ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56981— 2016 (МЭК 62790:2014)

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ. КОММУТАЦИОННЫЕ КОРОБКИ

Требования безопасности и испытания

(IEC 62790:2014, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства» (ВИЭСХ) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 039 «Энергосбережение, энергетическая эффективность, энергоменеджмент»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 июня 2016 г. № 699-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 62790:2014 «Модули фотоэлектрические. Коммутационные коробки. Требования безопасности и испытания» (IEC 62790:2014 «Junction boxes for photovoltaic modules — Safety requirements and tests», MOD) путем изменения отдельных фраз (слов, значений показателей, ссылок), которые выделены в тексте курсивом.

Внесение указанных технических отклонений направлено на учет потребностей национальной экономики Российской Федерации и особенностей объекта стандартизации, характерных для Российской Федерации.

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведено в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомления и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

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 Требования к конструкции и характеристикам . . . 4
4.1 Общие положения . . . 4
4.2 Общие требования к конструкции . . . 4
4.3 Температурный диапазон . . . 5
4.4 Толщина стенок . . . 5
4.5 Внутренний объем . . . 5
4.6 Герметичность . . . 6
4.7 Стойкость токоведущих частей к коррозии . . . 6
4.8 Требования к компонентам из изоляционных материалов . . . 6
4.9 Соединительные устройства, окончания проводников и способы присоединения . . . 7
4.10 Средства для закрепления кабеля (провода) . . . 8
4.11 Соединители . . . 8
4.12 Выбивные заглушки входов (выходов) . . . 8
4.13 Присоединение коробов . . . 9
4.14 Кабели и провода . . . 9
4.15 Изоляция . . . 9
4.16 Электрические зазоры и пути утечки . . . 10
4.17 Сравнительный индекс трекингостойкости (СИТ) . . . 11
4.18 Степень защиты (код IP) . . . 12
4.19 Защита от поражения электрическим током . . . 12
4.20 Электрическая прочность . . . 12
4.21 Механическая прочность . . . 12
4.22 Стойкость к старению . . . 12
4.23 Шунтирующий диод . . . 12
4.24 Маркировка . . . 13
4.25 Техническая документация . . . 13
5 Испытания . . . 14
5.1 Общие положения . . . 14
5.2 Выбор и подготовка образцов . . . 14
5.3 Перечень испытаний . . . 16
5.4 Методы испытаний . . . 22
Приложение А (справочное) Знаки . . . 40
Приложение В (справочное) Покрытия для защиты от загрязнений . . . 41
Приложение С (справочное) Измерение электрических зазоров и расстояний утечки . . . 43
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . 47
Библиография . . . 49

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ. КОММУТАЦИОННЫЕ КОРОБКИ

Требования безопасности и испытания

Photovoltaic modules. Junction boxes. Safety requirements and tests

Дата введения — 2017—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на коммутационные коробки фотоэлектрических модулей и устанавливает требования к конструкции, безопасности и испытаниям таких коммутационных коробок. Стандарт распространяется на коммутационные коробки фотоэлектрических модулей, применяемых в фотоэлектрических системах с напряжением 1500 В постоянного тока.

Настоящий стандарт также распространяется на коробки и шкафы, устанавливаемые в электронных цепях фотоэлектрических модулей (цепях преобразования, управления, контроля и т. п.).

Для учета влияния конкретных условий эксплуатации (например, воздействия ультрафиолетового излучения или солевого тумана) к требованиям и испытаниям настоящего стандарта могут быть добавлены дополнительные требования и испытания.

Настоящий стандарт не применим к электронным цепям фотоэлектрических модулей, на которые распространяются другие стандарты.

Примечание — В отношении коммутационных коробок, соответствующих классам 0 и III *ГОСТ IEC 61140—2012 (раздел 7)*, настоящий стандарт применим в качестве общего руководства.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 15150—69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 8724—2002 (ИСО 261—98) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги

ГОСТ 14254—96 (МЭК 529—89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)

ГОСТ IEC 60695-2-11 Испытания на пожароопасность. Часть 2-11. Основные методы испытаний раскаленной проволокой. Испытание раскаленной проволокой на воспламеняемость конечной продукции

ГОСТ IEC 60695-10-2 Испытания на пожароопасность. Часть 10-2. Чрезмерный нагрев. Испытание давлением шарика

ГОСТ IEC 60998-2-1 Соединительные устройства для низковольтных цепей бытового и аналогичного назначения. Часть 2-1. Дополнительные требования к соединительным устройствам с резьбовыми зажимами, используемыми в качестве отдельных узлов

Издание официальное

ГОСТ IEC 60998-2-2 Соединительные устройства для низковольтных цепей бытового и аналогичного назначения. Часть 2-2. Дополнительные требования к соединительным устройствам с безвинтовыми зажимами, используемыми в качестве отдельных узлов

ГОСТ IEC 61140—2012 Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования

ГОСТ IEC 61210 Устройства присоединительные. Зажимы плоские быстросоединяемые для медных электрических проводников. Требования безопасности

ГОСТ Р 12.4.026—2001 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ Р 56980—2016 (МЭК 61215:2005) Модули фотоэлектрические из кристаллического кремния наземные. Методы испытаний

ГОСТ Р 56983—2016 (МЭК 62108:2007) Устройства фотоэлектрические с концентраторами. Методы испытаний

ГОСТ Р МЭК 60664.1 Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания

ГОСТ Р МЭК 61032—2000 Защита людей и оборудования, обеспечиваемая оболочками. Щупы испытательные

ГОСТ Р МЭК 61191-1 Печатные узлы. Часть 1. Поверхностный монтаж и связанные с ним технологии. Общие технические требования

ГОСТ Р МЭК 61646 Модули фотоэлектрические тонкопленочные наземные. Порядок проведения испытаний для подтверждения соответствия функциональным характеристикам

ГОСТ Р МЭК 61730-1—2013 Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования к конструкции

ГОСТ Р МЭК 61730-2—2013 Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Методы испытаний

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **коммутационная коробка фотоэлектрического модуля** (photovoltaic module junction box): Коммутационная коробка, установленная на фотоэлектрическом модуле и обеспечивающая соединение внутренних цепей фотоэлектрического модуля с внешними цепями, а также защиту этих соединений от воздействия внешней среды и защиту от прикосновения к токоведущим частям. Коммутационная коробка фотоэлектрического модуля может содержать шунтирующий(е) диод(ы) и блокирующий(е) диод(ы).

3.2 **открываемая коммутационная коробка** (junction box for re-opening): Коммутационная коробка, которая может быть открыта в любое время.

Примечание — В такой коробке могут быть как изменяемые, так и постоянные соединения проводников.

3.3 **коммутационная коробка с заводской проводкой** (junction box for factory wiring): Открываемая коммутационная коробка, которая установлена на фотоэлектрическом модуле и соединена с ним при контролируемых условиях, обычно в цехе изготовителя.

3.4 **коммутационная коробка для монтажа на месте эксплуатации** (junction box for field wiring): Открываемая коммутационная коробка, все соединения проводки в которой предполагается выполнить при монтаже на месте эксплуатации.

3.5 **коммутационная коробка с постоянной проводкой** (junction box, not intended to be re-opened): Коммутационная коробка, которая не может быть открыта после окончательной установки.

Примечание — В такой коробке могут быть как изменяемые, так и постоянные соединения проводников.

3.6 **токоведущая часть** (live part): Проводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе ее работы под рабочим напряжением.

Примечание — Это понятие необязательно подразумевает риск поражения электрическим током.

3.7 **доступная часть** (accessible part): Часть, к которой можно прикоснуться испытательным щупом.

3.8 **основная изоляция** (basic insulation): Изоляция токоведущих частей, обеспечивающая в том числе защиту от прямого прикосновения.

3.9 **дополнительная изоляция** (supplementary insulation): Независимая изоляция, выполняемая дополнительно к основной изоляции для защиты при повреждении основной изоляции.

3.10 **двойная изоляция** (double insulation): Изоляция, состоящая из основной и дополнительной изоляции.

3.11 **усиленная изоляция** (reinforced insulation): Изоляция, обеспечивающая степень защиты от поражения электрическим током эквивалентную степени защиты, обеспечиваемой двойной изоляцией.

Примечание — Усиленная изоляция может состоять из нескольких слоев, каждый из которых не может быть испытан отдельно как основная или дополнительная изоляция.

3.12 **электрический зазор** (clearance): Кратчайшее расстояние в воздухе между двумя токопроводящими частями, между двумя неизолированными проводящими частями с разным потенциалом, между токоведущей частью и металлическим компонентом изделия.

3.13 **расстояние утечки** (creepage distance): Кратчайшее расстояние или сумма кратчайших расстояний по поверхности электроизоляционного материала между двумя токоведущими частями, между двумя неизолированными проводящими частями с разным потенциалом, между токоведущей частью и металлическим компонентом изделия.

Примечание 1 — Кратчайшее расстояние, измеренное по поверхности цементного шва или токопроводящего соединительного материала, не является составной частью расстояния утечки.

Примечание 2 — Место соединения между двумя частями, изготовленными из изоляционного материала, следует рассматривать как часть поверхности.

3.14 **загрязнение** (pollution): Любое добавление постороннего материала, твердого, жидкого или газообразного, который может привести к снижению электрической прочности или поверхностного сопротивления изоляции.

3.15 **степень загрязнения** (pollution degree): Численное обозначение уровня загрязнения, характеризующегося определенными параметрами.

3.16 **сравнительный индекс трекингостойкости; СИТ** (comparitive tracking index CTI): Численное значение максимального напряжения, которое при заданных условиях испытаний может выдержать материал без образования поверхностного пробоя и постоянного пламени.

3.17 **нормальный режим работы электротехнического изделия (электротехнического устройства, электрооборудования)**: Режим работы электротехнического изделия (электротехнического устройства, электрооборудования), характеризующийся рабочими значениями всех параметров.

3.18 **номинальное значение параметра электротехнического изделия (устройства)**: Значение параметра электротехнического изделия (устройства), указанное изготовителем, при котором оно должно работать, являющееся исходным для отсчета отклонений

Примечание — К числу параметров относятся, например, ток, напряжение, мощность.

3.19 **рабочее напряжение**: Значение напряжения электротехнического изделия, ограниченное допустимыми пределами.

3.20 **наибольшее рабочее напряжение**: Допустимый верхний предел изменения значения рабочего напряжения электротехнического изделия.

3.21 **номинальное напряжение изоляции** (rated insulation voltage): Действующее значение длительно выдерживаемого напряжения, заданное изготовителем, характеризующее электрическую прочность изоляции оборудования или его части.

Примечание — Номинальное напряжение изоляции необязательно равно номинальному напряжению оборудования.

3.22 **номинальное импульсное напряжение** (rated impulse voltage): Заданное изготовителем максимально допустимое значение напряжения, при кратковременном достижении которого не происходит электрического пробоя изоляции оборудования или его части.

Примечание — Номинальное импульсное напряжение равно или выше номинального напряжения оборудования.

3.23 **обратный ток коммутационной коробки** (reverse current): Установленное изготовителем допустимое значение тока, который может протекать через коммутационную коробку в обратном направлении при максимальной паспортной температуре, не приводя к повреждению компонентов и снижению безопасности коммутационной коробки.

Примечание — Обратный ток коммутационной коробки аналогичен обратному току фотоэлектрического модуля (см. *ГОСТ Р МЭК 61730-2*).

4 Требования к конструкции и характеристикам

4.1 Общие положения

Номинальные значения тока и напряжения коммутационной коробки задаются изготовителем.

Коммутационные коробки должны быть рассчитаны для работы в цепях постоянного тока фотоэлектрических систем.

Коммутационные коробки должны быть рассчитаны на наружную установку и длительную эксплуатацию с температурой внешней среды от минус 40 °С до плюс 85 °С или в более широком диапазоне.

Конструкция и размеры коммутационных коробок должны обеспечивать их стойкость к электрическим, механическим, тепловым нагрузкам и стойкость к коррозии, возникновение которых возможно при их правильном использовании и правильной эксплуатации.

Конструкция и размеры коммутационных коробок должны обеспечивать безопасность обслуживающего персонала и окружающей среды в процессе эксплуатации фотоэлектрических модулей и коммутационных коробок.

Коммутационные коробки должны быть устойчивы к воздействию ультрафиолетового излучения, если они предназначены для эксплуатации в условиях воздействия прямых солнечных лучей.

Коммутационная коробка и ее монтаж на месте эксплуатации должны отвечать требованиям *ГОСТ Р МЭК 61730-1* и *ГОСТ IEC 61140.*

Соответствие этим требованиям проверяется с помощью испытаний, установленных в разделе 5 настоящего стандарта.

4.2 Общие требования к конструкции

4.2.1 Конструкция и размеры коммутационных коробок должны обеспечивать при нормальной эксплуатации достаточную защиту выводов и присоединенных к ним внешних кабелей и проводов от электрических и механических нагрузок и воздействия окружающей среды.

4.2.2 Конструкция коммутационных коробок должна обеспечивать присоединение проводников в соответствии с требованиями изготовителя в отношении типа и сечения проводников. Кроме выполнения требований к соединениям необходимо принять меры для предотвращения возможных повреждений изоляции кабеля, например, из-за образования острых кромок, сколов и заусенцев при выбивании заглушек.

4.2.3 Металлические части внутри коммутационных коробок и оболочек коммутационных коробок должны быть надежно защищены от коррозии.

Соответствие стандарту проверяется следующим испытанием по 5.4.4.

4.2.4 Все отверстия должны быть снабжены соответствующими закрывающими устройствами (заглушками, крышками и т. п.). Открывание крышек должно быть возможно только с применением инструмента.

Эти требования также распространяются на выбивные заглушки коммутационной коробки.

4.2.5 Прокладки из полимерных изоляционных материалов, являющиеся единственной изоляцией между токоведущей частью и доступной металлической частью или между неизолированными частями под напряжением с различным потенциалом, должны иметь достаточную толщину и быть изготовлены из материала, соответствующего их назначению. Указанные прокладки должны быть установлены таким образом, чтобы их изъятие было возможно только с использованием инструмента.

4.2.6 Открываемые коммутационные коробки, предназначенные для присоединения кабелей (проводов) различного диаметра, должны быть выполнены таким образом, чтобы:

- были предусмотрены средства, обеспечивающие защиту проводников от смещения в местах подключения, и закрепление проводников, предотвращающее проворачивание;
- были предусмотрены специальные средства для снижения механической нагрузки на внешние кабели (провода), чтобы механическое натяжение не передавалось на электрические соединения внутри фотоэлектрического модуля;
- коммутационная коробка была рассчитана на присоединение кабелей, применяемых в фотоэлектрических системах в соответствии с требованиями изготовителя.

4.3 Температурный диапазон

Коммутационные коробки должны выдерживать нижний и верхний пределы температурного диапазона, указанного в 4.1 или заданного изготовителем в случае, когда минимальное значение меньше или максимальное значение больше установленного в 4.1.

4.4 Толщина стенок

Толщина стенок соединительной коробки, предназначенной для подключения внешней постоянной системы проводки, в зависимости от материала должна быть не менее значений, указанных в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 — Минимальная толщина стенки коммутационной коробки

Материал	Минимальная толщина стенки*, мм
Листовая сталь без покрытия	1,35
Листовая сталь оцинкованная	1,42
Листовой алюминий	1,59
Чугун, алюминий, латунь или бронза	2,40
Полимерные материалы	3,00
* Если толщина стенки меньше указанных значений, возможность ее применения определяется по результатам испытаний на удар, на сопротивление раздавливанию, на изгиб короба и на воспламеняемость конечного изделия (класс V-5 по МЭК 60695-11-20 [1]). В случае корпуса с коробами см. таблицу 2.	

Таблица 2 — Толщина стенок полимерных корпусов коммутационных коробок, предназначенных для соединения с коробами

Промышленный размер провода	Минимальная толщина стенки, мм
От 13 до 25	3
« 26 « 50	4
« 51 « 100	5

Стороны неметаллического корпуса коммутационной коробки, предназначенной для соединения с неметаллическими коробами, должны быть не менее указанных в таблице 2 значений.

4.5 Внутренний объем

Минимальный внутренний объем соединительной коробки для провода соответствующего сечения, включая внутренние провода модуля, должен отличаться не более чем на + 5 % от значений, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 — Минимальный внутренний объем для проводов определенных размеров

Размер провода	Минимальный внутренний объем для каждого провода, $см^3$
1,5 $мм^2$	25,0
No. 14 AWG	33,0
2,5 $мм^2$	40,0
No. 12 AWG	36,9
4 $мм^2$	60,0

Для обеспечения минимально допустимого объема ни один из габаритных размеров корпуса не должен быть менее 20 мм.

4.6 Герметичность

Прокладки и уплотнения не должны терять свои свойства при ускоренных испытаниях на старение по 5.4.9.

4.7 Стойкость токоведущих частей к коррозии

4.7.1 Все токоведущие части должны быть изготовлены из металла и при нормальной эксплуатации обладать достаточной механической прочностью, электрической проводимостью и стойкостью к коррозии.

Металлические части должны быть сконструированы таким образом, чтобы коррозия не приводила к изменению электрических и механических характеристик и в результате этого к снижению безопасности.

4.7.2 Если в условиях эксплуатации, для которых предназначена коммутационная коробка, есть вероятность образования влажной среды внутри коробки, согласно МЭК/ТО 60943 [2] металлические части с разницей электрохимических потенциалов более 350 мВ не должны касаться друг друга.

Соответствие указанным требованиям проверяется визуальным контролем и испытанием на стойкость к воздействию аммиака по 5.4.4, а также испытаниями по группам E, F и G.

4.8 Требования к компонентам из изоляционных материалов

4.8.1 Оболочка

Оболочки (внешние доступные части), изготовленные из изоляционного материала, ухудшение характеристик которого может снизить безопасность коммутационной коробки, должны отвечать следующим требованиям:

1) Минимальный класс воспламеняемости — класс V-1 по UL 94 [3] и МЭК 60695-11-10 [4]. Соответствие этому требованию проверяется по паспортным данными поставщика материала или испытаниями по 5.4.5.1.

При толщине оболочки коммутационной коробки менее 3 мм должны выполняться требования класса воспламеняемости 5V по [3] и [1]. Соответствие этому требованию проверяется испытаниями по 5.4.5.2.

2) Стойкость к воздействию внешних климатических факторов. Соответствие этому требованию проверяется испытаниями по 5.4.6 с последующим испытанием раскаленной проволокой по 5.4.7.1.

3) Стойкость к механическим воздействиям при высоких температурах. Соответствие этому требованию проверяется испытанием давлением шарика по 5.4.8.1.

4) Стойкость к воздействию ультрафиолетового излучения в соответствии с ANSI/UL 746C [5], если коммутационная коробка предназначена для эксплуатации в условиях воздействия прямых солнечных лучей.

