изделия следует заменить.

В.6.4 Проверка работы измерителя электростатического поля

Измеритель электростатического поля может быть проверен с помощью приложения напряжения известного значения на незаземленный плоский проводник и измерения этого напряжения.

В идеале следует использовать металлическую пластину достаточно большого размера, чтобы обеспечить почти однородное поле в области измерителя электростатического поля, который должен располагаться вблизи центра пластины. Как правило, для целей проверки соответствия достаточна квадратная пластина, например, с длиной стороны, по меньшей мере, в четыре раза превышающей диаметр области измерения электростатического поля.

Применяемым альтернативным проводником может быть, например, плоская сторона токопроводящей коробки, помещенной на изолирующую опорную поверхность. Коробка для проверки должна быть однородно проводящей, чтобы создавать почти однородное поле. Однородность поля можно проверить, перемещая измеритель электростатического поля по поверхности проводника без изменения расстояния между ними и наблюдая за любыми изменениями показаний.

В качестве источника напряжения может использоваться устройство для измерения сопротивления, если специальный источник постоянного напряжения недоступен.

- Проводник помещают на изолирующую опорную поверхность.
- Подключают высоковольтный вывод источника постоянного напряжения к проводнику.
- Другой вывод источника постоянного напряжения подключают к ЭСР-заземлению.
- Подключают испытуемый измеритель и удерживают его на требуемом расстоянии от поверхности проводника, ближе к центру проводника.
- Подают испытательное напряжение и записывают показания.

В.7 Электростатический вольтметр

В.7.1 Общие проблемы

Существует несколько типов электростатических вольтметров. На показания могут повлиять наличие близлежащих проводников (включая тело пользователя) и отсутствие надлежащего заземления вольтметра.

[1)] *См. п. 6.13.*

Электростатические вольтметры могут быть заземлены с помощью отдельного заземляющего провода. Многие устройства сконструированы таким образом, чтобы обеспечить подходящее заземление, когда их держит в руке заземленный пользователь.

Многие распространенные бесконтактные электростатические вольтметры представляют собой измерители поля, откалиброванные для считывания напряжения плоского материала (изделия) на известном расстоянии от вольтметра. На показания, полученные с помощью такого типа вольтметров, сильно влияют несколько факторов, в том числе:

- размер и форма материала (изделия),
- расстояние между измерителем и объектом,
- смещение на вольтметре.

Значения поверхностного напряжения, полученные с помощью подобных типов электростатических вольтметров, будут занижены, если исследуемый материал (изделие) меньше или дальше, чем калибровочное изделие. Значения будут увеличиваться, если исследуемый материал (изделие) больше или ближе, чем калибровочное изделие. Форма исследуемого изделия может иметь эффект, который трудно предсказать.

B.7.2 Визуальная и другие проверки перед использованием

Перед использованием вольтметра следует установить способ его заземления, должен ли он быть заземлен через пользователя или через отдельный провод заземления. Если вольтметр заземлен через пользователя, следует убедиться, что пользователь надлежащим образом заземлен при помощи браслета или обуви и напольного покрытия в месте проведения измерения.

Некоторые типы вольтметров требуют обнуления в отсутствии какого-либо электростатического поля перед каждым измерением. Данное требование часто может обеспечить пользователь, закрывая измерительную диафрагму вольтметра рукой при обнулении вольтметра, при условии, что пользователь заземлен или эквипотенциально связан с электростатическим вольтметром, и рука не прикасается к чувствительной пластине.

Пользователь должен проверить калибровочное расстояние для прибора перед использованием. На практике прибор можно удерживать на приблизительном калибровочном расстоянии от исследуемого материала (изделия) с приемлемой точностью.

B.7.3 Проверка заземления вольтметра

Если электростатический вольтметр заземлен с помощью заземляющего шнура, можно измерить сопротивление между точкой подключения электростатического вольтметра и общей точкой заземления или ЭСР-заземления через провод заземления. Если измеренное сопротивление выходит за заданные пользователем пределы, провод заземления следует заменить и провести испытание повторно.

Если электростатический вольтметр заземлен через тело пользователя, измеряют сопротивление между электростатическим вольтметром и общей точкой заземления или ЭСР-заземления, либо телом человека и браслетом, либо через человека, обувь и пол. Если измеренное сопротивление выходит за установленные пользователем пределы, можно выполнить отдельные измерения сопротивления с проводом заземления и обувью, чтобы определить, какие изделия следует заменить.

B.7.4 Проверка работы вольтметра

Электростатический вольтметр можно проверить во время использования, приложив испытательное напряжение известного значения на незаземленный плоский проводник и измерив это напряжение.

В идеале должна быть использована металлическая пластина достаточно большого размера, чтобы обеспечить почти однородное поле в области электростатического вольтметра, который должен располагаться вблизи центра пластины. Как правило, для целей проверки соответствия достаточна квадратная пластина, например, с длиной стороны, по меньшей мере, в четыре раза превышающей диаметр области измерения электростатического вольтметра.

На практике альтернативным проводником может быть, например, плоская сторона токопроводящей коробки, помещенной на изолирующую опорную поверхность. Коробка для проверки должна быть однородно проводящей, чтобы создавать почти однородное поле. Однородность поля можно проверить, перемещая электростатический вольтметр по поверхности проводника без изменения расстояния между ними и наблюдая за изменениями показаний.

В качестве источника напряжения может использоваться устройство для измерения сопротивления, если специальный источник постоянного напряжения недоступен.

- Проводник помещают на изолирующую опорную поверхность.
- Подключают высоковольтный вывод источника постоянного напряжения к проводнику.
- Другой вывод источника постоянного напряжения подключают к ЭСР-заземлению.
- Подключают испытуемый вольтметр и держат его на требуемом расстоянии от поверхности проводника, ближе к центру проводника.
- Подают испытательное напряжение и записывают показания электростатического вольтметра.

Приложение С
(справочное)

Другие методы испытаний антистатической одежды

С.1 Общие положения для других методов проверок

Некоторые предметы антистатической одежды содержат материалы, сопротивление которых невозможно измерить методами, описанными в разделе 16 или разделе 17. Примерами таких материалов являются ткани, содержащие проводящие волокна, некоторые ткани с покрытием или ламинированные ткани. Такие предметы одежды нельзя использовать в качестве заземляемой антистатической одежды или в системах заземляемой антистатической одежды, но они все еще могут использоваться как часть программы ЭСР-управления.

В некоторых случаях организация может принять решение использовать методы испытаний, описанные в разделе 16 и/или разделе 17, но указать более высокий диапазон сопротивления, чем указанный в IEC 61340-5-1. Допустимый диапазон сопротивления должен быть задокументирован в плане выполнения программы ЭСР-управления пользователя и в плане проверок соответствия.

Испытания при проверке соответствия и допустимые пределы для одежды, для которой измерение сопротивления невозможно, должны быть описаны в плане выполнения программы ЭСР-управления пользователя и плане проверок соответствия.

IEC TS 61340-4-2 [12] описывает методы испытаний одежды и материалов для одежды, некоторые из которых подходят для испытаний на соответствие требованиям и кратко изложены в приложении С.

С.2 Меры предосторожности, которые необходимо соблюдать при проведении испытаний

Методы испытаний, описанные в приложении С, включают использование контрольных образцов материалов, которые могут получать и сохранять заряд, испытательное оборудование, генерирующее электростатические поля, и другие процедуры, которые обычно не разрешены в УЗЭ при наличии ЧЭСР-компонентов. Поэтому испытания следует проводить за пределами УЗЭ или на УЗЭ, в котором все ЧЭСР-компоненты следует убрать или поместить в антистатическую упаковку до начала проведения испытаний.

С.3 Испытания на трибоэлектрическую заряжаемость одежды

С.3.1 Цели

Цель данной проверки соответствия состоит в том, чтобы определить, является ли заряд, образующийся на предметах одежды после трибоэлектрической нагрузки, ниже максимального значения, установленного техническими требованиями пользователя.

Заряд измеряется непосредственно или определяется путем измерения параметров, пропорциональных заряду: напряжение на теле человека, электростатическое поле или поверхностное напряжение.

С.3.2 Испытательное оборудование для измерения напряжения на теле

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6 и пунктах А.1, В.1, С.2.2 и С.3.2 IEC TS 61340-4-2:2013 [12].

- Электростатический вольтметр, который может измерить напряжение тела любой полярности в диапазоне, превышающем максимальное напряжение, разрешенное техническими требованиями пользователя.
- Эталонные трущиеся материалы: одежда, чехлы для сидений или кусочки ткани, в зависимости от метода испытаний. Они должны быть типичными материалами, которые могут контактировать с испытуемой одеждой при использовании, или известно, что они генерируют высокие уровни заряда на антистатических испытуемых предметах одежды. Примеры подходящих материалов: полиамид, шерсть, кожа, полиэстер, поливинилхлорид (ПВХ) и политетрафторэтилен (ПТФЭ).
- Металлическая опорная плита, на которой может стоять человек. Измерения напряжения на теле можно производить с заземленным человеком, как это было бы при обычной работе, в случае которой опорная плита не требуется. Однако для того, чтобы отличить хорошую одежду от плохой, возможно, было бы лучше измерить напряжение на теле изолированного человека или с сопротивлением заземлению несколько выше, чем указано для обычных операций. В этом последнем случае металлическая опорная плита помещается на изолирующую опору и может либо оставаться изолированной во время измерения, либо подключается к заземлению через резистор заданного значения. В плане проверки соответствия пользователя должно быть указано, проводятся ли измерения напряжения на теле изолированного персонала или с определенным сопротивлением заземлению.
- Сиденье (опционально), используемое в обычных условиях эксплуатации или специально предназначенное для проверки соответствия одежды.
- Манекен (опционально). В плане проверки соответствия пользователя следует указать конструкцию и электрические характеристики (поверхностное сопротивление покрытия, емкость и т. д.) манекена.

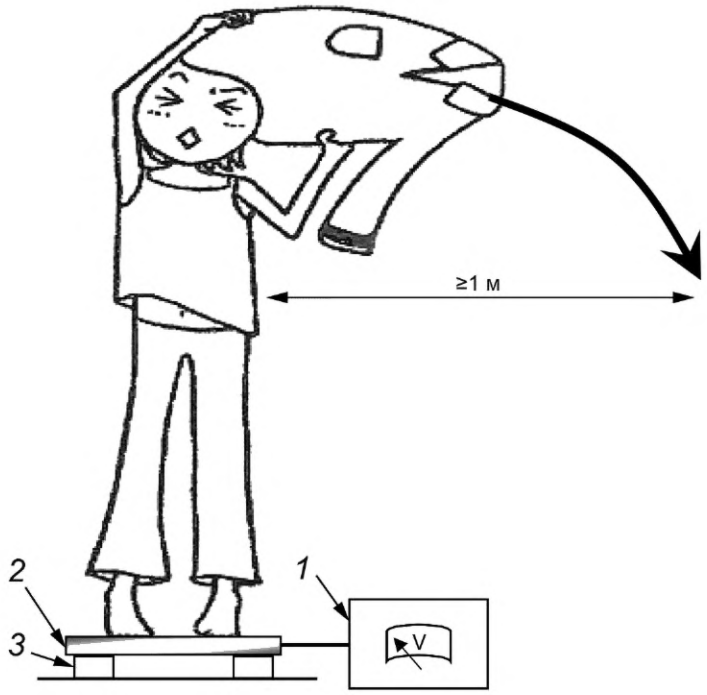
С.3.3 Метод испытаний для измерения напряжения на теле человека

С.3.3.1 Испытания со снятием одежды

Этот метод испытаний основан на аналогичном методе, описанном в пунктах А.2 и С.2.3 IEC TS 61340-4-2:2013 [12].

- Испытуемый надевает испытуемую одежду на себя или надевает ее на манекен.
- Эталонный предмет одежды надевают поверх испытуемого предмета одежды.
- Испытуемый стоит на металлической опорной плите.
- Электростатический вольтметр подключают к металлической опорной плите.
- Одномоментно заземляют испытуемого человека или манекен.
- Снимают эталонную одежду и помещают ее на расстоянии не менее 1 м от испытуемого или манекена.
- Записывают максимальное значение напряжения на теле.

Пример подходящей установки для испытаний показан на рисунке С.1.



1 — электростатический вольтметр; *2* — металлическая опорная плита; *3* — изолирующая подставка

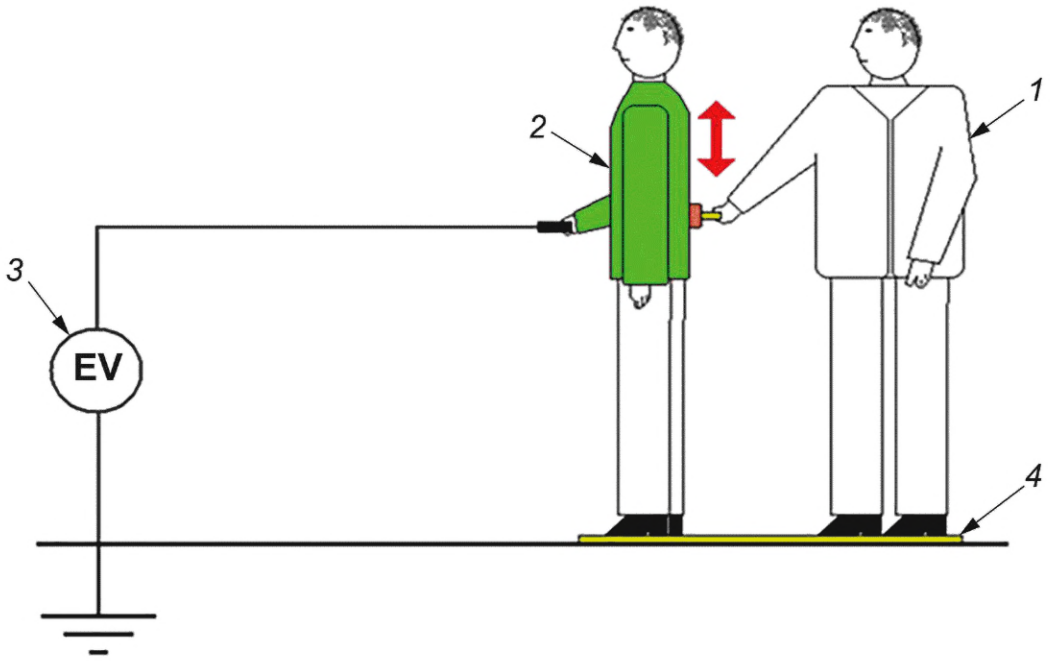
Рисунок С.1 — Пример схемы расположения оборудования для измерения напряжения на теле человека во время снятия одежды

С.3.3.2 Испытания путем трения предмета одежды

Этот метод испытаний основан на аналогичном методе, описанном в пункте С.3.3 IEC TS 61340-4-2:2013 [12].

- Испытуемый надевает испытуемую одежду на себя или надевает ее на манекен.
- Испытуемый стоит на изолированной металлической опорной плите.
- Испытуемого или манекен подключают к электростатическому вольтметру.
- Одномоментно заземляют испытуемого или манекен.
- Испытуемую одежду натирают эталонным материалом.
- Записывают максимальное значение напряжения на теле.

Пример подходящей установки для испытаний показан на рисунке С.2.



1 — оператор; *2* — контролируемый человек; *3* — электростатический вольтметр; *4* — изолирующая подставка

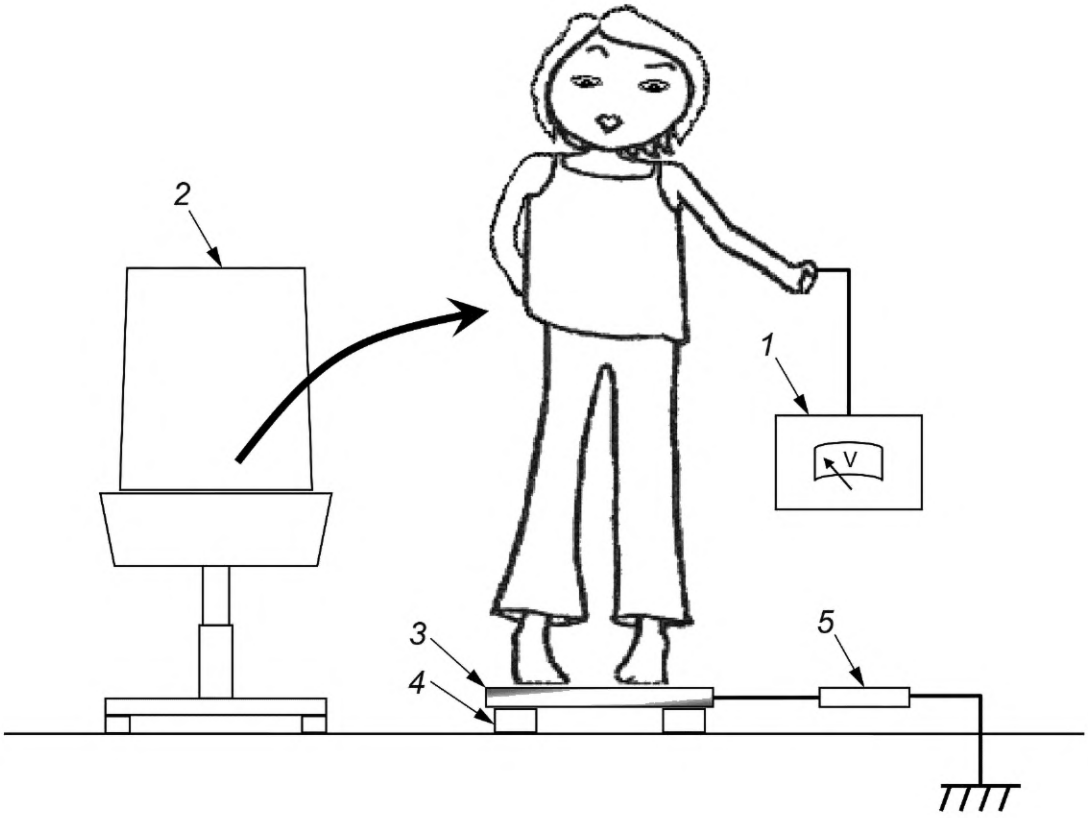
Рисунок С.2 — Пример схемы расположения оборудования для измерения напряжения на теле человека во время трения испытуемого предмета одежды

С.3.3.3 Испытания с использованием стула

Этот метод испытаний основан на аналогичном методе, описанном в пунктах B.2 IEC TS 61340-4-2:2013 [12].

- Испытуемый надевает испытуемую одежду.
- Испытуемый садится на стул.
- Испытуемого подключают к электростатическому вольтметру.
- Одномоментно заземляют испытуемого.
- Испытуемый встает на металлическую опорную плиту.
- Записывают максимальное значение напряжения на теле.

Пример подходящей установки для испытаний показан на рисунке С.3.



1 — электростатический вольтметр; *2* — стул; *3* — металлическая опорная плита; *4* — изолирующая подставка; *5* — резистор (если необходим)

Рисунок С.3 — Пример схемы расположения оборудования для измерения напряжения на теле человека во время вставания

С.3.4 Испытательное оборудование для измерения заряда на предметах одежды

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6 и пунктах А.1 и С.2.2 IEC TS 61340-4-2:2013 [12] и 4.1.2 IEC TR 61340-2-2:2000 [13].

- Клетка Фарадея, способная выдержать испытание всего предмета одежды.
- Прибор для измерения заряда. Электростатический вольтметр, усилитель заряда или кулонометр для определения заряда, наведенного на внутреннюю часть клетки Фарадея.
- Образцы предметов одежды, про которые известно, что они способны к генерации высоких уровней заряда при отсутствии контроля ЭСР. Следует использовать по крайней мере два образца материала: один заряжающийся положительно и один заряжающийся отрицательно. Примеры подходящих материалов включают полиамид, шерсть и полиэстер.
- Металлическая опорная плита, на которой может стоять человек. Металлическая опорная плита установлена на изолирующую опору и может либо оставаться изолированной во время измерений, либо подключаться к земле через резистор определенного значения. Измерения также могут проводиться с заземленным человеком, как это было бы при обычных операциях, и в этом случае опорная плита не требуется. В плане проверок соответствия следует указывать, проводятся ли измерения на изолированном персонале или с определенным сопротивлением заземлению.
- Манекен (опционально). В плане проверок соответствия пользователя следует указать конструкцию и электрические характеристики (поверхностное сопротивление покрытия, емкость и т.д.) манекена.

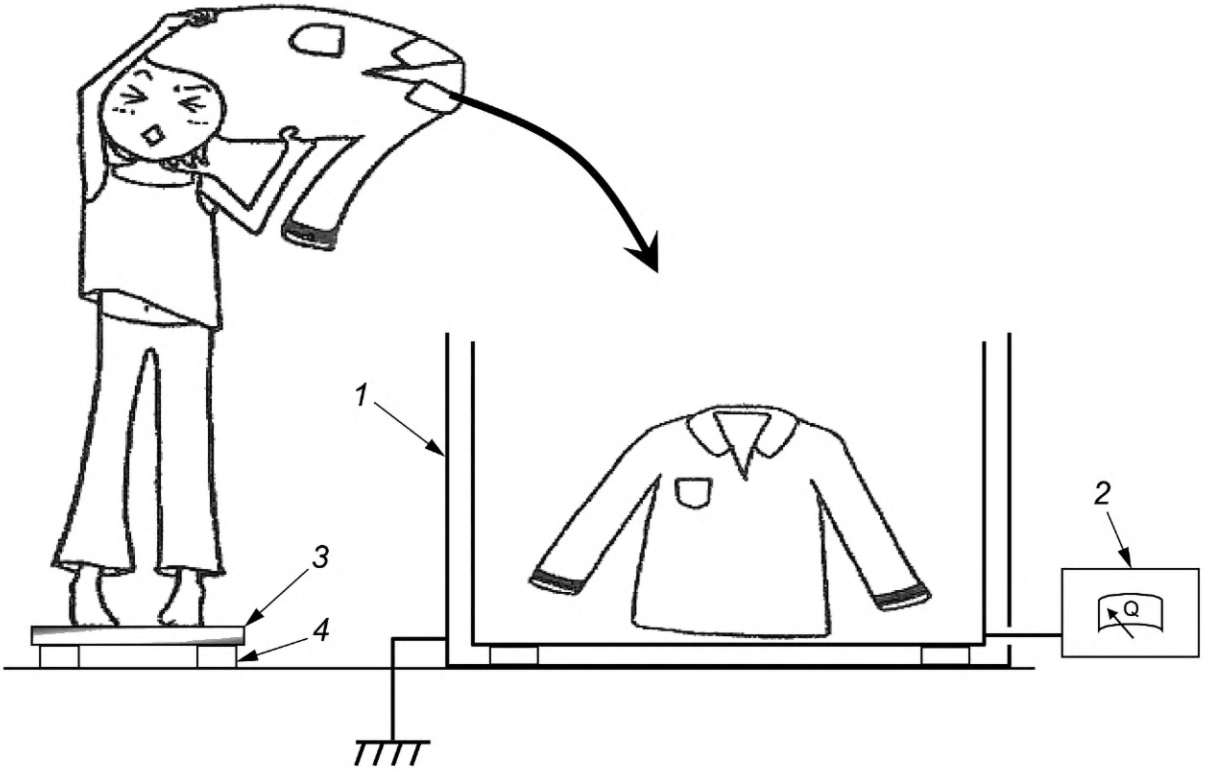
С.3.5 Метод испытаний для измерения заряда на предметах одежды

Этот метод испытаний основан на аналогичном методе, описанном в пунктах А.2 и С.2.4 IEC TS 61340-4-2:2013 [12].

- Испытуемый надевает испытуемую одежду на себя или надевает ее на манекен.
- Испытываемый предмет одежды надевают поверх образца предмета одежды, с известным уровнем генерации заряда.
- Испытуемый стоит на металлической опорной плите.
- Подсоединяют клетку Фарадея к прибору для измерения заряда.

- Одномоментно заземляют испытуемого или манекен и клетку Фарадея.
- Снимают испытуемый предмет одежды и бросают его в клетку Фарадея.
- По показаниям прибора определяют заряд на испытуемом предмете одежды.

Пример подходящей установки для испытаний показан на рисунке С.4.



1 — клетка Фарадея; *2* — прибор для измерения заряда; *3* — металлическая опорная плита; *4* — изолирующая подставка

Рисунок С.4 — Пример схемы расположения оборудования для измерения заряжения одежды

С.3.6 Испытательное оборудование для измерения электростатического поля или поверхностного напряжения на предметах одежды

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6 и пунктах Е.1 IEC TS 61340-4-2:2013 [12].

- Измеритель электростатического поля или бесконтактный электростатический вольтметр.
- Образцы трущихся материалов: предметы (например, пластиковые трубы, блоки, шарики) или кусочки ткани. Они должны быть типичными материалами, которые могут контактировать с испытуемой одеждой при использовании, или про которые известно, что они способны к генерации высоких уровней заряда при отсутствии контроля ЭСР. В последнем случае следует использовать по крайней мере два образца материала: заряжающийся положительно и заряжающийся отрицательно. Примеры подходящих материалов включают полиамид, шерсть, кожу, полиэстер, поливинилхлорид и политетрафторэтилен.
- Металлическая опорная плита, на которой может стоять человек. Металлическая опорная плита, установленная на изолирующую опорную поверхность, может либо оставаться изолированной во время проведения измерений, либо подключаться к заземлению через резистор заданного номинала. Измерения также могут проводиться с заземленным человеком, как это было бы при обычных операциях, и в этом случае опорная поверхность не требуется. В плане проверки соответствия пользователя следует указать, проводятся ли измерения на изолированном персонале или с определенным сопротивлением заземления.

С.3.7 Метод испытаний для измерения электростатического поля или поверхностного напряжения на предметах одежды

Этот метод испытаний основан на аналогичном методе, описанном в пунктах Е.2 IEC TS 61340-4-2:2013 [12].

- Испытуемый надевает испытуемую одежду.
- Испытуемый встает на металлическую опорную плиту.
- Одномоментно испытуемого заземляют.
- Испытуемый совершает обычный диапазон движений, например сгибание, размахивание руками, так что между различными поверхностями одежды возникает трибоэлектрический эффект.

- Измеряют электростатическое поле или поверхностное напряжение в разных местах тела.
- Одномоментно испытуемого снова заземляют.
- Испытуемую одежду трут образцами материалов.
- Измеряют электростатическое поле или поверхностное напряжение в разных местах тела.

С.3.8 Устранение проблем при испытаниях на трибоэлектрический эффект

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями по эксплуатации производителя.
- Следует убедиться, что измерительные выводы в измерителе электростатического поля и бесконтактных вольтметрах чистые и без каких-либо повреждений.
- Если результаты измерений значительно отличаются от нормальных, основанных на ранее полученных данных, следует рассмотреть возможность очистки или замены образцов трущихся материалов.
- Если результаты измерений все еще выше нормы, следует осмотреть элементы предмета одежды, в том числе швы и крепления, чтобы убедиться, что они не повреждены или чрезмерно загрязнены.
- Следует изучить процесс стирки:
  - высокие температуры при стирке, сушке или глажке могут повредить покрытия, наружное покрытие или проводящие волокна в одежде;
  - некоторые кондиционеры для тканей, используемые в процессе стирки, могут отрицательно влиять на электростатические свойства, например, покрывая проводящие волокна;
  - хлорный отбеливатель может повредить проводящие волокна (особенно волокна на основе серебра);
  - некоторые предметы одежды, как правило, взятые в аренду, требуют соответствующего повторного нанесения антистатического покрытия или обработки после стирки, либо при заключительном полоскании, либо в качестве отдельного процесса.

Неисправные предметы антистатической одежды, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

С.4 Измерение времени стекания заряда для одежды

С.4.1 Цели

Цель данной проверки соответствия состоит в том, чтобы определить, находится ли скорость рассеивания электростатического заряда с предметов одежды в пределах, разрешенных техническими требованиями пользователя.

Заряд может генерироваться с помощью трибоэлектрического эффекта, заряжения коронным зарядом или прямым подключением к высоковольтному источнику постоянного тока. Заряд измеряется не напрямую, чаще путем измерения электростатического поля или поверхностного напряжения. Время стекания заряда выражается как время, затраченное на падение напряжения электростатического поля или поверхностного напряжения с определенного начального значения до определенного более низкого конечного значения.

С.4.2 Испытательное оборудование для измерения времени затухания заряда после трибоэлектрического эффекта

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6. Для испытаний одежды используют измеритель электростатического поля или бесконтактный вольтметр, оснащенный таймером.

- Измеритель электростатического поля или бесконтактный электростатический вольтметр.
- Секундомер или таймер. В качестве альтернативы, для последующего анализа и определения времени затухания заряда может быть записана амплитуда выходного сигнала измерителя электростатического поля или вольтметра.
- Образцы трущихся материалов: предметы (например, пластиковые трубы, блоки, шарики) или кусочки ткани. Они должны быть выбраны таким образом, чтобы генерировать достаточный заряд на испытуемом предмете одежды, чтобы электростатическое поле или поверхностное напряжение превышали начальное значение, требуемое для испытания. Примеры подходящих материалов включают полиамид, шерсть, кожу, полиэстер, поливинилхлорид и политетрафторэтилен.
- Опорная поверхность одежды, которая может быть изолирующей, рассеивающей или проводящей. В плане проверки соответствия пользователя должно быть указано удельное сопротивление поверхности или сопротивление опорной поверхности для испытаний одежды относительно заземления.

С.4.3 Метод испытаний для измерения времени стекания заряда после трибоэлектрического эффекта

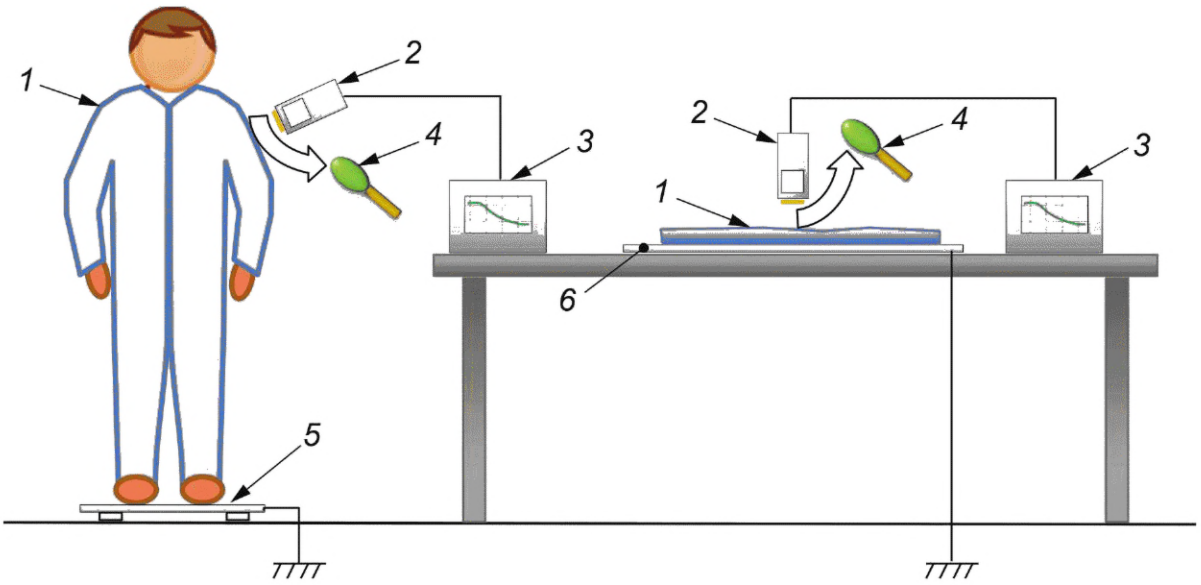
Для испытаний используемой одежды используют следующий метод:

- Испытуемый надевает испытуемую одежду.
- Испытуемый стоит на металлической опорной плите.
- Одномоментно испытуемого заземляют.
- Располагают измеритель электростатического поля или бесконтактный электростатический вольтметр над областью, подлежащей заряжению.
- Испытуемую одежду трут образцом материала.
- Записывают время, необходимое для того, чтобы электростатическое поле или поверхностное напряжение упали с начального значения до конечного значения.

Для стендовых испытаний одежды используют следующий метод:

- Помещают испытуемую одежду на опорную поверхность так, чтобы она больше ни к чему не прикасалась.
- При необходимости подключают предмет одежды к заземлению. Проведение испытаний с заземлением или без заземления, а также средства заземления, если требуется, должны быть обозначены в плане проверок соответствия.
- Измеритель электростатического поля или бесконтактный электростатический вольтметр располагают над областью, подлежащей заряжению.
- Испытуемую одежду трут образцом материала.
- Записывают время, необходимое для того, чтобы электростатическое поле или поверхностное напряжение упали с начального до конечного значения.

Пример подходящей установки для испытаний показан на рисунке С.5.



1 — испытуемая одежда; *2* — измеритель электростатического поля или бесконтактный электростатический вольтметр; *3* — регистратор данных; *4* — образец материала; *5* — металлическая опорная плита; *6* — изолирующая подставка для испытаний одежды

Рисунок С.5 — Пример схемы расположения оборудования для измерения времени стекания заряда с используемой одежды на стенде после трибоэлектрификации

С.4.4 Испытательное оборудование для измерения времени затухания заряда после заряжения коронным разрядом

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6. Используемое оборудование такое же, как указано в 4.3, за исключением того, что трущийся материал заменен коронирующей решеткой и источником постоянного тока высокого напряжения. Коронирующая решетка состоит из тонких проводящих точек или проводов. Конфигурация коронирующей решетки и напряжение, которое на нее подается, должны быть указаны в плане проверки соответствия пользователя. В качестве альтернативы, для стендовых испытаний одежды можно использовать испытательное оборудование, указанное в IEC 61340-2-1 [14].

С.4.5 Метод испытаний для измерения времени стекания заряда после заряжения коронным зарядом

Для проверки используемой одежды используют следующий метод.

- Испытуемый надевает испытуемую одежду.
- Испытуемый стоит на металлической опорной плите.
- Одномоментно испытуемого заземляют.
- Измеритель электростатического поля или бесконтактный электростатический вольтметр располагают над областью, подлежащей заряжению.
- Включают коронирующую решетку и проводят ею по тестируемому предмету одежды так, чтобы коронирующая решетка не касалась предмета одежды.
- Отодвигают коронирующую решетку по крайней мере на один метр от испытуемого предмета одежды и выключают ее.

- Записывают время, необходимое для того, чтобы электростатическое поле или поверхностное напряжение упали с начального значения до конечного значения.

Для настольных испытаний используют метод, приведенный в IEC 61340-2-1 [14], или следующий метод:

- Испытуемую одежду помещают на опорную поверхность так, чтобы она больше ни к чему не прикасалась.
- При необходимости подключают предмет одежды к заземлению. Метод испытаний с заземлением или без заземления, а также средства заземления, если они требуются, должны быть приведены в плане проверок соответствия.
- Измеритель электростатического поля или бесконтактный электростатический вольтметр располагают над областью, подлежащей заряжению.
- Включают коронирующую решетку и проводят ею по испытуемому предмету одежды, не прикасаясь к нему.
- Отодвигают коронирующую решетку по крайней мере на один метр от тестируемого предмета одежды и выключают ее.
- Записывают время, необходимое для того, чтобы электростатическое поле или поверхностное напряжение упали с начального до конечного значения.

С.4.6 Испытательное оборудование для измерения времени затухания заряда после подключения к высоковольтному источнику постоянного тока

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6 и пункте 6.3.4 IEC TS 61340-4-2:2013 [12].

- Контрольное устройство с заряженной пластиной или комбинация источника постоянного тока высокого напряжения, электростатического вольтметра и таймера или регистратора;
- конденсатор 1 нФ (номинальное напряжение постоянного тока не менее 600 В);
- браслет или комбинация обуви с полом для заземления человека, как при обычных операциях;
- изолирующая опорная поверхность (опционально);
- зажим-электрод для контакта с одеждой.

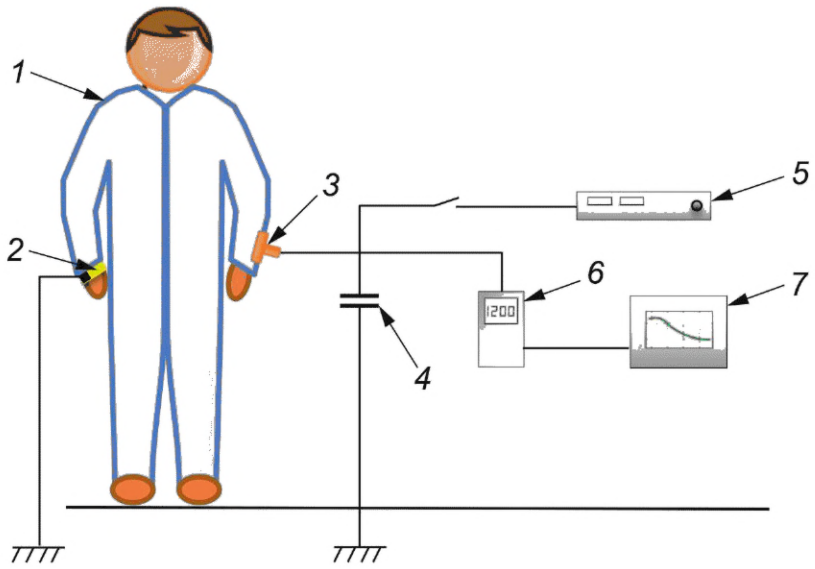
С.4.7 Метод испытаний для измерения времени затухания заряда после подключения к высоковольтному источнику постоянного тока

Этот метод испытаний основан на аналогичном методе, описанном в пункте 6.3.4 IEC TS 61340-4-2:2013 [12].

- Испытуемый надевает испытуемый предмет одежды.
- Испытуемого оператора заземляют, как при обычных операциях. Стоя на изолирующей опорной площадке оператор может быть заземлен с помощью браслета, подключенного к цепи заземления, или с помощью системы «обувь-пол». Установленные правила заземления персонала должны быть приведены в плане проверок соответствия пользователя.
- Конденсатор заряжают до установленного значения[1)], которое больше начального значения. Если используется высоковольтный источник постоянного тока, его отключают после зарядки конденсатора.
- Конденсатор разряжают, подсоединив его к испытуемому предмету одежды с помощью зажима электрода для одежды.
- Записывают время падения напряжения на конденсаторе с начального до конечного значения.

Пример подходящей установки для испытаний показан на рисунке С.6.

[1)] *Величина зарядки конденсатора соответствует требованиям к одежде и программы ЭСР-управления.*



1 — испытуемая одежда; *2* — браслет; *3* — зажимы-электроды для одежды; *4* — конденсатор; *5* — источник постоянного напряжения; *6* — электростатический вольтметр; *7* — регистратор данных

Рисунок С.6 — Пример схемы расположения оборудования для измерения времени стекания заряда с используемой одежды на стенде после контакта с источником постоянного напряжения

С.5 Испытания на подавление одеждой электрического поля

Следует обратиться к пункту 6.5 IEC TS 61340-4-2:2013 [12].

С.6 Испытания емкостной нагрузки одежды

Следует обратиться к пункту 6.8 и приложению D IEC TS 61340-4-2:2013 [12].

Приложение D
(справочное)

Система «сотрудник-обувь-пол» для измерения напряжения человеческого тела

D.1 Основания для метода испытания

Данный метод проверки соответствия основан на следующих документах:
- IEC 61340-4-5 [6];
- IEC 61340-5-1.

D.2 Цель

Цель данной проверки соответствия состоит в том, чтобы убедиться, что напряжение перемещающегося человека в антистатической обуви по антистатическому напольному покрытию остается в указанных пределах. Антистатическая обувь может быть представлена в виде ботинок, ботов, бахил или ремешков заземления. Антистатическое напольное покрытие может быть стационарно установленным полом, полом с антистатической отделкой, покрытием, плиткой, краской или напольным ковриком (ковриками).

D.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.
- Ручной электрод;
- электростатический вольтметр, который может включать, например, КУЗП или электрометр;
- один испытательный провод подходящей длины.

D.4 Метод испытаний

- Перед проверкой антистатическое напольное покрытие не очищают.
- Надевают антистатическую обувь на ноги в соответствии с процедурой пользователя.
- Один вывод электростатического вольтметра подключают к ручному электроду.
- Другой вывод электростатического вольтметра, если требуется, подключают к линии заземления оборудования.
- Встают обеими ногами на испытуемое напольное покрытие и крепко удерживают ручной электрод обеими руками.
- Пользователи этого метода испытаний должны выбрать модель перемещения, типичную для большинства работников в пределах исследуемой зоны.
- Перемещаются по схеме, выбранной организацией, со скоростью два шага в секунду, сохраняя при этом положение тела в одном и том же направлении во время проведения испытаний.
- Измерения напряжения на теле человека непрерывно контролируют, чтобы проверить соответствие установленным пределам.

Важно, чтобы емкость измерительного оборудования, включая провод к ручному электроду, оставалась низкой и относительно постоянной. Провод также не следует волочить по полу, так как его поверхность может подвергнуться трибоэлектрическому заряжению и повлиять на результаты.

D.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями по эксплуатации производителя.
- Для проверки работоспособности испытательной системы без указания инструкций производителя используют устройство для измерения сопротивления. Подключают один измерительный провод к заземлению, а другой — к электростатическому вольтметру. Переключают устройство для измерения сопротивления на испытательное напряжение 100 В и включают его. Если испытательная система показывает соответствующее значение, система функционирует.
- Следует осмотреть пол и обувь на предмет чрезмерной грязи или загрязнения поверхности. Следует удалить поверхностные загрязнения на месте испытания и/или с обуви, следуя рекомендациям производителя. Если для чистки пола и/или обуви используются жидкости, полу и/или обуви необходимо высохнуть перед испытанием.
- Если очистка устраняет проблему, это все равно считается несоответствием, и периодическую очистку следует проверить или изменить.

Неисправные элементы ЭСР-управления, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

Приложение Е
(справочное)

Электрические инструменты для пайки/демонтажа

Е.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на ANSI/ESD S13.1 [10].

Е.2 Цель

Цель данной проверки соответствия состоит в том, чтобы убедиться, что ручные инструменты для пайки и распайки без радиочастотного излучения соответствуют техническим требованиям пользователя. Это определяется с помощью двух методов испытаний: одного на сопротивление относительно заземления, а второго на утечку тока на землю, измеряемую напряжением наконечника. Рекомендуется провести оба испытания.

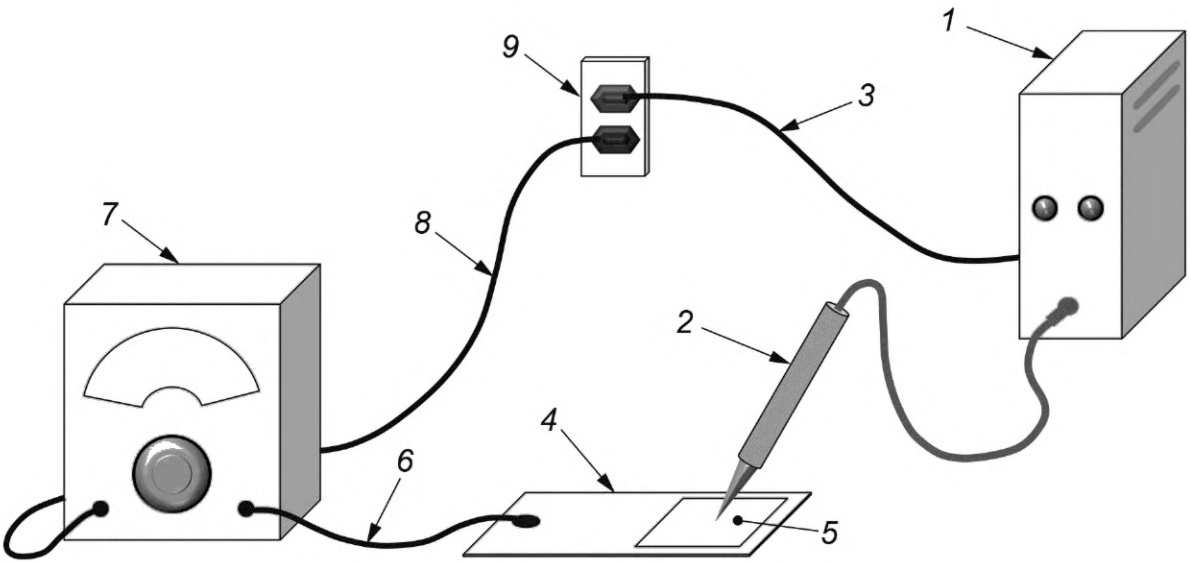
Е.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Оборудование, имеющее требуемый пользователю диапазон измерений;
- контактная пластина для испытаний инструмента.

Е.4 Метод испытаний

Е.4.1 Проверка напряжения наконечника ручного инструмента для пайки/распайки (горячий паяльник) с использованием специализированного тестера или милливольтметра переменного тока



1 — блок испытываемого паяльника; *2* — паяльник; *3* — сетевой кабель питания блока; *4* — контактная пластина для испытаний инструмента; *5* — панель контакта; *6* — испытательный провод; *7* — специализированный тестер, или измеритель низкого сопротивления, или милливольтметр переменного тока; *8* — провод заземления; *9* — сетевая розетка/ЭСР-заземление

Рисунок Е.1 — Измерения сопротивления паяльника и напряжения на наконечнике

Е.4.2 Проверка сопротивления ручного инструмента для пайки/распайки относительно заземления (горячий паяльник)

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ — Следующие шаги включают работу с предметами, имеющими очень горячие поверхности (тестовые электроды и наконечники паяльника).

- Переключатель функций тестера устанавливают в положение измерения сопротивления.
- Подключают шнур питания испытуемого паяльника в соответствии с инструкцией по эксплуатации тестера. Испытуемый паяльник включают и дают ему нагреться до рабочей температуры.
- Прикасаются наконечником паяльника к панели контакта тестера на контактной пластине (см. рисунок Е.1).
- Записывают полученные значения сопротивления.

Е.4.3 Проверка сопротивления ручного инструмента для пайки/распайки относительно заземления (холодный паяльник)

- При испытании используют измеритель низкого сопротивления с контактным зажимом на положительном испытательном выводе и остро заостренным датчиком на отрицательном испытательном выводе.
- Отсоединяют паяльник от розетки переменного тока и дают ему остыть до комнатной температуры.
- Следует убедиться, что наконечник или элемент припоя надежно установлен в рукоятку.
- Подсоединяют положительный вывод измерителя низкого сопротивления к защитному заземлению отсоединенного шнура питания. Плотно прижимают отрицательный выход измерителя к луженой поверхности наконечника паяльника.
- Записывают полученное значение сопротивления.

Е.4.4 Проверка сопротивления ручного инструмента для пайки/распайки относительно заземления (горячий паяльник) с использованием измерителя низкого сопротивления

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ — Следующие шаги включают работу с предметами, имеющими очень горячие поверхности (тестовые электроды и наконечники паяльника).

- Испытуемый паяльник включают и дают ему стабилизироваться.
- Подключают один испытательный провод измерителя низкого сопротивления к заземлению оборудования.
- Другой испытательный провод от измерителя низкого сопротивления подключают к контактной пластине для испытаний инструмента.
- Помещают наконечник паяльника на контактную панель измерителя.
- Записывают полученное значение сопротивления.

Е.5 Устранение неполадок

- Следует визуально и механически убедиться, что все провода, кабели и шнуры не были случайно ослаблены, сломаны или отсоединены.
- Следует проверить правильность очистки наконечника и установки элемента в рукоятку.

Неисправные элементы ЭСР-управления, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

Приложение F
(справочное)

Ручной инструмент

F.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на IEC TR 61340-5-2 [2] и IEC 61340-2-1 [14].

F.2 Цель

Цель данной проверки соответствия состоит в том, чтобы проверить следующее:

а) сопротивление системы заземления ручного инструмента (инструмент, человек, перчатки или напальчника, если они надеты) находится в пределах минимального и максимального сопротивления, разрешенного техническими требованиями пользователя, и/или

б) параметры рассеивания заряда ручного инструмента находятся в пределах минимальных и максимальных значений, разрешенных техническими требованиями пользователя.

F.3 Испытательное оборудование

F.3.1 Измерение сопротивления

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Устройство для измерения сопротивления;
- подходящие средства подключения испытательных проводов к тестируемому ручному инструменту (например, зажимы «крокодил»);
- сенсорная панель для испытаний инструмента;
- два испытательных провода подходящей длины.

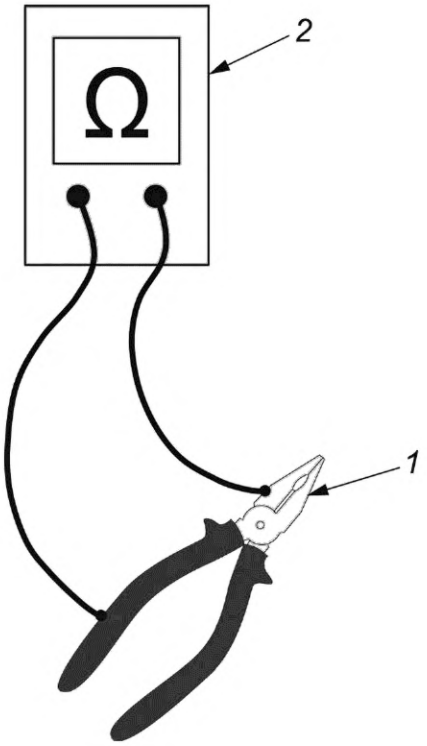
F.3.2 Измерение времени стекания заряда

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Контрольное устройство с заряженной пластиной или портативный проверочный комплект, способный заряжаться до напряжения не менее чем на 10 % превышающего заданное пользователем начальное напряжение.

F.4 Метод испытаний для измерения сопротивления ручного инструмента

- Один испытательный провод подключают к части инструмента, которая обычно контактирует с рукой пользователя.
- Другой испытательный провод подключают рядом с наконечником инструмента (см. рисунок F.1).
- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают 15 с. Если полученное значение сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом, записывают полученное значение сопротивления. Если полученное значение сопротивления более или равно $1,0 \cdot 10^6$ Ом, испытательное напряжение переключают на 100 В и повторяют испытание. Записывают значение сопротивления после стабилизации показаний или через 15 с.
- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значения сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом. Когда это происходит, используют значение, полученное при приложении испытательного напряжения 100 В.



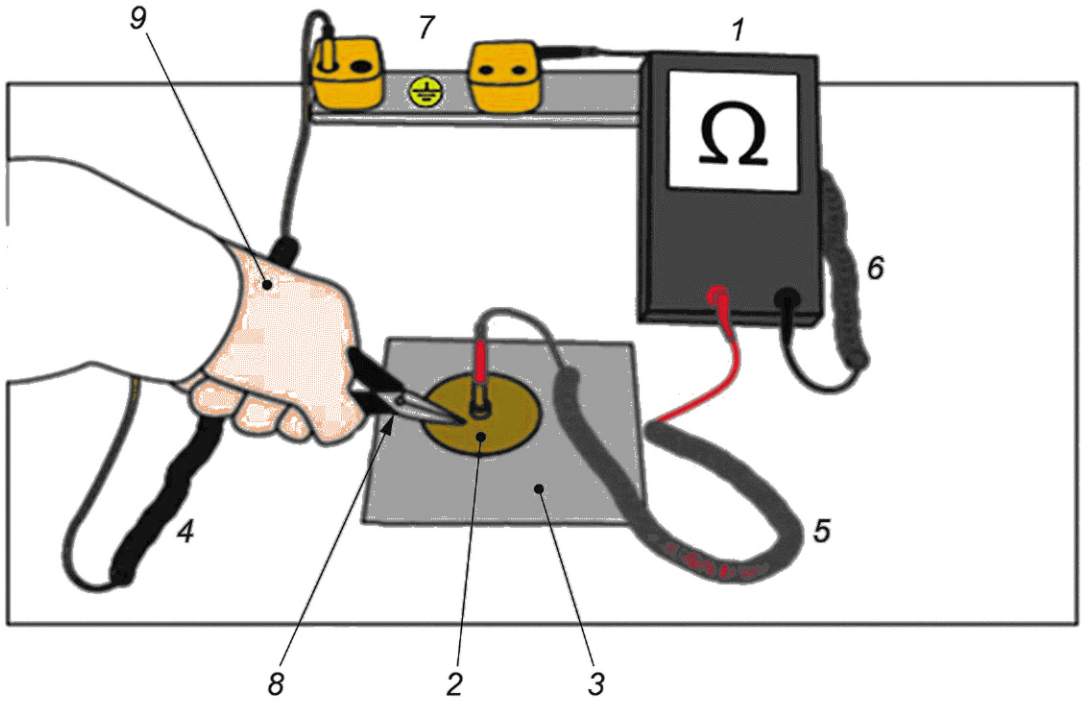
1 — ручной инструмент; *2* — устройство для измерения сопротивления

Рисунок F.1 — Измерение сопротивления ручного инструмента

F.5 Метод испытаний для измерения сопротивления ручного инструмента относительно заземления

- Один испытательный провод подключают к изолированной сенсорной панели для испытаний инструмента (изолированная проводящая пластина с разъемом для подключения к испытательному проводу).
- Другой испытательный провод подключают к ЭСР-заземлению или общей точке заземления.
- Заземленный оператор держит ручной инструмент и прикладывает наконечник инструмента к контакту сенсорной пластины (см. рисунок F.2).
- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают 15 с. Если полученное значение сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом, записывают значение сопротивления. Если полученное значение сопротивления более или равно $1,0 \cdot 10^6$ Ом, переключают испытательное напряжение на 100 В и повторяют испытание. Записывают значение сопротивления после стабилизации показаний или через 15 с.
- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значения сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом. Когда это происходит, используется значение, полученное при приложении испытательного напряжения 100 В.

Если при обычных операциях оператору разрешено использовать перчатки или напальчники, испытание следует повторить с оператором, использующим требуемые для процесса перчатки или напальчники.

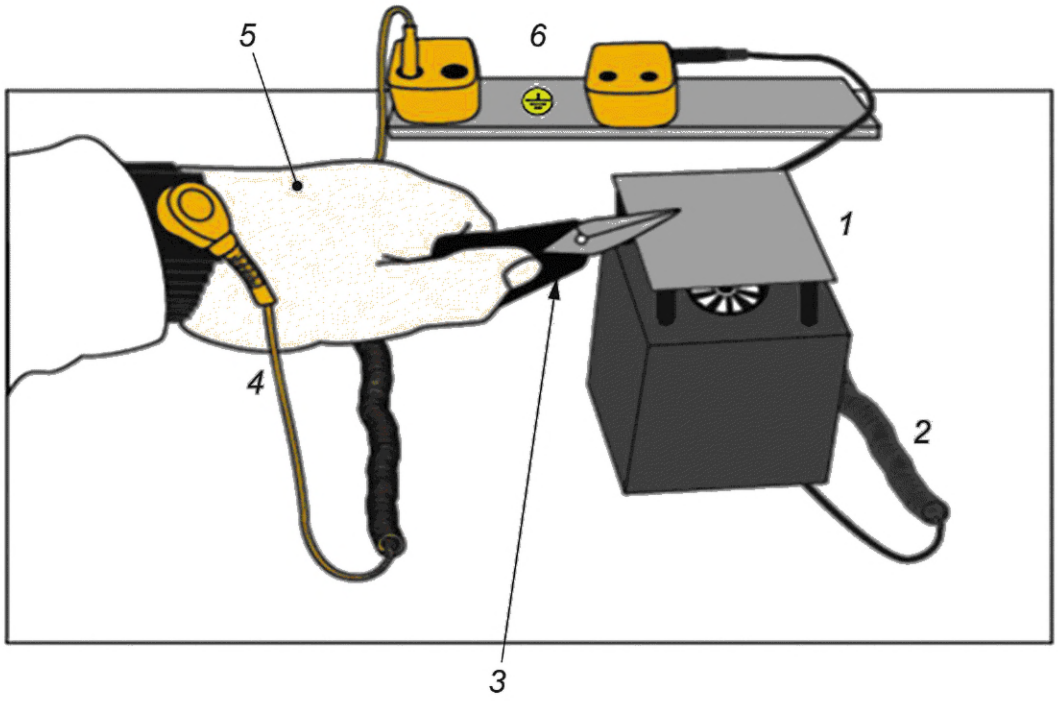


1 — устройство для измерения сопротивления; *2* — сенсорная панель для испытаний инструмента; *3* — изолирующая подставка; *4* — браслет; *5, 6* — испытательные провода; *7* — общая точка заземления; *8* — испытуемый ручной инструмент; *9* — оператор

Рисунок F.2 — Измерение сопротивления ручного инструмента относительно заземления

F.6 Метод испытаний для измерения времени стекания заряда

- Пластину КУЗП или портативный набор для проверки заряжают до напряжения на 10 % превышающего заданное пользователем начальное напряжение.
- Заземленный оператор держит ручной инструмент и прикладывает наконечник инструмента на контакт заряженной пластины КУЗП (см. рисунок F.3).
- Записывают время, необходимое для падения напряжения с заданного пользователем начального напряжения до конечного напряжения.
- Разъединяют наконечник инструмента и пластину КУЗП, чтобы убедиться, что напряжение на пластине КУЗП остается низким.



1 — контрольное устройство с заряженной пластиной; *2* — провод заземления; *3* — испытуемый ручной инструмент; *4* — браслет; *5* — оператор; *6* — общая точка заземления

Рисунок F.3 — Измерение времени стекания заряда с ручного инструмента

F.7 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями по эксплуатации производителя.
- Следует убедиться, что сенсорная панель и заряженная пластина чистые.
- Следует проверить ручной инструмент на наличие грязи или поверхностных загрязнений и при необходимости очистить его, используя одобренные процедуры очистки. После очистки ручной инструмент повторно испытывают.
- Если в ходе испытания использовались перчатки или напальчники, следует проверить их соответствие, как описано в приложении Н. При необходимости следует заменить перчатки или напальчники и повторно испытать ручной инструмент.

Неисправные элементы ЭСР-управления, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

Приложение G
(справочное)

Устройства для постоянного (непрерывного) контроля

G.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на ESD TR-01-01 [11].

G.2 Цель

Цель данной процедуры проверки соответствия требованиям — убедиться, что устройство постоянного (непрерывного) контроля работает так, как установлено.

Устройства постоянного (непрерывного) контроля предназначены для обеспечения непрерывного тестирования системы браслетов. Несмотря на использование ряда технологий, цель остается неизменной: электрические соединения проверяются между точкой заземления, проводом заземления, ремешком на запястье и корпусом, в то время как пользователь работает с ЧЭСР-компонентами. Устройства постоянного (непрерывного) контроля также могут обеспечивать систему контроля подключения антистатической рабочей поверхности к заземлению.

Примечание — Применение таких контрольных устройств на рабочих местах не отменяют необходимость проведения испытаний сопротивления на рабочих местах.

Проверку соответствия устройства постоянного (непрерывного) контроля необходимо проводить, чтобы убедиться в его правильном функционировании в пределах своих рабочих параметров.

G.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

Функции устройства постоянного (непрерывного) контроля могут быть проверены на рабочем месте с помощью средств проверки, указанных его производителем.

В дополнение к функциональной проверке пользователь также должен убедиться, что оператор, оборудование на рабочем месте и т.п., подлежащие контролю, должным образом заземляются во время использования системы непрерывного контроля.

G.4 Метод испытаний

Проверку соответствия устройства постоянного контроля следует проводить в соответствии с инструкциями производителя.

G.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями по эксплуатации производителя.
- При обнаружении неисправных устройств непрерывного контроля для идентификации неисправности следует обратиться к руководству по эксплуатации испытуемого устройства.

Неисправные элементы ЭСР-управления, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

Приложение Н
(справочное)

Перчатки и напальчники — измерение сопротивления при использовании

Н.1 Основания для метода испытаний

Данный метод проверки соответствия основан на следующих документах:
- IEC 61340-2-1 [14];
- IEC 61340-4-6 [4];
- IEC TR 61340-5-2 [2];
- ANSI/ESD SMT15.1-2019 [15].

Н.2 Цель

Целью данной проверки соответствия является контроль электрического сопротивления перчаток или напальчников при использовании их персоналом.

Н.3 Испытательное оборудование

Подробное описание используемого испытательного оборудования приведено в разделе 6.

- Устройство для измерения сопротивления, рабочий диапазон измерений которого должен превышать в 10 раз верхний предел сопротивления, установленный программой ЭСР-управления пользователя для испытуемых перчаток или напальчников;
- специальное устройство контроля, которое может использоваться, если его пороговое сопротивление индикации «не годен» совпадает с верхним пределом сопротивления, установленным для перчаток или напальчников в плане выполнения программы ЭСР-управления;
- ручной электрод;
- один испытательный провод подходящей длины;
- браслет с проводом заземления;
- электрод для испытаний обуви;
- электрод постоянной площади и силы (ЭППС), описанный на рисунке 1 ANSI/ESD STM15.1-2019.

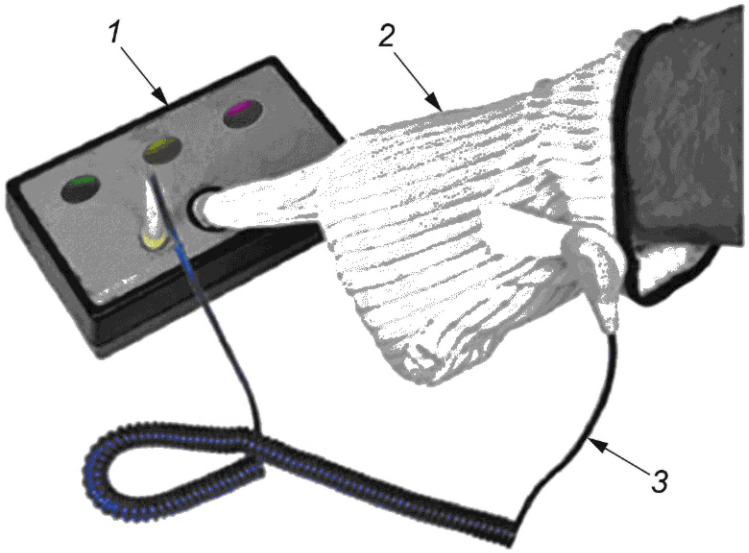
Н.4 Метод испытаний

Н.4.1 Специальное устройство контроля для браслетной системы с сенсорной панелью, подключаемое к манжете

Этот метод также можно применять для проверки перчаток, имеющих точку заземления. В этом случае перчатку можно подключить к проводу заземления вместо использования браслета (см. рисунок Н.1).

- Пользователь должен надеть перчатки или напальчники и браслет в соответствии с процедурами пользователя.
- При необходимости манжету следует отрегулировать, чтобы она плотно прилегала и хорошо соприкасалась с кожей.
- Перчатку надевают минимум на 15 с перед тестированием.
- Подсоединяют провод заземления к специальному устройству контроля.
- Нажимают и удерживают сенсорную панель рукой в перчатке до тех пор, пока не появится индикация «годен»/«не годен».

Примечание — Требования пользователя к допустимому диапазону сопротивления для перчаток или напальчников может выходить за пределы диапазона индикации «годен» некоторых устройств контроля.

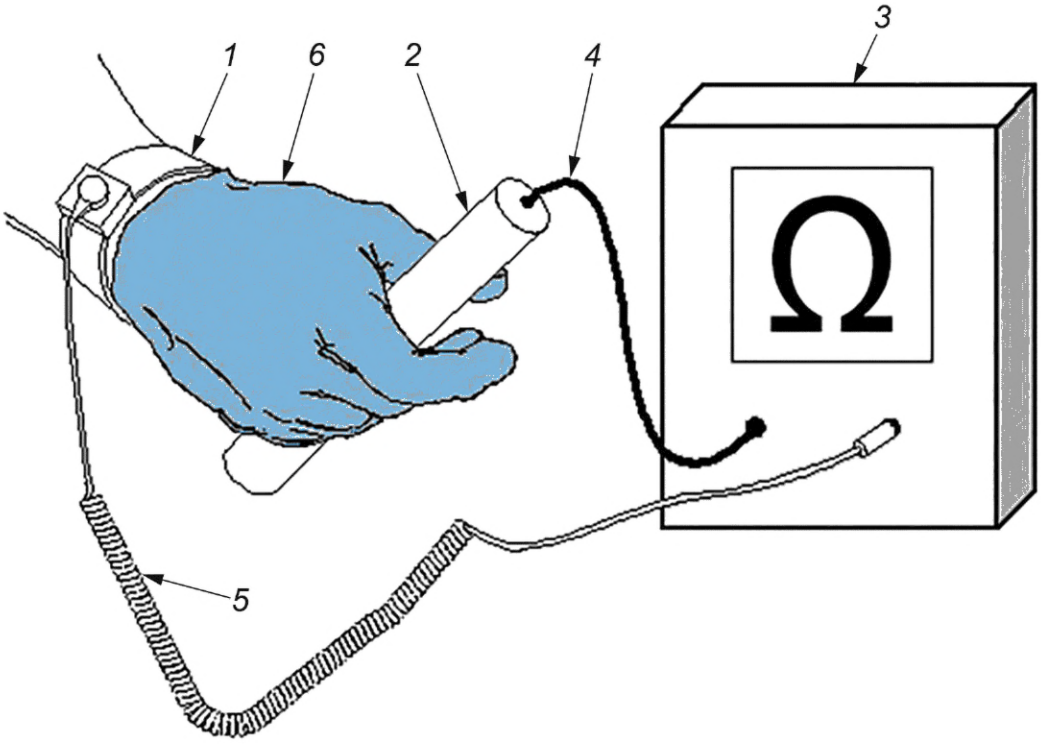


1 — специальное устройство контроля; *2* — испытуемая перчатка; *3* — провод заземления

Рисунок Н.1 — Испытание манжеты перчатки с помощью специального устройства

Н.4.2 Ручной электрод и устройство для измерения сопротивления, подключаемое к браслету

- Надевают браслет с подключенным к нему проводом заземления в соответствии с процедурой пользователя. При необходимости браслет следует отрегулировать, чтобы обеспечить плотное прилегание.
- Подсоединяют провод заземления к устройству для измерения сопротивления.
- Подсоединяют один конец испытательного провода к ручному электроду, а другой его конец — к устройству для измерения сопротивления.
- Держат ручной электрод рукой в перчатке, на которой надет браслет (см. рисунок Н.2).
- Включают устройство для измерения сопротивления.
- Следует дождаться стабилизации показаний.
- Записывают полученные значения сопротивления системы заземления перчаток и браслетов.



1 — браслет; *2* — ручной электрод; *3* — устройство для измерения сопротивления; *4* — испытательный провод; *5* — провод заземления; *6* — испытуемая перчатка

Рисунок Н.2 — Испытание перчатки с помощью ручного электрода и устройства для измерения сопротивления через браслет

Н.4.3 Специальное устройство контроля для системы «человек-обувь» с сенсорной панелью и антистатическая обувь

- Пользователь надевает перчатки или напальчники и антистатическую обувь в соответствии с правилами пользователя.
- Пользователь ставит ногу на подставку для ног.
- Затем пользователь нажимает и удерживает сенсорную панель рукой в перчатке до тех пор, пока не появится индикация «годен»/«не годен».

Примечание — Требования пользователя к допустимому диапазону сопротивления для перчаток или напальчников может выходить за пределы диапазона индикации «годен» устройств контроля.

Н.4.4 Электрод постоянной площади и силы (ЭППС) с устройством для измерения сопротивления и браслетом

Конструкция, используемая для измерения сопротивления перчаток и напальчников, состоит из определенного размера контактного электрода для пальцев (номинальный диаметр 9 мм), установленного в рамке определенной массы (460 ± 46) г. Во время измерения конструкция приподнимается пальцем, соприкасающимся с электродом, обеспечивая тем самым определенную площадь контакта и усилие (см. рисунок Н.3).

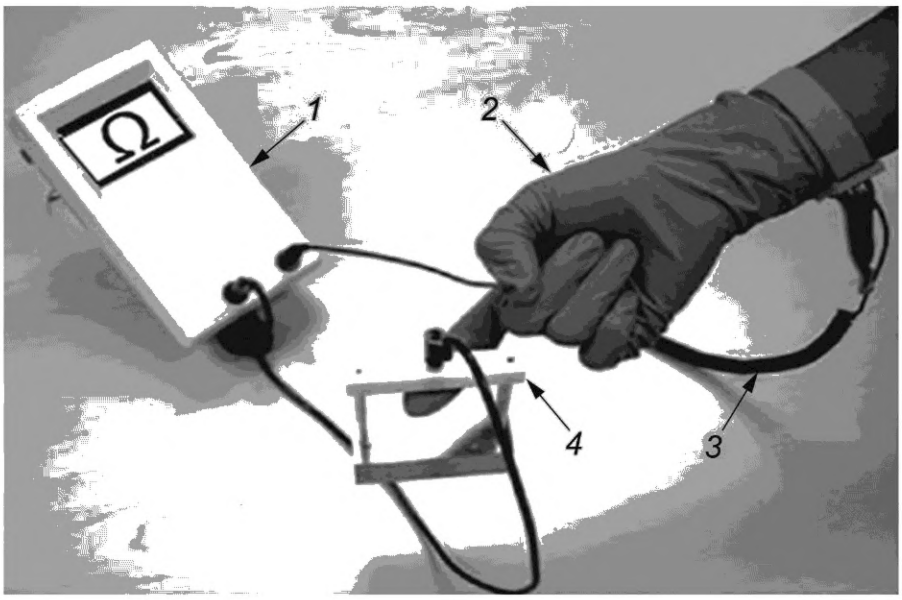
Электрод постоянной площади и силы (ЭППС), приведенный в ANSI/ESD STM15.1 [15], отвечает требованиям для проверки соответствия.

- Пользователь должен надеть перчатки или напальчники и браслет в соответствии с правилами пользователя. При необходимости браслет следует отрегулировать, чтобы он плотно прилегал и хорошо соприкасался с кожей.
- Резистор, встроенный в браслет, должен иметь сопротивление ниже нижнего допустимого предела сопротивления, установленного для испытуемых перчаток или напальчников.
- Перчатку надевают минимум за 15 с перед тестированием.
- Подсоединяют провод заземления браслета и кабель ЭППС к устройству для измерения сопротивления.
- Поднимают ЭППС на стороне отпечатка большого пальца или другим пальцем руки в перчатке по выбору (см. рисунок Н.3).

- Подают испытательное напряжение 10 В и ждут стабилизации показаний или ожидают 15 с. Если полученное значение сопротивления больше $1,0 \cdot 10^6$ Ом, подают испытательное напряжение 100 В и повторяют испытание.

- Записывают полученное значение сопротивления после стабилизации показаний или через 15 с.

- Переключение испытательного напряжения на 100 В может привести к получению значения сопротивления менее $1,0 \cdot 10^6$ Ом. Когда это происходит, используется значение, полученное при испытательном напряжении 100 В.



1 — устройство для измерения сопротивления; *2* — испытуемая перчатка; *3* — браслет; *4* — электрод постоянной площади и силы (ЭППС)

Рисунок Н.3 — Испытание используемой перчатки с помощью электрода постоянной площади и силы

Н.4.5 Устранение неполадок

- Следует убедиться, что испытательное оборудование работает правильно, проверить или заменить батарейки (если оно работает от батареек) в соответствии с инструкциями по эксплуатации производителя.

- Следует осмотреть браслет на запястье, чтобы убедиться, что он имеет правильный размер и плотно прилегает к коже.

- Следует осмотреть перчатку, напальчник и браслет на запястье, чтобы убедиться, что они не загрязнены.

- Следует заменить загрязненный предмет и повторить испытание.

- Следует заменить провод заземления и повторить испытание.

- Если описанные выше действия неэффективны, кожа человека может иметь высокое электрическое сопротивление. Изменения условий окружающей среды могут повлиять на сопротивление контакта с кожей человека. Использование увлажняющего лосьона или геля, совместимого с технологическими требованиями, может снизить контактное сопротивление кожи человека. Если используются увлажняющие лосьоны и гели, может потребоваться более частая проверка во время рабочей смены для обеспечения их постоянной эффективности.

Неисправные элементы ЭСР-управления, которые не могут быть приведены в соответствие, должны быть выведены из эксплуатации и четко обозначены как непригодные для применения.

Приложение I
(справочное)

Система заземления/эквипотенциального соединения

I.1 Цель

Целью данной проверки соответствия является проверка правильности подключения заземляющего провода оборудования, который используется в качестве ЭСР-заземлителя.

I.2 Испытательное оборудование

Анализатор розетки переменного тока может использоваться для определения правильной проводки заземляющего провода оборудования. Следуйте инструкциям производителя по использованию анализатора розеток переменного тока. При необходимости для проверки целостности проводки электрической цепи можно использовать тестер цепи переменного тока.

I.3 Метод испытаний

- Тестер цепи переменного тока (измеритель импеданса) подключают к розетке переменного тока, содержащей провод заземления оборудования, который будет использоваться для контрольной точки ЭСР-заземления/соединения.
- Проверяют следующие условия:
  - провода нейтрали и заземляющего провода оборудования присутствуют и не соединены друг с другом в розетке;
  - линия и нейтральный провода не поменяны местами;
  - проводники заземления линии и оборудования не поменяны местами;
  - сопротивление заземляющего провода оборудования находится в пределах диапазона сопротивления, разрешенного техническими требованиями пользователя.

Примечание — Проверка полного сопротивления может быть проблемой, если линия переменного тока оснащена устройством защиты от замыкания на землю.

I.4 Устранение неполадок

Любая розетка переменного тока или непосредственно подключенное оборудование (жесткий провод), которые не проходят проверку проводки, должны быть исправлены квалифицированным персоналом перед дальнейшим использованием или испытаниями.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 61340-2-3	—	*
IEC 61340-4-7	IDT	ГОСТ IEC 61340-4-7—2020 «Электростатика. Методы испытаний для прикладных задач. Ионизация»
IEC 61340-5-1	IDT	ГОСТ IEC 61340-5-1—2019 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Общие требования»
IEC 62631-3-2	—	*

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

[1] IEC TR 61340-1 — Electrostatics — Part 1: Electrostatic phenomena — Principles and measurements (Электростатика. Часть 1. Электростатические явления. Принципы и измерения)

[2] IEC TR 61340-5-2 — Electrostatics — Part 5-2: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena — User guide (Электростатика. Часть 5-2. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Руководство по применению)

[3] ANSI/ESD S6/1 — EADAssociation Standard for the Protection of Electrostatic Discharge Susceptible Items — Grounding (Стандарт Ассоциации ЭСР для защиты чувствительных к электростатическому разряду предметов. Заземление)

[4] IEC 61340-4-6 — Electrostatics — Part 4-6: Standard test methods for specific applications — Wrist straps (Электростатика. Часть 4-6. Стандартные методы испытаний для специальных случаев применения. Антистатические браслеты)

[5] IEC 61340-4-1 — Electrostatics — Part 4-1: Standard test methods for specific applications — Electrical resistance of floor coverings and installed floors (Электростатика. Часть 4-1. Стандартные методы испытаний для специальных случаев применения. Электрическое сопротивление покрытий и готовых полов)

[6] IEC 61340-4-5 — Electrostatics — Part 4-5: Standard test methods for specific applications — Methods for characterizing the electrostatic protection of footwear and flooring in combination with a person (Электростатика. Часть 4-5. Методы испытаний для прикладных задач. Методы оценки электростатических свойств обуви и напольного покрытия в комбинации с человеком)

[7] ANSI/ESD ADV53.1 — ESD Association Advisory for the Protection of Electrostatic Discharge Susceptible Items — ESD Protective Workstations (Стандарт Ассоциации ESD для защиты чувствительных к электростатическому разряду предметов — Рабочее место с защитой от электростатического разряда)

[8] IEC 61340-4-9 — Electrostatics — Part 4-9: Standard test methods for specific applications — Garments (Электростатика. Часть 4-9. Методы испытаний для прикладных задач. Одежда)

[9] IEC 61340-5-3:2015 — Electrostatics — Part 5-3: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena — Properties and requirements classification for packaging intended for electrostatic discharge sensitive devices (Электростатика. Часть 5-3. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Классификация свойств и требований к упаковке, предназначенной для устройств, чувствительных к электростатическому разряду)

[10] ANSI/ESD STM13.1 — Standard Test Method for Measuring Electrical Potential from — Electrical Soldering/ Desordering Hand Tools (Стандартные методы испытаний для измерения электрического потенциала от Электрических Ручных инструментов для пайки/распайки)

[11] ANSI/ESD TR1-01 — ESD Association Technical Report — Survey of Constant (Continuous) Monitors for Wrist Straps (Технический отчет Ассоциации ESD. Обзор постоянного (непрерывного) контроля для браслетов)

[12] IEC TS 61340-4-2:2013 — Electrostatics — Part 4-2: Standard test methods for specific applications — Electrostatic properties of garments (Электростатика. Часть 4-2. Стандартный метод испытаний для специфических применений. Электростатические свойства одежды)

[13] IEC TR 61340-2-2:2000 — Electrostatics — Part 2-2: Measurement methods — Measurement of chargeability (Электростатика. Часть 2-2. Методы измерения. Измерение способности подзаряжаться)

[14] IEC 61340-2-1 — Electrostatics — Part 2-1: Measurement methods — Ability of materials and products to dissipate static electric charge (Электростатика. Часть 2-1. Методы измерения. Способность материалов и изделий рассеивать электростатические заряды)

[15] ANSI/ESD STM15.1:2019 — ESD Association Standard Practice for the Protection of Electrostatic Discharge Susceptible Items — In-Use Resistance Testing of Gloves and Finger Cost (Стандарт Ассоциации ESD для защиты чувствительных к электростатическому разряду предметов. Испытания сопротивления перчаток и напальчников при использовании)

УДК 621.3.083:006.354 МКС 29.020 17.220.99 IDT

Ключевые слова: электростатика, элементы ЭСР-управления, проверка соответствия, защита от ЭСР, ЭСР, организация производства

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *С.В. Смирнова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 05.05.2022. Подписано в печать 23.05.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 7,58.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru