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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

**ГОСТ IEC 61340-2-1— 2024**

# ЭЛЕКТРОСТАТИКА

## Методы испытаний. Способность материалов и изделий рассеивать электростатические заряды

**(IEC 61340-2-1:2015 + AMD1:2022 CSV, Electrostatics — Part 2-1: Measurement methods — Ability of materials and products to dissipate static electric charge, IDT)**

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

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 стандарта, 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 июля 2024 г. № 175-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 |
| Казахстан | KZ | Госстандарт Республики Казахстан |
| Россия | RU | Росстандарт |
| Узбекистан | UZ | Узбекское агентство по техническому регулированию |

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 ноября 2024 г. № 1661-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 61340-2-1—2024 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2025 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61340-2-1:2015 «Электростатика. Часть 2-1. Методы измерений. Способность материалов и изделий рассеивать электростатический заряд» («Electrostatics — Part 2-1: Measurement methods — Ability of materials and products to dissipate static electric charge», IDT), включая изменение AMD1:2022.

Международный стандарт 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, 2015
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

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 Метод измерения стекания заряда . . . . . 2
4.1 Общие положения . . . . . 2
4.2 Условия окружающей среды . . . . . 3
4.3 Оборудование для измерения стекания коронного разряда . . . . . 3
4.4 Оборудование для измерения времени стекания заряда при контакте . . . . . 5
5 Применение методов и способов испытаний . . . . . 7
5.1 Общие положения . . . . . 7
5.2 Испытания на стекание заряда для тканей . . . . . 7
5.3 Стекание зарядов с перчаток, напальчников и ручного инструмента . . . . . 8
5.4 Нулевая проверка КУЗП . . . . . 11
Приложение А (обязательное) Метод проверки измерительного оборудования . . . . . 13
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам . . . . . 16
Библиография . . . . . 17

## Введение

Измерение скорости рассеивания электростатических зарядов является одним из основных измерений в области электростатики.

Для однородных проводящих материалов данное свойство возможно оценить косвенно, путем измерения параметров сопротивления и удельного сопротивления. Нужно проявлять осторожность при определении однородности материала, поскольку некоторые материалы, которые кажутся однородными, на самом деле обладают неоднородными электрическими характеристиками. Если однородность материала неизвестна и не может быть подтверждена каким-либо другим способом, имеется вероятность, что проводимые измерения сопротивления будут недостоверными или не дадут достаточной информации. Помимо этого, измерения сопротивления могут быть недостоверными при оценке рассеивающих или изоляционных материалов, особенно для материалов с высоким сопротивлением, которые включают в себя проводящие волокна (например, ткани с проводящей сеткой). В таких случаях скорость рассеивания электростатических зарядов следует измерять напрямую.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й  С Т А Н Д А Р Т

**ЭЛЕКТРОСТАТИКА**

# Методы испытаний. Способность материалов и изделий рассеивать электростатические заряды

Electrostatics. Test methods. Ability of materials and products to dissipate static electric charge

**Дата введения — 2025—01—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт описывает методы измерений для определения времени стекания заряда с изолирующих и электростатически рассеивающих материалов и изделий[1)].

Стандарт включает в себя общее описание методов измерений и подробное описание порядка проведения испытаний для конкретных случаев применения.

Различают два метода измерения времени стекания заряда: через заряжение коронным зарядом и с использованием заряженной металлической пластины, которые отличаются друг от друга, поэтому есть вероятность получения различных результатов измерений. Для каждого метода существуют случаи, когда следует применять именно его. Метод заряжения коронным разрядом подходит для оценки способности материалов, например, тканей или упаковки, рассеивать заряд на их поверхности. Метод с использованием металлической заряженной пластины подходит для оценки способности материалов и изделий, таких как перчатки, напальчники, ручной инструмент, рассеивать заряд с проводящих объектов, которые на них расположены или с которыми они контактируют. Метод с использованием заряженной пластины может не подходить для оценки способности материалов рассеивать заряд на их поверхности.

В дополнение к привычным случаям применения, данный стандарт может быть применен техническими комитетами для разработки стандартов в соответствии с принципами, установленными в IEC Guide 108.

Технические комитеты могут применять стандарты при разработке документов. Содержание настоящего стандарта не должно применяться без ссылок на него и включения в список использованных нормативных ссылок.

## 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 61010-1, Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use — Part 1: General requirements (Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования)

IEC 61010-2-030, Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use — Part 2-030: Particular requirements for equipment having testing or measuring circuits (Требования к

---

[1)] *При описании требования по антистатической защите термины «стекание заряда» и «рассеяние заряда» описывают одно физическое явление.*

**Издание официальное**

безопасности электрооборудования для проведения измерений, управления и лабораторного использования. Часть 2-030. Частные требования к испытательным и измерительным цепям)

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)

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)

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **стекание заряда** (charge decay): Перемещение заряда по поверхности материала или сквозь него, приводящее к снижению плотности заряда или поверхностного потенциала на месте приложения заряда.

3.2 **время стекания заряда** (charge decay time): Время снижения напряжения, обусловленного зарядом, с его начального значения до определенной доли начального значения.

Примечание — Подходящей долей являются 1/e или 10 % от начального значения (e является основанием натурального логарифма и равно 2,718). Если начальное значение напряжения достаточно низкое, на точность измерений времени стекания заряда до его малой части может влиять чувствительность измерителя поля к шумам.

3.3 **контрольное устройство с заряженной пластиной;** КУЗП (charged plate monitor, CPM): Устройство, включающее заряженную металлическую пластину определенной емкости и размеров, которая разряжается для измерения свойств рассеивания/нейтрализации зарядов на изделиях или материалах.

3.4 **коронный разряд** (corona discharge): Возникновение положительных или отрицательных ионов под воздействием сильного электрического поля.

3.5 **электростатически рассеивающий материал** (static dissipative material): Материал, который обеспечивает возможность перемещения заряда на поверхность и/или через его объем за время, которое существенно меньше времени его заряжения и времени, приводящего к проблемам, связанным с электростатикой.

Примечание — Для целей настоящего стандарта под данное определение также попадают материалы, считающиеся проводящими в других документах.

3.6 **начальное значение напряжения (при стекании коронного заряда)** (initial voltage): Потенциал поверхности в момент времени после окончания нанесения заряда, соответствующий времени, которое требуется для заряжения поверхностей материала при разделении в рабочих условиях.

Примечание — Справочно. В результате ручных операций трибоэлектрический эффект обычно проявляется за время 100 мс.

3.7 **начальное значение напряжения (при стекании контактного заряда)** (initial voltage): Напряжение, приложенное к проводящей пластине контрольного устройства с заряженной пластиной.

3.8 **диэлектрик** (insulator): Материал с очень низкой подвижностью заряда, при которой заряд на поверхности сохраняется длительное время по сравнению со временем, необходимым для возникновения заряда.

## 4 Метод измерения стекания заряда

### 4.1 Общие положения

В настоящем стандарте описаны два метода измерения.

Первый метод основан на определении рассеивания заряда, образовавшегося на поверхности в результате коронного разряда. Снижение потенциала на поверхности определяется с помощью измерителя поля или другого аналогичного оборудования. Данный метод применим при измерениях рассеивания заряда с поверхностей и материалов.

Второй метод основан на определении рассеивания заряда с заряженной пластины через испытуемый объект путем приложения напряжения к металлической пластине, которую затем отсоединяют от источника напряжения и наблюдают за снижением потенциала с помощью измерителя поля или аналогичного оборудования. Данный метод применим при изменении рассеивания заряда с таких изделий, как напальчники, перчатки и ручной инструмент.

Примечание — Существуют другие способы зарядить материалы, отличные от тех, которые приведены в настоящем стандарте (например, трибоэлектрификация или индуцированный заряд), но они неприменимы для целей настоящего стандарта.

ВНИМАНИЕ — Методы, описанные в настоящем стандарте, предполагают использование источников высокого напряжения, которые могут представлять опасность при неправильном применении. При проведении испытаний пользователям данного документа следует быть уверенными в оценке соответствующего риска при работе и соблюдать обязательные требования нормативных документов. Электрическое оборудование, применяемое при испытаниях, должно соответствовать требованиям безопасности, установленным в IEC 61010-1 и IEC 61010-2-030.

### 4.2 Условия окружающей среды

Электрические свойства материалов могут изменяться в зависимости от температуры и количества впитываемой влаги.

Если не указано иное, испытания должны проводиться при температуре (23 ± 2) °С и относительной влажности (12 ± 3) %, время выдержки перед испытаниями составляет не менее 48 ч.

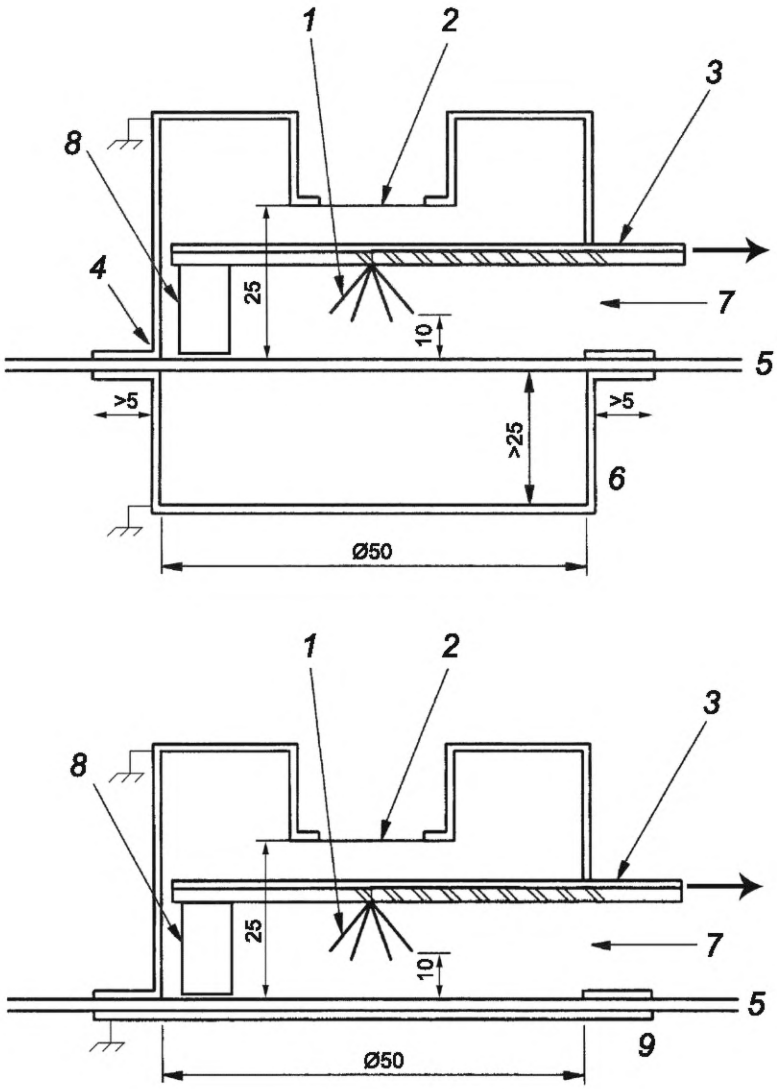
При проведении измерений в реальных условиях параметры температуры окружающей среды и относительной влажности должны быть задокументированы.

### 4.3 Оборудование для измерения стекания коронного разряда

#### 4.3.1 Конструкция устройства для испытаний

На рисунке 1 приведены типичное расположение и подходящие размеры оборудования для проведения измерений. Возможно использовать другое оборудование, с помощью которого можно получить сопоставимые результаты.

Апертура для генерации и измерения перемещающегося заряда должна быть круглой с диаметром (50 ± 1) мм или квадратной, эквивалентной по площади. Коронообразующее устройство прикреплено к подвижной пластине над центром измерительной апертуры. Измерительная апертура измерителя поля должна быть на (25 ± 1) мм выше центра места проведения испытаний. При выдвижении пластины, на которой расположено коронообразующее устройство, из зоны испытаний место испытаний должно открываться для пластины с измерительной апертурой для измерителя поля.




*1* — коронообразующее устройство круглой формы диаметром (10 ± 1) мм; *2* — измерительная апертура измерителя поля; *3* — подвижная пластина; *4* — заземленный корпус; *5* — образец; *6* — металлическая пластина (подложка с воздушным зазором); *7* — проем, через который передвигают подвижную пластину; *8* — воздушная заслонка; *9* — металлическая пластина (заземляющая подложка)

Рисунок 1 — Пример установки для измерения рассеивания заряда при заряжении коронным разрядом

### 4.3.2 Крепление испытуемого материала

Измерительная апертура установки для испытаний должна быть расположена прямо над поверхностью испытуемого материала. Листовые или гибкие материалы должны размещаться следующим образом:

a) при испытаниях материалов на подложке с воздушным зазором материал располагают на ней таким образом, чтобы границы воздушного зазора были расположены на одном уровне с апертурой испытательного оборудования, а ширина подложки была как минимум на 5 мм больше, чем ширина воздушного зазора. Нижнюю часть подложки следует заземлить, а глубина воздушного зазора должна быть как минимум 25 мм;

b) при испытаниях материала с использованием заземляющей подложки его следует расположить между основной пластиной средства измерений и подложкой.

Примечание — Если заряд перемещается через объем материала быстрее, чем по его поверхности, тогда мгновенное помещение металлической заземляющей пластины под зоной испытаний может увеличить скорость рассеивания заряда. С другой стороны, если заряд быстрее перемещается по поверхности испытуемого материала, тогда скорость рассеивания заряда может снизиться при использовании заземляющей металлической пластины, так как ее присутствие повысит емкость заряда. Для того, чтобы достичь полного понимания свойства рассеивания заряда с испытуемого материала, желательно провести испытания дважды: используя заземляющую металлическую пластину, примыкающую к испытательной области, и подложку с воздушным зазором.

С практической точки зрения испытания с использованием заземляющей подложки имитируют непосредственный контакт материала и заземляющей поверхности, например облегающей одежды или обивки металлического сиденья. Испытания материалов на подложке с воздушным зазором имитируют другой практический случай, когда материалы не соприкасаются с заземленной поверхностью, например нижний край халата или спецодежды, находящийся далеко от тела пользователя.

#### 4.3.3 Генерация коронного заряда

Коронный заряд можно получить с помощью коронообразующего устройства, состоящего как минимум из пяти коронирующих острий, расположенных по окружности диаметром (10 ± 1) мм и на расстоянии (10 ± 1) мм над местом проведения испытаний. Коронирующие острия должны быть изготовлены из устойчивого к коррозии металлического провода диаметром от 0,1 до 0,5 мм. Более точные требования к размеру и месту размещения не устанавливаются, но устройство в целом обеспечивает согласование процессов заряжения и стекания заряда.

Примечание 1 — Типичное напряжение для генерирующего коронный заряд оборудования находится в диапазоне от 5 до 10 кВ.

Длительность коронного разряда должна быть не более 50 мс, а 10 или 20 мс обычно достаточно для получения требуемых начальных пиковых значений напряжения при измерениях. При большом времени генерации заряда (более нескольких секунд) может произойти повреждение материала.

Испытания проводят под напряжением положительной и отрицательной полярности.

Оборудование, используемое для генерации заряда, следует полностью удалить из области действия и измерений измерителя поля менее чем за 20 мс.

Примечание 2 — При значении напряжения коронного заряда от 7 до 8 кВ начальное значение поверхностного напряжения на изоляционных материалах с высоким значением сопротивления будет около 3 кВ. Для материалов, обладающих высокой скоростью стекания заряда, начальное значение напряжения может быть существенно ниже — например только от 50 до 100 В.

#### 4.3.4 Измеритель поля

Рабочий диапазон измерителя поля должен позволять измерять поверхностное сопротивление меньше наименьшего предела предполагаемых при измерениях значений с погрешностью не более ±5 В. Время отклика (от 10 % до 90 %) должно быть как минимум в 10 раз меньше, чем время стекания заряда, ожидаемое при проведении измерений. Стабильность нуля должна позволять проводить измерения поверхностного напряжения с приведенной точностью в течение наибольшего ожидаемого времени стекания заряда. Исходя из приведенной выше информации, предпочтительным типом измерителя поля является измеритель поля с роторным измерительным преобразователем.

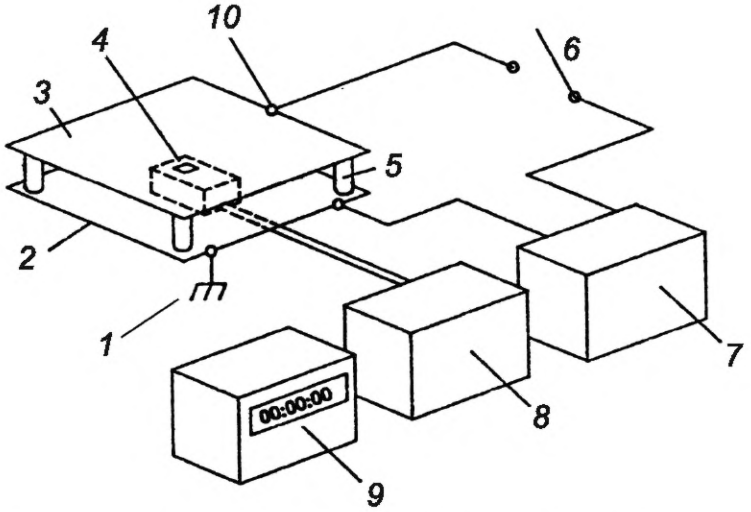
Во время генерации коронного разряда и измерения времени стекания заряда измерительную апертуру измерителя поля следует экранировать от возможных соединений и поверхностей, подключенных к источникам высокого напряжения, используемых для генерации коронного разряда. Не следует размещать изолирующие материалы в пространстве между измерителем поля и апертурой для испытаний при работе с измерителем поля.

Остаточная ионизация должна быть снижена до 20 В при проведении измерений поверхностного напряжения. Излишнюю ионизацию следует устранить, например с помощью потока воздуха. Ее можно проверить, проведя измерения на полностью проводящей испытуемой поверхности.

### 4.4 Оборудование для измерения времени стекания заряда при контакте

#### 4.4.1 Конструкция устройства для испытаний

Типичное расположение и подходящие размеры оборудования для проведения измерений приведены на рисунке 2. Возможно использовать другое оборудование, с помощью которого можно получить сопоставимые результаты.

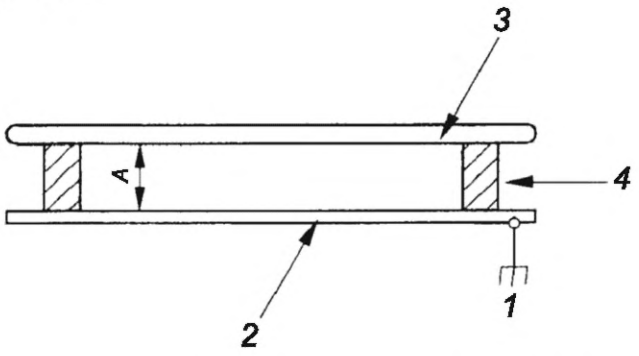



*1* — линия заземления; *2* — заземленная поверхность со сторонами более 150 мм; *3* — проводящая пластина (например, с номинальными размерами (150 × 150) мм; *4* — электрод; *5* — изолирующие опоры (сопротивление к заземлению более $10^{14}$ Ом); *6* — переключатель; *7* — высоковольтный источник питания с ограничителем тока; *8* — измеритель поля или соответствующее оборудование; *9* — таймер; *10* — высоковольтный контакт с пластиной

Рисунок 2 — Пример установки для измерения времени стекания заряда при использовании заряженной пластины[1)]

Для измерения времени рассеивания заряда на испытуемом объекте используют контрольное устройство с заряженной пластиной (см. рисунок 2). Емкость заряженной пластины, установленной в испытательной схеме, должна быть (20 ± 2) пФ. Размеры пластины не оказывают значительного влияния на результат, могут быть использованы любые удобные размеры, например номинальный размер (150 × 150) мм. Соединительный провод между переключателем и пластиной должен быть как можно короче.

В установке не должно быть никаких заземленных объектов или объектов, которые находятся к проводящей пластине ближе расстояния А, приведенного на рисунке 3, за исключением изолирующих опор, как показано на рисунках 2 и 3, или высоковольтного контакта с пластиной, как показано на рисунке 2. Сопротивление к заземлению изолирующих опор должно быть более $10^{14}$ Ом. Расстояние А требуется для достижения необходимого уровня емкости. Изолированная проводящая пластина при ее заряжении до требуемого уровня испытательного напряжения не должна разряжаться более чем на 10 % от начального значения напряжения в течение 5 мин в условиях окружающей среды, установленных в 4.2. Время отклика регистрирующего устройства должно быть достаточным для измерения напряжения заряженной пластины.




*1* — линия заземления; *2* — заземленная поверхность со сторонами более 150 мм; *3* — проводящая пластина (номинальные размеры (150 × 150) мм); *4* — изолирующие опоры

Рисунок 3 — Заряженная пластина

[1)] Если компоненты объединены в одно устройство, оно называется контрольным устройством с заряженной пластиной (КУЗП).

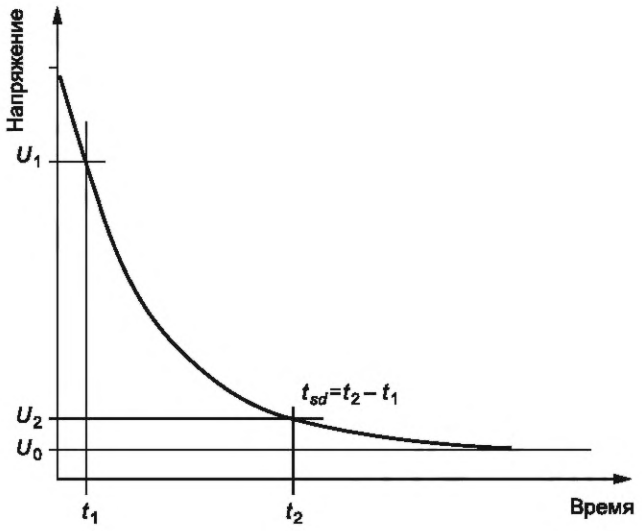
Емкость пластины и соединительного провода определяют в соответствии с разделом А.2.

Подробные требования к конструкции, включая требования для альтернативного варианта конструкции контрольного устройства с заряженной пластиной, приведены в IEC 61340-4-7.

**4.4.2 Время стекания заряда $t_{sd}$**

Время стекания заряда — это период снижения начального напряжения $U_1$ на заряженной пластине до установленного нижнего значения напряжения $U_2$, например время разряжения с 1000 до 100 В, для значений напряжения положительной и отрицательной полярности (см. рисунок 4).

Бывают случаи, когда напряжение может не упасть до значения, близкого к нулю. Такое установившееся значение напряжения смещения обозначается как $U_0$.




Примечание — Кривая стекания заряда может не достигать 0 В.

Рисунок 4 — Время стекания заряда $t_{sd}$ и напряжение смещения $U_0$

## 5 Применение методов и способов испытаний

### 5.1 Общие положения

В разделе 5 описано применение методов испытаний для оценки конкретных материалов и изделий. Предложенные методы испытаний имеют более широкий диапазон применений и могут быть использованы для оценки более широкого спектра материалов и изделий, чем описано в разделе 5.

### 5.2 Испытания на стекание заряда для тканей

**5.2.1 Выбор метода испытаний**

Для испытаний на стекание заряда с тканей следует использовать метод заряжения коронным разрядом.

**5.2.2 Подготовка испытуемой поверхности**

Образец материала для испытаний должен быть чистым, обеспыленным и достаточно большим, чтобы полностью покрывать испытательное оборудование.

Пыль аккуратно удаляют щеткой или потоком чистого воздуха. Если поверхность заметно загрязнена, испытывают другую часть материала или проводят измерения загрязненного материала и документируют состояние полученных испытуемых образцов, описывая степень их загрязнения.

Для лабораторных испытаний материалы должны быть очищены в соответствии с инструкциями производителя. Материалы и метод, используемые для очистки, должны быть задокументированы.

В условиях реального применения (в составе изделия) материалы должны испытываться без какой-либо «специальной» очистки. Если очистка предусмотрена технологическим процессом, например стирка одежды, измерения должны быть проведены до и после очистки. Средства и методы, используемые для очистки, должны быть задокументированы в протоколе.

Чтобы избежать загрязнения образцов, следует работать с ними, используя пинцеты или перчатки.

**5.2.3 Проведение испытаний**

Испытательную апертуру располагают над поверхностью испытуемого материала, устанавливают подходящие условия заряжения и проводят требуемое количество измерений стекания заряда.

При каждом измерении испытательное оборудование должно оставаться закрепленным и не перемещаемым на поверхности.

Перемещение оборудования по поверхности может вызвать трибоэлектрификацию и привести к случайному дополнительному заряжению генерируемого разряда, что потребует повторить испытания.

Измерения проводят при напряжении положительной и отрицательной полярности.

На тканях и пленочных материалах испытания проводят и на подложке с воздушным зазором, и на заземляющей подложке.

Для каждого образца при каждой совокупности условий испытаний проводят не менее трех измерений. Время между проведением измерений должно быть достаточным для того, чтобы поверхностное напряжение не успело снизиться более чем на 5 % от начального значения напряжения перед началом проведения следующего измерения.

Все измерения проводят на различных участках материала.

**5.2.4 Результаты испытаний**

Время стекания заряда соответствует измеренному значению времени падения поверхностного напряжения с начального значения до определенной части от этого начального напряжения.

Полученные значения времени стекания заряда являются усредненными значениями времени, измеренного в тех условиях испытаний, которые привели к получению наибольших значений.

Если невозможно добиться требуемого начального уровня поверхностного напряжения коронным зарядом от 7 кВ, это следует записать вместе с полученным уровнем начального поверхностного напряжения.

**5.2.5 Протокол испытаний**

Протокол испытаний должен включать в себя следующую информацию:

- ссылку на настоящий стандарт, т. е. IEC 61340-2-1;
- результаты испытаний (все измеренные значения, а также время стекания заряда в соответствии с 5.2.4);
- количество испытуемых образцов;
- дату и время проведения испытаний;
- описание и/или маркировку испытуемого материала;
- используемый метод заряжения (например, поляризация, коронный разряд и его напряжение, длительность заряжения, размеры электрода, время между проведением испытаний);
- расположение каждого образца на подложке с воздушным зазором или на заземляющей подложке;
- температуру и относительную влажность во время проведения измерений и, когда проводилась предварительная выдержка образцов, — температуру и относительную влажность во время предварительной выдержки, время между предварительной выдержкой и испытаниями, если условия выдержки и проведения испытаний были различными;
- описание используемого оборудования и дату его последней и последующей калибровки (поверки).

**5.3 Стекание зарядов с перчаток, напальчников и ручного инструмента**

**5.3.1 Выбор метода испытаний**

Для определения времени стекания заряда с перчаток, напальчников или ручного инструмента используют контрольное устройство с заряженной пластиной, соответствующее 4.4, и браслет, соответствующий IEC 61340-4-6. Для применяемого метода испытаний допускается отклонение всех значений характеристик в пределах 10 %, если не указано иное.

**5.3.2 Общие требования к процедуре испытаний**

В начале каждой серии испытаний проводят пробное испытание для определения наличия значительного влияния трибоэлектрического эффекта на значения напряжения. Напряжение при пробном испытании должно быть задокументировано в информации об испытаниях.

В начале каждой серии испытаний проводят измерение времени стекания с голой руки для проверки функционирования системы заземления оператора через браслет и проверки времени отклика измерительной системы.

При проведении измерений времени стекания заряда от 1000 В в условиях присутствия постоянной емкости необходимо заряжать проводящую пластину до начального напряжения более 1000 В.

Если полученное значение после поднятия пальца, руки или ручного инструмента выше, чем при пробном испытании, это может значить, что произошел незначительный разряд и напряжение заряжения было выше, чем емкость заряда между пальцами, рукой или ручным инструментом и проводящей пластиной.

Примечание 1 — На значение полной емкости во время проведения испытаний будет влиять емкость, добавленная контактом с испытуемым объектом, поэтому может потребоваться приложить усилие при испытаниях напальчников, перчаток и ручного инструмента. Прижимание объекта во время проведения испытаний можно контролировать с помощью расположения КУЗП на подходящем балансире или с помощью использования оборудования для измерения усилия.

Примечание 2 — Для материалов, обладающих высоким сопротивлением, будет полезным проведение измерений при напряжении положительной и отрицательной полярности. В других документах (стандартах, спецификациях и т. д.) может быть определено, что измерения проводились при положительной и отрицательной полярности.

**5.3.3 Испытание свойств стекания заряда с используемых напальчников**

Влажность напальчников после использования в течение короткого времени может значительно повлиять на результаты данного метода испытаний. Требования, относящиеся к данному методу, должны содержать в себе указание на время использования перед проведением измерений.

При проведении испытаний выполняют следующие операции.

1) Надевают антистатический браслет и подключают его к линии заземления.
2) Проводят нулевую проверку, как описано в 5.4.
3) Заряжают проводящую пластину до значений напряжения 1100 В.
4) Отключают высоковольтный источник питания от заряженной пластины.
5) Дотрагиваются до заряженной пластины пальцем без напальчника (рукой с антистатическим браслетом), отрывают палец от пластины через 2 с и больше ее не касаются; записывают время стекания заряда с 1000 В до 100 В как первичный результат испытаний.
6) Надевают напальчник.
7) Заряжают проводящую пластину до значения напряжения 1100 В.
8) Отключают высоковольтный источник питания от заряженной пластины.
9) Дотрагиваются до заряженной пластины пальцем в напальчнике (рукой с антистатическим браслетом), через 2 с отрывают палец от пластины и больше ее не касаются.
10) Записывают время стекания заряда с 1000 В до 100 В.
11) Повторяют операции с 7) до 10) дважды, чтобы получить по 3 результата.

**5.3.4 Испытание свойств стекания заряда с используемых перчаток**

Влажность перчаток после использования в течение короткого времени может значительно повлиять на результаты данного метода испытаний. Требования, относящиеся к данному методу, должны содержать в себе указание на время использования перед проведением измерений.

При проведении испытаний выполняют следующие операции.

1) Надевают антистатический браслет и подключают его к линии заземления.
2) Проводят нулевую проверку, как описано в 5.4.
3) Заряжают проводящую пластину до значений напряжения 1100 В.
4) Отключают высоковольтный источник питания от заряженной пластины.
5) Дотрагиваются до заряженной пластины ладонью без перчатки (рукой с антистатическим браслетом), через 2 с отрывают ладонь от пластины и больше ее не касаются; записывают время стекания заряда с 1000 В до 100 В как первичный результат испытаний.
6) Надевают перчатку.
7) Заряжают проводящую пластину до значения напряжения 1100 В.
8) Отключают высоковольтный источник питания от заряженной пластины.
9) Дотрагиваются до заряженной пластины ладонью в перчатке (рукой с антистатическим браслетом), через 2 с отрывают ладонь от пластины и больше ее не касаются.
10) Записывают время стекания заряда с 1000 В до 100 В.
11) Повторяют операции с 7) до 10) дважды, чтобы получить по 3 результата.

**5.3.5 Протокол испытаний для напальчников и перчаток**

Протокол испытаний должен включать в себя следующую информацию:

- ссылку на настоящий стандарт, т. е. IEC 61340-2-1;
- результаты испытаний (все три отдельно);
- напряжение при пробном испытании;
- дату и время проведения испытаний;
- описание и/или маркировку испытуемого материала;
- условия испытаний (например, поляризация, напряжение, время между испытаниями);
- температуру и относительную влажность во время проведения измерений, приводят указание на проведение предварительной выдержки образцов и, если проводилась предварительная выдержка образцов, — температуру и относительную влажность во время предварительной выдержки, время между предварительной выдержкой и испытаниями, если условия выдержки и проведения испытаний были различными;
- время между моментом надевания перчаток или напальчников и началом испытаний;
- описание используемого оборудования.

**5.3.6 Испытание свойств стекания заряда с ручного инструмента**

При проведении испытаний выполняют следующие операции:

1) Надевают антистатический браслет и подключают его к линии заземления.
2) Проводят нулевую проверку, как описано в 5.4.
3) Заряжают проводящую пластину до значений напряжения 1100 В.
4) Отключают высоковольтный источник питания от заряженной пластины.
5) Дотрагиваются до заряженной пластины рукой без инструмента (рукой с антистатическим браслетом), через 2 с отрывают руку от пластины и больше ее не касаются; записывают время стекания заряда с 1000 до 100 В как первичный результат испытаний.
6) Берут испытуемый ручной инструмент в руку.
7) Заряжают проводящую пластину до значения напряжения 1100 В.
8) Отключают высоковольтный источник питания от заряженной пластины.
9) Дотрагиваются до заряженной пластины инструментом в руке (рукой с антистатическим браслетом), через 2 с отрывают руку от пластины и больше ее не касаются.
10) Записывают время стекания заряда с 1000 до 100 В.
11) Повторяют операции с 7) до 10) дважды, чтобы получить по 3 результата.

Пример кривой при быстром стекания заряда с ручного инструмента до низкого значения напряжения приведен на рисунке 5 a). Ручной инструмент, оснащенный изолирующей поверхностью или поверхностью с высоким сопротивлением, покажет быстрое стекание заряда до среднего уровня напряжения и последующее медленное стекание заряда до нижнего значения напряжения (см. рисунок 5 b)) или отсутствие дальнейшего стекания заряда (см. рисунок 5 c)). Начальное стекание заряда в данных случаях происходит разряжением заряженной пластины на емкость между рукой и инструментом, а не благодаря рассеиванию через сопротивление. В некоторых случаях напряжение может быстро упасть до 100 В при прикосновении инструмента к заряженной пластине, а затем снова увеличиться до уровня выше 100 В, когда ручной инструмент убирают, как показано на рисунке 5 d). При проведении операций, относящихся к данному методу испытаний, следует учитывать возможность появления данных эффектов.

**5.3.7 Протокол испытаний для ручного инструмента**

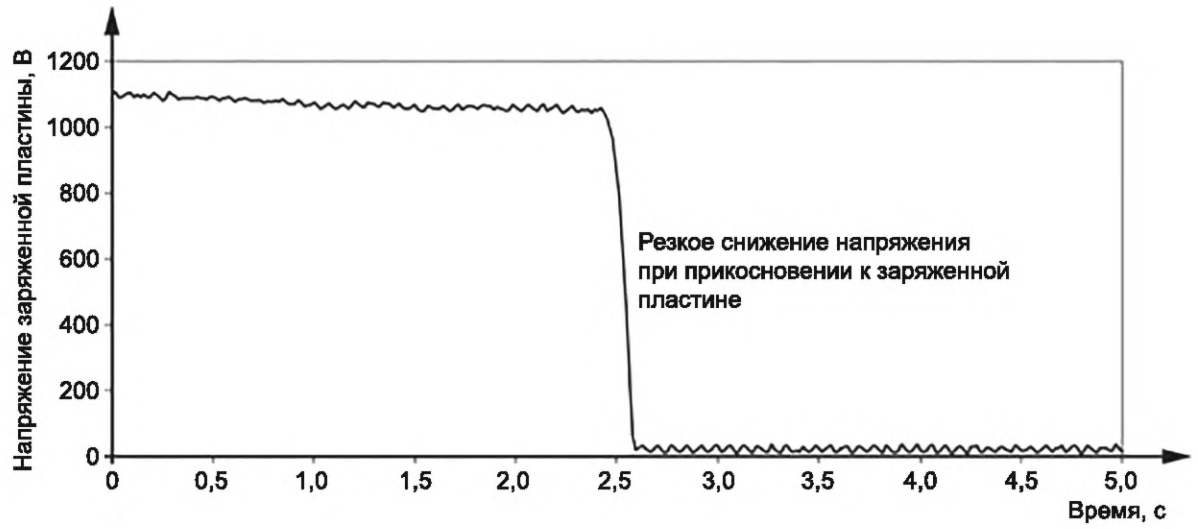
Протокол испытаний должен включать в себя следующую информацию:

- ссылку на настоящий стандарт, т. е. IEC 61340-2-1;
- результаты испытаний (все три отдельно);
- напряжение при пробном испытании;
- дату и время проведения испытаний;
- описание и/или маркировку испытуемого ручного инструмента;
- условия испытаний (например, поляризация, напряжение, время между испытаниями);
- температуру и относительную влажность во время проведения измерений и, если проводилась предварительная выдержка образцов, — температуру и относительную влажность во время предварительной выдержки, время между предварительной выдержкой и испытаниями, если условия выдержки и проведения испытаний были различными;
- описание используемого оборудования.

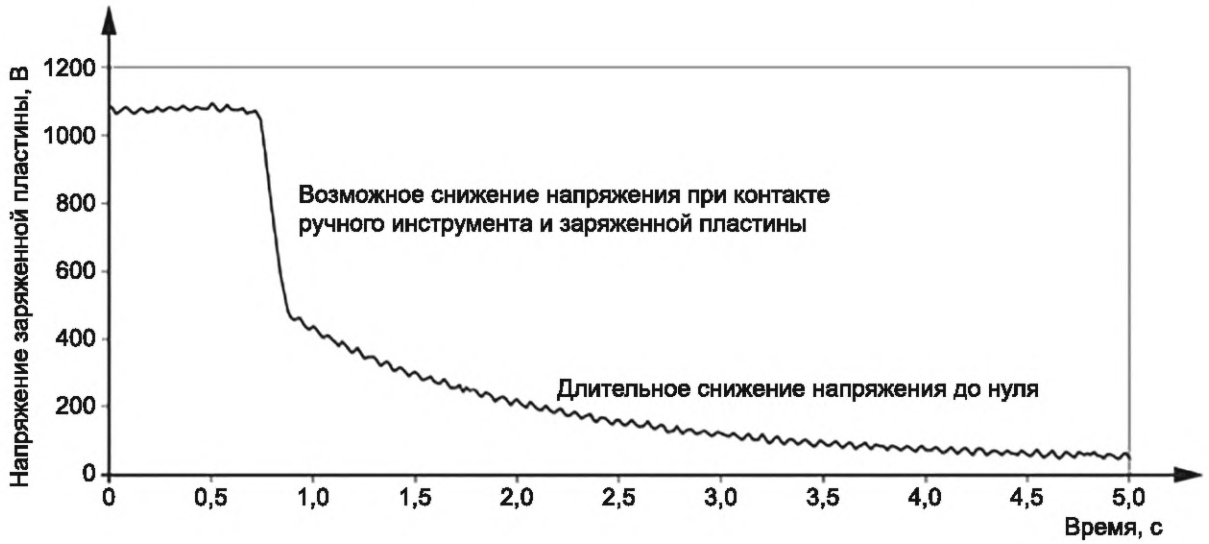
### 5.4 Нулевая проверка КУЗП

При проведении испытаний выполняют следующие операции.

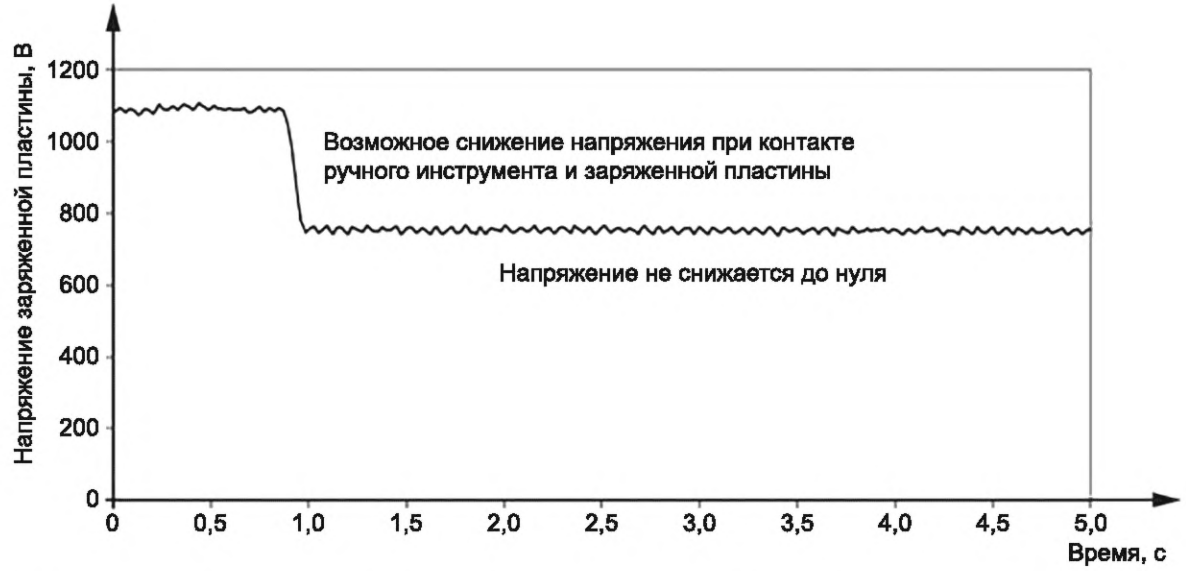
1) Надевают антистатический браслет и подключают его к линии заземления.
2) Отключают высоковольтный источник питания от проводящей пластины.
3) Заземляют проводящую пластину и обнуляют измеритель поля.
4) Дотрагиваются до заряженной пластины испытуемым объектом так же, как и при обычном испытании. Следует быть внимательным и только дотронуться объектом до пластины и не тереть о нее объект.
5) Изолируют проводящую пластину.
6) Убирают испытуемый объект с проводящей пластины.
7) Записывают значение напряжения на проводящей пластине.
8) Полученное напряжение — это напряжение, которое возникло при разделении испытуемого объекта и проводящей пластины. Его следует указать в окончательном протоколе испытаний.



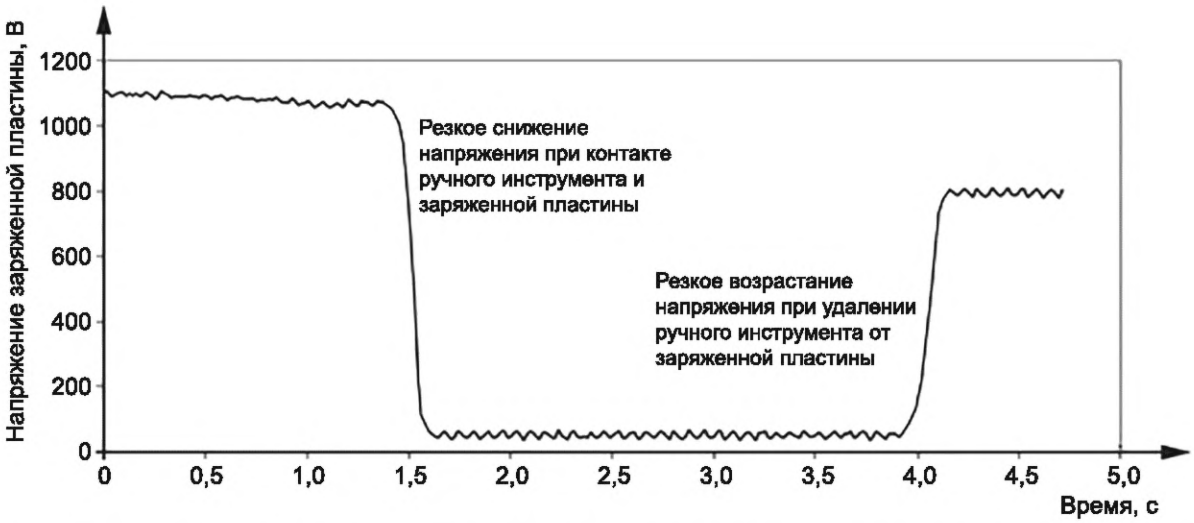

a) Пример формы быстрого стекания заряда до нижних значений при испытаниях ручного инструмента




b) Пример формы быстрого стекания заряда в начале испытаний благодаря емкостному эффекту с последующим медленным стеканием заряда через сопротивление




c) Пример формы стекания заряда, при котором отсутствует разряжение после быстрого снижения напряжения благодаря емкостному эффекту




d) Пример формы быстрого изменения заряда на заряженной пластине благодаря емкостному эффекту

Рисунок 5 — Примеры формы стекания заряда при испытаниях ручного инструмента

**Приложение А**
**(обязательное)**

## Метод проверки измерительного оборудования

### А.1 Проверка оборудования для измерения стекания заряда

#### А.1.1 Проверяемые характеристики

Проверка оборудования для измерения стекания заряда включает в себя две части:

a) проверку чувствительности измерителя поля к поверхностному напряжению;

b) проверку результативности измерений при измерении времени стекания заряда.

Официальная калибровка требует установку и измерение неопределенности измерений (см. ISO/IEC Guide 98-1 [2]).

#### А.1.2 Проверка чувствительности при измерении поверхностного потенциала

Проверку чувствительности при измерении поверхностного напряжения проводят, основываясь на установленных значениях напряжения на плоской проводящей поверхности, которая покрывает всю площадь испытательной апертуры. Источник напряжения должен генерировать стабильное слабо пульсирующее напряжение обеих полярностей со значением не менее 1000 В. Система измерения напряжения должна иметь рабочий диапазон измерений, позволяющий измерить напряжение обеих полярностей, и быть независимой от источника напряжения, т. е. ее необходимо проверять отдельно. Погрешность измерения напряжения должна быть не более 0,2 %. Нестабильность испытательного напряжения должна быть в пределах 0,2 %.

#### А.1.3 Проверка правильности измерения времени стекания заряда

Откалиброванные резисторы и емкости присоединяют параллельно между заземлением и проверяемой проводящей панелью над испытательной апертурой. Резисторы и емкости должны быть хорошего качества, с линейными характеристиками напряжения и предельным значением напряжения до 3 кВ.

Значения времени стекания заряда, в секундах, получают в соответствии со значениями характеристик резисторов (омы) и емкостей (фарады). Значения времени стекания заряда должны быть измерены для каждой временной декады рабочего диапазона оборудования. Чтобы покрыть все диапазоны измерений, требуемые для испытаний антистатических материалов, значения времени стекания заряда должны покрывать диапазон от 100 мс до 100 с.

#### А.1.4 Метод проверки

Оборудование для измерения стекания заряда помещают на проверочное оборудование, которое включено и находится в устойчивом положении. Подключают проверяемую пластину к линии заземления и измеряют нулевое напряжение на поверхности по показаниям измерителя поля. Прикладывают проверочное напряжение к пластине и устанавливают несколько требуемых уровней напряжения от 50 до 1000 В. Повторяют измерения для другой полярности напряжения.

Присоединяют набор резисторов и емкостей требуемого значения от линии заземления к проверяемой пластине. Включают оборудование для измерения времени стекания заряда, чтобы приложить достаточное значение заряда к проверяемой пластине для получения подходящего для измерений времени стекания заряда начального значения напряжения. Подходящие значения начального напряжения находятся в диапазоне от 100 до 1000 В. Измеряют время стекания заряда от начального пикового напряжения до 1/e части от него, используя обычное оснащение для измерений. Если установка позволяет, то следует определять время стекания заряда по показаниям и встроенному программному обеспечению.

Следует провести как минимум три измерения для каждой полярности и для каждого установленного значения времени стекания заряда. Для каждой группы из шести измерений следует рассчитать среднее время стекания заряда и стандартное отклонение.

### А.2 Методы проверки емкости изолированной проводящей пластины

#### А.2.1 Общие положения

Измерения емкости изолированной проводящей пластины должны проводиться с использованием измерителя емкости, либо измерением заряда на ней, либо используя метод разделения заряда.

#### А.2.2 Метод с использованием измерителя емкости

Проводят прямые измерения емкости на изолированной проводящей пластине с помощью измерителя емкости с разрешением в 0,1 пФ и погрешностью не более 5 %. Перед подключением к измерителю емкости проводящую пластину следует разрядить до потенциала линии заземления. Испытательные провода измерителя емко-

сти должны быть как можно короче. Емкость измерительных проводов следует вычесть из измеренного значения емкости.

**А.2.3 Метод измерения заряда**

А.2.3.1 Общие положения

Для данного метода измерения емкости на изолированной проводящей пластине (включая провода) требуются источник питания и измеритель частичных зарядов общей погрешностью измерений не более 5 %. Значение емкости устанавливается по формуле

$$C = Q/U, \quad (A.1)$$

где $Q$ — заряд пластины, Кл;

$U$ — напряжение на пластине, В;

$C$ — емкость на пластине, Ф.

Напряжение на пластине определяется ее заряжением до известного значения $U$, а заряд $Q$ измеряется на пластине измерителем частичных зарядов. Соотношение значений этих двух характеристик, как показано в формуле (А.1), дает значение емкости на изолированной проводящей пластине.

Если значение емкости находится в диапазоне (20 ± 2) пФ, удобно использовать значение напряжения $U$, равное 100 В. Приложение напряжения 100 В на проводящую пластину емкостью 20 пФ приведет к появлению на ней заряда значением 2 нКл.

А.2.3.2 Оборудование

Для проведения измерений используют следующее оборудование:

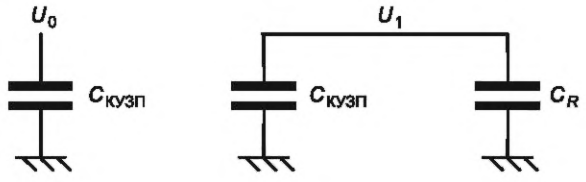
- источник питания постоянного напряжения с пределом измерений 100 В ±20 %, пределами погрешности измерений ±2 % и пределом тока до 100 мкА;
- кулонометр с разрешением 0,02 нКл и подходящей шкалой (например, полной шкалой до 3 нКл).

А.2.3.3 Метод проверки

Заряжают пластину (см. рисунок 3) до напряжения $U$ с помощью быстрого касания пробником источника постоянного напряжения. Перемещают заряд на пластине с помощью касания пробником измерителя частичных зарядов и записывают полученное значение заряда. Повторяют эксперимент 10 раз и определяют среднее значение и стандартное отклонение. Стандартное отклонение должно быть не более 0,5 пФ.

**А.2.4 Метод разделения заряда**

Основной принцип метода измерения емкости на КУЗП разделением заряда состоит в подключении пластины с известным потенциалом к опорному конденсатору, емкость которого намного больше, чем ожидаемая емкость самого КУЗП (см. рисунок А.1). Заряд разделится между опорным конденсатором и КУЗП в соотношении, соответствующем соотношению их емкостей. Например, если КУЗП имеет емкость 20 пФ, а опорный конденсатор 2 нФ, то 0,99 % всего заряда останется на КУЗП и 99,01 % заряда перейдет на опорный конденсатор. Для практических целей при использовании опорного конденсатора его емкость должна быть как минимум в 100 раз больше, чем ожидаемая емкость на КУЗП, тогда можно будет предположить, что весь заряд передается на опорный конденсатор.




$C_R \geq 100 \cdot C_{КУЗП}$

Рисунок А.1 — Подходящая схема для КУЗП и опорного конденсатора

Для измерения разности потенциалов на опорном конденсаторе возможно определить значение заряда. С помощью этой величины и известного значения напряжения, до которого было заряжено КУЗП, вычисляется емкость КУЗП.

Полный заряд $Q$, первоначально находившийся на измерительной пластине, равен:

$$Q = U_0 \cdot C_{КУЗП}. \quad (A.2)$$

Если часть заряда передается на опорный конденсатор $C_R$, мы имеем:

$$Q = (U_1 \cdot C_R) + (U_1 \cdot C_{КУЗП}) = U_1 \cdot (C_R + C_{КУЗП}). \quad (A.3)$$

Так как начальный заряд остается неизменным, мы имеем:

$$U_0 \cdot C_{КУЗП} = U_1 \cdot (C_R + C_{КУЗП}) = U_1 \cdot C_R(1 + C_{КУЗП}/C_R). \quad (A.4)$$

Если $C_R >> C_{КУЗП}$, то $C_{КУЗП}/C_R$ можно пренебречь в соответствии с формулой (А.4). Поэтому емкость контрольного устройства с заряженной пластиной можно вычислить следующим образом:

$$C_{КУЗП} = (U_1/U_0) \cdot C_R. \quad (A.5)$$

**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 61010-1 | IDT | ГОСТ IEC 61010-1—2014 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования» |
| IEC 61010-2-030 | IDT | ГОСТ IEC 61010-2-030—2013 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 2-030. Частные требования к испытательным и измерительным цепям» |
| IEC 61340-4-6 | IDT | ГОСТ IEC 61340-4-6—2019 «Электростатика. Методы испытаний для прикладных задач. Антистатические браслеты» |
| IEC 61340-4-7 | IDT | ГОСТ IEC 61340-4-7—2020 «Электростатика. Методы испытаний для прикладных задач. Ионизация» |
| Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:<br>- IDT — идентичные стандарты. | | |

## Библиография

[1] 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)

[2] ISO/IEC Guide 98-1, Uncertainty of measurement — Part 1: Introduction to the expression of uncertainty in measurement (Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в выражение неопределенности измерения)

[3] IEC Guide 108, Guidelines for ensuring the coherence of IEC publications — Application horizontal standarts (Руководящие указания по обеспечению согласованности между публикациями IEC. Применение горизонтальных стандартов)

Дополнительные, не упомянутые в тексте, ссылки

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

УДК 361.3.083:006.354 МКС 29.020 17.220.99 IDT

Ключевые слова: электростатика, электрическое сопротивление, твердые материалы, твердые изоляторы, накопление электростатического заряда, поверхностное сопротивление, объемное сопротивление, метод испытаний, электрод

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 14.11.2024. Подписано в печать 10.12.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,12.

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