4.8.2 Компоненты для обеспечения неподвижности токоведущих частей

Внутренние компоненты для обеспечения неподвижности токоведущих частей, изготовленные из изоляционного материала, должны отвечать следующим требованиям:

1) Минимальный класс воспламеняемости — класс HB по [3] и [4]. Соответствие этому требованию проверяется по паспортным данным поставщика материала или испытаниями по 5.4.5.1.

2) Стойкость к высоким температурам. Соответствие этому требованию проверяется испытанием раскаленной проволокой по 5.4.7.2.

3) Стойкость к механическим воздействиям при высоких температурах. Соответствие этому требованию проверяется испытанием давлением шарика по 5.4.8.2.

4) Сравнительный индекс трекингостойкости (СИТ) 250 В или более в соответствии с МЭК 60112 [6], если максимальное значение напряжения фотоэлектрической системы, для установки в которую предназначены модули с данными коробками, не более 600 В.

5) Показатель стойкости к трекингу по методу наклонной плоскости 1 ч (наблюдение проводится при напряжении 2,5 кВ в соответствии с ANSI/ASTM D2303 [7]), если максимальное рабочее напряжение фотоэлектрической системы находится в интервале (601—1500) В.

6) Стойкость к воздействию ультрафиолетового излучения в соответствии с [5] при воздействии прямых солнечных лучей во время нормального функционирования коммутационной коробки.

Примечание — Полимерные материалы, которые подвергаются воздействию прямых солнечных лучей, но защищены стеклом или другим прозрачным материалом, могут проходить испытания с эквивалентным слоем защитного материала, ослабляющим степень воздействия ультрафиолетового излучения.

Указанные требования также распространяются на материал заливочного компаунда, используемого для обеспечения неподвижности токоведущих частей.

4.9 Соединительные устройства, окончания проводников и способы присоединения

Соединительные устройства должны соответствовать типу и сечению проводов и кабелей согласно спецификациям изготовителя.

Соединительные устройства должны быть установлены и закреплены таким образом, чтобы их возможное смещение не приводило к уменьшению электрических зазоров и расстояний утечки (см. 4.16).

Необходимо также принять меры против механического натяжения контактов, которое может привести к ухудшению их характеристик или их возможному смещению.

Если изоляционный материал отличен от керамики, чистой слюды или иных материалов со сходными характеристиками, клеммные соединения должны быть изготовлены таким образом, чтобы давление контактов не передавалось через изоляцию, кроме тех случаев, когда металлические части обладают жесткостью, достаточной для компенсации любого сжатия или усадки изоляционного материала.

Следует принять меры для предотвращения ослабления контактов, например, установив шайбы.

Соединительные устройства должны отвечать следующим требованиям:

1) обжимные соединения — МЭК 60352-2 [8];

2) соединения с прорезом изоляции — МЭК 60352-3 [9] (доступные соединения) или МЭК 60998-2-3 [10];

3) соединения с прорезом изоляции — МЭК 60352-4 [11] (недоступные соединения) или [10];

4) опресованные соединения — МЭК 60352-5 [12];

5) соединения с проколом изоляции — МЭК 60352-6 [13] или [10];

6) безвинтовые зажимы — МЭК 60999-1 [14], или МЭК 60999-2 [15], или МЭК 60352-7 [16] и в соответствии с *ГОСТ IEC 60998-2-2*;

7) винтовые зажимы — [14] или [15] и в соответствии с *ГОСТ IEC 60998-2-1*;

8) плоские быстрого соединения — *ГОСТ IEC 61210*;

9) клеммные колодки — МЭК 60947-7-1 [17];

10) паяные соединения — *ГОСТ Р МЭК 61191-1*.

Винты и гайки, которые зажимают внешние провода, должны иметь резьбу, удовлетворяющую требованиям *ГОСТ 8724—2002* или ИСО 262 [18], или резьбу, сравнимую по шагу и механической прочности (то есть стандартную резьбу). Винты и гайки, используемые для крепления внешних проводников, не допускается использовать для фиксации других компонентов. Данные соединительные устройства могут также скреплять внутренние проводники при условии, что размещение внутренних проводников в соединительном устройстве не изменяет их местоположение.

Минимальный размер винтовых зажимов должен соответствовать данным в таблице 4. Соединительные устройства со шпилечными контактными зажимами должны иметь гайки и шайбы.

Таблица 4 — Размеры зажимов для кабелей (проводов)

Номинальный ток коммутационной коробки, А	Минимальный номинальный диаметр резьбы, мм	
	Болт или шпилька	Винт
До 10 включ.	3,0	3,5
Св. 10 до 16 «	3,5	4,0

Окончание таблицы 4

Номинальный ток коммутационной коробки, А	Минимальный номинальный диаметр резьбы, мм	
	Болт или шпилька	Винт
« 16 « 25 « « 25 « 32 « « 32 « 40 «	4,0 4,0 5,0	5,0 5,0 5,0 5,0

Соединительные устройства должны обеспечивать возможность зажимать провод между металлическими поверхностями с достаточной силой и без ущерба для него. Соединительные устройства должны быть закреплены таким образом, чтобы при их сжатии или ослаблении:

- они не разбалтывалась самопроизвольно;
- внутренняя проводка не подвергалась механической нагрузке;
- расстояния утечки и электрические зазоры не уменьшились ниже значений, указанных в 4.16.

Соединительные устройства должны располагать средствами обеспечения неподвижности после выполнения соединения.

Если применяются иные устройства или технологии соединения, они должны обеспечивать уровень безопасности, сравнимый с безопасностью указанных выше устройств.

Соединители внутри коммутационной коробки должны отвечать соответствующим требованиям МЭК 62852 [19].

Паяные соединения кабелей и вводов фотоэлектрических элементов должны быть снабжены дополнительными средствами, обеспечивающими их неподвижность.

Также допускаются сварные соединения.

Соответствие настоящим требованиям проверяется испытаниями по 5.4.10.

4.10 Средства для закрепления кабеля (провода)

Крепление кабеля (провода) должно соответствовать присоединяемому кабелю (проводу). Изготовитель должен указать допустимые диаметры кабелей и проводников.

В нормальном режиме работы в контактных электрических соединениях должно обеспечиваться требуемое контактное давление. В частности, на него не должны отрицательно влиять изменения размеров изоляционных материалов в процессе эксплуатации (вследствие изменений температуры, влажности и т. д.).

При выполнении присоединения проводников допускаются подвижные части, если в собранном состоянии коммутационной коробки они закреплены.

Крепление кабеля может быть выполнено из изоляционного материала или металла. Если оно выполнено из металла, оно должно отвечать следующим требованиям:

- должно быть защищено покрытием из изоляционного материала;
- должна отсутствовать возможность прикосновения к токоведущим частям испытательным щупом в соответствии с *ГОСТ 14254—96* (таблица 1).

Соответствие стандарту проверяется выполнением испытаний по 5.4.12 и 5.4.23—5.4.25.

4.11 Соединители

Соединители фотоэлектрических цепей, являющиеся частью коммутационной коробки, и соединители фотоэлектрических цепей, соединяемые с коммутационными коробками посредством кабеля (провода), должны отвечать требованиям [19]. Значения номинального тока и напряжения указанных соединителей должны быть равны наименьшим значениям рабочего тока и напряжения коммутационной коробки, частью которой они являются или с которой соединяются.

4.12 Выбивные заглушки входов (выходов)

Удаление выбивных заглушек входов (выходов) механическим ударом не должно приводить к повреждению коммутационной коробки.

При удалении выбивных заглушек не допускается образование металлической крошки, сколов или заусенцев.

Соответствие этим требованиям проверяется испытаниями по 5.4.11.

4.13 Присоединение коробов

4.13.1 Металлические короба

Резьбовое отверстие в коммутационной коробке, предназначенное для присоединения жесткого металлического короба, должно быть усилено металлом толщиной не меньше 6,4 мм (1/4 дюйма) и должно сужаться, если на конце кабеля не расположен стопор.

Если резьба для подсоединения короба нанесена на всем протяжении отверстия в стенке корпуса коммутационной коробки или если используется эквивалентная конструкция, в металле должно быть не менее 3,5 и не более 5 оборотов резьбы, и конструкция должна обеспечивать монтаж короба в соответствии с инструкцией по монтажу.

Если резьба для подсоединения короба нанесена не на всем протяжении отверстия в стенке корпуса коммутационной коробки, то в металле должно быть не менее 5 оборотов резьбы, и для проводов должно быть гладкое закругленное отверстие ввода, которое обеспечит проводам защиту, эквивалентную защите стандартного кабельного ввода.

В случае безрезьбового соединения коммутационной коробки с металлическим коробом на корпусе должна быть предусмотрена плоская поверхность достаточной площади для размещения несущих поверхностей ввода и стопорной шайбы.

Короб должен соответствовать требованиям испытания короба на изгиб MST33 по подразделу 11.2 *ГОСТ Р МЭК 61730-2—2013*.

4.13.2 Неметаллические короба

Неметаллическая коммутационная коробка, предназначенная для соединения с неметаллическими коробами, должна иметь следующее:

- одно или более безрезьбовых гнезд для присоединения короба, выполненных как неотделяемая часть коробки и соответствующих требованиям к предполагаемой проводке;
- одно резьбовое или безрезьбовое отверстие или более либо одну заглушку или более для присоединения короба.

Гнездо для подсоединения неметаллического короба должно иметь ограничительный упор. Диаметр гнезда, диаметр входного отверстия в корпусе коммутационной коробки, глубина гнезда и толщина стенок гнезда должны быть в пределах значений, указанных для подключаемой проводки.

Размеры съемной заглушки или отверстия в неметаллическом корпусе коммутационной проводки, предназначенной для соединения с жестким неметаллического коробом, должны соответствовать требованиям подключаемой проводки.

Короб должен соответствовать требованиям испытания короба на изгиб MST33 по подразделу 11.2 *ГОСТ Р МЭК 61730-2—2013*.

4.14 Кабели и провода

Кабель (провод), соединяемый с коммутационной коробкой, должен отвечать требованиям EN 50618 [20]. Значения номинального тока и напряжения кабелей и проводов должны быть минимальными номинальными значениями для коммутационной коробки.

Значения номинального тока и напряжения кабелей и проводов должны быть равны наименьшим значениям рабочего тока и напряжения коммутационной коробки, с которой они соединяются.

4.15 Изоляция

4.15.1 Типы изоляции

В зависимости от класса по *ГОСТ IEC 61140—2012* (раздел 7) и предполагаемого использования коммутационной коробки тип изоляции должен соответствовать типу, указанному в таблице 5.

Таблица 5 — Требуемый тип изоляции

Класс по *ГОСТ IEC 61140—2012* (раздел 7)	Изоляция между токоведущими частями и доступными поверхностями	Изоляция между соединительными устройствами открытой коммутационной коробки с заводской проводкой*	Изоляция между токоведущими частями различной полярности одной цепи
Класс 0	О	У	О
Класс II	У	У	О

Окончание таблицы 5

Класс по *ГОСТ IEC 61140—2012* (раздел 7)	Изоляция между токоведущими частями и доступными поверхностями	Изоляция между соединительными устройствами открытой коммутационной коробки с заводской проводкой*	Изоляция между токоведущими частями различной полярности одной цепи
Класс III	—	У	О
О — основная изоляция. У — усиленная или двойная изоляция. * В этой графе указана защита только от искрового замыкания.			

Качество изоляции области приклеивания между фотоэлектрическим модулем и коммутационной коробкой проверяется испытаниями по группам E, F и G (см. раздел 5).

4.15.2 Основная изоляция

Основная изоляция должна выдерживать испытания переменным напряжением промышленной частоты и импульсным напряжением по 5.4.19 и отвечать требованиям к электрическим зазорам и расстояниям утечки, указанным в 4.16.

4.15.3 Дополнительная изоляция

К дополнительной изоляции предъявляются те же требования, что и к основной.

4.15.4 Двойная изоляция

Двойная изоляция должна быть выполнена таким образом, чтобы пробой одной части изоляции (основной или дополнительной) не снижал защитных свойств другой части. Удаление дополнительной изоляции должно быть невозможно без использования инструмента.

Двойная изоляция, у которой невозможно независимое испытание основной и дополнительной изоляций, рассматривается как усиленная изоляция.

4.15.5 Усиленная изоляция

Усиленная изоляция должна выдерживать испытания переменным напряжением промышленной частоты и импульсным напряжением по 5.4.19 и отвечать требованиям к электрическим зазорам, указанным в таблице 6.

Расстояния утечки усиленной изоляции должны составлять удвоенные значения расстояний утечки основной изоляции, указанные в таблице 7.

4.16 Электрические зазоры и пути утечки

4.16.1 Электрические зазоры

Значение электрического зазора между токоведущей частью и доступной частью следует выбирать по таблице 6 в зависимости от номинального напряжения коммутационной коробки.

4.16.2 Расстояния утечки

4.16.2.1 Общие положения

Расстояния утечки между токоведущими частями, токоведущими частями и металлическими компонентами должны соответствовать значениям, указанным в таблице 7.

Расстояния утечки между зажимами присоединяемых кабелей в коммутационных коробках, предназначенных для присоединения кабелей (проводов) различного диаметра, должны отвечать требованиям к усиленной и двойной изоляции. Расстояние утечки должно быть равно удвоенному значению, указанному в таблице 7, для соответствующего значения номинального напряжения коммутационной коробки и степени загрязнения.

Таблица 6 — Номинальные импульсные напряжения и минимальные электрические зазоры

Номинальное или рабочее напряжение постоянного тока, В	Основная изоляция		Усиленная изоляция	
	Номинальное импульсное напряжение, кВ (1,2/50 мкс)	Электрический зазор, мм	Номинальное импульсное напряжение, кВ (1,2/50 мкс)	Электрический зазор, мм
100	1,5	0,5	2,5	1,5
150	2,5	1,5	4,0	3,0

Окончание таблицы 6

Номинальное или рабочее напряжение постоянного тока, В	Основная изоляция		Усиленная изоляция	
	Номинальное импульсное напряжение, кВ (1,2/50 мкс)	Электрический зазор, мм	Номинальное импульсное напряжение, кВ (1,2/50 мкс)	Электрический зазор, мм
300	4,0	3,0	6,0	5,5
600	6,0	5,5	8,0	8,0
1000	8,0	8,0	12,0	14,0
1500	10,0	11,0	16,0	19,0

Примечание 1 — Минимальные значения для степени загрязнения 2 — 0,2 мм и для степени загрязнения 3 — 0,8 мм.

Примечание 2 — Указанные значения определены в соответствии с МЭК 60664 [21] для перенапряжения категории III и высоты до 2000 м.

Таблица 7 — Расстояния утечки для основной изоляции

Напряжение (постоянного тока), В	Степень загрязнения 1	Степень загрязнения 2			Степень загрязнения 3		
	Материалы всех групп, мм	Материалы группы I, мм	Материалы группы II, мм	Материалы группы III, мм	Материалы группы I, мм	Материалы группы II, мм	Материалы группы III, мм
25	0,4	0,5	0,5	0.5	1,3	1,3	1,3
50	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9
100	0,4	0,7	1.0	4,0	1,8	2,0	2,2
150	0,4	0,8	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5
200	0,42	1,0	1,4	2,0	2,5	2,8	3,2
300	0,70	1,5	2,1	3,0	3,8	4,2	4,7
600	1,7	3,0	4,3	6,0	7,6	8,6	9,5
1000	3,2	5,0	7,1	10,0	13,0	14,0	16,0
1500	5,2	7,5	10,0	15,0	19,0	21,0	24,0

Примечание 1 — Допускается линейная интерполяция.

Примечание 2 — Значения для усиленной или двойной изоляции составляют удвоенное значение для основной.

В соответствии с пунктом 9.4 *ГОСТ Р МЭК 61730-1—2013* поверхности, расстояние между которыми 0,4 мм и менее, считаются контактирующими друг с другом при оценке расстояний утечки.

4.16.2.2 Степень загрязнения

Расстояния утечки и электрические зазоры между опасными частями под напряжением и доступными поверхностями вне оболочки следует выбирать в соответствии со степенью загрязнения 3. Их размеры внутри оболочки выбираются в соответствии со степенью загрязнения 2. Выбор в соответствии со степенью загрязнения 1 допускается в случае, когда на поверхности нанесено защитное покрытие, соответствующее требованиям приложения В.

4.17 Сравнительный индекс трекингостойкости (СИТ)

При испытаниях в соответствии с [6] изоляционные материалы подразделяются на четыре группы согласно сравнительному индексу трекингостойкости (СИТ):

- материал группы I..... СИТ ≥ 600;
- материал группы II..... 400 ≤ СИТ < 600;

- материал группы IIIa..... 175 ≤ СИТ < 400;
- материал группы IIIb..... 100 ≤ СИТ < 175.

Материал относят к одной из указанных групп на основании значения СИТ, полученного при испытаниях по [6] с применением раствора А, при условии, что это значение не меньше меньшего предела, установленного для данной группы.

Значения, установленные для этих групп, являются нормативными и определяются испытательным напряжением [6].

Примечание — Значение СИТ не зависит от рабочего напряжения фотоэлектрического модуля или фотоэлектрической системы, в которой этот модуль устанавливается.

Определение СИТ в соответствии с [6] проводят для получения сравнительной характеристики различных изоляционных материалов при различных условиях. Он обеспечивает качественное сопоставление, а в случае изоляционных материалов, склонных к образованию поверхностного пробоя, также дает количественную оценку.

4.18 Степень защиты (код IP)

Коммутационные коробки должны иметь степень защиты не менее IP 55, категория 1, в соответствии с *ГОСТ 14254*.

4.19 Защита от поражения электрическим током

4.19.1 Коммутационная коробка должна быть сконструирована таким образом, чтобы после ее монтажа токоведущие части были недоступны. Это требование должно выполняться даже в случае какой-либо деформации крышки или корпуса в результате механического или теплового воздействия, которые могут произойти в ходе нормальной эксплуатации. Более того, в результате подобной деформации не должна ухудшаться степень защиты оболочки.

4.19.2 Внутренние компоненты коммутационной коробки должны извлекаться из коммутационной коробки только с применением инструмента. У устанавливаемых без использования винтов крышек должны быть одно или несколько легко обнаруживаемых приспособлений, например выемок, для открывания с помощью инструмента. Инструмент не должен касаться токоведущих частей, если крышка снята правильно.

4.19.3 Компоненты коммутационных коробок, предназначенные для установки на месте эксплуатации, не должны теряться или допускать ослабление крепления.

4.20 Электрическая прочность

Коммутационная коробка должна выдерживать кратковременные повышения напряжения (перенапряжения) до уровней испытательного напряжения, указанного в 5.4.19.1 и 5.4.19.2.

Соответствие коммутационных коробок этому требованию проверяется испытанием переменным напряжением промышленной частоты по 5.4.19.1 и испытанием импульсным напряжением по 5.4.19.2.

4.21 Механическая прочность

4.21.1 После проведения механических испытаний (см. 5.3) у испытанных коммутационных коробок должны отсутствовать функциональные повреждения и повреждения, влияющие на безопасность их эксплуатации.

4.21.2 После завершения монтажа контакты в коммутационной коробке должны быть прочно закреплены.

4.21.3 После проведения всех испытаний внутренняя изоляция коммутационной коробки не должна иметь признаков повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации коммутационной коробки.

4.22 Стойкость к старению

Части коммутационной коробки, повреждение которых приведет к снижению безопасности, должны быть устойчивы к старению.

4.23 Шунтирующий диод

Параметры шунтирующего диода и его теплоотвод должны соответствовать параметрам фотоэлектрического модуля, для защиты которого он устанавливается. При прохождении через шунтиру-

ющий диод в прямом направлении тока, равного номинальному току коммутационной коробки, температура перехода диода не должна превышать максимальную допустимую температуру перехода, указанную его изготовителем.

Допускается размещение в коммутационной коробке нескольких параллельно установленных шунтирующих диодов при условии, что каждый диод пропускает в прямом направлении номинальный ток коммутационной коробки при температуре его перехода, не превышающей максимальную допустимую температуру перехода, указанную изготовителем диода. Если в коммутационной коробке установлено несколько шунтирующих диодов, следует установить для них спаренный теплоотвод.

Соответствие указанным требованиям проверяется испытаниями по группе Н.

4.24 Маркировка

Маркировка должна быть несмываемой, четкой и разборчивой.

Маркировку коммутационной коробки наносят на оболочку или табличку, прикрепленную к ней.

Маркировка коммутационной коробки должна включать:

1) товарный знак или наименование изготовителя;

2) наименование или тип;

3) полярность соединителей, где это необходимо.

В маркировку, установленную на коммутационной коробке, или в прилагаемую к ней техническую документацию также включают следующие данные:

4) значение номинального тока;

5) значения номинального напряжения и номинального напряжения изоляции;

6) значение номинального импульсного напряжения, если оно задано;

7) значение максимального рабочего напряжения;

8) допустимую степень загрязнения;

9) степень защиты оболочки (код IP);

10) класс в соответствии с *ГОСТ IEC 61140—2012* (раздел 7);

11) рабочую температуру (наименьшую и наибольшую температуру окружающей среды), если она отличается от установленных в 4.1;

12) тип выводов;

13) допустимые типы и сечения кабелей и проводов;

14) ссылки на настоящий стандарт, где это необходимо;

15) тип и количество шунтирующих диодов, где это необходимо;

16) значение обратного тока.

Если подключение к коммутационной коробке выполняют с помощью соединителей или подключение к коммутационной коробке выполняют с помощью закрепленного кабеля с соединителем на конце, то на соединителе или рядом с ним следует установить предупреждающий знак «Не разъединять под напряжением», приведенный в приложении А, или иной аналогичный предупреждающий знак и/или надпись на русском языке.

Если в коммутационной коробке предусмотрены отдельные контакты для заземления, место присоединения заземляющего проводника должно быть обозначено символом ⏚ и/или зеленым цветом.

После монтажа коммутационной коробки на месте эксплуатации, на коммутационной коробке или на модуле, на котором установлена коммутационная коробка, на наиболее заметном месте должен быть установлен знак «Солнечная установка. Постоянный ток» и знак, указывающий на то, что коммутационная коробка может находиться под напряжением в любой момент времени, независимо от того разомкнуты или нет выключатели в фотоэлектрической батарее. Примеры знаков приведены в приложении А.

Указание на местоположение предупреждающих знаков и надписей должно быть приведено в сопроводительной технической документации.

При хранении и транспортировании коммутационной коробки на наименьшую упаковку должна быть нанесена маркировка, включающая данные, указанные в перечислениях 1) и 2).

Соответствие маркировки настоящим требованиям проверяется с помощью визуального контроля и испытанием по 5.4.3.

4.25 Техническая документация

К коммутационной коробке должна быть приложена техническая документация, содержащая всю информацию, указанную в 4.2, а также следующие данные (там, где это необходимо):

1) рекомендации по подключению кабелей и входных цепей (например, цепей фотоэлектрических элементов);

2) данные о соединителях;

3) данные по монтажу (например, материал тыльной поверхности фотоэлектрического модуля) и монтажным материалам (например, материалам герметизации или клеевым материалам).

Соответствие маркировки настоящим требованиям проверяется при выборе образцов.

5 Испытания

5.1 Общие положения

5.1.1 Испытания, устанавливаемые в настоящем стандарте, предназначены для проведения типовых, квалификационных, сертификационных и иных испытаний с аналогичными задачами и испытаний по проверке соответствия требованиям безопасности.

5.1.2 Испытания следует проводить в последовательности, установленной в 5.3 для каждой группы испытаний.

5.1.3 Испытания проводятся в стандартных атмосферных условиях (нормальные климатические условия испытаний) в соответствии с МЭК 60068-1 [22] или *ГОСТ 15150—69*, за исключением случаев, определенных для конкретных испытаний.

Нормальные климатические условия испытаний в соответствии с пунктом 3.15 *ГОСТ 15150—69* следующие:

- температура ..... плюс (25 ± 10) °С;
- относительная влажность воздуха ..... от 45 до 80 %;
- атмосферное давление ..... от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

5.1.4 Если это возможно, испытания соединительных устройств и способов присоединения проводят с тремя подключениями на образец.

5.1.5 Испытания считаются успешными, и конструкция коммутационной коробки считается соответствующей требованиям настоящего стандарта, если каждый испытанный образец проходит все соответствующие испытания.

Если образец не проходит одно испытание, это испытание и все предыдущие испытания, которые могут повлиять на результат, следует повторить с новым образцом, и он должен пройти все повторные испытания.

Если образец не проходит более одного испытания, считается, что коммутационная коробка не соответствует требованиям настоящего стандарта.

5.1.6 Для подтверждения сертификата соответствия при любых изменениях конструкции, материалов, компонентов или обработки коммутационных коробок, прошедших испытания, может потребоваться повторение некоторых или всех испытаний по настоящему стандарту. Изготовитель должен сообщать и согласовывать с испытательной лабораторией и сертифицирующей организацией все проводимые им изменения.

5.2 Выбор и подготовка образцов

Для испытаний из промышленной партии или партий должны быть случайным образом выбраны образцы в количестве, соответствующем требованиям таблицы 8 и 5.2.2. Для каждой группы испытаний следует использовать отдельный набор новых образцов, если иное не указано в описании испытания.

5.2.1 Испытуемые образцы должны быть изготовлены из указанных в сопроводительных документах материалов и компонентов в соответствии с чертежами и технологическими картами изготовителя. Испытуемые образцы должны быть полностью укомплектованы и сопровождаться технической документацией, в том числе руководством по окончательной сборке, монтажу и подключению, включая рекомендации по установке диодов.

Образцы не допускается подвергать какой-либо иной специальной обработке, отличной от стандартного процесса изготовления.

Результаты испытаний относятся только к конструкции коммутационных коробок с теми компонентами, которые были установлены на испытанных образцах.

5.2.2 Если коммутационная коробка предназначена для установки на задней стенке, допускающей исполнение из нескольких материалов, и/или закреплена несколькими видами клея и/или залита

несколькими видами компаунда, испытания следует проводить со всеми возможными комбинациями с соответствующим количеством образцов.

Таблица 8 — Перечень испытуемых образцов

Испытание	Описание образца	Количество, не менее[1)]
Группа B	Коммутационная коробка в сборе	3
B3	Или пластины из полимерных материалов оболочки и полимерных материалов для обеспечения неподвижности токоведущих частей, каждой	1
B4, B5	Или пластины из полимерных материалов оболочки, каждой	1
B6	Или пластины из полимерных материалов оболочки и полимерных материалов для обеспечения неподвижности токоведущих частей и дополнительная пластина заливного компаунда, если необходимо, каждой	1
B7	Или пластины из полимерных материалов оболочки, каждой	1
B8	Или пластины из полимерных материалов для обеспечения неподвижности токоведущих частей, каждой	1
B9	Прокладки или коммутационная коробка в сборе	1
B10	Коммутационная коробка в сборе, установленная на материале задней стенки фотоэлектрического модуля с компаундом (если необходимо)	1[2)]
Группа D	Коммутационная коробка в сборе	5
Группа E Группа F Группа G	Образец, подготовленный в соответствии с 5.2.5. Вводы изогнуты, закреплены и соединены между собой. Установлены кабели (провода), которые будут подключены при эксплуатации коммутационной коробки	1
Группа H	Образец, подготовленный в соответствии с 5.2.5. Вводы изогнуты, закреплены и соединены между собой. Установлены кабели (провода), которые будут подключены при эксплуатации коммутационной коробки	1
I1	Коммутационная коробка в сборе, установленная на стенке из соответствующего материала с помощью указанного изготовителем клея и при необходимости заполненная компаундом. Вводы изогнуты, закреплены и соединены между собой в соответствии с 5.2.5. Все блокирующие диоды замкнуты	1
C2, C6	Коммутационная коробка в сборе	1
Группа J	Образец, подготовленный в соответствии с 5.2.5. Вводы изогнуты, закреплены и соединены между собой. Установлены кабели (провода), которые будут подключены при эксплуатации коммутационной коробки	1

[1)] Конечное количество образцов определяется выполнением требований 5.2.2.

[2)] Если коммутационная коробка предназначена для заливки компаундом, так что шунтирующие диоды становятся недоступными, термопары следует установить перед заливкой.

Если изготовитель предполагает выпускать несколько вариантов одной и той же коммутационной коробки с разными компонентами, выполняющими одну и ту же функцию или изготовленными разными поставщиками, испытания следует проводить со всеми возможными комбинациями с соответствующим количеством образцов. Если коммутационная коробка предназначена для установки в ней нескольких типов или комбинаций шунтирующих диодов и/или для нескольких номинальных токов, испытания следует проводить со всеми возможными конфигурациями с соответствующим количеством образцов.

5.2.3 За исключением иных случаев, указанных в группе испытаний, все испытания проводятся с образцами, полностью собранными согласно инструкциям изготовителя.

На несущую поверхность должно быть приклеено достаточное количество образцов, представляющих условия нормальной эксплуатации. Несущая поверхность должна быть изготовлена из того же материала, что и задняя стенка фотоэлектрического модуля, к которой будет приклеена коммутацион-

ная коробка. Если необходимо, испытуемый образец заливают компаундом, который используется при монтаже коммутационной коробки на фотоэлектрическом модуле.

Если коммутационная коробка предназначена для заливки компаундом, так что шунтирующие диоды становятся недоступными, перед заливкой следует установить термопары в соответствии с рекомендациями органа, утверждающего результаты испытаний.

Контакты входных цепей (например, цепей фотоэлектрических элементов) должны быть согнуты и закреплены таким образом, чтобы они находились в проводящем соприкосновении с несущей поверхностью. В некоторых испытаниях необходимо электрическое соединение вводов контактов входных цепей.

5.2.4 Испытания следует проводить с медными проводниками, за исключением случаев, оговоренных изготовителем, и с проводами и кабелями типов, определенных для данной коммутационной коробки. Если соединительные устройства допускают использование нескольких типов проводников (сплошных, витых, гибких), испытания следует проводить с проводами, представляющими наихудший вариант.

5.2.5 Если изготовителем не оговорено иное, в соответствии с [14] винтовые зажимы должны быть затянуты до значений момента, приведенных в таблице 9.

Таблица 9 — Значения момента затягивания для винтовых зажимов

Номинальный диаметр резьбы, мм	Значения момента для зажимов с металлическими и неметаллическими винтами, Нм			
	I	II	III	IV
Не более 2,8	0,2	0,4	0,4	0,7
От 2,8 до 3,0 включ.	0,25	0,5	0,5	0,9
« 3,0 « 3,2 «	0,3	0,6	0,6	1,1
« 3,2 « 3,6 «	0,4	0,8	0,8	1,4
« 3,6 « 4,1 «	0,7	1,2	1,2	1,8
« 4,1 « 4,7 «	0,8	1,8	1,8	2,3
« 4,7 « 5,3 «	0,8	2,0	2,0	4,0
« 5,3 « 6,0 «	1.2	2,5	3,0	4,4
« 6,0 « 8,0 «	2,5	3,5	6,0	4,7
Более 8,0	3,0[1)]	4,0	10,0	5,0

[1)] Или заданное изготовителем.

Примечание — Графа I применяется к винтам без головок, которые в завинченном состоянии не выступают из резьбового отверстия, и к другим винтам, которые не могут быть завинчены отверткой с шириной лезвия, превышающей диаметр винта.

Графа II применяется к зажиму гайкой провода, вставленного в продольный разрез винта (зажим под гайку).

Графа III применяется к винтам и гайкам, отличным от гаек колпачкового зажима, с затяжением посредством инструмента, отличного от отвертки.

Графа IV применяется к винтам с затяжением крестовой отверткой.

5.2.6 В случае когда условия подключения входных цепей (например, цепей фотоэлектрических элементов) и внешних кабелей и проводов к выводам испытуемого образца указаны изготовителем, подключение следует выполнять по наихудшему варианту. В некоторых испытаниях необходимо установить перемычку между выводами.

5.2.7 Перед испытаниями образцы выдерживают при стандартных условиях в соответствии с [22] в течение 24 ч при температуре (25 ± 5) °С.

5.3 Перечень испытаний

В соответствии с настоящим стандартом для коммутационных коробок фотоэлектрических модулей установлены следующие испытания:

- визуальный контроль, 5.4.1;
- измерение толщины стенки оболочки, 5.4.2;

- испытание маркировки на стойкость к истиранию, 5.4.3;
- испытание на стойкость к воздействию аммиака, 5.4.4;
- испытания на воспламеняемость, 5.4.5:
  - испытания оболочки и компонентов для обеспечения неподвижности токоведущих частей, 5.4.5.1;
  - испытание на воспламеняемость коммутационной коробки в сборе, 5.4.5.2;
- испытания оболочки на стойкость к воздействию внешних климатических факторов, 5.4.6;
- испытания раскаленной проволокой, 5.4.7:
  - испытание оболочки раскаленной проволокой, 5.4.7.1;
  - испытание раскаленной проволокой компаунда и компонентов для обеспечения неподвижности токоведущих частей, 5.4.7.2;
- испытания давлением шарика, 5.4.8:
  - испытание оболочки давлением шарика, 5.4.8.1;
  - испытание давлением шарика компонентов для обеспечения неподвижности токоведущих частей, 5.4.8.2;
- испытание прокладок на стойкость к старению, 5.4.9;
- испытания соединительных устройств и способов присоединения, 5.4.10;
- испытания выбивных заглушек, 5.4.11;
- испытания надежности закрепления кабелей и проводов, 5.4.12;
- испытание на механическую прочность при низких температурах, 5.4.13;
- термоциклирование, 5.4.14;
  - термоциклирование под нагрузкой, 5.4.14.1;
  - термоциклирование без нагрузки, 5.4.14.2;
- испытания на воздействие высокой влажности при высокой температуре и механической нагрузке, 5.4.15;
- термоциклирование при высокой влажности, 5.4.16;
- определение сопротивления контактов, 5.4.17;
- испытание изоляции на влагостойкость, 5.4.18;
- испытания электрической прочности изоляции, 5.4.19;
- проверка сцепления с несущей поверхностью, 5.4.20;
- проверка надежности крепления крышки, 5.4.21;
- испытания шунтирующих/блокирующих диодов на термостойкость, 5.4.22;
- проверка электрических зазоров и расстояний утечки, 5.4.23;
- проверка защиты от доступа к токоведущим частям, 5.4.24;
- испытания на соответствие степени защиты (код IP), 5.4.25;
- испытание обратным током, 5.4.26.

Примечание — После названия испытания указан номер подраздела, в котором оно описано.

Испытания проводят по восьми группам. Перечень испытаний по каждой группе приведен в таблицах 10—17.

Таблица 10 — Испытания компонентов. Группа испытаний B

Индекс испытания	Описание испытания, подраздел	Наименование	Образец	Условия испытаний	Требования
B1	5.4.3	Испытание маркировки на стойкость к истиранию	Ярлык, наклейка (или подобное) с предупреждающей надписью	Xb по МЭК 60068-2-70 [23]	Четкая и разборчивая маркировка
C3, C7	5.4.2	Измерение толщины стенки оболочки	Коммутационная коробка в сборе	Визуальный осмотр и измерение	Достаточная толщина стенки согласно *ГОСТ IEC 61140*. Толщина стенки не менее 3 мм, в противном случае испытания по B10

Окончание таблицы 10

Индекс испытания	Описание испытания, подраздел	Наименование	Образец	Условия испытаний	Требования
B2	5.4.4	Испытание на стойкость к воздейст-вию аммиака	Коммутационная коробка в сборе или металлические части	10 % раствор нашатырного спирта; (10 ± 1) мин. при (20 ± 5) °C; (10 ± 1) мин. при относительной влажности от 91 до 95 % при (20 ± 5) °C; (10 ± 1) мин. при (100 ± 5) °C	Отсутствие следов коррозии на поверхности
B3	5.4.5.1	Испытания на воспламеняемость оболочки и компонентов для обеспечения неподвижности токоведущих частей	Коммутационная коробка в сборе или образцы материалов (см. 5.4.5.1)	Согласно 5.4.5 и [3], [4]	Требования согласно V-1 и HB [3], [4]
B4	5.4.6	Испытания оболочки на стойкость к воздействию внешних климатических факторов	Коммутационная коробка в сборе или образцы материалов оболочки	Согласно 5.4.6 и ИСО 4892-2 [24] или ИСО 4892-3 [25]	Отсутствие трещин. Четкая и разборчивая маркировка
B5	5.4.7.1	Испытание оболочки раскаленной проволокой	Образец(ы) из B4	Испытания раскаленной проволокой при 650 °C	Отсутствие пламени, тления или угасание в течение 30 с
B6	5.4.7.1	Испытание раскаленной проволокой компаунда и компонентов для обеспечения неподвижности токоведущих частей	Коммутационная коробка в сборе или образцы компаунда и материалов компонентов для обеспечения неподвижности токоведущих частей	Испытания раскаленной проволокой при 750 °C	Отсутствие пламени, тления или самостоятельное угасание в течение 30 с
B7	5.4.8.1	Испытание оболочки давлением шарика	Коммутационная коробка в сборе или образцы материалов оболочки	T = (90 ± 2) °C	Диаметр вмятины не более 2 мм
B8	5.4.8.2	Испытание давлением шарика компонентов для обеспечения неподвижности токоведущих частей	Коммутационная коробка в сборе или образцы материалов компонентов для обеспечения неподвижности токоведущих частей	T = (125 ± 2) °C	Диаметр вмятины не более 2 мм
B9[1)]	5.4.9	Испытание прокладок на стойкость к старению	Прокладки или коммутационная коробка в сборе	240 ч при (100 ± 5) °C 16 ч, температура окружающей среды. Открывают и закрывают крышку 10 раз	Согласно 5.4.9
B10[2)]	5.4.5.2	Испытание на воспламеняемость коммутационной коробки в сборе	Коммутационная коробка в сборе	Испытания на воспламеняемость	Требования согласно 5VB по [3], [1]

[1)] После этого испытания выполняют испытания по группе J (см. таблицу 17).
[2)] Испытание обязательно, только если толщина стенки полимерной оболочки меньше 3 мм.

Таблица 11 — Механические испытания. Группа испытаний D

Индекс испытаний	Описание испытания, подраздел	Наименование	Образец	Условия испытаний	Требования
D1	5.4.10	Испытания соединительных устройств и способов присоединения	Коммутационная коробка в сборе	В соответствии с 5.4.10	В соответствии с 5.4.10
D2[1)]	5.4.11	Испытания выбивных заглушек	Четыре коммутационных коробки в сборе	В соответствии с 5.4.11	В соответствии с 5.4.11
D3	5.4.12	Испытания надежности закрепления кабелей и проводов	Коммутационная коробка в сборе, кабель (провод) или имитатор кабеля	Испытания вытяжением и проворотом	Смещение вдоль оси не более 2 мм. Смещение при повороте не более 45°
D4	5.4.13	Испытание на механическую прочность при низких температурах	Коммутационная коробка в сборе	5 ч при – 40 °С на стальной пластине. Четыре удара по 1 Дж	В соответствии с 5.4.12
[1)] После проверки прочности заглушек проводят испытание на соответствие степени защиты по 5.4.25.					

Таблица 12 — Испытания на воздействие внешних климатических факторов. Группа испытаний E

Индекс испытаний	Описание испытания, подраздел	Наименование	Условия испытаний	Требования
E1	5.4.17	Определение сопротивления контактов	Ток испытания 1 А, точки измерения см. на рисунке 6	Сопротивление контактов не более 5 мОм
E2	5.4.18	Испытание изоляции на влагостойкость	500 В или номинальное напряжение, в зависимости от того, какое выше	Сопротивление изоляции не менее 400 МОм
E3	5.4.14.2	Термоциклирование под нагрузкой	200 циклов; от – 40 °С до + 85 °С; номинальный ток	
	5.4.20	Проверка сцепления с несущей поверхностью	Параллельно 30 мин., до 40 Н в четырех направлениях. Перпендикулярно в центре в течение 30 мин., до 40 Н	Отсутствие смещения образца на несущей поверхности в течение всего времени испытаний
E4	5.4.19.1	Испытание электрической прочности изоляции при переменном напряжении промышленной частоты	Напряжение: 1000 В + (2 × номинальное напряжение) или 2000 В + (4 × номинальное напряжение)	Отсутствие дуговых перекрытий или повреждений, обусловленных перенапряжением
E5	5.4.19.2	Испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении	Напряжение импульса 1,2/50 мкс; 3 импульса каждой полярности; $t \geq 1$ с между импульсами	Отсутствие дуговых перекрытий или повреждений, обусловленных перенапряжением
E6	5.4.17	Определение сопротивления контактов	Ток испытания 1 А, точки измерения см. на рисунке 6	Сопротивление контактов не более 150 % от значения, измеренного до термоциклирования
E7	5.4.18	Испытание изоляции на влагостойкость	500 В или номинальное напряжение, в зависимости от того, какое выше	Сопротивление изоляции не менее 400 МОм

Окончание таблицы 12

Индекс испытаний	Описание испытания, подраздел	Наименование	Условия испытаний	Требования
D5[1)]	5.4.21	Проверка надежности крепления крышки	См. 5.4.21	См. 5.4.21
[1)] Испытывают только открываемые коммутационные коробки.				

Таблица 13 — Испытания на воздействие внешних климатических факторов. Группа испытаний F

Индекс испытаний	Описание испытания, подраздел	Наименование	Условия испытаний	Требования
	5.4.17	Определение сопротивления контактов	Ток испытания 1 А, точки измерения см. на рисунке 6	Сопротивление контактов не более 5 мОм
F1	5.4.18	Испытание изоляции на влагостойкость	500 В или номинальное напряжение, в зависимости от того, какое выше	Сопротивление изоляции не менее 400 МОм
F2	5.4.15	Испытание на воздействие высокой влажности при высокой температуре и механической нагрузке	1000 часов; 85 °С; относительная влажность 85 %; вертикальная нагрузка 5 Н	
F4	5.4.20	Проверка сцепления с несущей поверхностью	Параллельно 30 мин., до 40 Н в четырех направлениях. Перпендикулярно в центре в течение 30 мин., до 40 Н	Отсутствие смещения образца на несущей поверхности в течение всего времени испытаний
F5	5.4.19.1	Испытание электрической прочности изоляции при переменном напряжении промышленной частоты	Напряжение: 1000 В + (2 × номинальное напряжение) или 2000 В + (4 × номинальное напряжение)	Отсутствие дуговых перекрытий или повреждений, обусловленных перенапряжением
	5.4.19.2	Испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении	Напряжение импульса 1,2/50 мкс; 3 импульса каждой полярности; $t \geq 1$ с между импульсами	Отсутствие дуговых перекрытий или повреждений, обусловленных перенапряжением
	5.4.17	Определение сопротивления контактов	Ток испытания 1 А, точки измерения см. на рисунке 6	Сопротивление контактов не более 150 % от значения, измеренного до термоциклирования
F6	5.4.18	Испытание изоляции на влагостойкость	500 В или номинальное напряжение, в зависимости от того, какое выше	Сопротивление изоляции не менее 400 МОм
D5[1)]	5.4.21	Проверка надежности крепления крышки	См. 5.4.21	См. 5.4.21
[1)] Испытывают только открываемые коммутационные коробки.				

Таблица 14 — Испытания на воздействие внешних климатических факторов. Группа испытаний G

Индекс испытаний	Описание испытания, подраздел	Наименование	Условия испытаний	Требования
	5.4.17	Определение сопротивления контактов	Ток испытания 1 А, точки измерения см. на рисунке 6	Сопротивление контактов не более 5 мОм

Окончание таблицы 14

Индекс испытаний	Описание испытания, подраздел	Наименование	Условия испытаний	Требования
	5.4.18	Испытание изоляции на влагостойкость	500 В или номинальное напряжение, в зависимости от того, какое выше	Сопротивление изоляции не менее 400 МОм
G1	5.4.14.3	Термоциклирование без нагрузки	50 циклов; от – 40 °С до + 85 °С	
G2	5.4.16	Термоциклирование при высокой влажности	10 циклов; от – 40 °С до + 85 °С; относительная влажность 85 %	
G3	5.4.20	Проверка сцепления с несущей поверхностью	Параллельно 30 мин., до 40 Н в четырех направлениях. Перпендикулярно в центре в течение 30 мин., до 40 Н	Отсутствие смещения образца на несущей поверхности в течение всего времени испытаний
	5.4.19.1	Испытание электрической прочности изоляции при переменном напряжении промышленной частоты	Напряжение: 1000 В + (2 × номинальное напряжение) или 2000 В + (4 × номинальное напряжение)	Отсутствие дуговых перекрытий или повреждений, обусловленных перенапряжением
	5.4.19.2	Испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении	Напряжение импульса 1,2/50 мкс; 3 импульса каждой полярности; $t \geq 1$ с между импульсами	Отсутствие дуговых перекрытий или повреждений, обусловленных перенапряжением
	5.4.17	Определение сопротивления контактов	Ток испытания 1 А, точки измерения см. на рисунке 6	Сопротивление контактов не более 150 % от значения, измеренного до термоциклирования
G4	5.4.18	Испытание изоляции на влагостойкость	500 В или номинальное напряжение, в зависимости от того, какое из них выше	Сопротивление изоляции не менее 400 МОм
D5[1)]	5.4.21	Проверка надежности крепления крышки	См. 5.4.21	См. 5.4.21
[1)] Испытывают только открываемые коммутационные коробки.				

Таблица 15 — Группа испытаний H

Индекс испытаний	Описание испытания, подраздел	Наименование	Условия испытаний	Требования
H1	5.4.22	Испытания шунтирующих/блокирующих диодов на термостойкость	Номинальный ток при (75 ± 5)°С, 1 ч. Ток 1,25 номинального тока при (75 ± 5)°С, 1 ч	Согласно 5.3.22
H2	5.4.18	Испытание изоляции на влагостойкость	500 В или номинальное напряжение, в зависимости от того, какое выше	Сопротивление изоляции не менее 400 МОм

Таблица 16 — Испытания на соответствие требованиям электробезопасности. Группа испытаний I

Индекс испытаний	Описание испытания, подраздел	Наименование	Условия испытаний	Требования
C2		Проверка защиты от доступа к токоведущим частям	Щуп доступности № 11; усилие 20 Н	Отсутствие доступа к частям под напряжением

Окончание таблицы 16

Индекс испытаний	Описание испытания, подраздел	Наименование	Условия испытаний	Требования
C6	5.4.23	Проверка электрических зазоров и расстояний утечки	Измерение по *ГОСТ Р МЭК 60664.1*. Примеры см. в приложении С	Соответствие требованиями 4.16
I1	5.4.26	Испытание обратным током	2 ч при верхнем пределе рабочей температуры окружающей среды, обратный ток ± 2 %	Отсутствие воспламенений и обугливания суровой марли в местах касания коммутационной коробки

Таблица 17 — Проверка соответствия степени защиты (код IP). Группа испытаний J

Индекс испытаний	Описание испытания, подраздел	Наименование	Условия испытаний	Требования
B9	5.4.9	Испытание прокладок на стойкость к старению	240 ч при (100 ± 5) °С 16 ч, температура окружающей среды. Открывают и закрывают крышку 10 раз	Согласно 5.3.9
J1	5.4.25	Испытания на соответствие степени защиты (код IP)	Согласно *ГОСТ 14254* для первой и второй характеристических цифр 5	Соответствие IP 55 по *ГОСТ 14254*
J2	5.4.19.1	Испытание электрической прочности изоляции при переменном напряжении промышленной частоты	Напряжение: 1000 В + (2 × номинальное напряжение) или 2000 В + (4 × номинальное напряжение)	Отсутствие дуговых перекрытий или повреждений, обусловленных перенапряжением

5.4 Методы испытаний

5.4.1 Визуальный контроль

Для оценки соответствия требованиям настоящего стандарта в каждом испытуемом образце проверяют следующее:

- отсутствие смещения компонентов, все компоненты должны быть закреплены;
- отсутствие сколов и заусенец;
- наличие заглушек, крышек и т. п. во всех отверстиях;
- наличие у устанавливаемых без использования винтов крышек одного или нескольких легко обнаруживаемых приспособлений для открывания с помощью инструмента;
- наличие всех компонентов, устанавливаемых при монтаже в условиях эксплуатации;
- наличие средств для закрепления проводников разного диаметра, если необходимо;
- наличие дополнительных средств, обеспечивающих неподвижность паяных соединений, если такие соединения используются;
- наличие достаточного объема для присоединения проводников рекомендованного изготовителем диаметра;
- четкость и разборчивость маркировки, наличие в маркировке минимальных данных, указанных в 4.21.

Также проверяют:

- открывание крышек возможно только с применением инструмента;
- части, которые может быть необходимо изъять из коммутационной коробки, извлекаемы только с применением инструмента.

Если при проверке обнаружено несоответствие одного или нескольких образцов указанным требованиям и эти несоответствия невозможно устранить, например убрать заусенцы, то такой образец(ы) должен(ы) быть заменен(ы) на другие, отвечающие всем требованиям, до проведения последующих

испытаний. Если несоответствие указанным требованиям обнаружено у всех образцов, считают, что коммутационная коробка не отвечает требованиям настоящего стандарта.

Внимательно осматривают каждый испытуемый образец при освещении не менее 1000 лк для выявления следующих повреждений:

- наличие коррозии металлических компонентов;
- наличие трещин и повреждений оболочки и внутренних компонентов.

Описывают или фотографируют состояние и положение всех обнаруженных повреждений, которые могут ухудшить или отрицательно повлиять на характеристики испытуемого образца в последующих испытаниях.

Описания обнаруженных повреждений должны быть включены в протокол испытаний вместе с необходимыми рисунками и фотографиями, характеризующими их состояние и расположение.

5.4.2 Измерение толщины стенки оболочки

Измеряют толщину стенки оболочки.

Толщина стенки должна соответствовать требованиям *ГОСТ IEC 61140.*

Если толщина стенки оболочки из полимерного материала менее 3 мм, проводят испытания по 5.4.5.1.

5.4.3 Испытание маркировки на стойкость к истиранию

Испытание выполняют во влажных условиях согласно условиям влажных испытаний Xb по [23]. В испытаниях используется плунжер размера 1, испытательной жидкостью является вода. На протяжении десяти циклов воздействуют на испытуемый образец с силой 5 Н, после чего проводят визуальный контроль состояния маркировки.

Испытанный образец считают выдержавшим испытание, если маркировка осталась четкой и разборчивой.

После всех испытаний на воздействие внешних климатических факторов по группам E, F и G и по 5.4.6 маркировка также должна оставаться четкой и разборчивой.

Если требуется, испытание также проводят с предупреждающими надписями, установленными в соответствии с 4.24.

С маркировкой, выполненной тиснением, данное испытание не проводят.

5.4.4 Испытание на стойкость к воздействию аммиака

1) Удаляют всю смазку с металлических деталей испытуемого образца погружением в обезжиривающую жидкость на (10 ± 1) мин.

2) Погружают испытуемый образец на (10 ± 1) мин. в 10 % раствор нашатырного спирта при температуре (20 ± 5) °С таким образом, чтобы все металлические детали находились в растворе.

3) Стряхивают капли и без сушки помещают испытуемый образец в испытательную камеру с относительной влажностью от 91 до 95 % при температуре (20 ± 5) °С на (10 ± 1) мин.

4) Высушивают испытуемый образец в термостате или климатической камере при температуре (100 ± 5) °С в течение (10 ± 1) мин.

Испытанный образец считают выдержавшим испытание, если на металлических частях нет следов коррозии.

Примечание 1 — Не учитывают следы коррозии на острых кромках и желтоватую пленку, которую можно стереть.

Примечание 2 — Допускается проводить испытание только с металлическими частями (деталями) испытуемой коммутационной коробки.

5.4.5 Испытания на воспламеняемость

5.4.5.1 Испытания оболочки и компонентов для обеспечения неподвижности токоведущих частей

Испытания проводят с пластинами из полимерных материалов, из которых выполнена оболочка испытуемой коммутационной коробки, и пластинами из полимерных материалов, используемых для крепления металлических частей под напряжением.

Испытания проводят в соответствии с классом воспламеняемости V-1 по [2] для материалов оболочки и в соответствии с классом воспламеняемости HB по [2] для внутренних частей.

5.4.5.2 Испытание на воспламеняемость коммутационной коробки в сборе

Испытание собранной коммутационной коробки проводят в соответствии с классом воспламеняемости V-5 по [3] и [1].

Испытание проводят, если стенки коммутационной коробки из полимерного материала меньше 3 мм.

Собранную и закрытую коммутационную коробку или несколько вариантов коммутационной коробки (см. 5.2.2) размещают в положении, указанном на рисунке 1, и воздействуют пламенем на все внешние места, где дуга может вызвать воспламенение (например, где внутри коробки расположены выводы).

Результат испытаний оценивают в соответствии с классом воспламеняемости 5VB.

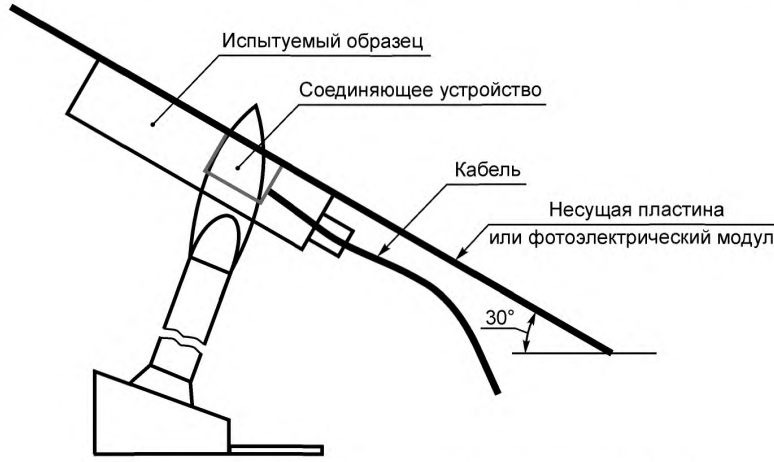


Рисунок 1 — Типичная установка для проведения испытаний на воспламеняемость коммутационной коробки в сборе

5.4.6 Испытания оболочки на стойкость к воздействию внешних климатических факторов

Испытания проводят в лабораторных условиях по [24] или [25] с коммутационной коробкой, или оболочкой коммутационной коробки, или пластинами из полимерных материалов, из которых изготовлена испытуемая коммутационная коробка, подготовленными в соответствии с 5.2.

Условия испытаний:

- энергетическая освещенность не менее ..... 60 Вт/м^2;
- спектральный диапазон ..... от 300 до 400 нм;
- температура ..... 65 °С;
- относительная влажность ..... 65 %;
- цикл обрызгивание в течение 18 мин, сушка в течение 102 мин. ксеноновой или аналогичной лампой;
- продолжительность ..... 500 ч.

Испытанные образцы считают прошедшими испытания, если отсутствуют трещины в материале оболочки.

После испытаний маркировка должна оставаться четкой и разборчивой.

5.4.7 Испытания раскаленной проволокой

Испытания раскаленной проволокой проводят по *ГОСТ IEC 60695-2-11*.

5.4.7.1 Испытание оболочки раскаленной проволокой

Испытание проводят с образцами, прошедшими испытания на стойкость к воздействию внешних климатических факторов по 5.4.6.

Температура испытаний 650 °С.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытание, если отсутствует воспламенение материала или пламя самостоятельно затухает в течение 30 с.

5.4.7.2 Испытание раскаленной проволокой компаунда и компонентов для обеспечения неподвижности токоведущих частей

Испытание проводят с коммутационной коробкой в сборе или пластинами полимеров, используемых для обеспечения неподвижности токоведущих частей, и заливочного компаунда, если он применяется, подготовленными в соответствии с 5.2.

Температура испытаний 750 °С.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытание, если:

- отсутствует видимое пламя или тление;
- пламя или тление самостоятельно угасают через 30 с после удаления раскаленной проволоки.

5.4.8 Испытания давлением шарика

Испытания проводят в термостате или климатической камере по *ГОСТ IEC 60695-10-2*.

5.4.8.1 Испытание оболочки давлением шарика

Температура испытаний (90 ± 2) °С.

Испытанный образец считают выдержавшим испытание, если диаметр вмятины составляет не более 2 мм.

5.4.8.2 Испытание давлением шарика компонентов для обеспечения неподвижности токоведущих частей

Испытание проводят с коммутационной коробкой в сборе или пластинами полимеров, используемых для обеспечения неподвижности токоведущих частей, подготовленными в соответствии с 5.2.2.

Температура испытаний (125 ± 2) °С.

Испытанный образец считают выдержавшим испытание, если диаметр вмятины составляет не более 2 мм.

5.4.9 Испытание прокладок на стойкость к старению

Испытание материалов, группа испытаний B, таблица 10. Группа испытаний J, таблица 17.

Проведение испытаний:

1) Отделяют прокладки (полимерные уплотнители) от коммутационной коробки или крышки.

2) Помещают прокладки в климатическую камеру и выдерживают при (100 ± 5) °С в течение 240 ч.

3) Охлаждают прокладки до температуры окружающей среды и выдерживают в этом состоянии в течение 16 ч.

4) Устанавливают прокладки на корпус коммутационной коробки или крышку. Открывают и закрывают крышку 10 раз.

Прокладки, которые не отделяются от корпуса коммутационной коробки или крышки, испытывают вместе с коммутационной коробкой или крышкой.

После завершения испытаний проводят испытания на соответствие степени защиты по 5.4.25 и проверку электрической прочности изоляции при переменном напряжении промышленной частоты по 5.4.19.1.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- отсутствуют изменения характеристик герметизации;
- степень их защиты соответствует коду IP 55 и выше;
- электрическая прочность изоляции при переменном напряжении промышленной частоты отвечает требованиям 5.4.19.1.

5.4.10 Испытания соединительных устройств и способов присоединения

Все соединительные устройства и способы присоединения внешних кабелей и проводов должны быть испытаны согласно соответствующим стандартам:

1) обжимные соединения — в соответствии с [8];

2) соединения с прорезом изоляции — в соответствии с [9] (доступные соединения) или [10];

3) соединения с прорезом изоляции — в соответствии с [11] (недоступные соединения) или [10];

4) опресованные соединения — в соответствии с [12];

5) соединения с проколом изоляции — в соответствии с [13] или [10];

6) безвинтовые зажимы — в соответствии с [14], или [15], или [16] и в соответствии с *ГОСТ IEC 60998-2-2*;

7) винтовые зажимы — в соответствии с [14] или [15] и в соответствии с *ГОСТ IEC 60998-2-1*;

8) плоские, быстрого соединения — в соответствии с *ГОСТ IEC 61210*;

9) клеммные колодки — в соответствии с [17];

10) паяные соединения — в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 61191-1*.

Соединители, являющиеся частью коммутационной коробки, должны быть испытаны по [19]. Количество циклов при термоциклировании по [19] составляет 800 циклов.

5.4.11 Испытания выбивных заглушек

5.4.11.1 Проверка прочности заглушек

Испытания проводят с образцами коммутационных коробок, входные (выходные) выбивные заглушки которых доступны после монтажа на месте эксплуатации.

К заглушкам с помощью цилиндра диаметром 6 мм с плоским торцом в течение (15 ± 1) с плавно прикладывают силу (45 ± 1) Н в направлении, перпендикулярном плоскости заглушки, в месте, где наиболее вероятно смещение заглушки.

Через 1 ч после завершения испытания проводят испытания на соответствие степени защиты по 5.4.25.

Испытанный образец считают выдержавшим испытание, если:

- заглушка осталась на месте;
- степень защиты оболочки не изменилась.

5.4.11.2 Удаление заглушек

1) Выдерживают испытуемые образцы в климатической камере в течение 5 ч ± 10 мин. при температуре (– 20 ± 2) °С.

2) Вынимают испытуемые образцы из климатической камеры и сразу же удаляют выбивные заглушки с помощью указанного изготовителем инструмента. Для удаления хрупких заусенцев допускается однократно провести концом лезвия отвертки по краю получившегося отверстия.

Испытанный образец считают выдержавшим испытание, если:

- отсутствуют острые сколы и заусенцы, за исключением входов (выходов) с выбитыми заглушками, которые предназначены к использованию с защитными шайбами или втулками;
- нет повреждений испытуемого образца;
- у испытуемого образца с концентрическими заглушками отсутствует смещение большей заглушки при удалении меньшей.

5.4.12 Испытания надежности закрепления кабелей и проводов

5.4.12.1 Испытания коммутационных коробок, предназначенных для использования с кабелями, указанными изготовителем

Испытания коммутационных коробок, предназначенных для использования с кабелями (проводами), указанными изготовителем, проводят с теми кабелями, которые указаны изготовителем.

1) В испытуемом образце закрепляют кабель (провод), рекомендованный изготовителем, с диаметром, соответствующим минимальному значению из диапазона диаметров, указанных изготовителем для фиксирующих муфт кабеля.

2) Закрепляют испытуемый образец на испытательной установке. Типичная установка для испытаний на стойкость к натяжению приведена на рисунке 2.

3) На кабель (провод) наносят метку таким образом, чтобы любое смещение кабеля (провода) относительно муфты было легко обнаружить.

4) Кабель (провод) натягивают вдоль оси без рывков с силой, заданной в таблице 18 в течение 1 с. Повторяют 50 раз.

5) После снятия нагрузки с кабеля (провода) измеряют его смещение.

6) Закрепляют испытуемый образец на установке для испытания проворотом. Типичная установка приведена на рисунке 3.

7) Наносят на кабель (провод) метку таким образом, чтобы любое смещение кабеля (провода) относительно муфты было легко обнаружить.

8) Прикладывают к кабелю (проводу) вращающий момент, указанный в таблице 19, в течение 1 мин.

9) Измеряют смещение кабеля (провода).

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- после натягивания вдоль оси смещение кабеля (провода) составляет не более 2 мм;
- после испытания проворотом смещение кабеля (провода) составляет не более 45°.

Таблица 18 — Сила натяжения для испытаний надежности закрепления кабеля

Диаметр кабеля, мм	Сила натяжения, Н	Минимальная толщина оболочки имитатора кабеля, мм
До 4 включ.	—	1[1)]
Св. 4 до 8 «	30	1
« 8 « 11 «	42	2
« 11 « 16 «	55	2

Окончание таблицы 18

Диаметр кабеля, мм	Сила натяжения, Н	Минимальная толщина оболочки имитатора кабеля, мм
« 16 « 23 «	70	2
« 23 « 31 «	80	2
« 31 « 43 «	90	2
« 43 « 55 «	100	2
« 55	115	2
[1)] Для кабелей с диаметром до 4 мм может использоваться подходящий неметаллический имитатор кабеля.		

Таблица 19 — Вращающий момент для испытаний надежности закрепления кабеля

Диаметр кабеля, мм	Момент, Н·м	Минимальная толщина оболочки имитатора кабеля, мм
Св. 4 до 8 включ.	0,10	1
« 8 « 11 «	0,15	2
« 11 « 16 «	0,35	2
« 16 « 23 «	0,60	2
« 23 « 31 «	0,80	2
« 31 « 43 «	0,90	2
« 43 « 55 «	1,00	2
« 55	1,20	2

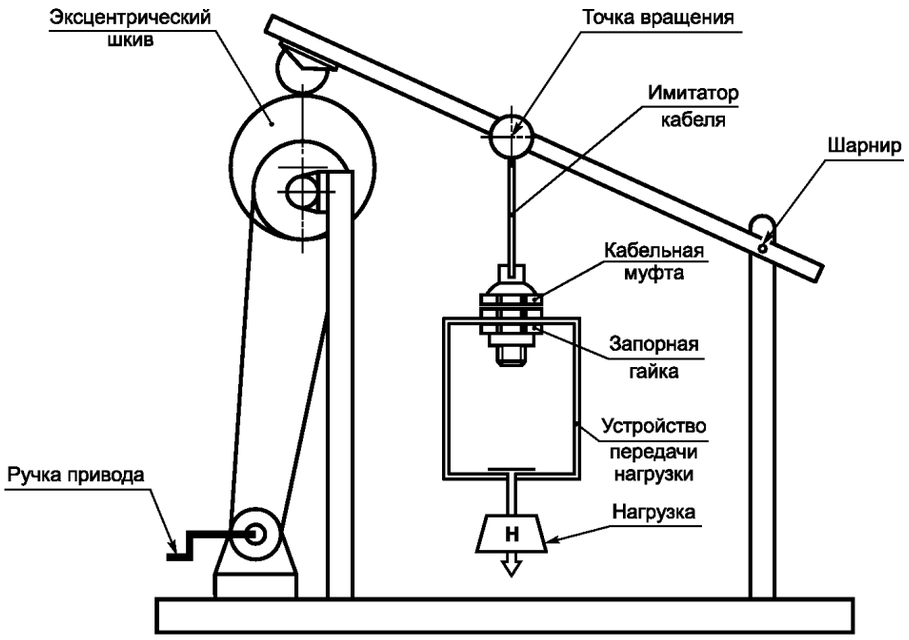


Рисунок 2 — Типичная установка для испытания надежности закрепления кабеля (провода) натяжением

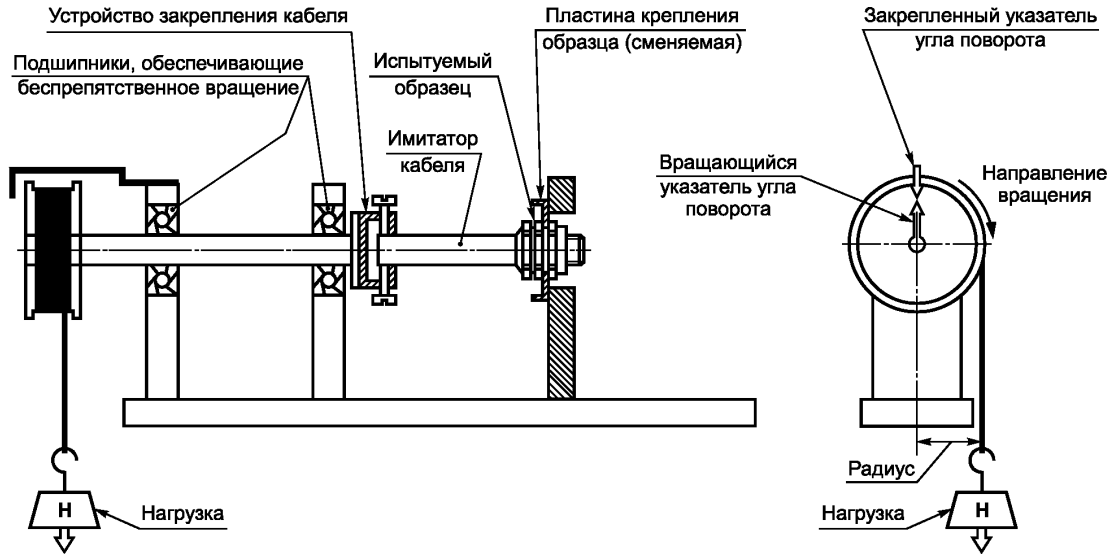


Рисунок 3 — Типичная установка для испытания надежности закрепления кабеля проворотом

5.4.12.2 Испытание коммутационных коробок, предназначенных для использования с кабелями общего назначения

Для проведения испытаний используют имитатор кабеля. Если не задано иное, имитатор кабеля представляет собой металлический стержень с эластомерной оболочкой, имеющей твердость по Шору 70 шкалы D ± 10 пунктов в соответствии с ИСО 868 [26] и толщину оболочки, заданную в таблице 18 или 19.

Имитатор кабеля с диаметром до 16 мм включительно должен иметь допуски ± 0,2 мм, а имитатор кабеля с диаметром более 16 мм — допуски ± 0,3 мм. Форма имитатора кабеля должна быть круглой или представлять внешний контур кабеля (провода), рекомендованного изготовителем.

Проведение испытаний:

1) В испытуемом образце закрепляют имитатор кабеля с диаметром, соответствующим минимальному значению из диапазона диаметров, указанных изготовителем для фиксирующих муфт кабеля.

2) Выполняют этапы 2) — 5) по 5.4.12.1.

3) Помещают испытуемый образец на установку для испытания проворотом.

Диаметр имитатора кабеля для испытания проворотом должен быть равен наибольшему значению из значений таблицы 19, соответствующих максимальному значению диапазона диаметров, указанных изготовителем для фиксирующих муфт кабеля.

4) Наносят на имитатор кабеля метку таким образом, чтобы любое смещение имитатора кабеля относительно муфты было легко обнаружить.

5) Прикладывают к имитатору кабеля вращающий момент, указанный в таблице 19, в течение 1 мин.

6) Измеряют смещение имитатора кабеля.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- после натягивания вдоль оси смещение имитатора кабеля составляет не более 2 мм;
- после испытания проворотом смещение имитатора кабеля составляет не более 45°.

5.4.13 Испытание на механическую прочность при низких температурах

1) Выдерживают испытуемый образец или образцы в климатической камере на стальной пластине толщиной 20 мм при температуре минус 40 °С в течение 5 ч.

2) Вынимают испытуемый образец из климатической камеры и сразу же наносят четыре удара с энергией 1 Дж в каждом в четырех равномерно расположенных местах по окружности образца с помощью испытательного оборудования по МЭК 60068-2-75 [27].

Испытанные образцы считают прошедшими испытания, если:

- отсутствуют видимые функциональные повреждения;
- электрические зазоры и расстояния утечки отвечают требованиям 4.16;
- отсутствуют повреждения изоляции.

5.4.14 Термоциклирование

Испытания проводят в соответствии с МЭК 60068-2-14:2009 [28], испытание № Nb.

Примечание — Испытания выполняются аналогично термоциклированию фотоэлектрических модулей (см. *ГОСТ Р 56980—2016; ГОСТ Р МЭК 61646—2013* и *ГОСТ Р 56983—2016*).

Для испытаний используют образец или образцы, подготовленные в соответствии с таблицей 8 и 5.2.2, выводы для присоединения входных цепей (например, цепей фотоэлектрических элементов) соединяют перемычкой.

Испытания проводят в климатической камере. Требуемый цикл изменения температуры приведен на рисунке 4.

До проведения термоциклирования определяют сопротивление контактов по 5.4.17 и проводят испытание изоляции на влагостойкость по 5.4.18. Сопротивление контактов должно быть не более 5 мОм, сопротивление изоляции во влажной среде — не менее 400 МОм.

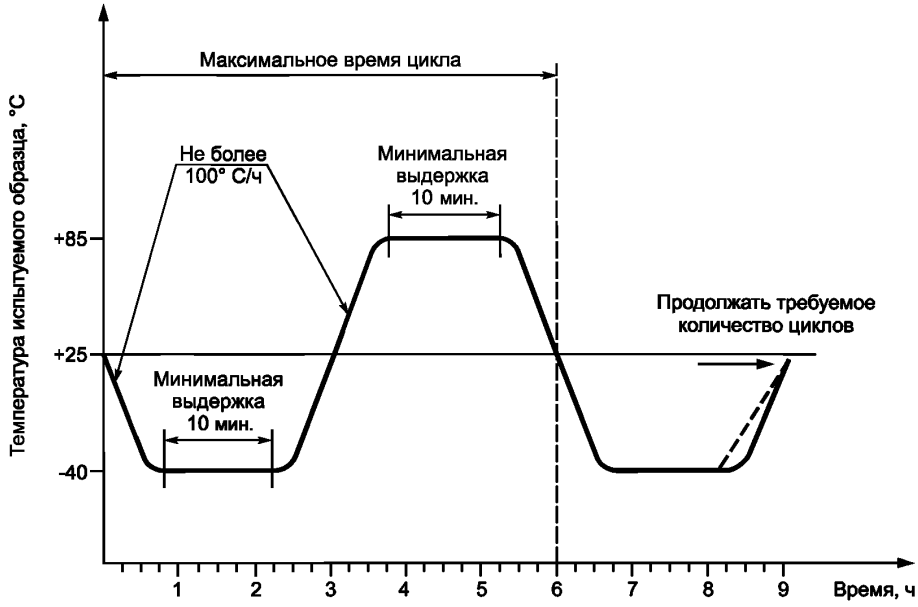


Рисунок 4 — Профиль изменения температуры при термоциклировании

5.4.14.1 Испытательное оборудование:

a) климатическая камера с автоматическим управлением температурой, средствами обеспечения внутренней циркуляции воздуха и средствами минимизации образования конденсата на испытуемом(ых) образце(ах) при проведении испытаний, обеспечивающая выполнение циклов изменения температуры с одним или несколькими испытуемыми образцами в соответствии с рисунком 4;

b) приспособления для установки и закрепления несущей пластины с испытуемыми образцами в указанной климатической камере, обеспечивающие беспрепятственную циркуляцию окружающего воздуха. Теплопроводность приспособлений должна быть настолько низкой, чтобы с практической точки зрения испытуемые образцы могли бы рассматриваться как теплоизолированные;

c) средства измерения и регистрации температуры испытуемых образцов с точностью ± 1 °С. Если одновременно проводят испытания нескольких испытуемых образцов, достаточно регистрировать температуру только одного типичного испытуемого образца;

d) внешний источник питания для создания постоянного тока, равного номинальному току испытуемого(ых) образца(ов), указанному изготовителем;

e) средства регистрации значений тока каждого из испытуемых образцов.

5.4.14.2 Термоциклирование под нагрузкой

Группа испытаний E, таблица 12.

1) Устанавливают датчики для измерения температуры испытуемого образца. Если одновременно проводят испытания нескольких испытуемых образцов, достаточно установить датчики только на одном типичном испытуемом образце.

2) Несущую пластину с установленным(и) на ней испытуемым(и) образом(ами) помещают в климатическую камеру при комнатной температуре.

3) Подключают приборы для регистрации температуры к датчикам температуры.

4) Подключают к выводам каждого испытуемого образца соответствующий внешний источник питания. Подключают прибор(ы) для регистрации тока.

5) Устанавливают значение тока, равное значению номинального тока испытуемого образца, указанному изготовителем. Указанный ток должен протекать через испытуемый образец в течение всего времени испытаний.

6) Проводят 200 циклов испытаний в соответствии с графиком на рисунке 4. Скорость изменения температуры между нижним и верхним пределами не должна превосходить 100 °С/ч, и температура испытуемого образца на нижнем и верхнем пределах должна оставаться постоянной не менее 10 мин. Время цикла не должно превышать 6 ч.

7) В течение всего времени испытаний регистрируют температуру испытуемого образца.

8) Вынимают несущую пластину с испытуемым(и) образцом(ами) из климатической камеры.

После восстановления испытуемых образцов в течение не менее 1 ч проводят следующие испытания:

- визуальный контроль;
- проверку сцепления с несущей поверхностью по 5.4.20;
- испытание электрической прочности изоляции при переменном напряжении промышленной частоты по 5.4.19.1;
- испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении по 5.4.19.2;
- проверку надежности крепления крышки по 5.4.21 (для открываемых коммутационных коробок);
- определение сопротивления контактов по 5.4.17;
- испытание изоляции на влагостойкость по 5.4.18.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- отсутствуют видимые функциональные повреждения, в том числе сдвиг внутренних деталей и, если нанесены покрытия для защиты от загрязнений, повреждения покрытий, указанные в В.2 приложения В;
- сцепление с несущей поверхностью отвечает требованиям 5.4.20;
- электрическая прочность изоляции при переменном напряжении промышленной частоты отвечает требованиям 5.4.19.1;
- электрическая прочность изоляции при импульсном напряжении отвечает требованиям 5.4.19.2;
- крепление крышки открываемой коммутационной коробки соответствует требованиям 5.4.21;
- сопротивление контактов не превышает 150 % от соответствующих значений, измеренных до термоциклирования;
- сопротивление изоляции во влажной среде не менее 400 МОм.

После завершения испытаний маркировка должна оставаться четкой и разборчивой.

5.4.14.3 Термоциклирование без нагрузки

Группа испытаний G, таблица 14.

1) Устанавливают датчики для измерения температуры испытуемого образца. Если одновременно проводят испытания нескольких испытуемых образцов, достаточно установить датчики только на одном типичном испытуемом образце.

2) Несущую пластину с установленным(и) на ней испытуемым(и) образом(ами) помещают в климатическую камеру при комнатной температуре.

3) Подключают приборы для регистрации температуры к датчикам температуры.

4) Проводят 50 циклов испытаний в соответствии с графиком на рисунке 4. Скорость изменения температуры между нижним и верхним пределами не должна превосходить 100 °С/ч, и температура испытуемого образца на нижнем и верхнем пределах должна оставаться постоянной не менее 10 мин. Время цикла не должно превышать 6 ч.

5) В течение всего времени испытаний регистрируют температуру испытуемого образца.

6) Вынимают несущую пластину с испытуемым(и) образцом(ами) из климатической камеры или оставляют ее в климатической камере, если термоциклирование при высокой влажности проводят в

той же климатической камере, и переходят к проведению испытаний по 5.4.16 — термоциклирование при высокой влажности.

5.4.15 Испытания на воздействие высокой влажности при высокой температуре и механической нагрузке

Группа испытаний F, таблица 13.

Для испытаний используют образец или образцы, подготовленные в соответствии с 5.2, выводы для присоединения входных цепей (например, цепей фотоэлектрических элементов) соединяют перемычкой.

Испытания проводят по МЭК 60068-2-78 [29].

Условия испытаний:

- максимальная рабочая температура не менее .....(+ 85 ± 2) °С;
- относительная влажность .....(+ 85 ± 5) %;
- продолжительность .....1000 ч.

До проведения термоциклирования определяют сопротивление контактов по 5.4.17 и проводят испытание изоляции на влагостойкость по 5.4.18. Сопротивление контактов должно быть не более 5 мОм, сопротивление изоляции во влажной среде — не менее 400 МОм.

Проведение испытаний:

1) Устанавливают датчики для измерения температуры испытуемого образца. Если одновременно проводят испытания нескольких испытуемых образцов, достаточно установить датчики только на одном типичном испытуемом образце.

2) Несущую пластину с установленным на ней испытуемым(и) образом(ами) помещают в климатическую камеру при комнатной температуре и прикладывают к образцу(ам) вертикальную нагрузку 5 Н на все время испытаний.

3) Выдерживают испытуемые образцы в климатической камере при указанных условиях.

4) Вынимают несущую пластину с испытуемым(и) образцом(ами) из климатической камеры.

После восстановления испытуемых образцов в течение 2—4 ч проводят следующие испытания:

- визуальный контроль;
- проверку сцепления с несущей поверхностью по 5.4.20;
- испытание электрической прочности изоляции при переменном напряжении промышленной частоты по 5.4.19.1;
- испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении по 5.4.19.2;
- проверку надежности крепления крышки по 5.4.21 (для открываемых коммутационных коробок);
- определение сопротивление контактов по 5.4.17;
- испытание изоляции на влагостойкость по 5.4.18.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- отсутствуют видимые функциональные повреждения, в том числе сдвиг внутренних деталей и, если нанесены покрытия для защиты от загрязнений, повреждения покрытий, указанные в В.2 приложения В;
- сцепление с несущей поверхностью отвечает требованиям 5.4.20;
- электрическая прочность изоляции при переменном напряжении промышленной частоты отвечает требованиям 5.4.19.1;
- электрическая прочность изоляции при импульсном напряжении отвечает требованиям 5.4.19.2;
- крепление крышки открываемой коммутационной коробки соответствует требованиям 5.4.21;
- сопротивление контактов не превышает 150 % от соответствующих значений, измеренных до воздействия высокой влажности и высокой температуры;
- сопротивление изоляции во влажной среде не менее 400 МОм.

После завершения испытаний маркировка должна оставаться четкой и разборчивой.

5.4.16 Термоциклирование при высокой влажности

Группа испытаний G, таблица 14.

Испытания проводят после термоциклирования по 5.3.14.3 в той же или отдельной климатической камере. Требуемый цикл изменения температуры приведен на рисунке 5.

Примечание — Испытания выполняются аналогично термоциклированию фотоэлектрических модулей (см. *ГОСТ Р56980—2016; ГОСТ Р МЭК 61646—2013* и *ГОСТ Р 56983—2016*).

5.4.16.1 Испытательное оборудование:

а) климатическая камера с автоматическим управлением температурой и влажностью, обеспечивающая выполнение циклов изменения температуры и влажности с одним или несколькими испытуемыми образцами в соответствии с рисунком 5;

b) приспособления для установки и закрепления несущей пластины с испытуемыми образцами в указанной климатической камере, обеспечивающие беспрепятственную циркуляцию окружающего воздуха. Теплопроводность стоек и креплений должна быть настолько низкой, чтобы с практической точки зрения испытуемые образцы могли бы рассматриваться как теплоизолированные;

c) средства измерения и регистрации температуры испытуемых образцов с точностью ± 1 °С. Если одновременно проводят испытания нескольких испытуемых образцов, достаточно проводить регистрацию температуры только одного типичного испытуемого образца.

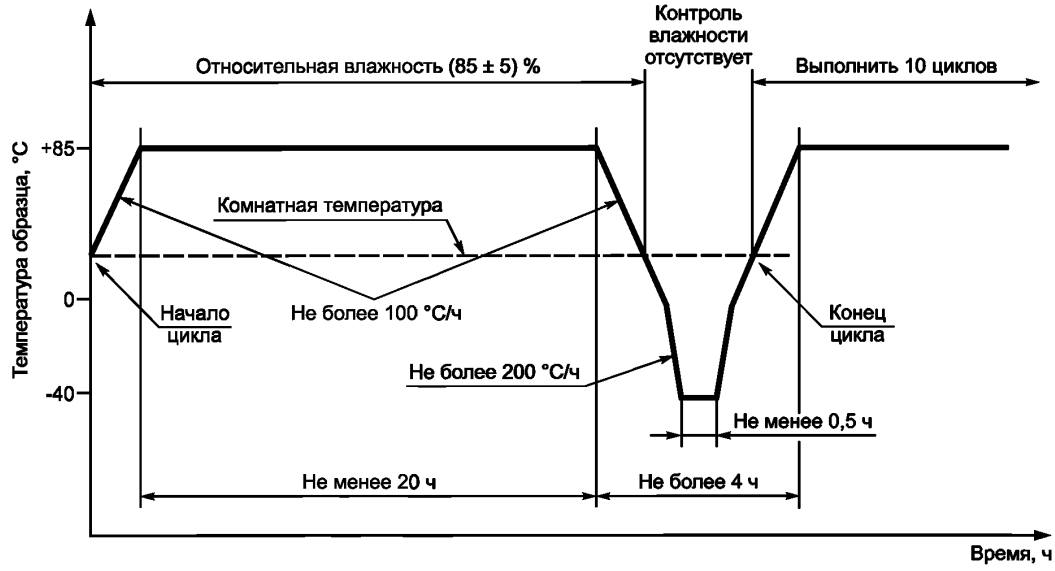


Рисунок 5 — Цикл термоциклирования при высокой влажности

5.4.16.2 Проведение испытаний

1) Устанавливают датчики для измерения температуры испытуемого образца. Если одновременно проводятся испытания нескольких испытуемых образцов, достаточно установить датчики только на одном типичном испытуемом образце.

2) Несущую пластину с установленным на ней испытуемым(и) образом(ами) помещают в климатическую камеру при комнатной температуре.

3) Подключают приборы для регистрации температуры к датчикам температуры.

Примечание — Так как испытание выполняют после термоциклирования по 5.3.14.3, проведение этапов 1), 2) и 3) может не требоваться (см. 5.4.14.3, этап 6).

4) Проводят 10 циклов испытаний в соответствии с графиком на рисунке 5. Отклонение температуры испытуемого образца на нижнем (минус 40 °С) и верхнем (плюс 85 °С) пределах не должно превышать ± 2 % от указанных уровней, а относительная влажность при всех температурах выше комнатной должна поддерживаться на уровне (85 ± 5) %.

5) В течение всего времени испытаний регистрируют температуру испытуемого образца.

6) Вынимают несущую пластину с испытуемым(и) образцом(ами) из климатической камеры.

После восстановления испытуемых образцов в течение 2—4 ч проводят следующие испытания:

- визуальный контроль;
- проверку сцепления с несущей поверхностью по 5.4.20;
- испытание электрической прочности изоляции при переменном напряжении промышленной частоты по 5.4.19.1;
- испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении по 5.4.19.2;
- проверку надежности крепления крышки по 5.4.21 (для открываемых коммутационных коробок);
- определение сопротивления контактов по 5.4.17;
- испытание изоляции на влагостойкость по 5.4.18.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- отсутствуют видимые функциональные повреждения, в том числе сдвиг внутренних деталей и, если нанесены покрытия для защиты от загрязнений, повреждения покрытий, указанные в В.2 приложения В;
- сцепление с несущей поверхностью отвечает требованиям 5.4.20;
- электрическая прочность изоляции при переменном напряжении промышленной частоты отвечает требованиям 5.4.19.1;
- электрическая прочность изоляции при импульсном напряжении отвечает требованиям 5.4.19.2;
- крепление крышки открываемой коммутационной коробки соответствует требованиям 5.4.21;
- сопротивление контактов не превышает 150 % от соответствующих значений, измеренных до термоциклирования;
- сопротивление изоляции во влажной среде не менее 400 МОм.

После завершения испытаний маркировка должна оставаться четкой и разборчивой.

5.4.17 Определение сопротивления контактов

Сопротивление всех контактов соединительных устройств и контактов других способов присоединения внешних проводников измеряют до и после испытаний на воздействие внешних климатических факторов (группы испытаний E, F и G, таблицы 12—14).

Проведение испытаний:

1) Подключают внешние проводники к соединительным устройствам (см., например, рисунок 6).

2) Подают постоянный ток 1 А, измеряют напряжение между внешним кабелем и контактной полоской, как показано на рисунке 6, и рассчитывают сопротивление контакта.

Испытанный образец считают выдержавшим испытания, если:

- значения сопротивления контактов до испытаний на воздействие внешних климатических факторов не превышает 5 мОм;
- значения сопротивления контактов после испытаний на воздействие внешних климатических факторов и следующих за ними испытаний электрической прочности изоляции не превышает 150 % от соответствующих значений, измеренных до испытаний на воздействие внешних климатических факторов.

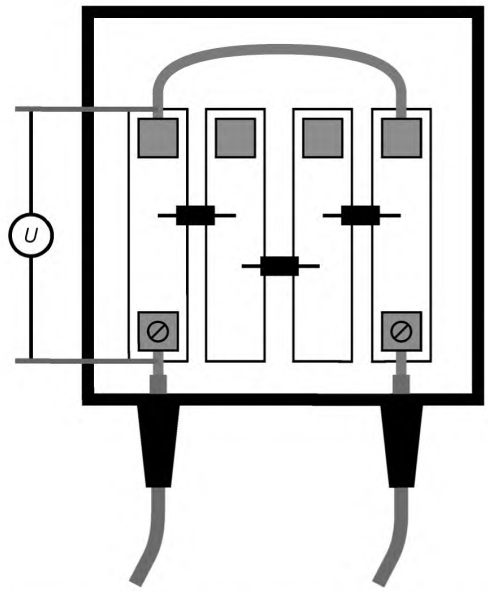


Рисунок 6 — Пример измерения напряжения для определения сопротивления контактов

5.4.18 Испытание изоляции на влагостойкость

Для испытаний используют образец или образцы, подготовленные в соответствии 5.2, выводы для присоединения входных цепей (например, цепей фотоэлектрических элементов) соединяют перемычкой.

5.4.18.1 Испытательное оборудование:

a) ванна или бак достаточного размера для помещения испытуемого образца в жидкость в горизонтальном положении. Ванна или бак должны содержать жидкость для испытаний — воду или раствор, отвечающие следующим требованиям:

- сопротивление: .....3500 Ом·см или менее;
- поверхностное натяжение: ..... 0,03 Н/м или менее;
- температура: .....(22 ± 3) °С.

Глубина погружения должна быть достаточной для покрытия всех поверхностей, за исключением входов коммутационной коробки, которые не рассчитаны на погружение;

b) оборудование для разбрызгивания указанной жидкости;

c) прибор для измерения сопротивления изоляции, который обеспечивает следующие функции:

- ограничение тока до 10 мА;
- подачу напряжения постоянного тока 500 В или номинальное напряжение испытуемого образца, указанное изготовителем, в зависимости от того, какое из них выше;
- измерение тока по миллиамперной шкале.

Для выполнения этих функции могут быть использованы одно или несколько различных устройств.

5.4.18.2 Проведение испытаний

Все соединения должны соответствовать рекомендациям изготовителя по выполнению проводки на месте эксплуатации, и, кроме того, необходимо принять меры, предупреждающие появление токов утечки через проводку приборов, подключенных к испытуемому образцу.

1) Наполняют испытательный ванну или бак жидкостью, указанной в 5.4.18.1.

2) Устанавливают перемычку между выводами испытуемого образца и соединяют их с положительным выводом измерительного прибора.

3) Погружают испытуемый образец в ванну или бак с жидкостью для испытаний на глубину, достаточную для покрытия всех поверхностей между несущей пластиной и испытуемым образцом, за исключением входов коммутационной коробки, которые не рассчитаны на погружение.

Присоединяют к отрицательному выводу измерительного прибора соответствующий проводник и погружают второй конец проводника в жидкость для испытаний.

Тщательно обрызгивают указанной жидкостью все кабельные вводы и соединители, не погруженные в жидкость.

4) Со скоростью, не превосходящей 500 В/с, увеличивают напряжение на испытуемом образце до 500 В или до указанного изготовителем номинального напряжения, в зависимости от того, какое из них выше.

5) Определяют сопротивление изоляции испытуемого образца.

6) Снижают приложенное напряжение до нуля и устанавливают перемычку между выводами измерительного прибора для сброса остаточного напряжения испытуемого образца.

7) Убирают перемычку и отсоединяют измерительный прибор от испытуемого образца.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если сопротивление изоляции составляет не менее 400 МОм.

5.4.19 Испытания электрической прочности изоляции

Испытания проводят после испытаний на воздействие внешних климатических факторов по группам E, F, G (таблицы 12—14), испытание по 5.4.19.1 также проводят после испытания на соответствие степени защиты по группе J (таблица 17).

5.4.19.1 Испытание электрической прочности изоляции при переменном напряжении промышленной частоты

1) Устанавливают перемычку между выводами испытуемого образца.

2) Плотно заворачивают испытуемый образец в металлическую фольгу.

3) Соединяют один выход источника питания с выводами испытуемого образца и второй выход источника питания с металлической фольгой.

4) Подают на испытуемый образец синусоидальное напряжение с коэффициентом искажения кривой не более 0,5 % и частотой (50 ± 0,5) Гц. Соотношение между пиковым и действующим значениями напряжения должно составлять $\sqrt{2} \pm 3$ %.

Подаваемое напряжение равномерно увеличивают от 0 В до требуемого значения за время не более 5 с и удерживают его на этом уровне в течение 60 с.

Требуемое испытательное напряжение:

- 1000 В плюс двойное номинальное напряжение основной изоляции для основной и дополнительной изоляции;

- 2000 В плюс четырехкратное номинальное напряжение основной изоляции для двойной или усиленной изоляции.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- во время испытания отсутствуют дуговые перекрытия (пробой изоляции по поверхности);
- отсутствуют повреждения, обусловленные перенапряжением.

5.4.19.2 Испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении

1) Выполняют этапы 1) — 3) по 5.4.19.1.

2) Подают на испытуемый образец три последовательных импульса напряжения одной полярности с интервалом между импульсами не менее 1 с. Форма импульса должна быть 1,2/50 (см. рисунок 7). Испытательное напряжение в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60664.1* должно быть равно номинальному импульсному напряжению изоляции. Выходное сопротивление генератора импульсов должно быть не более 500 Ом.

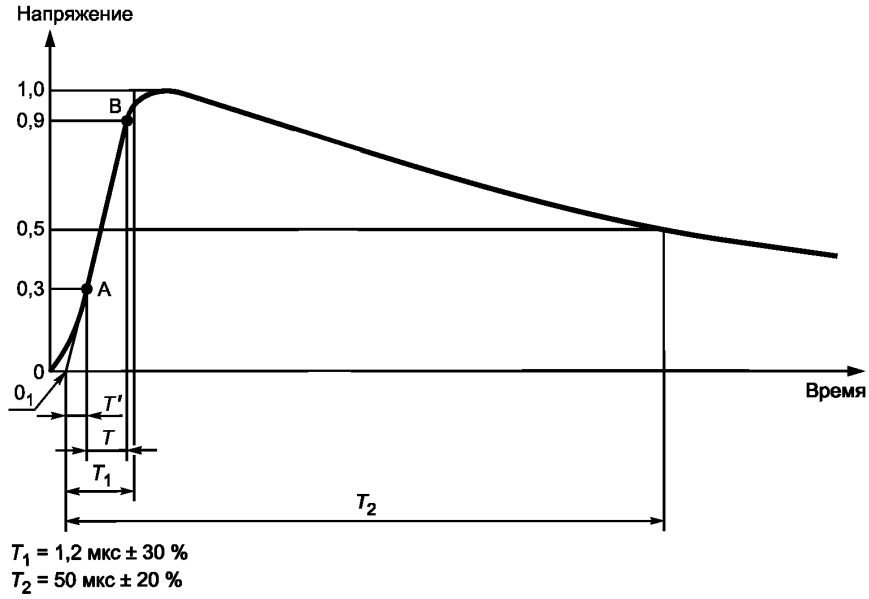


Рисунок 7 — Форма импульса испытательного напряжения 1,2/50

Изменяют полярность выводов генератора импульсов и подают на испытуемый образец три таких же импульса обратной полярности с интервалом между импульсами не менее 1 с.

Форму импульса контролируют с помощью осциллографа или аналогичного прибора.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- во время испытания отсутствуют дуговые перекрытия (пробой изоляции по поверхности) и единичные пробои;
- отсутствуют повреждения, обусловленные перенапряжением;

Во время испытания допускаются отдельные разряды.

5.4.20 Проверка сцепления с несущей поверхностью

1) Параллельно несущей поверхности прикладывают в течение 30 мин. силу, постепенно нарастающую до 40 Н.

2) Изменяют направление на 90° и повторяют этап 1) еще три раза.

3) В центре испытуемого образца перпендикулярно несущей поверхности прикладывают силу, постепенно нарастающую до 40 Н. Силу прикладывают без рывков в течение 30 мин.

Испытанный образец считают выдержавшим испытание, если в течение всего времени испытаний отсутствовало смещение образца на несущей поверхности, которое может ухудшить характеристики изоляции.

5.4.21 Проверка надежности крепления крышки

Испытание проводят для коммутационных коробок с открываемыми крышками.

Испытания проводят после испытаний на воздействия внешних климатических факторов (группы испытаний E, F и G, таблицы 12—14).

5.4.21.1 Крышка с винтовым креплением

Винты для закрывания крышки завинчивают и вывинчивают:

- десять раз для металлических винтов, ввинчиваемых в резьбу из изоляционного материала:
- пять раз для иных винтов.

Винты и гайки, ввинчиваемые/навинчиваемые в/на резьбу из изоляционного материала, и винты, изготовленные из изоляционного материала, каждый раз завинчивают и вывинчивают полностью.

Испытания проводят с применением соответствующей отвертки или необходимого инструмента, прикладывая момент силы, указанный в таблице 5. Если это задано изготовителем, момент силы при завинчивании может иметь большее значение. Винт следует затягивать плавно.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если отсутствуют такие повреждения, как:

- поломка винта или повреждение головки шлица винта (делающее невозможным использование соответствующей отвертки);
- повреждения резьбы, корпуса или крышки, которые делают невозможным дальнейшее использование средств крепления крышки.

5.4.21.2 Крышка с невинтовым креплением

Коммутационные коробки в сборе испытывают с помощью щупа доступности № 11 в соответствии с таблицей 1 *ГОСТ Р МЭК 61032—2000.*

В течение 1 мин. прикладывают силу 75 Н во всех местах, где такое воздействие может привести к открыванию крышки.

Испытанные образцы считаю выдержавшими испытания, если:

- крышка осталась закрытой;
- при применении указанного изготовителем инструмента крышка снимается без образования повреждений;
- отсутствуют видимые функциональные повреждения.

5.4.22 Испытания шунтирующих/блокирующих диодов на термостойкость

Группа испытаний Н, таблица 15; испытуемый образец в соответствии с 5.2.

5.4.22.1 Испытательное оборудование:

a) источник постоянного тока, обеспечивающий ток, не менее чем в 1,25 раза превышающий номинальный ток испытуемой коммутационной коробки;

b) средства измерения и регистрации тока, протекающего через испытуемый образец с погрешностью не более ± 0,5;

c) средства для нагрева воздуха внутри испытуемого образца до температуры (75 ± 5) °С;

d) средства измерения и регистрации температуры воздуха внутри испытуемого образца с точностью ± 1 °С;

e) средства измерения и регистрации температуры изоляционного материала оболочки с точностью ± 1 °С;

f) средства измерения и регистрации температуры диодов, устанавливаемых в испытуемом образце, с точностью ± 1 °С. Следует принять меры по минимизации возможного изменения каких-либо характеристик шунтирующих/блокирующих диодов или путей теплоотвода при установке средств измерения температуры.

g) средства измерения и регистрации напряжения с погрешностью не более ± 0,5.

Примечание 1 — Для измерения и регистрации температуры может использоваться инфракрасная (ИК) камера.

Примечание 2 — Под температурой диода имеется в виду температура той части диода, тепловое сопротивление между которой и переходом указано изготовителем в сопроводительной документации или может быть найдено по типу диода (как правило, это корпус диода).

5.4.22.2 Проведение испытаний

1) Определяют номинальный ток испытуемой коммутационной коробки по заводской табличке или сопроводительной документации, тепловое сопротивление и максимальную допустимую температуру шунтирующих диодов по сопроводительной документации.

2) Замыкают все блокирующие диоды, если они установлены в испытуемом образце.

3) Устанавливают датчики измерения температуры воздуха внутри испытуемого образца, температуры изоляционного материала оболочки и температуры всех шунтирующих диодов или одновременно испытуемых диодов (см. этап 6).

Примечание 1 — Если измерение температуры оболочки проводят бесконтактным способом, например с помощью ИК-камеры, установка соответствующего датчика температуры не требуется.

Примечание 2 — Датчики устанавливают на ту часть шунтирующего диода, тепловое сопротивление между которой и переходом указано изготовителем в сопроводительной документации или может быть найдено по типу диода (как правило, это корпус диода).

Примечание 3 — Одновременно могут быть установлены датчики температуры блокирующих диодов.

4) Устанавливают средства нагрева воздуха внутри испытуемого образца.

5) Подключают приборы для измерения температуры.

6) Подключают положительный выход источника питания постоянного тока к отрицательным выводам испытуемого образца и отрицательный выход источника питания постоянного тока к положительным выводам испытуемого образца с использованием проводов минимального сечения из рекомендованного изготовителем диапазона. При такой схеме соединений ток будет протекать через фотоэлектрические элементы в обратном направлении, а через диод — в прямом.

Во время испытаний через каждый шунтирующий диод, участвующий в испытаниях, должен протекать ток, равный току, подаваемому на испытуемый образец. Если в испытуемом образце установлено несколько шунтирующих диодов, для обеспечения указанного условия может потребоваться установка перемычки(чек) или переключателя.

Примечание — Как правило, это условие соблюдается, если ток протекает только через один шунтирующий диод.

7) Подключают приборы для измерения тока.

8) Нагревают воздух внутри испытуемого образца до температуры (75 ± 5) °С и поддерживают ее на этом уровне в течение всего времени испытаний. В течение 1 ч подают на испытуемый образец ток, равный его номинальному току ± 2 %. Через 1 ч измеряют температуру каждого шунтирующего диода, принимающего участие в испытаниях, и температуру изоляционного материала оболочки в местах, где она ожидается наибольшей.

9) Определяют тепловое сопротивление и максимальную допустимую температуру перехода шунтирующих/блокирующих диодов по сопроводительной документации или типу диодов. По измеренной температуре корпуса либо другой части диодов, на которую установлены датчики (см. примечание 2 этапа 3), рассчитывают температуру перехода с помощью следующего выражения:

$$T_{пер} = T_{кор} + R_{\theta пер\text{-}кор}\, U_{пр}\, I_{пр}, \quad (1)$$

где $T_{пер}$ — температура перехода диода;

$T_{кор}$ — измеренная температура корпуса диода;

$R_{\theta пер\text{-}кор}$ — указанное изготовителем значение теплового сопротивления переход-корпус;

$U_{пр}$ — постоянное прямое напряжение диода при $I_{пр}$;

$I_{пр}$ — постоянный прямой ток диода; $I_{пр}$ равен подаваемому на испытуемый образец току (номинальному току испытуемой коммутационной коробки ± 2 %).

Рассчитанная температура перехода шунтирующего диода не должна превышать заданную изготовителем максимальную допустимую температуру перехода. Если это условие выполняется, переходят к следующему этапу испытаний.

10) Увеличивают подаваемый на испытуемый образец ток до значения, превышающего в 1,25 раза его номинальный ток. Поддерживают значение тока на указанном уровне и температуру воздуха внутри испытуемого образца на уровне (75 ± 5) °С в течение 1 ч.

11) Проверяют работоспособность каждого шунтирующего диода, принимающего участие в испытаниях.

Одним из возможных способов является повторная подача прямого тока через шунтирующий диод и обратного тока через испытуемый образец и контроль температуры диода с помощью ИК-камеры. Перед выполнением проверки по этому способу необходимо дождаться, когда температура шунтирующего диода установится на уровне температуры окружающей среды.

12) Если в испытуемом образце установлено несколько шунтирующих диодов и нет возможности испытать все шунтирующие диоды одновременно (см. этап 6), устанавливают датчики температуры на следующий(е) диод(ы), если они не были установлены на этапе 3), меняют положение перемычек или переключателя и повторяют этапы 8) — 11) поочередно с каждой группой шунтирующих диодов, которые можно испытать одновременно, или с каждым диодом.

13) Если в испытуемом образце установлены блокирующие диоды, выполняют этапы 14) и 15).

14) Размыкают блокирующие диоды, устанавливают на блокирующие диоды датчики температуры, аналогично тому, как указано в примечании 2 этапа 3), если это не было сделано ранее, и устанавливают перемычки или переключатели таким образом, чтобы ток, равный току, подаваемому на испытуемый образец, протекал только через один блокирующий диод или через каждый из нескольких незамкнутых блокирующих диодов (см. этап 6).

15) Выполняют этапы 7) — 12) для блокирующего диода (группы блокирующих диодов, которые можно испытать одновременно).

16) Отсоединяют приборы, снимают все перемычки (переключатели), установленные на диодах.

17) Проводят испытание изоляции на влагостойкость по 5.4.18.

Испытанный образец считают выдержавшим испытания, если:

- рассчитанные температуры перехода шунтирующих/блокирующих диодов не превышают заданную изготовителем максимальную допустимую температуру перехода;
- отсутствуют видимые функциональные повреждения, прежде всего сдвиг токопроводящих частей относительно исходных положений; деформации изолирующих частей, служащих для защиты от поражения электрическим током; деформации изолирующих частей, которые могут ухудшить безопасность или функциональные качества коммутационной коробки;
- после проведения испытаний шунтирующий диод сохраняет работоспособность;
- сопротивление изоляции во влажной среде не менее 400 МОм.

5.4.23 Проверка электрических зазоров и расстояний утечки

Измерение электрических зазоров и расстояний утечки проводят в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60664.1*. В приложении С приведены примеры измерения электрических зазоров и расстояний утечки. Электрические зазоры и расстояния утечки должны соответствовать требованиям, указанным в 4.16, как для образцов с подключенными кабелями (проводами), так и без них.

5.4.24 Проверка защиты от доступа к токоведущим частям

Испытания проводят для открываемых коммутационных коробок.

Испытания проводят с полностью собранной коммутационной коробкой, к выводам должны быть подключены образцы кабеля (провода) наибольшего диаметра из диапазона диаметров кабеля, на которые рассчитана коммутационная коробка.

Все крышки коммутационной коробки и отсоединяемые без применения инструмента части должны быть сняты.

Испытания проводят щупом доступности № 11 (таблица 1 *ГОСТ Р МЭК 61032—2000*). Поочередно пытаются прикоснуться ко всем токоведущим частям щупом доступности с приложением силы 20 Н.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если при проведении испытаний щуп доступности не касается токоведущих частей.

5.4.25 Испытания на соответствие степени защиты (код IP)

Группа испытаний J, таблица 17.

До начала испытания необходимо выполнить испытание прокладок испытуемого образца на стойкость к старению по 5.4.9. Испытания проводят по *ГОСТ 14254* для первой и второй характеристических цифр 5 (или выше, если изготовителем указан более высокий код IP).

Для испытаний используют образец или образцы, подготовленные в соответствии с 5.2, с подключенными кабелями (проводами) и необходимыми соединителями, выводы для присоединения входных цепей (например, цепей фотоэлектрических элементов) соединяют перемычкой.

После завершения испытаний проводят проверку электрической прочности изоляции при переменном напряжении промышленной частоты по 5.4.19.1.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- степень их защиты соответствует коду IP 55 и выше;
- электрическая прочность изоляции при переменном напряжении промышленной частоты отвечает требованиям 5.4.19.1.

5.4.26 Испытание обратным током

5.4.26.1 Испытательное оборудование:

a) средства нагрева испытуемого образца до верхнего предела рабочей температуры окружающей среды;

b) источник питания для создания постоянного тока, равного обратному току испытуемого(ых) образца(ов), указанному изготовителем;

c) суровая марля согласно серии стандартов МЭК 60695 [30].

5.4.26.2 Проведение испытаний

1) В соответствии с 5.2 устанавливают испытуемые образцы на стенке из соответствующего материала с помощью указанного изготовителем клея и при необходимости заполняют компаундом. Вводы для подключения цепей фотоэлектрических элементов должны быть соединены между собой с использованием провода(ов) наибольшего сечения из рекомендованных изготовителем. Все блокирующие диоды, установленные в испытуемом образце, должны быть замкнуты.

2) Определяют обратный ток испытуемого образца по сопроводительной документации.

3) Подключают приборы для измерения температуры.

4) Подключают положительный выход источника питания постоянного тока к отрицательным выводам испытуемого образца и отрицательный выход источника питания постоянного тока к положительным выводам испытуемого образца с использованием проводов минимального сечения из рекомендованного изготовителем диапазона.

5) Помещают испытуемый образец в горизонтальном положении тыльной стороной на деревянную доску. Подключают приборы для измерения тока. Накрывают испытуемый образец одним слоем суровой марли таким образом, чтобы его внешняя поверхность была полностью покрыта.

6) Нагревают испытуемый образец до верхнего предела рабочей температуры окружающей среды. Поддерживая температуру испытуемого образца на заданном уровне, в течение 2 ч подают на испытуемый образец ток, равный его обратному току ± 2 %.

7) Отсоединяют все приборы и после остывания образца проводят визуальный контроль.

Испытанный образец считают выдержавшим испытание, если:

- отсутствовали воспламенения испытуемого образца и суровой марли;
- отсутствует обугливание суровой марли в местах ее соприкосновения с испытуемым образцом.

Приложение А
(справочное)

Знаки

Знаки, приведенные на рисунке А.1, могут быть использованы для указания на то, что соединитель с помощью которого выполнено подключение к коммутационной коробке или соединитель на конце кабеля, закрепленного в коммутационной коробке, запрещено рассоединять под нагрузкой.



Рисунок А.1 — Примеры знака «Не разъединять под напряжением»



Рисунок А.2 — Знак «Солнечная установка. Постоянный ток»



a) «Опасность поражения электрическим током» (W 08 ГОСТ Р 12.4.026—2001)

b) «Под напряжением при освещении»

Рисунок А.3 — Примеры знаков, указывающих на то, что коммутационная коробка может находиться под напряжением в любой момент времени, независимо от того, разомкнуты или нет выключатели в фотоэлектрической батарее

Приложение В
(справочное)

Покрытия для защиты от загрязнений

В.1 Характеристики

Технические характеристики поверхностных покрытий должны соответствовать предполагаемому применению, в частности:

- номинальный диапазон рабочих температур должен включать температурный диапазон предполагаемых условий эксплуатации;
- сравнительный индекс трекингостойкости (СИТ), сопротивление изоляции и электрическая прочность должны соответствовать предполагаемому применению;
- характеристики воспламеняемости покрытия должны отвечать требованиям к классу воспламеняемости 5V по [3] и [1] (см. также 5.4.5.2).

Покрытие должно плотно прилегать к поверхности токопроводящих частей и изоляционных материалов. Если покрытие наносится напылением, то оно должно быть нанесено в два слоя. При использовании других методов нанесения покрытия достаточно одного слоя, например, в случае покрытия погружением, окрашивания кистью или вакуумной пропитки.

Соответствие характеристик покрытия требованиям настоящего стандарта проверяется по данным изготовителя или в случае сомнения испытаниями раскаленной проволокой и испытаниями по В.2.

В.2 Испытания покрытий

Цель испытаний — проверка сохранения адгезии покрытия к защищаемым поверхностям при воздействии внешних климатических факторов.

Испытания покрытий проводят в соответствии с таблицей В.1.

Испытываются шесть образцов. Каждый образец должен быть собран обычным образом, с применением обычного способа пайки, включая все обычные этапы чистки и защиты, которые проводятся при сборке.

До выполнения покрытия образца диоды должны быть удалены.

В случае использования заливочного компаунда коммутационную коробку испытывают совместно с соответствующим фотоэлектрическим модулем.

Таблица В.1 — Перечень испытаний покрытий для защиты от загрязнений

Наименование	Условия испытаний
Испытание на воздействие низкой температуры	Образцы помещают в термостат или климатическую камеру на 24 ч при T_{min}. Температура T_{min} — минимальная номинальная температура окружающей среды или минимальная номинальная температура хранения образца, в зависимости от того, какая из них ниже. Допускается любая влажность
Испытание на воздействие высокой температуры	Образцы помещают в термостат или климатическую камеру на 48 ч при T_{max}. Температура T_{max} — максимальная номинальная температура поверхности, максимальная номинальная температура окружающей среды, максимальная номинальная температура хранения образца, в зависимости от того, какая из них выше. Допускается любая влажность
Термоциклирование	Образцы помещают в климатическую камеру и проводят пять циклов. Максимальная температура T_{max} — максимальная номинальная температура поверхности, максимальная номинальная температура окружающей среды, максимальная номинальная температура хранения образца, в зависимости от того, какая из них выше. Минимальная температура T_{min} — минимальная номинальная температура окружающей среды или минимальная номинальная температура хранения образца, в зависимости от того, какая из них ниже. Скорость изменения температуры: 1 °С в 30 с. Каждая из температур T_{min} и T_{max} поддерживается до тех пор, пока температура образца не достигнет постоянного значения, и затем удерживается еще 10 мин. Цикл начинается, когда образец достигает заданной температуры в пределах 2 °С

Окончание таблицы В.1

Наименование	Условия испытаний
Определение сопротивления изоляции проводников	Температура: (40 ± 2) °С. Относительная влажность: 90—95 %. Сопротивление изоляции измеряют не менее 1 мин. между двумя внешними проводниками с наименьшим расстоянием утечки. Испытательное напряжение должно быть наиболее близким к значению рабочего напряжения.

Покрытие считают выдержавшим испытание, если отсутствуют видимые повреждения, такие как следы прожогов, набухание, отделение от основного материала, трещины, пустоты, и сопротивление изоляции составляет не менее 100 МОм.

Приложение С
(справочное)

Измерение электрических зазоров и расстояний утечки

Способы измерения электрических зазоров и расстояний утечки объясняются на приведенных ниже примерах 1—11. Различий между канавками и ребрами и между типами изоляции не делается. В зависимости от степени загрязнения размер *X* имеет значение, указанное в таблице С.1.

Таблица С.1 — Размер *X*

Степень загрязнения	Размер *X*, мм
1	0,25
2	1,0
3	1,5

Там, где расстояние поперек канавки не менее *X* (см. таблицу С.1), расстояние утечки измеряется вдоль контура канавки (см. пример 2).

Каждая канавка с V-образным профилем считается перекрытой изолирующим мостиком длиной *X*, размещенным в наиболее невыгодном положении (см. пример 3).

Электрические зазоры и расстояния утечки, измеряемые между токоведущими частями, которые могут занимать различные положения по отношению друг к другу, измеряются при наиболее невыгодном их положении.

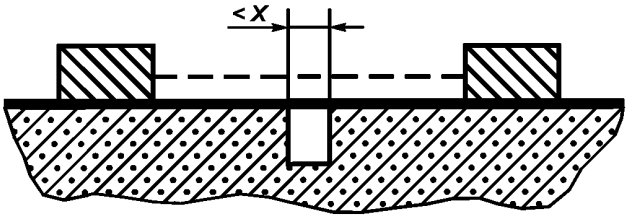
Если соответствующий электрический зазор составляет менее 3 мм, размер *X* по таблице С.1 может быть сокращен до одной трети этого электрического зазора.

На рисунках: ——— расстояние утечки; — — — электрический зазор;  — электроизоляционный материал;  — незакрепленная перемычка;  — токоведущие части.

Пример 1

Путь включает канавку с параллельными или сходящимися стенками произвольной глубины с шириной меньшей *X*.

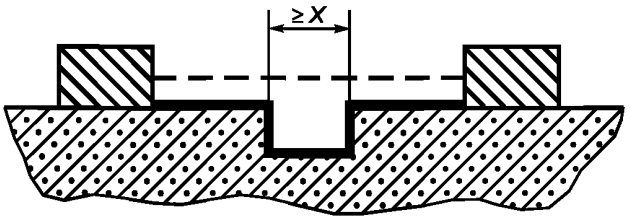
Электрический зазор и расстояние утечки измеряют непосредственно поперек канавки, как показано на рисунке.



Пример 2

Путь включает канавку с параллельными стенками произвольной глубины с шириной не менее *X*.

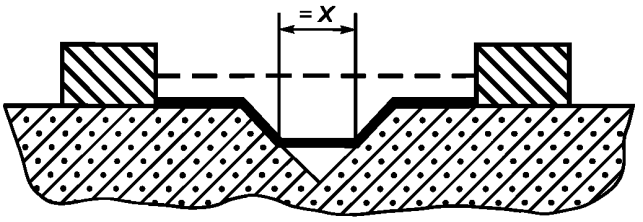
Электрический зазор измеряют по прямой поперек канавки. Расстояние утечки измеряют по контуру канавки.



Пример 3

Путь включает канавку с V-подобным профилем с шириной, превосходящей *X*.

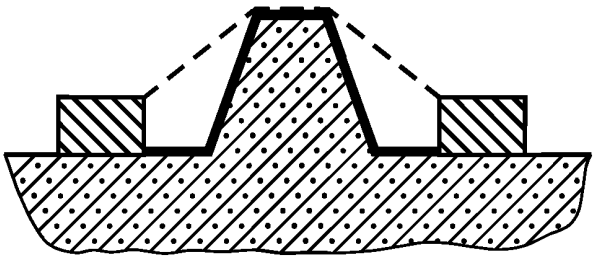
Электрический зазор измеряют по прямой поперек канавки. Расстояние утечки измеряют по контуру канавки с прямым участком шириной *X* на дне канавки.



Пример 4

Путь включает ребро.

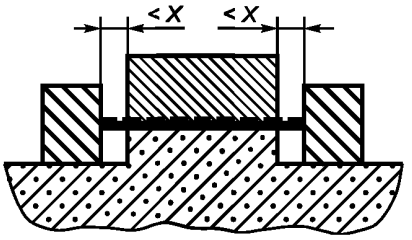
Электрический зазор измеряют по кратчайшему расстоянию по воздуху через вершину ребра. Расстояние утечки измеряют по контуру ребра.



Пример 5

Путь включает незакрепленную перемычку с канавками шириной менее *X* с каждой стороны.

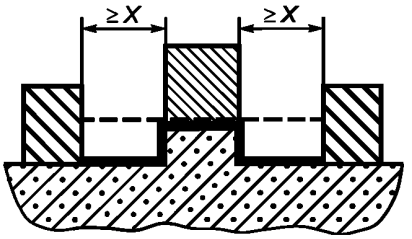
Электрический зазор и расстояние утечки измеряют по прямой, как показано на рисунке.



Пример 6

Путь включает незакрепленную перемычку с канавками шириной не менее X с каждой стороны.

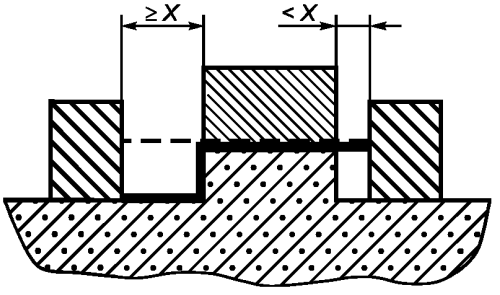
Электрический зазор измеряют по прямой. Расстояние утечки измеряют по контуру канавок.



Пример 7

Путь включает закрепленную перемычку с канавкой шириной менее X с одной стороны и с канавкой шириной не менее X с другой стороны.

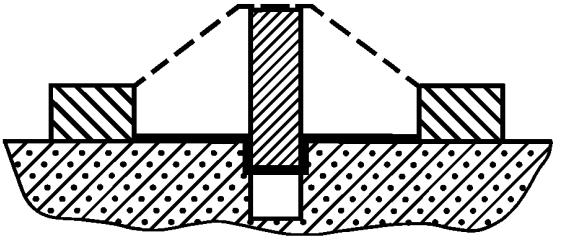
Электрический зазор и расстояние утечки измеряют в соответствии со схемой, приведенной на рисунке.



Пример 8

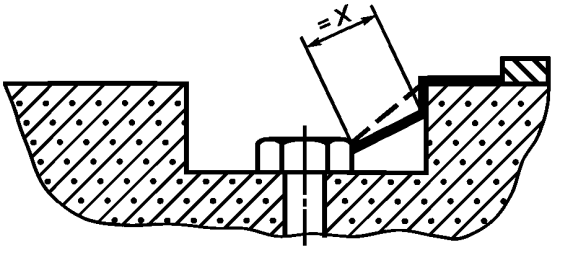
Путь утечки по поверхности изоляционного материала через канавку по контуру расположенной в ней незакрепленной перемычки короче пути утечки через ребро, образованное этой перемычкой.

Электрическим зазором является кратчайшее расстояние по воздуху через вершину ребра.



Пример 9

Электрический зазор между головкой винта и стенкой углубления слишком узкий, чтобы его учитывать.

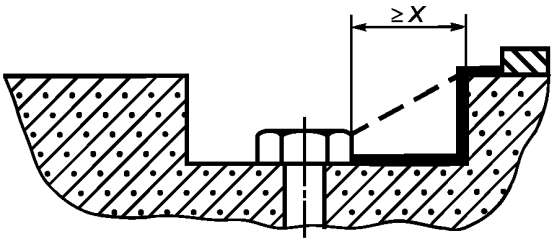


Пример 10

Электрический зазор между головкой винта и стенкой углубления достаточно широкий, поэтому его надо учитывать.

Электрический зазор и расстояние утечки измеряют в соответствии со схемой, приведенной на рисунке.

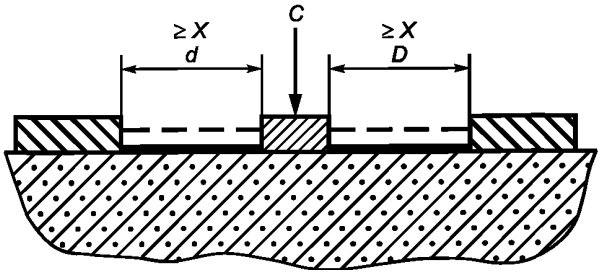
Расстояния утечки измеряют по поверхности изоляции от токоведущей части до винта, когда расстояние от винта до стенки углубления не меньше *X*.



Пример 11

Электрический зазор и расстояние утечки равны расстоянию *d* + *D*.

С — свободная подвижная часть.



Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ 8724—2002 (ИСО 261—98)	IDT	ISO 261:1998 «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги»
ГОСТ 14254—96 (МЭК 529—89)		IEC 60529 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)»
ГОСТ IEC 60695-2-11—2013	IDT	IEC 60695-2-11:2000 «Испытания на пожароопасность. Часть 2-11. Основные методы испытаний раскаленной проволокой. Испытание раскаленной проволокой на воспламеняемость конечной продукции»
ГОСТ IEC 60695-10-2—2013	IDT	IEC 60695-10-2:2003 «Испытания на пожароопасность. Часть 10-2. Чрезмерный нагрев. Испытание давлением шарика»
ГОСТ IEC 60998-2-1—2013	IDT	IEC 60998-2-1:2002 «Соединительные устройства для низковольтных цепей бытового и аналогичного назначения. Часть 2-1. Дополнительные требования к соединительным устройствам с резьбовыми зажимами, используемыми в качестве отдельных узлов»
ГОСТ IEC 60998-2-2—2013	IDT	IEC 60998-2-2:2002 «Соединительные устройства для низковольтных цепей бытового и аналогичного назначения. Часть 2-2. Дополнительные требования к соединительным устройствам с безвинтовыми зажимами, используемыми в качестве отдельных узлов»
ГОСТ IEC 61140—2012	IDT	IEC 61140:2009 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования»
ГОСТ IEC 61210—2011	IDT	IEC 61210:1993 «Устройства присоединительные. Зажимы плоские быстросоединяемые для медных электрических проводников. Требования безопасности»
ГОСТ Р 56980—2016 (МЭК 61215:2005)	MOD	IEC 61215:2005 «Модули фотоэлектрические из кристаллического кремния наземные. Методы испытаний»
ГОСТ Р 56983—2016 (МЭК 62108:2007)	MOD	IEC 62108:2007 «Устройства фотоэлектрические с концентраторами. Методы испытаний»
ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012	IDT	IEC 60664-1:2007 «Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания»
ГОСТ Р МЭК 61032—2000	IDT	IEC 61032:1997 «Защита людей и оборудования, обеспечиваемая оболочками. Щупы испытательные»
ГОСТ Р МЭК 61191-1—2010	IDT	IEC 61191-1:1998 «Печатные узлы. Часть 1. Поверхностный монтаж и связанные с ним технологии. Общие технические требования»

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р МЭК 61646—2013	IDT	IEC 61646:2008 «Модули фотоэлектрические тонкопленочные наземные. Порядок проведения испытаний для подтверждения соответствия функциональным характеристикам»
ГОСТ Р МЭК 61730-1—2013	IDT	IEC 61730-1:2004 «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования к конструкции»
ГОСТ Р МЭК 61730-2—2013	IDT	IEC 61730-2:2004 «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Методы испытаний»
Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов: - IDT — идентичные стандарты; - MOD — модифицированные стандарты.		

Библиография

[1] МЭК 60695-11-20 Испытания на пожароопасность. Часть 11-20. Пламя для испытания. Методы испытания пламенем мощностью 500 Вт (IEC 60695-11-20:2015 Fire hazard testing — Part 11-20: Test flames — 500 W flame test method)

[2] МЭК/ТО 60943 Руководство по определению допустимого подъема температуры для деталей электрооборудования, в частности контактов (IEC/TR 60943:2009 Guidance concerning the permissible temperature rise for parts of electrical equipment, in particular for terminals)

[3] UL 94 Испытание на воспламеняемость пластических материалов, используемых для изготовления частей устройств и приборов (UL 94 Test for flammability of plastic materials for parts in devices and appliances)

[4] МЭК 60695-11-10 Испытания на пожароопасность. Часть 11-10. Пламя для испытания. Методы испытания горизонтальным и вертикальным пламенем мощностью 50 Вт (IEC 60695-11-10:2013 Fire hazard testing — Part 11-10: Test flames — 50 W horizontal and vertical flame test methods)

[5] ANSI/UL 746C Стандарт безопасности полимерных материалов. Оценка безопасности при использовании для создания электрооборудования. Примечание: 2. редакция 2009, редакция ANSI/UL 746C—2006*. Утверждена 2009—09—17, 2009—08—18 (ANSI/UL 746C Standard for Safety for Polymeric Materials — Use in Electrical Equipment Evaluations / Note: 2. revision 2009, revision of ANSI/UL 746C—2006*Approved 2009—09—17, 2009—08—18)

[6] МЭК 60112 Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения нормативного и сравнительного индексов трекингостойкости (IEC 60112:2009 Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials)

[7] ANSI/ASTM D 2303 Методы испытаний жидкостным загрязнением, трекинг на наклонной плоскости и эрозия изоляционных материалов. Примечание: подтверждение ANSI/ASTM D2303—1997* Approved 2003—03—01, 1998—04—23 (ANSI/ASTM D 2303 Test Methods for Liquid-Contaminant, Inclined-Plane Tracking and Erosion of Insulating Materials / Note: reaffirmation of ANSI/ASTM D2303—1997* Approved 2003—03—01, 1998—04—23)

[8] МЭК 60352-2 Соединения непаяные. Часть 2. Обжимные соединения. Общие требования, методы испытаний и практическое руководство (IEC 60352-2:2013 Solderless connections — Part 2: Crimped connections — General requirements, test methods and practical guidance)

[9] МЭК 60352-3 Соединения непаяные. Часть 3. Непаяные доступные соединения со смещением изоляции. Общие требования, методы испытаний и практическое руководство (IEC 60352-3:1993 Solderless connections — Part 3: solderless accessible insulation displacement connections; general requirements, test methods and practical guidance)

[10] МЭК 60998-2-3 Устройства соединительные для низковольтных цепей бытового и аналогичного назначения. Часть 2-3. Частные требования к соединительным устройствам как отдельным элементам с прокалывающими изоляцию зажимами (IEC 60998-2-3:2002 Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes — Part 2-3: Particular requirements for connecting devices as separate entities with insulation-piercing clamping units)

[11] МЭК 60352-4 Соединения непаяные. Часть 4. Непаяные недоступные соединения со смещением изоляции. Общие требования, методы испытаний и практическое руководство (IEC 60352-4:1994 Solderless connections — Part 4: Solderless non-accessible insulation displacement connections — General requirements, test methods and practical guidance)

[12] МЭК 60352-5 Соединения непаяные. Часть 5. Запрессованные соединения. Общие требования, методы испытаний и практическое руководство (IEC 60352-5:2012 Solderless connections — Part 5: Press-in connections — General requirements, test methods and practical guidance)

[13] МЭК 60352-6 Соединения непаяные. Часть 6. Соединения с пробивкой изоляции. Общие требования, методы испытаний и практическое руководство (IEC 60352-6:1997 Solderless connections — Part 6: Insulation piercing connections — General requirements, test methods and practical guidance)

[14] МЭК 60999-1:1999 Устройства соединительные. Медные электропровода. Требования безопасности к винтовым и безвинтовым зажимам. Часть 1. Общие и частные требования к зажимам для проводов сечением от 0,2 до 35 мм^2 (включительно) [IEC 60999-1:1999 Connecting devices. Electrical copper conductors. Safety requirements for [screw-type and screwless-type clamping units — Part 1. General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm^2 up to 35 mm^2 (included)]

[15] МЭК 60999-2 Устройства соединительные. Провода электрические медные. Требования безопасности к зажимным элементам винтового и безвинтового типа. Часть 2. Частные требования к зажимным элементам для проводников площадью от 35 до 300 кв. мм (включительно) [IEC 60999-2:2003 Connecting devices — Electrical copper conductors — Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units — Part 2: Particular requirements for clamping units for conductors above 35 mm^2 up to 300 mm^2 (included)]

[16] МЭК 60352-7 Соединения непаяные. Часть 7. Соединения с пружинным зажимом. Общие требования, методы испытания и практическое руководство (Solderless connections — Part 7: Spring clamp connections — General requirements, test methods and practical guidance)

[17] МЭК 60947-7-1 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 7-1. Вспомогательное оборудование. Клеммные колодки для медных проводников (IEC 60947-7-1:2009 Low-voltage switchgear and controlgear — Part 7-1: Ancillary equipment — Terminal blocks for copper conductors)

[18] ИСО 262:1998 Резьбы метрические ИСО общего назначения. Выбранные размеры для винтов, болтов и гаек (ISO 262:1998 ISO general purpose metric screw threads — Selected sizes for screws, bolts and nuts)

[19] МЭК 62852 Соединители для цепей постоянного тока фотоэлектрических систем. Требования безопасности и испытания (IEC 62852:2014 Connectors for DC-application in photovoltaic systems — Safety requirements and tests)

[20] EN 50618 Электрические кабели для фотоэлектрических систем [BS EN 50618:2014 Electric cables for photovoltaic systems (BT(DE/NOT)258)]

[21] МЭК 60664 (все части) Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах [IEC 60664 (all parts) Insulation coordination for equipment within low-voltage systems]

[22] МЭК 60068-1 Испытание на воздействие внешних факторов. Часть 1. Общие положения и руководство (IEC 60068-1:2013 Environmental testing — Part 1: General and guidance)

[23] МЭК 60068-2-70 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Xb: Истирание маркировочных знаков и букв, вызванное трением пальцев и рук (IEC 60068-2-70:1995 Environmental testing — Part 2: Tests — Test Xb: Abrasion of markings and letterings caused by rubbing of fingers and hands)

[24] ИСО 4892-2 Пластмассы. Методы экспонирования под лабораторными источниками света. Часть 2. Ксеноновые дуговые лампы (ISO 4892-2:2013 Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 2: Xenon-arc lamps)

[25] ИСО 4892-3 Пластмассы. Методы экспонирования под лабораторными источниками света. Часть 3. Люминесцентные лампы ультрафиолетового излучения (ISO 4892-3:2016 Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 3: Fluorescent UV lamps)

[26] ИСО 868:2003 Эбонит и пластмассы. Определение инденторной твердости с помощью дюрометра (твердость по Шору) [ISO 868:2003 Plastics and ebonite — Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)]

[27] МЭК 60068-2-75 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-75. Испытания. Испытание Eh: Ударные испытания (IEC 60068-2-75:2014 Environmental testing — Part 2-75: Tests — Test Eh: Hammer tests)

[28] МЭК 60068-2-14:2009 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-14. Испытания. Испытание N: Смена температуры (IEC 60068-2-14:2009 Environmental testing — Part 2-14: Tests — Test N: Change of temperature)

[29] МЭК 60068-2-78:2012 Испытание на воздействие внешних факторов. Часть 2-78. Испытания. Испытание Cab: Влажное тепло, установившийся режим (IEC 60068-2-78:2012 Environmental testing — Part 2-78: Tests — Test Cab: Damp heat, steady state)

[30] МЭК 60695 (все части) Испытания на пожарную опасность [IEC 60695 (all parts) Fire hazard testing]

УДК 697.329:006.354 ОКС 27.160

Ключевые слова: коммутационные коробки, фотоэлектрические модули, требования к конструкции, испытания, безопасность, маркировка

Редактор *О.В. Шеповалова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*
Сдано в набор 11.06.2016. Подписано в печать 18.07.2016. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,05. Уч.-изд. л. 5,50. Тираж 26 экз. Зак. 1894.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Набрано в ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995, Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru