ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58809.1— 2020 (МЭК 61730-1:2016)

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Оценка безопасности

Часть 1

Требования безопасности

[IEC 61730-1:2016, Photovoltaic (PV) module safety qualification — Part 1: Requirements for construction, MOD]

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 016 «Электроэнергетика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 августа 2020 г. № 446-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 61730-1:2016 «Оценка безопасности модулей фотоэлектрических. Часть 1. Требования к конструкции» [IEC 61730-1:2016 «Photovoltaic (PV) module safety qualification — Part 1: Requirements for construction», MOD] путем изменения отдельных фраз (слов, значений показателей, ссылок), которые выделены в тексте курсивом, а также путем изменения его структуры для приведения в соответствие с правилами, установленными в ГОСТ Р 1.5.

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой указанного международного стандарта приведено в дополнительном приложении ДБ.

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

Международный стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации ТС 82 «Солнечные фотоэлектрические энергосистемы» Международной электротехнической комиссии (МЭК).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

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

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р МЭК 61730-1—2013

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». 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, оформление, 2020

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 . . . 2
3 Термины и определения . . . 3
3.1 Термины и определения, относящиеся к конструкции и применению фотоэлектрических модулей . . 3
3.2 Термины и определения, относящиеся к электробезопасности . . . 4
3.3 Параметры и характеристики . . . 7
4 Классификация фотоэлектрических модулей по электробезопасности . . . 7
4.1 Классы фотоэлектрических модулей . . . 7
4.2 Фотоэлектрические модули класса 0 . . . 8
4.3 Фотоэлектрические модули класса II . . . 9
4.4 Фотоэлектрические модули класса III . . . 9
5 Специальные требования безопасности к фотоэлектрическим модулям . . . 10
6 Требования к конструкции . . . 11
6.1 Общие требования . . . 11
6.2 Внутренние токоведущие части . . . 12
6.3 Лицевое и тыльное покрытия . . . 13
6.4 Материал-заполнитель . . . 13
6.5 Электрические соединители . . . 13
6.6 Коммутационная коробка . . . 13
6.7 Шунтирующие/блокирующие диоды . . . 13
6.8 Внешние проводники . . . 14
6.9 Электрические соединения . . . 14
6.10 Механические и электромеханические соединения . . . 15
6.11 Клеевые соединения . . . 16
7 Требования к материалам . . . 17
7.1 Общие требования . . . 17
7.2 Полимерные материалы . . . 17
7.3 Проводящие материалы . . . 20
7.4 Клеи и герметизирующие материалы . . . 21
8 Защита от поражения электрическим током . . . 21
8.1 Общие требования . . . 21
8.2 Защита от доступа к опасным токоведущим частям . . . 21
8.3 Координация изоляции . . . 22
9 Маркировка и документация . . . 29
9.1 Маркировка . . . 29
9.2 Знаки и надписи . . . 30
9.3 Документация . . . 31
Приложение А (обязательное) Определение требований к изоляции . . . 34
Приложение В (справочное) Знаки . . . 41
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . 42
Приложение ДБ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта . . . 44
Библиография . . . 48

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Оценка безопасности

Часть 1

Требования безопасности

Photovoltaic modules. Safety qualification. Part 1. Safety requirements

Дата введения — 2021—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на плоские фотоэлектрические модули, предназначенные для длительной работы на открытом воздухе в обычных климатических зонах (*см. [1]*) и устанавливает основные требования безопасности.

Стандарт распространяется на фотоэлектрические модули, предназначенные для работы в фотоэлектрических системах с номинальным напряжением постоянного тока не более 1500 В.

Требования, устанавливаемые в настоящем стандарте, предназначены для снижения риска неправильного применения или неправильной эксплуатации фотоэлектрических модулей, а также для предотвращения повреждений фотоэлектрических модулей, которые могут привести к возгоранию, поражению электрическим током или травмам персонала.

Методы испытаний, подтверждающие соответствие требованиям настоящего стандарта, установлены в *ГОСТ Р 58809.2*.

Настоящий стандарт применим к плоским фотоэлектрическим модулям, которые могут работать при концентрированном излучении со степенью концентрации не более трех. Однако специальные требования безопасности, относящиеся к таким фотоэлектрическим модулям, в настоящем стандарте не рассматриваются, и для оценки безопасности таких фотоэлектрических модулей настоящего стандарта может быть недостаточно.

Примечание — Требования безопасности фотоэлектрических модулей с концентраторами установлены в *[2]*.

В настоящем стандарте не устанавливаются специальные требования безопасности, связанные с отдельными вариантами применения и особенностями конструкции фотоэлектрических модулей. Например, для случаев, когда фотоэлектрические модули интегрированы в конструкции здания/объекта или предназначены для установки на здании/объекте, будут применяться в зонах с особыми климатическими условиями или на транспорте и т. п. Такие фотоэлектрические модули также должны отвечать специальным требованиям безопасности, установленным в соответствующих стандартах и иных нормативных документах, например требованиям нормативных документов на соответствующие конструкции зданий для фотоэлектрических модулей, интегрируемых в конструкции здания.

Примечание — Более подробно специальные требования безопасности перечислены в разделе 5.

Фотоэлектрические модули также должны отвечать требованиям нормативных документов, устанавливающих требования электробезопасности для низковольтного оборудования, в части, применимой к фотоэлектрическим модулям и не противоречащей требованиям настоящего стандарта.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 9.301 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования

ГОСТ 9.307 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля

ГОСТ 12.4.026—2015 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 403 Аппараты электрические на напряжение до 1000 В. Допустимые температуры нагрева частей аппаратов

ГОСТ 1494 Электротехника. Буквенные обозначения основных величин

ГОСТ 6433.3 Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрической прочности при переменном (частоты 50 Гц) и постоянном напряжении

ГОСТ 8024 Аппараты и электротехнические устройства переменного тока на напряжение свыше 1000 В. Нормы нагрева при продолжительном режиме работы и методы испытаний

ГОСТ 8865 Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация

ГОСТ 14254 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 15150 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 27473 (МЭК 112—79) Материалы электроизоляционные твердые. Метод определения сравнительного и контрольного индексов трекингостойкости во влажной среде

ГОСТ 27710 Материалы электроизоляционные. Общие требования к методу испытания на нагревостойкость

ГОСТ IEC 60269-6 Предохранители плавкие низковольтные. Часть 6. Дополнительные требования к плавким вставкам для защиты солнечных фотогальванических энергетических систем

ГОСТ IEC 60664-3—2015 Координация изоляции для оборудования низковольтных систем. Часть 3. Использование покрытий, герметизации и формовки для защиты от загрязнения

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

ГОСТ IEC 60950-1—2014 Оборудование информационных технологий. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования

ГОСТ IEC 61558-1—2012 Безопасность силовых трансформаторов, блоков питания, электрических реакторов и аналогичных изделий. Часть 1. Общие требования и испытания

ГОСТ ISO 2081 Металлические и другие неорганические покрытия. Электролитические покрытия цинком с дополнительной обработкой по чугуну и стали

ГОСТ Р 50571.3 (МЭК 60364-4-41:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током

ГОСТ Р 50571.7.712—2013/МЭК 60364-7-712:2002 Электроустановки низковольтные. Часть 7-712. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Системы питания с использованием фотоэлектрических (ФЭ) солнечных батарей

ГОСТ Р 51597 Нетрадиционная энергетика. Модули солнечные фотоэлектрические. Типы и основные параметры

ГОСТ Р 55194 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции

ГОСТ Р 55210—2012/IEC/TR 60664-2-1:2011 Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 2-1. Руководство по применению серии стандартов IEC 60664. Примеры применения типов изоляции и испытания электроизоляционных свойств

ГОСТ Р 56978-2016 (IEC/TS 62548:2013) Батареи фотоэлектрические. Технические условия

ГОСТ Р 56979 (МЭК 62716:2013) Модули фотоэлектрические. Испытания на стойкость к воздействию аммиака

ГОСТ Р 56980.2 (МЭК 61215-2:2016) Модули фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 2. Методы испытаний

ГОСТ Р 56981 (МЭК 62790:2014) Модули фотоэлектрические. Коммутационные коробки. Требования безопасности и испытания

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

ГОСТ Р 57230 (МЭК 62852:2014) Системы фотоэлектрические. Соединители постоянного тока. Классификация, требования к конструкции и методы испытаний

ГОСТ Р 58698—2019 (МЭК 61140:2016) Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования

ГОСТ Р 58809.2—2020 (МЭК 61730-2:2016) Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Методы испытаний

ГОСТ Р МЭК 60050-826 Установки электрические. Термины и определения

ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012 Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания

ГОСТ Р МЭК 60904-3 Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Часть 3. Принципы измерения характеристик фотоэлектрических приборов с учетом стандартной спектральной плотности энергетической освещенности наземного солнечного излучения

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 61701 Модули фотоэлектрические. Испытания на коррозию в солевом тумане

ГОСТ Р МЭК 61853-1—2013 Модули фотоэлектрические. Определение рабочих характеристик и энергетическая оценка. Часть 1. Измерение рабочих характеристик в зависимости от температуры и энергетической освещенности. Номинальная мощность

ГОСТ Р МЭК 62670-1 Устройства и системы фотоэлектрические с концентраторами. Определение рабочих характеристик. Часть 1. Стандартные условия

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 термины по *ГОСТ Р 56978, ГОСТ Р МЭК 60664.1, ГОСТ Р МЭК 60050-826, ГОСТ Р 58698, [3], [4]*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Термины и определения, относящиеся к конструкции и применению фотоэлектрических модулей

3.1.1 **фотоэлектрический модуль;** ФМ (photovoltaic module, PV module): Устройство, конструктивно объединяющее в одной общей оболочке электрически соединенные между собой фотоэлектрические элементы, защищенное от окружающей среды и допускающее испытания и эксплуатацию в качестве независимой конструкционной единицы.

Примечание — Также может использоваться термин «фотоэлектрический солнечный модуль; ФСМ» в соответствии с *ГОСТ Р 51597*.

3.1.2 **фотоэлектрическая система** (photovoltaic system, PV system): Система, преобразующая солнечную энергию в электрическую с помощью прямого преобразования и использующая ее для частичного или полного покрытия электрических нагрузок потребителя и/или передачи ее в электрическую сеть.

Примечание — Потребитель — нагрузка(и), для работы с которой предназначена фотоэлектрическая система, рассматривается как часть системы. Либо в состав изготовленной фотоэлектрической системы входит сама указанная нагрузка, либо в документации на систему приводятся полные данные о нагрузке (типах и параметрах).

3.1.3 **интегрированный фотоэлектрический модуль** [building integrated PV (module), BIPV]: Фотоэлектрический модуль, интегрированный (встроенный) в конструкцию/часть здания/объекта, т. е. конструкционно представляющий единое целое с конструкцией/частью здания/объекта и выполняющий одновременно функции этой конструкции/части здания/объекта, а для демонтажа фотоэлектрического модуля необходим демонтаж конструкции/части, в которую он интегрирован.

Примечания

1 Пример функций конструкций здания, которые может выполнять интегрированный фотоэлектрический модуль, см. в разделе 5.

2 Интегрированный фотоэлектрический модуль также может представлять единое целое с объектом.

3.1.4 **ламинат** (laminate): Многослойная конструкция, состоящая из скоммутированных фотоэлектрических элементов, лицевого и тыльного покрытий и материала-заполнителя, изготовленная методом термокомпрессионного прессования.

Примечание — Ламинат включает в себя все компоненты модуля до установки коммутационной коробки, рамы (в зависимости от конечной конструкции) и т. п.

3.1.5 **лицевое покрытие** (frontsheet): Размещенный на лицевой стороне фотоэлектрического модуля оптически прозрачный внешний слой однородного или многослойного материала, предназначенный для защиты фотоэлектрических элементов и других внутренних токоведущих частей фотоэлектрического модуля от внешних воздействий (климатических, механических и т. п.), а также для электрической изоляции.

Примечание — Примеры лицевых покрытий см. на рисунках А.1—А.3.

3.1.6 **тыльное покрытие** (backsheet): Размещенный на тыльной стороне фотоэлектрического модуля внешний слой однородного или многослойного материала, предназначенный для защиты фотоэлектрических элементов и других внутренних токоведущих частей фотоэлектрического модуля от внешних воздействий (климатических, механических и т. п.), а также для электрической изоляции.

Примечания

1 У двухсторонних фотоэлектрических модулей тыльное покрытие также оптически прозрачно.

2 Примеры тыльных покрытий см. на рисунках А.1—А.3.

3.1.7 **материал-заполнитель** (encapsulant): Промежуточные слои (или слой) оптически прозрачного изоляционного материала, соединяющие лицевое и тыльное покрытия с фотоэлектрическими элементами и другими внутренними токоведущими частями фотоэлектрического модуля.

Примечание — Примеры материала-заполнителя в фотоэлектрических модулях см. на рисунках А.1—А.3.

3.1.8 **тонкий слой** (thin layer): Слой одинаковой толщины из сплошного материала, толщина которого несравненно меньше его длины и ширины.

3.1.9 **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.

Примечание — Коммутационная коробка фотоэлектрического модуля может содержать шунтирующий(ие) и блокирующий(ие) диод(ы).

3.1.10 **электрический соединитель** (electrical connector, connector): Электротехническое устройство, предназначенное для механического соединения и разъединения электрических цепей, состоящее из двух и более частей (например, вилки и розетки), образующих контактное соединение.

3.1.11 **рабочее (функциональное) заземление** (functionally earthing): Заземление точки или точек токоведущих частей электроустановки, выполняемое для обеспечения работы электроустановки (не в целях электробезопасности).

3.2 Термины и определения, относящиеся к электробезопасности

3.2.1 **проводящая часть** (conductive part): Часть, которая способна проводить электрический ток.

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

Примечание — Это понятие необязательно подразумевает риск поражения электрическим током.

3.2.3 **опасная токоведущая часть** (hazardous live part): Токоведущая часть электроустановки, которая при определенных условиях может вызвать опасное поражение электрическим током.

Примечание — В случае высокого напряжения опасное напряжение может присутствовать на поверхности твердой изоляции. В таком случае поверхность считают опасной частью, находящейся под напряжением.

3.2.4 **опасная токоведущая часть фотоэлектрического модуля**: Токоведущая часть фотоэлектрического модуля, которая может находиться под напряжением выше 35 В постоянного тока.

3.2.5 **открытая проводящая часть** (exposed conductive part): Доступная для прикосновения проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции.

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

3.2.7 **доступная проводящая часть** (accessible conductive part): Проводящая часть электроустановки, к которой можно прикоснуться стандартным испытательным щупом, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции.

3.2.8 **сторонняя проводящая часть** (extraneous conductive part): Проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки.

3.2.9 **основная защита** (basic protection): Защита от поражения электрическим током при отсутствии повреждений.

Примечание — Для электроустановок низкого напряжения основная защита обычно рассматривается как защита от прямого прикосновения (прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением).

3.2.10 **защита при повреждении** (fault protection): Защита от поражения электрическим током при единичном повреждении.

Примечание — Для электроустановок низкого напряжения защита при повреждении обычно рассматривается как защита при косвенном прикосновении, как правило, при повреждении основной изоляции.

3.2.11 **эффективная изоляция** (relied upon insulation): Изоляция, обеспечивающая защиту от поражения электрическим током без дополнительных мер после окончательной установки электрооборудования.

3.2.12 **основная изоляция** (basic insulation): Изоляция токоведущих частей, обеспечивающая защиту от поражения электрическим током при отсутствии повреждений, в том числе защиту от прямого прикосновения.

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

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

Примечание — Если в фотоэлектрическом модуле основная и дополнительная изоляции не могут быть испытаны отдельно, такая изоляция считается усиленной изоляцией.

3.2.15 **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.

3.2.16 **функциональная изоляция** (functional insulation): Изоляция между токопроводящими частями, служащая исключительно для обеспечения функционирования оборудования.

Примечание — Функциональная изоляция не предохраняет от поражения электрическим током, однако она может снизить вероятность воспламенения или возгорания.

3.2.17 **сплошная (твердая) изоляция** (solid insulation): Изоляция из сплошного изоляционного материала (пластмассы, резины и др.), не имеющая разрывов, пустот, пор, трещин, включений и т. д.

Примечание — Сплошная изоляция между проводящими частями не имеет разрывов и при достаточной толщине токами утечки через нее можно пренебречь.

3.2.18 **непроницаемое соединение** (cemented joint): Соединение двух компонентов из сплошных изоляционных материалов, прочное и непроницаемое по всей плоскости соединения, таким образом,

что соединенные компоненты можно рассматривать как сплошную изоляцию без протекания токов утечки на границах раздела материалов.

3.2.19 **оболочка** (enclosure): Часть конструкции, обеспечивающая заданную степень защиты от внешних воздействий и заданную степень защиты от доступа или прикосновения к токоведущим частям.

Примечание — В большинстве промышленно выпускаемых фотоэлектрических модулей нельзя выделить оболочку как отдельный конструктивный элемент и с точки зрения оценки безопасности оболочкой можно считать все части ламината, размещенные вокруг внутренних токоведущих частей, или внешние части ламината, совместно обеспечивающие указанную защиту.

3.2.20 **зона свободного доступа** (non-restricted access area): Зона, в которую возможен доступ лиц, не обладающих специальной квалификацией.

3.2.21 **зона ограниченного доступа** (restricted access area): Зона, в которую возможен доступ только для квалифицированного персонала.

Примечание — Доступ к фотоэлектрическим модулям, установленным в таких зонах, закрыт для неквалифицированных лиц с помощью ограждений, специального размещения и т. п.

3.2.22 **категории перенапряжения** (overvoltage category): Числовая характеристика условий временных перенапряжений.

Примечание — Применяются четыре категории перенапряжений, которые определены в *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012, 4.3.3.2.*

Все возможные перенапряжения в фотоэлектрических модулях относят к категории III.

3.2.23 **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.

3.2.24 **электрический зазор** (clearance): Кратчайшее расстояние по воздуху между двумя проводящими частями.

Примечания

1 Это определение не распространяется на изолированные или покрытые изоляционным компаундом проводящие части.

2 Также допускается использовать термин «изоляционный (воздушный) промежуток» в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60664.1.*

3.2.25 **расстояние утечки** (creepage distance): Кратчайшее расстояние или сумма кратчайших расстояний по поверхности электроизоляционной детали между двумя проводящими частями.

Примечания

1 Место соединения между двумя деталями из электроизоляционного материала рассматривают как часть поверхности.

2 Также допускается использовать термин «длина пути утечки».

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

3.2.27 **степень загрязнения** (pollution degree): Числовая характеристика ожидаемого загрязнения в среде, непосредственно окружающей изоляцию и частично влияющей на измеренные расстояния утечки.

Примечание — Описание степеней загрязнения в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60664.1* приведено в А.1.3.

3.2.28 **сравнительный индекс трекингостойкости;** СИТ (comparitive tracking index, CTI): Численное значение максимального напряжения в вольтах, при котором электроизоляционный материал выдерживает воздействие 50 капель электролита на его поверхность без образования трекинга.

Примечание — Указанное напряжение не связано с напряжением фотоэлектрической системы или фотоэлектрического модуля. СИТ применяется для оценки трекингостойкости и определяет группы электроизоляционных материалов.

3.2.29 **контрольный индекс трекингостойкости;** КИТ (proof tracking index, PTI): Численное значение контрольного напряжения в вольтах, при котором твердый электроизоляционный материал выдерживает воздействие 50 капель электролита на его поверхность без образования трекинга.

Примечание — Контрольное напряжение — напряжение при контрольном испытании на трекингостойкость, которое проводят при одном значении напряжения (см. *ГОСТ 27473*).

Это напряжение не связано с напряжением фотоэлектрической системы или фотоэлектрического модуля. КИТ применяется для подтверждения характеристик трекингостойкости электроизоляционных материалов.

3.2.30 **группа материалов** (material group): Группа материалов в классификации электроизоляционных материалов по трекингостойкости.

Примечание — Описание групп электроизоляционных материалов в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60664.1* приведено в А.1.4.

3.2.31 **температурный индекс;** ТИ (temperature index, TI): Характеристика нагревостойкости электроизоляционного материала, численное значение температуры в градусах Цельсия, полученное из графика сроков службы при времени срока службы 20 000 ч.

3.2.32 **относительный температурный индекс;** ОТИ (relative temperature index, RTI): Температурный индекс испытуемого изоляционного материала или системы изоляции, полученный для времени соответствующего температурному индексу эталонного материала или системы изоляции, когда оба материала подвергаются одинаковым процедурам старения и измерения в ходе сравнительных испытаний.

3.3 Параметры и характеристики

3.3.1 **номинальная мощность фотоэлектрического оборудования (фотоэлектрического элемента, фотоэлектрического модуля, фотоэлектрической батареи)** [rated power of photovoltaic equipment (photovoltaic cell, photovoltaic module, photovoltaic battery)]: Мощность фотоэлектрического оборудования (фотоэлектрического элемента, фотоэлектрического модуля, фотоэлектрической батареи), при которой оно должно работать в нормальном режиме работы при условиях окружающей среды, идентичных стандартным условиям испытаний (СУИ), указанная изготовителем.

Примечания

1 Номинальную мощность фотоэлектрического оборудования определяют как среднюю максимальную мощность фотоэлектрического оборудования, измеренную при СУИ, см. *ГОСТ Р МЭК 61853-1*.

2 Стандартные условия испытаний: температура элемента (25 ± 2) °С; энергетическая освещенность (1000 ± 100) Вт/м^2; световой поток направлен нормально к воспринимающей поверхности; спектральный состав АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3* с учетом последних данных по спектру АМ 1,5 (*см. [5]*).

3.3.2 **номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы** (rated system voltage): Напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы при нормальном режиме работы, указанное изготовителем.

Примечания

1 В технической документации фотоэлектрического модуля указывают максимальное номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен фотоэлектрический модуль, которое является предельно допустимым напряжением для данных фотоэлектрических модулей при нормальном режиме работы. Относительно этого максимального значения рассчитана изоляция фотоэлектрического модуля (см. 8.3).

2 Не допустимо использовать термины «системное напряжение» или «напряжение системы».

4 Классификация фотоэлектрических модулей по электробезопасности

4.1 Классы фотоэлектрических модулей

По электробезопасности фотоэлектрические модули классифицируют по способу защиты от поражения электрическим током и по условиям применения — особенностям фотоэлектрических систем, для установки в которые предназначены фотоэлектрические модули.

Защита от поражения электрическим током обеспечивается сочетанием используемых при изготовлении фотоэлектрического модуля материалов, конструкции фотоэлектрического модуля и способов его установки.

По способам защиты от поражения электрическим током фотоэлектрические модули подразделяют на четыре класса в соответствии с *ГОСТ Р 58698—2019, раздел 7*.

Описание способов защиты от поражения электрическим током фотоэлектрических модулей 0, II и III классов приведено в 4.2—4.4. Фотоэлектрические модули класса I в данном стандарте не рассматриваются.

Маркировку фотоэлектрических модулей в зависимости от класса защиты от поражения электрическим током выполняют, как указано в разделе 9.

Соответствие между классами по способу защиты от поражения электрическим током и классами условий применения фотоэлектрического модуля приведено в таблице 1.

4.2 Фотоэлектрические модули класса 0

4.2.1 Общие положения

К классу 0 относятся фотоэлектрические модули, предназначенные для работы в фотоэлектрических системах, в которых значения напряжения, постоянного тока и мощности могут быть опасного уровня (выше 35 В и 240 Вт). А также фотоэлектрические модули, напряжение и мощность которых могут быть опасного уровня.

Примечание — Здесь и далее под опасным уровнем значений напряжения и мощности имеются в виду значения, опасные с точки зрения поражения электрическим током. Для фотоэлектрического оборудования такими считают напряжение (постоянного тока) выше 35 В и мощность выше 240 Вт.

Класс 0 соответствует классу применения В «ограниченный доступ, опасное напряжение, опасная мощность».

Таблица 1 — Соответствие классов по способу защиты от поражения электрическим током и классов применения

Класс защиты от поражения электрическим током		Класс применения	Способы защиты
0		B	Ограниченный доступ. Основная защита с помощью основной изоляции, защита при повреждении отсутствует
I[1)]		При установке требуется проведение специальных мероприятий	При установке требуется проведение специальных мероприятий
II	IIa	A	Свободный доступ. Основная защита — с помощью основной изоляции, защита при повреждении — с помощью дополнительной изоляции или основная защита и защита при повреждении — с помощью усиленной изоляции
	IIb		Ограниченный доступ. Основная защита — с помощью основной изоляции, защита при повреждении — с помощью дополнительной изоляции или основная защита и защита при повреждении — с помощью усиленной изоляции
III		C	Свободный доступ. Основная защита с помощью ограничения напряжения — сверхнизкое напряжение

[1)] Фотоэлектрические модули класса I в данном стандарте не рассматриваются.

4.2.2 Изоляция

Для основной защиты от поражения электрическим током используют основную изоляцию, защита при повреждении отсутствует.

Все проводящие части, которые не отделены от опасных токоведущих частей, по крайней мере основной изоляцией, следует рассматривать как опасные токоведущие части.

4.2.3 Условия доступа и защитное соединение

Фотоэлектрические модули класса 0 должны быть установлены в зонах ограниченного доступа, защищенных ограждениями, местом размещения и т. п. Доступ к фотоэлектрическим модулям разрешен только подготовленному электротехническому персоналу, обладающему специальными знаниями по работе с фотоэлектрическим оборудованием, знаниями об опасностях, связанных с режимами работы и аварийными режимами фотоэлектрических модулей, прошедшему проверку знаний в установленном порядке и имеющему группу по электробезопасности в соответствии с рабочим напряжением постоянного тока фотоэлектрической системы и особенностями эксплуатации фотоэлектрического оборудования.

Все доступные проводящие части должны быть заземлены или их следует рассматривать как опасные токоведущие части.

Примечание — В *ГОСТ Р 58698* применение электрооборудования класса 0 не рекомендуется.

4.3 Фотоэлектрические модули класса II

4.3.1 Общие положения

К классу II относятся фотоэлектрические модули, предназначенные для работы в фотоэлектрических системах, в которых значения напряжения постоянного тока, постоянного тока и мощности могут быть опасного уровня (выше 35 В и 240 Вт), а также фотоэлектрические модули, выходная мощность, ток и напряжение которых могут быть опасного уровня.

Класс IIa соответствует классу применения A «свободный доступ, опасное напряжение, опасная мощность».

4.3.2 Изоляция

Для основной защиты от поражения электрическим током используют основную изоляцию, для защиты при повреждении используют дополнительную изоляцию или для основной защиты и защиты при повреждении используют усиленную изоляцию.

Доступные проводящие части или доступные поверхности частей из изоляционного материала должны:

- быть отделены от опасных токоведущих частей двойной или усиленной изоляцией
- или включать конструкционные элементы, обеспечивающие эквивалентную защиту.

Все проводящие части, которые отделены от опасных токоведущих частей только основной изоляцией или конструкционными элементами, обеспечивающими эквивалентную защиту, должны быть отделены от доступных поверхностей дополнительной изоляцией или конструкционными элементами, обеспечивающими эквивалентную защиту.

Все проводящие части, которые не отделены от опасных токоведущих частей, по крайней мере основной изоляцией, должны рассматриваться как опасные токоведущие части и должны быть отделены от доступных поверхностей, как указано выше.

4.3.3 Условия доступа

Фотоэлектрические модули класса IIa могут быть установлены в зонах свободного доступа.

Фотоэлектрические модули класса IIb должны быть установлены в зонах ограниченного доступа аналогично фотоэлектрическим модулям класса 0 (см. 4.2.3).

4.4 Фотоэлектрические модули класса III

4.4.1 Общие положения

К классу III относятся фотоэлектрические модули, предназначенные для работы в фотоэлектрических системах с напряжением постоянного тока не более 35 В. Номинальная мощность фотоэлектрических модулей класса III не превышает 240 Вт, напряжение холостого хода не превышает 35 В и ток короткого замыкания не превышает 8 А при СУИ.

Для основной защиты от поражения электрическим током в фотоэлектрических модулях класса III используют ограничение напряжения значением сверхнизкого напряжения, защита при повреждении отсутствует.

Класс III соответствует классу применения C «общий доступ, ограниченное напряжение, ограниченная мощность».

4.4.2 Изоляция

Так как выходные параметры фотоэлектрических модулей класса III ограничены низкими значениями, поражение электрическим током или возгорание в результате применения таких модулей, неправильного применения или аварии маловероятны. В фотоэлектрических модулях класса III достаточно использовать функциональную изоляцию. Более жесткие требования к изоляции могут быть необходимы только для некоторых специальных вариантов применения и особенностей конструкции фотоэлектрических модулей класса III.

4.4.3 Условия доступа и соединения

Фотоэлектрические модули класса III могут быть установлены в зонах свободного доступа.

Фотоэлектрические модули класса III не допускается соединять в фотоэлектрические цепочки, напряжение холостого хода которых превышает 35 В.

Фотоэлектрические модули класса III не должны использоваться параллельно с фотоэлектрическими модулями других классов или иными источниками энергии, за исключением тех случаев, когда они обеспечены защитой от обратных токов и защитой от перенапряжений.

5 Специальные требования безопасности к фотоэлектрическим модулям

Помимо общих требований безопасности, установленных в настоящем стандарте, фотоэлектрические модули должны отвечать специальным требованиям безопасности, связанным с их назначением, размещением и особенностями конструкции.

Дополнительные обязательные требования безопасности устанавливают, например, к фотоэлектрическим модулям, которые предназначены для эксплуатации:

- в зонах, где снеговые или ветровые нагрузки превосходят нагрузки, установленные в испытаниях по *ГОСТ Р 58809.2*;
- в зонах с наибольшей и/или наименьшей температурой окружающей среды, превышающей пределы, указанные в 6.1,
- в зонах с морским климатом (соответствие требованием безопасности при работе в зонах с морским климатом проверяют испытанием по *ГОСТ Р МЭК 61701*);
- на транспорте;
- в зонах с повышенным содержанием аммиака в воздухе, например на/около таких сельскохозяйственных объектов, как животноводческие комплексы или птицефабрики (соответствие требованием безопасности при работе в таких условиях проверяют испытанием по *ГОСТ Р 56979*);
- во взрывоопасном или коррозионноопасном окружении, а также к таким фотоэлектрическим модулям, как:
- фотоэлектрические модули, устанавливаемые на здания/объекты;
- фотоэлектрические модули, интегрированные/встроенные в конструкции здания/объекта;
- фотоэлектрические модули, интегрированные в объект (одновременно выполняющие функции обособленного объекта целиком);
- фотоэлектрические модули, частью конструкции которых являются устройства, выполняющие функции преобразования энергии, слежения или управления, такие как фотоэлектрические модули со встроенными инверторами, преобразователями или выходными выключателями;
- фотоэлектрические модули с концентраторами и фотоэлектрические модули, которые могут работать при концентрированном солнечном излучении (степень концентрации менее трех).

Примечание — Требования безопасности фотоэлектрических модулей с концентраторами установлены в *[2]*.

Интегрированные в конструкции зданий/объектов и устанавливаемые на зданиях/объектах фотоэлектрические модули могут одновременно выполнять такие функции конструкций зданий/объектов, как:

- обеспечение механической жесткости и прочности здания/объекта;
- основная и дополнительная защита от погодных условий (дождя, снега, ветра, града, солнца);
- теплоизоляция;
- шумоизоляция;
- экономия энергии;
- защита от пожара;
- другие функции конструкций зданий/объектов.

Интегрированные фотоэлектрические модули должны отвечать требованиям, предъявляемым к конструкции здания/объекта, в которую они интегрированы, требованиям безопасности, связанным с выполняемыми ими функциями. Фотоэлектрические модули, устанавливаемые на здании, должны отвечать всем специальным требованиям безопасности, связанным с местом их установки, например требованиям пожарной безопасности для данной конструкции здания. Если фотоэлектрические модули могут быть установлены на конструкциях зданий/объектов нескольких типов, они должны удовлетворять самым жестким требованиям из требований к каждой из конструкций.

При демонтаже фотоэлектрических модулей, интегрированных в конструкции здания или установленных на здания/объекты, их необходимо заменять соответствующими конструкционными элементами. Такое требование связано с тем, что демонтаж интегрированных фотоэлектрических модулей нарушает целостность здания/объекта и/или выполнение отдельных функций. Демонтаж фотоэлектрических модулей, установленных на здании/объекте, может быть связан с демонтажом обрамляющих фотоэлектрические модули компонентов здания и также может нарушить целостность здания или выполнение конструкциями, на которых они установлены, своих функций.

Области применения и особенности фотоэлектрических модулей должны быть указаны изготовителем в технической документации. Также в технической документации должны быть указаны

характеристики, подтверждающие возможность указанного применения, или/и приведены ссылки на нормативные документы, которым соответствуют такие фотоэлектрические модули, подтверждающие возможность указанного применения.

Такие фотоэлектрические модули также должны отвечать специальным требованиям безопасности, установленным в соответствующих стандартах и иных нормативных документах, например требованиям нормативных документов на соответствующие конструкции зданий для фотоэлектрических модулей, интегрируемых в эти конструкции.

6 Требования к конструкции

6.1 Общие требования

Фотоэлектрические модули должны быть рассчитаны для длительной эксплуатации на открытом воздухе в обычных климатических зонах (категория размещения 1 по *ГОСТ 15150*) с температурой окружающей среды от минус 40 до плюс 40 °С или в большем диапазоне при относительной влажности до 100 % и дожде. Фотоэлектрические модули должны выдерживать электрические, механические, термические нагрузки, которые могут возникнуть при нормальном режиме работы в течение всего срока их службы, без создания опасности для человека, животных и окружающей среды. Фотоэлектрические модули должны выдерживать возникающие в нормальном режиме работы нагрузки, связанные с областью применения и способами установки. Соответствие этим требованиям проверяют с помощью испытаний по *ГОСТ Р 58809.2*.

Примечание — Температуру окружающей среды, устанавливаемую метеорологическими службами, как правило, измеряют на высоте одного метра от земной поверхности. Поэтому температура окружающей среды вокруг фотоэлектрических модулей, устанавливаемых ближе к поверхности земли, может выходить за указанные пределы.

Конструкция фотоэлектрического модуля должна отвечать требованиям к защите от поражения электрическим током, см. раздел 8.

При оценке и расчете прочностных характеристик фотоэлектрических модулей следует учитывать возможное накопление снега, льда и прочих материалов на фотоэлектрических модулях и характер их распределения по поверхности.

Примечание — Сразу после выпадения снега нагрузки часто распределены равномерно. Со временем, например по мере соскальзывания снега, они могут распределяться исключительно неравномерно, что может привести к значительным повреждениям ФМ и монтажных конструкций.

Компоненты и материалы фотоэлектрических модулей, для которых установлены специальные стандарты, а также части таких компонентов и материалы, из которых они изготовлены, должны отвечать требованиям, установленным в стандартах на эти компоненты и материалы. Соответствие компонентов и материалов указанным нормативным документам не является достаточным для их соответствия требованиям безопасности, установленным в настоящем стандарте.

Соответствие компонентов и материалов требованиям безопасности проверяют по технической документации фотоэлектрического модуля, справочной литературе, при испытаниях по *ГОСТ Р 58809.2*, а также с помощью специальных испытаний компонентов и материалов, если невозможно иначе подтвердить их соответствие требованиям настоящего стандарта.

Если компонент выполняет несколько функций, его характеристики и свойства материала, из которого он изготовлен, должны соответствовать наиболее жестким требованиям.

Фотоэлектрические модули должны быть свободны от заусенцев, острых краев и т. п., которые могут повредить изоляцию или нанести травму. Соответствия этому требованию подтверждают с помощью проверки остроты кромок по *ГОСТ Р 58809.2*.

Части конструкции фотоэлектрического модуля не должны обладать возможностью непреднамеренного высвобождения или вращения, если такое высвобождение или вращение приводит к риску возникновения возгорания, поражения электрическим током или травм персонала. Соответствие компонентов стандарту проверяют специальными испытаниями, указанными в соответствующих стандартах, или испытаниями резьбовых соединений по *ГОСТ Р 58809.2*.

Все подвижные или регулируемые части фотоэлектрического модуля должны быть зафиксированы в требуемом положении (например, с помощью специальных приспособлений или благодаря физическим свойствам или форме части конструкции) для того, чтобы непредусмотренное перемещение

частей фотоэлектрического модуля не приводило к риску возникновения возгорания, поражения электрическим током или травм персонала.

Все компоненты, контактирующие с окружающей средой, должны быть либо изготовлены из коррозионностойких материалов, либо на их поверхность должно быть нанесено защитное(ые) покрытие(я).

Монтажные конструкции для установки фотоэлектрических модулей и применяемые способы крепления к ним фотоэлектрических модулей, крепления фотоэлектрических модулей, например к зданиям, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов, соответствующих сроку службы и назначению фотоэлектрических модулей.

Следует принимать меры для предотвращения электрохимической коррозии между разнородными металлами. Она может происходить в первую очередь между элементами крепления фотоэлектрического модуля и конструкциями, к которым крепится фотоэлектрический модуль или в которую встраивается, между внешними металлическими деталями фотоэлектрического модуля, прежде всего рамой, и крепежными приспособлениями, в месте присоединения защитных проводников и т. п.

Установка на месте эксплуатации приспособлений, которые можно рассматривать как часть фотоэлектрического модуля и которые поставляются вместе с ним (например, варианты крепежных приспособлений), не должна влиять на безопасность фотоэлектрического модуля.

Монтаж на месте эксплуатации интегрированных, встраиваемых и устанавливаемых на конструкциях здания/объекта фотоэлектрических модулей не должен требовать каких-либо изменений в фотоэлектрических модулях по отношению к тому виду, при котором проводилась оценка их соответствия требованиям настоящего стандарта, техническим требованиям, а также требованиям стандартов, определяющих соответствие специальным условиям применения, например *ГОСТ Р МЭК 61701*, *ГОСТ Р 56979* и т. п.

Все указанные в технической документации фотоэлектрического модуля способы монтажа и выполнения электропроводки (способы крепления фотоэлектрических модулей на несущих конструкциях, способы соединений электропроводки на несущей конструкции в том случае, когда электропроводка встроена в раму, и т. п.) должны быть проверены на соответствие требованиям настоящего стандарта и *ГОСТ Р 58809.2*.

Примечание — Такое соответствие обеспечивает оценку влияния способов установки и выполнения электропроводки на безопасность фотоэлектрических модулей, но не обеспечивает оценку безопасности или применимости способов установки либо выполнения электропроводки с точки зрения назначения фотоэлектрических модулей. Для такой оценки могут быть необходимы выполнение дополнительных требований и проведение дополнительных испытаний.

Конструкция фотоэлектрического модуля должна быть выполнена таким образом, чтобы при монтаже на месте эксплуатации не нарушались проводимость системы заземления/уравнивания потенциалов и условия подключения проводников.

Требования к фотоэлектрическим модулям как части фотоэлектрической батареи (фотоэлектрической системы), в том числе к определению параметров, выполнению соединений и координации с другими компонентами фотоэлектрической батареи (фотоэлектрической системы), приведены в *ГОСТ Р 50571.7.712* и *ГОСТ Р 56978*.

6.2 Внутренние токоведущие части

Внутренние токоведущие части фотоэлектрического модуля должны обладать достаточной электропроводностью и быть рассчитаны на длительную работу при максимальной мощности фотоэлектрического модуля, указанной изготовителем (номинальной мощности).

Потери мощности на внутренних токоведущих частях должны быть минимизированы.

Материал, тип и сечение межэлементных соединений и проводников должны соответствовать максимально возможному току, который может протекать в модуле. Требования к материалам токоведущих частей (кроме фотоэлектрических модулей) указаны в 7.3.2.

Внутренние токоведущие части, материалы, из которых они изготовлены, и их соединения должны быть устойчивы к воздействию солнечного излучения, к внутренним механическим и тепловым напряжениям, возникающим в процессе эксплуатации.

Токоведущие части должны быть защищены от коррозии в соответствии со степенью загрязнения окружающей их среды (см. А.1.3 и 7.3.1). Изоляция внутренних токоведущих частей должна отвечать требованиям 7.2.2 и 7.1.

Острые углы (так же, как и любые другие области резкого изменения формы) являются местами возникновения напряжений и могут повредить изоляцию. Их следует избегать.

Соответствие указанным требованиям проверяют с помощью визуального контроля и испытания на перегрузку по обратному току по *ГОСТ Р 58809.2*.

6.3 Лицевое и тыльное покрытия

Слои лицевого и тыльного покрытий, выполняющие функцию электрической изоляции, должны выдерживать механические, электрические, термические и климатические нагрузки, возникающие в нормальном режиме работы в течение всего срока службы фотоэлектрического модуля, с проверенным соблюдением требований на уровне материалов или покрытия в целом. Для слоев, по поверхности которых могут протекать токи утечки, должны быть установлены группы материалов (см. 8.3.3).

Полимерные материалы лицевого и тыльного покрытий должны отвечать требованиям 7.2, в зависимости от того, какие функции выполняют лицевое и тыльное покрытия, по крайней мере требованиям 7.2.1 и 7.2.3.

Полимерные материалы лицевого и тыльного покрытий, используемых в качестве эффективной изоляции, должны также отвечать требованиям 7.2.2 и требованиям 8.3.5.3 для изоляции из тонких слоев.

Лицевое и тыльное покрытия должны обладать высокой прочностью сцепления с материалом-заполнителем и соединительным слоем, образующим непроницаемое соединение, достаточной для сохранения свойств соединения в течение всего срока службы фотоэлектрического модуля. Соответствие этому требованию проверяют комплексом испытаний, установленных в *ГОСТ Р 58809.2*.

6.4 Материал-заполнитель

Свойства материала-заполнителя должны соответствовать условиям эксплуатации фотоэлектрического модуля (климатическим, электрическим и механическим нагрузкам) и функциям, выполняемым материалом-заполнителем в фотоэлектрическом модуле (например, функции защиты от климатических факторов или также функции изоляции). В частности:

- номинальный диапазон рабочих температур материала-заполнителя должен включать диапазоны рабочих температур фотоэлектрического модуля и нагревающихся в процессе работы частей фотоэлектрического модуля, температура которых может повлиять на свойства материала-заполнителя;
- номинальный диапазон рабочих температур материала-заполнителя должен быть не меньше диапазона рабочих температур фотоэлектрического модуля и включать диапазоны рабочих температур нагревающихся в процессе работы компонентов фотоэлектрического модуля, температура которых может повлиять на свойства материала-заполнителя;
- группа материала, сопротивление и электрическая прочность изоляции должны соответствовать функциям, выполняемым материалом-заполнителем в фотоэлектрическом модуле;
- материал-заполнитель должен сохранять свои оптические свойства под воздействием солнечного излучения, быть стойким к воздействию УФ-излучения.

Материал-заполнитель должен обладать высокой адгезией как к внутренним поверхностям лицевого и тыльного покрытий, так и к поверхностям фотопреобразователей и токоведущих элементов, достаточной для сохранения свойств соединения в течение всего срока службы фотоэлектрического модуля.

Соответствие материала-заполнителя требованиям должно быть подтверждено результатами специальных испытаний для материалов-заполнителей фотоэлектрических модулей (см. *[6]*). Результаты испытаний должны быть указаны в технической документации фотоэлектрического модуля.

Соответствие материала-заполнителя требованиям безопасности также проверяют при испытаниях по *ГОСТ Р 58809.2*.

6.5 Электрические соединители

Электрические соединители постоянного тока должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 57230*.

6.6 Коммутационная коробка

Коммутационные коробки для фотоэлектрических модулей должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 56981*.

6.7 Шунтирующие/блокирующие диоды

Параметры шунтирующего/блокирующего диода и его теплоотвод должны соответствовать параметрам фотоэлектрического модуля. При прохождении через шунтирующий/блокирующий диод в прямом направлении тока, равного умноженному на 1,25 току короткого замыкания фотоэлектрического

модуля при СУИ, температура перехода диода не должна превышать максимальную допустимую температуру перехода, указанную его изготовителем.

Шунтирующие диоды должны иметь номинальное напряжение не менее удвоенного напряжения холостого хода фотоэлектрического модуля при СУИ и номинальный ток не менее умноженного на 1,4 тока короткого замыкания фотоэлектрического модуля при СУИ (*ГОСТ Р 56978—2016, 6.3.2*).

Примечание — Для условий эксплуатации, когда возможны более высокие токи короткого замыкания фотоэлектрического модуля, обусловленные отражением от снежной поверхности, поверхности воды или по другим причинам, множитель, используемый для определения номинального тока, принимает значения выше 1,4.

При применении фотоэлектрических модулей, выполненных по некоторым технологиям, в течение первых недель или месяцев эксплуатации значение тока короткого замыкания фотоэлектрического модуля может значительно превышать номинальное рабочее значение. При некоторых технологиях изготовления значение тока короткого замыкания фотоэлектрического модуля может со временем возрастать. Расчет выполняют на максимальное возможное значение тока.

Соответствие требованиям стандарта проверяют с помощью испытания шунтирующих/блокирующих диодов на термостойкость, испытания на стойкость к местному перегреву, испытания шунтирующих/блокирующих диодов на работоспособность и визуального контроля.

6.8 Внешние проводники

Провода и кабели, присоединенные к выводам коммутационной коробки, должны отвечать требованиям к проводникам для фотоэлектрических систем с номинальным напряжением постоянного тока 1,5 кВ (см. *[7]*).

6.9 Электрические соединения

Электрические соединения должны обеспечивать высокую электропроводность и быть механически надежны.

Электрические соединения должны быть сконструированы таким образом, чтобы давление в месте контакта не передавалось через изоляцию, если изоляционный материал отличен от керамики, чистой слюды или иных материалов со сходными характеристиками, 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.

Соответствие электрических соединений указанным требованиям проверяют с помощью визуального контроля, проверки целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов) и испытания резьбовых соединений по *ГОСТ Р 58809.2*.

Необходимо также принять меры против механического натяжения проводников, которое может привести к ухудшению характеристик электрического соединения и смещению проводников или соединяющих устройств.

Требования к электромеханическим соединениям указаны в 6.10, в частности к резьбовым соединениям в 6.10.2 и 6.10.3.

Конец многожильного проводника не должен быть выполнен мягкой пайкой в местах, где проводник подвергается давлению на контакт, за исключением случаев, когда контактные зажимы сконструированы так, чтобы уменьшить вероятность плохого контакта, или если паяная часть находится вне зоны контакта в данном соединении.

Должны быть приняты особые меры предосторожности для того, чтобы предотвратить термические и механические напряжения, которые могут ухудшить электропроводность контактных зажимов или других соединений в процессе эксплуатации.

Выводы должны соответствовать типу и сечению проводов и кабелей согласно спецификациям изготовителя. Соединительные устройства должны отвечать требованиям *ГОСТ Р 56981—2016, 4.9* и *4.10*.

Выводы должны быть сконструированы и закреплены таким образом, чтобы при их смещении, сжатии или ослаблении:

- они не разбалтывалась самопроизвольно;
- внутренняя проводка не подвергалась механической нагрузке;
- расстояния утечки и электрические зазоры оставались не менее значений, указанных в 8.3.4.

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.).

Соединительные устройства должны обеспечивать возможность зажимать провод между металлическими поверхностями с достаточной силой и без ущерба для него и располагать средствами обеспечения неподвижности после выполнения соединения.

Соответствие требованиям подтверждают с помощью проверки электрических зазоров и расстояний утечки и испытаний надежности средств внешних соединений по *ГОСТ Р 58809.2*.

Внутренние паяные или токопроводящие клеевые соединения должны быть дополнительно механически закреплены средствами, обеспечивающими их неподвижность.

Материал-заполнитель рассматривается как средство механической фиксации паяных и токопроводящих клеевых соединений внутри фотоэлектрического модуля.

6.10 Механические и электромеханические соединения

6.10.1 Общие требования

Требования настоящего пункта распространяются на соединения, обеспечивающие механическую прочность фотоэлектрических модулей, и компоненты модуля, образующие эти соединения (например, рамы, кронштейны и т. п.), а также на электромеханические соединения.

Механические соединения должны выдерживать механические, тепловые и климатические нагрузки, возникающие при нормальном функционировании фотоэлектрического модуля в процессе эксплуатации, без снижения прочности соединения ниже безопасных уровней.

Соответствие указанным требованиям проверяют с помощью визуального контроля, испытания на воздействие статической механической нагрузки, испытания на воздействие одиночных ударов и испытания на ползучесть по *ГОСТ Р 58809.2*. Для соединений проводящих частей и соединения(ий) с системой заземления/уравнивания потенциалов выполняют проверку целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов) по *ГОСТ Р 58809.2*.

Для обеспечения каждого электромеханического соединения между металлическими компонентами (например, для соединения с системой заземления/уравнивания потенциалов) требуется по крайней мере один винт.

Съемные детали должны сниматься только с помощью инструмента. Съемные детали, закрепляемые не с помощью резьбовых соединений, должны иметь один или несколько заметных и доступных конструктивных элементов (углублений, отверстий и т. п.), которые позволяют удалять их с помощью инструмента. При удалении съемных деталей инструмент не должен соприкасаться токоведущими частями.

Не допускается использовать механические соединения с помощью трения, создаваемого давлением простой пружины, как единственное средство, препятствующее повороту или ослаблению соединения компонентов фотоэлектрического модуля. Для предотвращения непреднамеренного перемещения или вращения компонентов фотоэлектрического модуля рекомендуется использовать фасонные детали или посадки.

6.10.2 Резьбовые соединения

Винты не должны быть изготовлены из мягкого материала или материала, подверженного ползучести при температурных нагрузках, возникающих в нормальных условиях эксплуатации фотоэлектрического модуля (например, из цинка и некоторых марок алюминия).

Винты, которые используют в целях технического обслуживания, не должны быть выполнены из изолирующего материала, кроме тех случаев, когда их замена металлическими винтами может привести к повреждению дополнительной или усиленной изоляции.

Соответствие требованиям настоящего стандарта проверяют с помощью визуального контроля и общих испытаний резьбовых соединений по *ГОСТ Р 58809.2—2020, 10.22.1*.

Винты с номинальным диаметром резьбы менее 3 мм следует использовать, только если их ввинчивают в металлическую поверхность.

Винты, используемые для механических и электромеханических соединений, должны входить в металлическую поверхность не менее чем на два полных витка резьбы.

Резьбовые соединения должны быть выполнены таким образом, чтобы они не ослаблялись из-за кручения, изгиба, вибрации и т. п., возникающих при нормальных условиях эксплуатации фотоэлектрического модуля.

Примечания

1 Примерами средств предотвращения ослабления соединений являются пайка, сварка, контргайки и установочные винты.

2 Установочные винты обеспечивают удовлетворительную фиксацию только для резьбовых соединений, не подверженных кручению при нормальном использовании (при нагреве фиксация ослабляется).

Соответствие указанному требованию проверяют с помощью визуального контроля и испытанием установочных винтов по *ГОСТ Р 58809.2—2020, 10.22.2*.

Самонарезающие и резьбонарезающие винты не должны использоваться:

- для соединения токоведущих частей из мягкого или податливого металла (например, цинка или алюминия);
- если возможно их завинчивание пользователем или монтажниками.

Допускается использовать самосверлящие самонарезающие и резьбонарезающие винты (винты для листового металла) для соединения токоведущих частей, если они обеспечивают непосредственный зажим этих частей в контакте друг с другом и снабжены соответствующими средствами фиксации.

Допускается использовать самонарезающие, самосверлящие самонарезающие и резьбонарезающие винты для соединения токоведущих частей, если они формируют полную резьбу стандартного винта.

Самонарезающие, самосверлящие самонарезающие и резьбонарезающие винты, обеспечивающие проводимость соединения с проводниками уравнивания потенциала/заземляющими проводниками, должны обеспечивать прочность и высокую электропроводность соединения при нормальных условиях эксплуатации в течение всего срока службы фотоэлектрического модуля.

Для присоединения проводника уравнивания потенциалов/заземляющего проводника достаточно одного самонарезающего, самосверлящего самонарезающего или резьбонарезающего винта, если он входит в металлическую поверхность на два полных витка резьбы.

6.10.3 Соединения с помощью посадок и фасонных деталей

Металлические компоненты, соединенные с помощью фасонных деталей или посадок, для которых не предусмотрено отдельное соединение с системой заземления/уравнивания потенциалов, должны быть электрически соединены.

Примечание — Типичным примером соединений с помощью фасонных деталей является соединение частей рамы в угловых стыках с помощью угловых защелок.

Соответствие требованиям проверяют с помощью визуального контроля при испытаниях по *ГОСТ Р 58809.2*, а также при испытании на воздействие одиночных ударов и испытании на воздействие статической механической нагрузки по *ГОСТ Р 58809.2* с проверкой целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов) по *ГОСТ Р 58809.2* до и после каждого из двух испытаний.

6.10.4 Другие соединения

Другие соединения, такие как, например, сварные или паяные, должны соответствовать требованиям соответствующих стандартов на эти соединения (например, для паяных соединений см. *ГОСТ Р МЭК 61191-1*). Материалы и методы выполнения соединений должны соответствовать функциям этих соединений в фотоэлектрическом модуле, условиям эксплуатации фотоэлектрического модуля и выдерживать механические, тепловые и электрические нагрузки, которые могут возникнуть в соединении при нормальном режиме работы.

Соответствие соединений требованиям безопасности проверяют с помощью визуального контроля при испытаниях по *ГОСТ Р 58809.2*. Если такие соединения использованы для присоединения заземляющих проводников/проводников уравнивания потенциалов, до и после всех испытаний, в результате которых могут быть повреждены эти соединения, должна быть выполнена проверка целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов) по *ГОСТ Р 58809.2*.

При соединении заклепками заклепки должны иметь фиксацию, предотвращающую их ослабление. Для этого может быть достаточно их некруглой формы или приемлемого выреза.

6.11 Клеевые соединения

Клеевые соединения должны выдерживать возможные при эксплуатации фотоэлектрического модуля климатические и механические воздействия, включая воздействие влаги и УФ-излучения.

Если клеевое соединение выполняет функции электрической изоляции, оно должно отвечать требованиям 7.2.2.

Прочность сцепления полимерных слоев, образующих эффективную изоляцию, друг с другом и с другими изолирующими слоями должна быть достаточной для обеспечения сплошного прочного

соединения в нормальных условиях эксплуатации в течение всего срока службы фотоэлектрического модуля и обеспечения требований к эффективной изоляции.

Клеевое соединение, образующее непроницаемое соединение (см. рисунок А.3), прежде всего между лицевым и тыльным покрытиями, должно отвечать требованиям 8.3.5.2.

Соответствие клеевых соединений требованиям безопасности проверяют испытаниями по *ГОСТ Р 58809.2* визуальным контролем, испытанием на воздействие статической механической нагрузки, испытанием на воздействие одиночных ударов и, в зависимости от того, где используются клеевые соединения.

- испытанием надежности средств внешних соединений, если средства внешних соединений закреплены с помощью клея;
- испытанием изоляции на влагостойкость, если клеевые соединения использованы для соединения деталей оболочки или для крепления коммутационной коробки;
- проверкой целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов), если с помощью клеевых соединений закреплены доступные проводящие части, соединения с системой заземления/уравнивания потенциалов;
- проверкой защиты от доступа к опасным токоведущим частям и проверкой электрических зазоров и расстояний утечки, если клеевые соединения использованы для крепления токоведущих частей, частей оболочки и коммутационной коробки;
- испытанием на сдвиг или испытанием на отслаивание, если клеевое соединение образует непроницаемое соединение (см. 8.3.5.2), а также по результатам климатических испытаний по *ГОСТ Р 58809.2*.

7 Требования к материалам

7.1 Общие требования

В данном подразделе определяются требования к материалам, используемым в большинстве фотоэлектрических модулей. Для изготовления фотоэлектрических модулей могут быть использованы также и другие, не рассмотренные в настоящем подразделе материалы. Любой используемый в фотоэлектрических модулях материал должен отвечать требованиям настоящего стандарта в соответствии с функциями, выполняемыми деталью (компонентом), изготовленной из этого материла. Для электрической изоляции может быть использован любой электроизоляционный материал (например, стекло или керамика), при этом необходимо выполнение требований раздела 8 и требований к полимерным материалам в части применимых характеристик или аналогичных характеристик.

Материалы, из которых изготовлены фотоэлектрические модули, должны отвечать требованиям стандартов на эти материалы (см. *[8]* или аналогичные). Подтверждающая информация должна быть приведена в сопроводительной документации фотоэлектрического модуля, если это не следует из маркировки, справочников и т. п.

Материалы компонентов фотоэлектрических модулей, для которых установлены специальные стандарты, должны отвечать требованиям стандартов на эти компоненты (например, требованиям *ГОСТ Р 56981* для коммутационных коробок и требованиям *ГОСТ Р 57230* для электрических соединителей).

Соответствие материалов, используемых в фотоэлектрических модулях, требованиям безопасности проверяют по данным, полученным от поставщика материала, сертификатам соответствия, справочникам и/или с помощью визуального контроля, испытаний, указанных в настоящем подразделе, а также при климатических и механических испытаниях по *ГОСТ Р 58809.2*.

7.2 Полимерные материалы

7.2.1 Общие требования

Полимерные материалы, используемые в фотоэлектрических модулях, должны выдерживать возникающие при эксплуатации фотоэлектрических модулей воздействия таких факторов, как температура, электрические и механические нагрузки, вибрация, агрессивность среды, химические воздействия, влажность, загрязнение, УФ-излучение и т. п. Характеристики полимерных материалов должны оставаться в заданных пределах и отвечать требованиям настоящего стандарта в течение всего срока службы фотоэлектрического модуля.

Изменение характеристик полимерных материалов в течение срока службы фотоэлектрического модуля не должно ухудшать безопасность, электрические и механические характеристики

фотоэлектрического модуля. Соответствие этим требованиям подтверждается испытанием на ползучесть по *ГОСТ Р 58809.2*.

Для определения того, как изменяются свойства полимерного электроизоляционного материала в отношении электрических, механических, тепловых характеристик, размеры и форма изготовленных из него компонентов фотоэлектрического модуля, следует оценить влияние таких добавок (аддитивов) к полимерному материалу, как антиоксиданты, УФ-стабилизаторы, красители, а также изменение химического состава полимерного компонента. Соответствие требованиям проверяют анализом данных о материале, визуальным контролем и испытаниями для конкретных используемых материалов и компонентов.

Полимерные материалы, являющиеся частью непроницаемых соединений, должны также соответствовать требованиям 8.3.5.2.

Если компонент фотоэлектрического модуля из полимерного материала выполняет несколько функций или компоненты из одного и того же полимерного материала выполняют разные функции (электрической изоляции, обеспечения механической прочности, защиты от внешних воздействий и пр.), такой полимерный материал должен отвечать требованиям ко всем вариантам применения этого материала в фотоэлектрическом модуле. В случае нескольких аналогичных требований (например, к толщине или длительности испытания) применяют наиболее жесткие требования.

Стойкость полимерных материалов, из которых изготовлены компоненты фотоэлектрических модулей, к погодным условиям проверяют ускоренными испытаниями на стойкость к воздействию климатических факторов (см. *[9]*).

7.2.2 Полимерные электроизоляционные материалы

7.2.2.1 Общие требования

Изоляционный материал, который используется для изоляции и защиты разных компонентов/частей фотоэлектрического модуля [например, для изоляции между токоведущими частями, между токоведущими и доступными частями и в качестве сплошной (твердой) изоляции], должен отвечать требованиям ко всем вариантам применения этого материала в фотоэлектрическом модуле. В случае нескольких аналогичных требований применяются наиболее жесткие требования. Электрические, механические и тепловые характеристики полимерного электроизоляционного материала должны соответствовать требованиям при наименьшей толщине из установленных для всех вариантов применения этого материала в фотоэлектрическом модуле (см. раздел 8).

7.2.2.2 Стойкость к электрическим нагрузкам

Материалы, используемые в качестве электрической изоляции, должны выдерживать электрические нагрузки, возникающие в процессе эксплуатации фотоэлектрического модуля (в том числе фотоэлектрических модулей без предварительной обработки).

Если необходимо, для оценки расстояний утечки должны быть установлены группы полимерных материалов по трекингостойкости на основании сравнительного индекса трекингостойкости (СИТ), см. А.1.4.

СИТ и группа материалов должны быть определены для всех полимерных электроизоляционных материалов, из которых изготовлены доступные части и детали, расположенные между токоведущими частями разной полярности или между токоведущими частями и доступными поверхностями, если по их поверхности могут протекать токи утечки. Оценка СИТ требуется для каждой поверхности, по которой могут протекать токи утечки, например с внутренней поверхности лицевого и тыльного покрытий до герметизации, если это применимо (см. рисунки А.1—А.3).

Минимально допустимые расстояния утечки для изоляции между частями фотоэлектрического модуля могут быть уменьшены за счет использования материалов более низкой группы (с более высоким СИТ).

Для всех случаев, когда токи утечки могут протекать внутри материала, а не по поверхности или в месте соединения, нормируется минимально допустимое расстояние через изоляцию (толщина изоляции), применение СИТ не требуется.

Изоляция фотоэлектрических модулей должна выдерживать кратковременные повышения напряжения (перенапряжения) до уровней испытательного напряжения, указанного в А.1.2.

Соответствие этому требованию проверяют испытанием электрической прочности изоляции при импульсном напряжении по *ГОСТ Р 58809.2*.

Стойкость изоляционных материалов к электрическим нагрузкам также проверяют с помощью измерения сопротивления изоляции и испытания изоляции на влагостойкость по *ГОСТ Р 58809.2*, в том числе измерения сопротивления изоляции до и после испытаний по последовательностям А—G (см. *ГОСТ Р 58809.2—2020, рисунок 1)*.

7.2.2.3 Нагревостойкость

Внешние компоненты фотоэлектрических модулей из полимерных материалов, полимерные компоненты для крепления токоведущих частей, включая соединения, и компоненты из полимерных материалов, обеспечивающие дополнительную или усиленную изоляцию, должны быть устойчивы к нагреву, если их повреждение может привести к нарушению безопасности и работоспособности фотоэлектрического модуля.

Предельно допустимая температура длительной работы электроизоляционного материала не должна быть ниже максимальной температуры, которая может быть у компонента из этого материала в нормальном режиме работы фотоэлектрического модуля.

Полимерные материалы, используемые в качестве эффективной изоляции, должны иметь класс нагревостойкости не ниже Y (90 °С) или иметь класс нагревостойкости не ниже чем для максимальной рабочей температуры материала, измеренной для конкретного варианта установки фотоэлектрического модуля при определении максимальных рабочих температур компонентов и материалов по *ГОСТ Р 58809.2*, в зависимости от того, какая из температур выше.

Примечания

1 Для оценки нагревостойкости и определения класса нагревостойкости используют относительный температурный индекс (ОТИ) или температурный индекс (ТИ). Они соответствуют установленным требованиям к классу нагревостойкости, т. е., например, для класса нагревостойкости не ниже Y (90 °С) ОТИ или ТИ не ниже 90 °С.

2 Классы нагревостойкости — согласно *ГОСТ 8865*, ТИ и ОТИ — согласно *ГОСТ 27710* и *ГОСТ 8865*.

3 Оценку допустимой температуры длительной работы и ОТИ см. также в *ГОСТ 403*, *ГОСТ 8024* и *[10]*.

4 Также используется эквивалентная характеристика — сравнительный индекс термической стойкости (relative thermal endurance index, RTE) (см., например, *[11]*).

Для фотоэлектрических модулей, устанавливаемых в открытой стойке, полимерные материалы, используемые в качестве эффективной изоляции, должны иметь класс нагревостойкости не ниже Y (90 °С).

Для гарантии сохранения электрических и механических свойств полимерного материала в течение ожидаемого срока службы фотоэлектрического модуля ОТИ или ТИ должны быть получены для проверяемых характеристик и критериев конечной точки, отражающих требуемые электрические и механические свойства используемого полимерного материала согласно *ГОСТ 27710*, *ГОСТ 8865* (а также *[12]*).

Если для многослойной изоляции указаны классы нагревостойкости для каждого слоя, классом нагревостойкости всей многослойной изоляции считают наименьший из установленных для отдельных слоев.

7.2.2.4 Полимерные электроизоляционные материалы доступных частей

Требования этого подпункта распространяются на материалы любой доступной части фотоэлектрического модуля, которая может рассматриваться как изоляция (торцевая герметизация, лицевое и тыльное покрытия и т. п.).

Требования не распространяются на материалы доступных частей тех компонентов фотоэлектрического модуля, для которых установлены специальные стандарты (например, на материалы корпуса коммутационной коробки, электрических соединителей, проводки). Они должны отвечать требованиям, установленным для них в стандартах на эти компоненты.

Для гибких покрытий значения для ТИ или ОТИ должны быть получены с учетом специальных требований к гибким многослойным покрытиям (см. *[12]*).

Полимерные материалы доступных частей (оболочки) фотоэлектрического модуля, ухудшение характеристик которых может повлиять на безопасность, должны также отвечать следующим требованиям:

- соответствовать как минимум классу воспламеняемости V-1 по результатам испытания вертикальным пламенем мощностью 50 Вт (см. *[13]* и *[14]*) (кроме изоляции из тонких слоев);

- выдерживать испытание давлением шарика в соответствии с *ГОСТ IEC 60695-10-2* при температуре 75 °С (кроме изоляции из тонких слоев);

- выдерживать испытание на воспламеняемость по *ГОСТ Р 58809.2* (испытывают образцы ламината или фотоэлектрический модуль);

- обладать стойкостью к воздействию УФ-излучения при воздействии прямых солнечных лучей по оценке безопасности полимерного материала (см. *[15]*) и результатам испытания на воздействие ультрафиолетового излучения по *ГОСТ Р 58809.2*;

- выдерживать испытание на отслаивание по *ГОСТ Р 58809.2* (для непроницаемых соединений лицевого и тыльного покрытий, если хотя бы одно из них из гибкого материала);

- выдерживать испытание на сдвиг по *ГОСТ Р 58809.2* (для непроницаемых соединений лицевого и тыльного покрытий, если оба из жесткого материала).

Свойства лицевого и тыльного покрытий из полимерных материалов должны быть подтверждены результатами соответствующих испытаний (например, см. *[16]*).

Стойкость лицевого и тыльного покрытий из полимерных материалов к воздействию внешних климатических факторов проверяют с помощью ускоренных климатических испытаний (см. *[9]*).

7.2.2.5 Полимерные электроизоляционные материалы компонентов для крепления и изоляции токоведущих частей

Материалы компонентов, не являющиеся частью ламината, ухудшение характеристик которых может повлиять на безопасность фотоэлектрического модуля, должны выдерживать испытание на воспламеняемость по *ГОСТ 58809.2*.

Электроизоляционный материал, обеспечивающий единственную изоляцию между токоведущей частью и доступной металлической частью или между неизолированными токоведущими частями с разным потенциалом, должен иметь достаточную толщину и соответствовать требованиям к необходимому виду изоляции (см. 8.3 и приложение А).

Материалы, кроме эластомеров, должны также отвечать следующим требованиям:

- соответствовать как минимум классу воспламеняемости НВ по результатам испытания горизонтальным пламенем мощностью 50 Вт (см. *[13]* и *[14]*);
- выдерживать испытание давлением шарика согласно *ГОСТ IEC 60695-10-2* при температуре 125 °С;
- выдерживать испытание на ползучесть по *ГОСТ Р 58809.2*.

Требования этого подпункта не распространяются на материалы компонентов фотоэлектрического модуля, для которых установлены специальные стандарты. Они должны отвечать требованиям, установленным для них в стандартах на эти компоненты.

7.2.3 Полимерные материалы компонентов, обеспечивающих механическую прочность конструкции

Материалы компонентов, обеспечивающих механическую прочность конструкции, должны иметь класс нагревостойкости не ниже Y (90 °С) или иметь класс нагревостойкости не ниже чем для максимальной рабочей температуры материала, измеренной для конкретного варианта установки фотоэлектрического модуля при определении максимальных рабочих температур компонентов и материалов по *ГОСТ Р 58809.2*, в зависимости от того, какая из температур выше.

Обязательными проверяемыми характеристиками при оценке нагревостойкости (получении ОТИ или ТИ) должны быть характеристики, отражающие требуемые механические свойства полимерного материала согласно *ГОСТ 27710*, *ГОСТ 8865* (а также *[12]*).

7.3 Проводящие материалы

7.3.1 Общие требования

В соответствии с *ГОСТ IEC 60950-1* металлические компоненты фотоэлектрических модулей, предназначенных для применения во влажном климате, не должны соприкасаться друг с другом, если разность их электрохимических потенциалов составляет более 600 мВ. Бóльшая разность электрохимических потенциалов допустима, если фотоэлектрические модули сконструированы таким образом, что места контакта этих металлов защищены от попадания влаги и всегда будут оставаться сухими (т. е. они герметично изолированы от внешней среды). Разность электрохимических потенциалов для различных пар металлов определяют в соответствии с *ГОСТ IEC 60950-1—2014, таблица J.1*.

Для защиты от коррозии на поверхности всех внешних компонентов из некоррозионностойких материалов, прежде всего из железа или мягкой стали, должны быть нанесены защитные покрытия, например окрашены, покрыты эмалью/лаком или нанесены гальваническим методом соответствующие пленки. Минимальная защита от коррозии должна быть по меньшей мере эквивалентна цинковому покрытию толщиной 0,015 мм. Срезанные кромки и пробитые отверстия не требуют дополнительной защиты при условии, что их свойства не влияют на характеристики механических соединений, монтаж или эксплуатационные характеристики фотоэлектрического модуля.

Соответствие указанным требованиям проверяют с помощью визуального контроля.

7.3.2 Материалы токоведущих частей (кроме фотоэлектрических элементов)

Токоведущие части должны обладать высокой механической прочностью, высокой электропроводностью и низкой теплопроводностью, достаточными для работы фотоэлектрических модулей в нормальном режиме.

Если условия окружающей среды могут вызывать коррозию, токоведущие части (металлические, полимерные и т. д.) должны быть защищены от коррозии, например путем нанесения защитного покрытия.

Антикоррозионные покрытия металлических токоведущих частей должны отвечать требованиям стандартов для соответствующего типа и способа нанесения покрытия (*ГОСТ 9.301*, *ГОСТ 9.307*, *ГОСТ ISO 2081*, а также *ГОСТ IEC 60664-3* и *[17]—[19]*). Не допускается защита с помощью защитных покрытий токоведущих частей, поверхности которых могут подвергаться истиранию.

Другие проводящие материалы должны быть защищены соответствующим образом.

7.4 Клеи и герметизирующие материалы

Клеи и герметизирующие материалы должны быть устойчивыми к воздействию внешних факторов, возникающих в процессе эксплуатации фотоэлектрического модуля, и соответствовать функциям клеевых соединений, образуемых ими в фотоэлектрическом модуле (электрической изоляции, защиты от влаги, пыли и грязи, механического соединения и т. п.).

Клеящие составы должны обеспечивать прочное соединение частей фотоэлектрического модуля в течение всего срока его службы.

Герметизирующие материалы должны обеспечивать заданный уровень герметичности и защиты в течение всего срока службы фотоэлектрического модуля.

Требования к клеевым соединениям см. в 6.11.

8 Защита от поражения электрическим током

8.1 Общие требования

В фотоэлектрических модулях должна быть обеспечена защита от поражения электрическим током в соответствии с их классом по способу защиты от поражения электрическим током (см. раздел 4), отвечающая требованиям *ГОСТ Р 58698*, а также *ГОСТ Р 50571.3* и *ГОСТ Р 50571.7.712* в части, не противоречащей требованиям настоящего подраздела.

Требования к защите от поражения электрическим током в зависимости от класса фотоэлектрического модуля указаны в разделе 4.

При создании фотоэлектрического модуля необходимо учитывать, что его компоненты находятся под напряжением независимо от того, разомкнуты или замкнуты коммутационные аппараты фотоэлектрической батареи/фотоэлектрической системы.

Опасные токоведущие части фотоэлектрического модуля (под напряжением выше 35 В) не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению открытые и сторонние проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения электрическим током как в нормальном режиме работы фотоэлектрической батареи, так и при единичном повреждении изоляции.

Все проводящие части, которые не отделены от опасных токоведущих частей, по крайней мере основной изоляцией, должны рассматриваться как опасные токоведущие части. Металлическая доступная часть считается проводящей частью, если на ее поверхности отсутствует какое-либо покрытие или если ее поверхность покрыта изолирующим слоем, который не соответствует требованиям к основной изоляции.

Применение двух и более мер защиты не должно оказывать взаимного влияния, снижающего эффективность каждой из них.

Соответствие защиты от доступа к опасным токоведущим частям требованиям настоящего стандарта проверяют с помощью визуального контроля и проверки защиты от доступа к опасным токоведущим частям по *ГОСТ Р 58809.2*.

Материалы, используемые для обеспечения защиты от доступа к опасным токоведущим частям, должны соответствовать требованиям 7.2.

8.2 Защита от доступа к опасным токоведущим частям

8.2.1 Защита с помощью оболочек

Оболочки должны отвечать следующим требованиям:

- после окончательной сборки фотоэлектрического модуля и его монтажа токоведущие части должны быть недоступны;

- токоведущие части должны оставаться недоступными в случае любой деформации оболочек в результате механических и тепловых воздействий при нормальном режиме работы фотоэлектрического модуля;

- деформации оболочки в результате механических и тепловых воздействий при нормальном режиме работы фотоэлектрического модуля не должны ухудшать степень защиты, обеспечиваемую оболочкой;

- оболочки и их части не должны сниматься без использования инструмента, если предусмотрено их снятие;

- не должно быть возможности ослабления крепления или смещения оболочек и их частей, приводящих к возгоранию, поражению электрическим током или травмам.

Крышка коммутационной коробки, закрепляемая не с помощью резьбовых соединений, должна иметь один или несколько заметных и доступных конструктивных элементов (углублений, отверстий и т. п.), которые позволяют открыть ее с помощью инструмента, не соприкасаясь с токоведущими частями.

Оболочки должны выдерживать все механические, электрические, термические и климатические нагрузки, возникающие в указанных условиях эксплуатации при нормальном режиме работы фотоэлектрического модуля. Размеры оболочек (толщина стенок оболочек и т. п.), их электрические и механические характеристики должны оставаться не менее установленных в настоящем стандарте.

8.2.2 Защита с помощью изоляции токоведущих частей

Требования к изоляции токоведущих частей фотоэлектрического модуля определяются его классом защиты от поражения электрическим током, см. раздел 4. Изоляция, необходимая для защиты от поражения электрическим током в фотоэлектрических модулях разных классов, указана в таблице 2.

В фотоэлектрических модулях класса 0 доступные части должны быть отделены от опасных токоведущих частей по крайней мере основной изоляцией.

В фотоэлектрических модулях класса II доступные части должны быть отделены от опасных токоведущих частей двойной или усиленной изоляцией.

Таблица 2 — Тип изоляции для защиты от поражения электрическим током в фотоэлектрических модулях разных классов

Класс защиты от поражения электрическим током	Требуется ли изоляция для защиты от прямого прикосновения	Изоляция между токоведущими частями и доступными проводящими частями	Изоляция между токоведущими частями и доступными поверхностями	Изоляция между токоведущими частями разного потенциала
Класс 0	Да	О	О	О
Класс II	Да	У/Д	У/Д	О
Класс III	Нет	Ф	Ф	Ф

О — основная изоляция;
У/Д — усиленная или двойная изоляция;
Ф — функциональная изоляция.

В фотоэлектрических модулях класса III токоведущие части не считаются опасными, поэтому отделять доступные части не требуется. Для обеспечения достаточной функциональности и защиты от опасных дуговых разрядов токоведущие части разной полярности таких модулей должны быть отделены по меньшей мере функциональной изоляцией.

8.3 Координация изоляции

8.3.1 Общие положения

Изоляция в фотоэлектрических модулях должна соответствовать требованиям *ГОСТ Р МЭК 60664.1* и *ГОСТ Р 55210.*

Дополнительная информация по определению требований к изоляции в фотоэлектрических модулях на основе *ГОСТ Р МЭК 60664.1* и *ГОСТ Р 55210* — в соответствии с приложением А. Это приложение следует использовать совместно с настоящим пунктом.

Любые изменения конструкции фотоэлектрического модуля, которые могут привести к изменению расстояний между токоведущими, проводящими и доступными частями, конфигурации изоляции

или степени загрязнения в соответствии с 8.3.2, требуют повторной оценки изоляции на соответствие требованиям настоящего пункта согласно *ГОСТ Р 58809.2* и требованиям к проведению повторных испытаний (см. *[20]*).

8.3.2 Степень загрязнения

В общем случае для всего фотоэлектрического модуля загрязнение соответствует степени 3 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60664.1*. Если степень защиты оболочек по *ГОСТ 14254* IP 55 или выше, внутри таких оболочек степень загрязнения может быть уменьшена до 2.

Для закрытых, защищенных от пыли и влаги токоведущих частей принимают степень загрязнения 2 или 1 (см. А.4). Если установлена степень загрязнения 2, фотоэлектрические модули должны успешно пройти все испытания по *ГОСТ Р 58809.2*, кроме испытаний по последовательности испытаний В.1. Если установлена степень загрязнения 1, фотоэлектрические модули должны успешно пройти все испытания по *ГОСТ Р 58809.2*, включая испытания по последовательности испытаний В.1.

8.3.3 Группы материалов

При определении расстояний утечки в фотоэлектрических модулях материалы, относящиеся к группам материалов IIIa и IIIb, объединены в группу материалов III.

Материалы группы IIIb не рекомендуется использовать в фотоэлектрических модулях, которые могут применяться в фотоэлектрических системах с напряжением постоянного тока выше 600 В при степени загрязнения 3.

Для электроизоляционных материалов, по поверхности которых не протекают токи утечки (принято, что ими можно пренебречь), например для внутренних слоев многослойных тыльных покрытий, определять группы материалов не требуется.

8.3.4 Электрические зазоры и расстояния утечки

Электрические зазоры и расстояния утечки в фотоэлектрических модулях должны быть не менее, чем указано в таблицах 3 и 4. Примеры электрических зазоров и расстояний утечки в фотоэлектрическом модуле приведены на рисунках А.1 и А.2.

Таблица 3 — Расстояния утечки, электрические зазоры и толщина изоляции для фотоэлектрических модулей классов 0 и III (не менее), мм

Где определяются расстояния утечки, электрические зазоры и расстояние через изоляцию	Степень загрязнения	Максимально допустимое номинальное напряжение фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен фотоэлектрический модуль[a], В																											
		менее или равно 36[b]				100				150				300				600				1000				1500			
		ЭЗ	РУ			ЭЗ	РУ			ЭЗ	РУ			ЭЗ	РУ			ЭЗ	РУ			ЭЗ	РУ			ЭЗ	РУ		
			Группа материала				Группа материала				Группа материала				Группа материала				Группа материала				Группа материала				Группа материала		
			I	II	III		I	II	III		I	II	III		I	II	III		I	II	III		I	II	III		I	II	III
1a) Между внутренними токоведущими частями и внешними доступными поверхностями	1	0,1	0,2			0,5[c]	0,3			1,5[c]	0,3			3,0[c]	0,7			5,5[c]	1,7			8,0[c]	3,2			11,0[c]	5,2		
	2	0,2	0,6	1,0	1,2	0,5[c]	0,7	1,0	1,4		0,8	1,1	1,6		1,5	2,1	3,0		3,0	4,3	6,0		5,0	7,1	10,0		7,5	10,4	15,0
	3	0,8	1,5	1,7	1,9	0,8[c]	1,8	2,0	2,2		2,0	2,2	2,5		3,8	4,2	4,7		7,6	8,6	9,5		12,5	14,0	16,0		18,9	20,9	23,6
1b) Толщина изоляции из тонких слоев	—	0,01				0,01				0,0[c]				0,01				0,06				0,15				0,3			
2) Между внутренними токоведущими частями разного потенциала	1	0,[c]	0,2			0,5[c]	0,3			1,5[c]	0,3			3,0[c]	0,7			5,5[c]	1,7			8,0[c]	3,2			11,0[c]	5,2		
	2	0,2	0,6	1,0	1,2	0,5[c]	0,7	1,0	1,4		0,8	1,1	1,6		1,5	2,1	3,0		3,0	4,3	6,0		5,0	7,1	10,0		7,5	10,4	15,0
	3	0,8	1,5	1,7	1,9	0,8[c]	1,8	2,0	2,2		2,0	2,2	2,5		3,8	4,2	4,7		7,6	8,6	9,5		12,5	14,0	16,0		18,9	20,9	23,6
3) Между выводами разной полярности в разборных коммутационных коробках	1	0,5[c]	0,4			1,5[c]	0,5			3,0[c]	0,6			5,5[c]	1,4			8,0[c]	3,4			14,0[c]	6,4			19,4[c]	10,4		
	2	0,5[c]	1,2	1,7	2,4		1,4	2,0	2,8		1,6	2,2	3,1		3,0	4,2	6,0		6,1	8,6	12,0		10,0	14,2	20,0		15,0	20,8	30,0
	3	0,8[c]	3,0	3,4	3,8		3,6	4,0	4,4		3,9	4,3	4,9		7,5	8,5	9,4		15,2	17,1	19,1		25,0	28,0	32,0		37,7	41,7	47,1
4) Расстояние через непроницаемые соединения и сплошную (твердую) изоляцию	—	0,[c]				0,2				0,25				0,5				0,7				1,0				1,7			

[a] Для изоляции между внутренними токоведущими частями разного потенциала минимально допустимые расстояния утечки, электрические зазоры и толщину изоляции определяют относительно рабочего напряжения фотоэлектрического модуля при СУИ.

[b] Для фотоэлектрических модулей с рабочим напряжением ниже 20 В допускается использовать значения из *ГОСТ Р МЭК 60664.1*.

[c] Если измеренный электрический зазор меньше указанного значения, достаточность такого электрического зазора должна быть подтверждена испытанием электрической прочности изоляции при импульсном напряжении по *ГОСТ Р 58809.2—2020, 10.12*. Также это испытание может быть использовано для оценки электрических зазоров между внутренними токоведущими частями и внешними доступными поверхностями.

Примечания

1 В настоящей таблице использованы следующие сокращения: ЭЗ — электрические зазоры; РУ — расстояние утечки.

2 Все приведенные в таблице значения округлены до одного знака после запятой по сравнению со значениями из *ГОСТ Р МЭК 60664.1*.

3 Для фотоэлектрических модулей класса III применяют только значения для напряжения постоянного тока не более 35 В для изоляции между внутренними токоведущими частями разного потенциала и между выводами разной полярности в коммутационных коробках.

Таблица 4 — Расстояния утечки, электрические зазоры и толщина изоляции для фотоэлектрических модулей класса II (не менее), мм

Где определяются расстояния утечки, электрические зазоры и расстояние через изоляцию	Степень загрязнения	Максимально допустимое номинальное напряжение фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен фотоэлектрический модуль[a], В																											
		менее или равно 35[b]				100				150				300				600				1000				1500			
		ЭЗ	РУ			ЭЗ	РУ			ЭЗ	РУ			ЭЗ	РУ			ЭЗ	РУ			ЭЗ	РУ			ЭЗ	РУ		
			Группа материала				Группа материала				Группа материала				Группа материала				Группа материала				Группа материала				Группа материала		
			I	I	III		I	II	III		I	II	II			I	III		I	II	III		I	I	III		I	II	III
1a) Между внутренними токоведущими частями и внешними доступными поверхностями	*	0,5[c]	0,4			1,5[c]	0,5			3,0[c]	0,6			5,5[b]	1,4			8,0[b]	3,4			14,0[b]	6,4			19,4[c]	10,4		
	2	0,5[c]	1,2	1,7	2,4		1,4	2,0	2,8		1,6	2,2	3,1		3,0	4,2	6,0		6,1	8,6	12,0		10,0	14,2	20,0		15,0	20,8	30,0
	3	0,8[c]	3,0	3,4	3,8		3,6	4,0	4,4		3,9	4,3	4,9		7,5	8,5	9,4		15,2	17,*	19,*		25,0	28,0	32,0		37,7	41,7	47,1
1b) Толщина изоляции из тонких слоев	—	0,01				0,01				0,01				0,0*				0,06				0,15				0,3			
2) Между внутренними токоведущими частями разного потенциала	*	0,1	0,2			0,5[c]	0,3			1,5[c]	0,3			3,0[c]	0,7			5,5[c]	1,7			8,0[c]	3,2			11,0[c]	5,2		
	2	0,2	0,6	1,0	1,2	0,5[c]	0,7	1,0	1,4		0,8	1,1	1,6		1,5	2,1	3,0		3,0	4,3	6,0		5,0	7,1	1,10		7,5	10,4	15,0
	3	0,8	1,5	1,7	1,9	0,8[b]	1,8	2,0	2,2		2,0	2,2	2,5		3,8	4,2	4,7		7,6	8,6	9,5		12,5	14,0	16,0		18,9	20,9	23,6
3) Между выводами разной полярности в разборных коммутационных коробках	*	0,5[c]	0,4			1,5[c]	0,5			3,0[c]	0,6			5,5[b]	1,4			8,0[c]	3,4			14,0[c]	6,4			19,4[c]	10,4		
	2	0,5[c]	1,2	1,7	2,4		1,4	2,0	2,8		1,6	2,2	3,1		3,0	4,2	6,0		6,1	8,6	12,0		10,0	14,2	20,0		15,0	20,8	30,0
	3	0,8[c]	3,0	3,4	3,8		3,6	4,0	4,4		3,9	4,3	4,9		7,5	8,5	9,4		15,2	17,1	19,1		25,0	28,0	32,0		37,7	41,7	47,1
4) Расстояние через непроницаемые соединения и сплошную (твердую) изоляцию	—	0,2				0,3				0,5				1,0				1,5				2,0				3,5			

[a] Для изоляции между внутренними токоведущими частями разного потенциала минимально допустимые расстояния утечки, электрические зазоры и толщину изоляции определяют относительно рабочего напряжения фотоэлектрического модуля при СУИ.

[b] Для фотоэлектрических модулей с рабочим напряжением ниже 20 В допускается использовать значения из *ГОСТ Р МЭК 60664.1*.

[c] Если измеренный электрический зазор меньше указанного значения, достаточность такого электрического зазора должна быть подтверждена испытанием электрической прочности изоляции при импульсном напряжении по *ГОСТ Р 58809.2—2020, 10.12*. Также это испытание может быть использовано для оценки электрических зазоров между внутренними токоведущими частями и внешними доступными поверхностями.

Примечания

1 В настоящей таблице использованы следующие сокращения: ЭЗ — электрические зазоры; РУ — расстояние утечки.

2 Все приведенные в таблице значения округлены до одного знака после запятой по сравнению со значениями из *ГОСТ Р МЭК 60664.1*.

Электрические зазоры или расстояния утечки рассчитывают для максимального номинального напряжения постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен фотоэлектрический модуль.

Для изоляции, состоящей из материалов, относящихся к разным группам материалов, следует использовать значение расстояния утечки для материала с наименьшим значением СИТ (наибольшим номером группы материалов).

Значения для электрических зазоров в таблицах 3 и 4 рассчитаны для фотоэлектрических модулей, устанавливаемых на высоте до 2000 м над уровнем моря. Если фотоэлектрические модули предназначены для работы на высоте более 2000 м над уровнем моря, значения электрических зазоров из таблиц 3 и 4 должны быть умножены на соответствующий коэффициент из таблицы 5.

Таблица 5 — Коэффициенты увеличения минимально допустимых значений электрических зазоров для фотоэлектрических модулей, устанавливаемых на высоте до 7000 м над уровнем моря

Рабочая высота над уровнем моря, м	Коэффициент
Не более 2000	1,00
Св. 2001 до 3000 включ.	1,14
Св. 3001 до 4000 включ.	1,29
Св. 4001 до 5000 включ.	1,48
Св. 5001 до 6000 включ.	1,70
Св. 6001 до 7000 включ.	1,95

Примеры измерения электрических зазоров и расстояний утечки между токоведущими частями приведены в таблице А.4.

При определении электрических зазоров или расстояний утечки между проводящими частями и доступными частями, доступная поверхность изолирующей оболочки всюду, где возможно прикосновение к ней стандартным испытательным щупом В по *ГОСТ Р МЭК 61032—2000, рисунок 2*, должна рассматриваться как проводящая, как если бы она была покрыта металлической фольгой.

Если измеренный электрический зазор меньше значения, указанного в таблице 3 или 4, достаточность такого электрического зазора должна быть подтверждена испытанием электрической прочности изоляции при импульсном напряжении по *ГОСТ Р 58809.2*.

Для закрытых токоведущих частей (см. А.4) расстояние утечки измеряют с учетом группы материалов лицевого или тыльного покрытия, материала-заполнителя и герметизирующих материалов.

Требования к электрическим зазорам и расстояниям утечки, установленные в настоящем стандарте, не распространяются на электрические зазоры и расстояния утечки внутри компонентов фотоэлектрического модуля. Они должны отвечать требованиям стандартов на соответствующие компоненты (например, *ГОСТ Р 56981* для коммутационных коробок, *ГОСТ Р 57230* для электрических соединителей и т. д.).

8.3.5 Расстояние через сплошную (твердую) изоляцию

8.3.5.1 Общие положения

Для фотоэлектрических модулей устанавливают требования к расстоянию через непроницаемые соединения и через изоляцию из тонких слоев. Расстояние через другую сплошную (твердую) изоляцию должно быть не менее значения, установленного для расстояния через непроницаемые соединения, и, как правило, это требование всегда выполняется. Определение расстояний через изоляцию требуется только для дополнительной, двойной или усиленной изоляции. Минимально допустимые расстояния через изоляцию (толщина изоляции) приведены в таблицах 3 и 4.

Расстояния через непроницаемые соединения и через изоляцию из тонких слоев в процессе эксплуатации фотоэлектрического модуля должны оставаться не меньше, чем указано в таблице 3 или 4. Это требование обеспечивается сохранением свойств электроизоляционных материалов в заданных пределах в течение всего срока службы фотоэлектрического модуля. Требования к полимерным материалам сплошной (твердой) изоляции приведены в 7.2, требования к клеящим составам — в 7.4 и требования к клеевым соединениям — в 6.11.

8.3.5.2 Непроницаемые соединения

Толщина непроницаемых соединений (расстояния через непроницаемые соединения) должна быть не менее, чем указано в таблице 3 или 4 (значения указаны в соответствии с *ГОСТ IEC 61558-1—2012, таблица 13*).

Пример непроницаемого соединения в фотоэлектрическом модуле приведен на рисунке А.3.

Следует принять все меры, чтобы при склеивании минимизировать пустоты в соединяющем слое. Образующиеся пустоты не должны уменьшать расстояния через изоляцию ниже значений, указанных в таблице 3 или 4.

Соответствие непроницаемых соединений требованиям безопасности проверяют с помощью испытаний по *ГОСТ Р 58809.2*. Испытаниями по *ГОСТ Р 58809.2* должно быть подтверждено выполнение следующих требований:

- в непроницаемом соединении должны отсутствовать трещины, пустоты, которые отдельно или в сочетании уменьшают расстояние через непроницаемое соединение ниже требуемых значений. Соответствие требованию проверяют с помощью визуального контроля;

- непроницаемые соединения должны выдерживать напряжение в 1,35 раз больше, чем испытательное напряжение, указанное в испытании по измерению сопротивления изоляции;

- непроницаемые соединения должны выдерживать напряжение в 1,35 раз больше, чем испытательное напряжение, указанное в испытании изоляции на влагостойкость;

- электроизоляционный клей/герметик должен иметь удельное объемное сопротивление более $50 \cdot 10^6$ Ом · см в сухих условиях и более $10 \cdot 10^6$ Ом · см во влажной среде по результатам стандартных измерений объемного сопротивления полимерных материалов (см. *[21], метод А*, используя *[10], пункт 14*).

Также непроницаемые соединения двух жестких компонентов фотоэлектрических модулей (лицевого и тыльного покрытий, например в фотоэлектрических модулях типа «стекло/стекло», см. рисунок А.3) должны выдерживать испытание на сдвиг, а непроницаемые соединения жесткого и гибкого компонентов или двух гибких компонентов (лицевого и тыльного покрытий, например в фотоэлектрических модулях типа «пленка/пленка» или «стекло/пленка», см. рисунки А.1 и А.2) должны выдерживать испытание на отслаивание по *ГОСТ Р 58809.2*.

8.3.5.3 Изоляция из тонких слоев

Толщина изоляции из тонких слоев должна быть не менее, чем указано в таблицах 3 и 4. Значения толщины изоляции из тонких слоев приведены по *ГОСТ IEC 60664-3—2015, таблица 1*.

Пример изоляции из тонких слоев в фотоэлектрическом модуле приведен на рисунках А.1 и А.2.

Соответствие толщины эффективной изоляции из тонких слоев требованиям настоящего стандарта определяют с помощью проверки толщины изоляции из тонких слоев по *ГОСТ Р 58809.2*. Для подтверждения того, что защита от поражения электрическим током сохраняется после повреждения двойной или усиленной изоляции, фотоэлектрические модули должны выдержать испытания на стойкость к надрезам по *ГОСТ Р 58809.2*, в том числе заключительное измерение сопротивления изоляции по *ГОСТ Р 58809.2*.

Однослойная изоляция, выполняющая функции эффективной изоляции (см. рисунок 1, пример а), должна соответствовать следующим требованиям:

- толщина однослойной изоляции должна быть не менее указанной в таблице 3 или 4. При этом, если однослойной эффективной изоляцией является лицевое или тыльное покрытие, состоящее из одного слоя однородного материала, его толщина должна быть не менее 30 мкм. Указанное ограничение не относится к отдельным слоям лицевого или тыльного покрытия из многослойного материала, являющегося эффективной изоляцией;

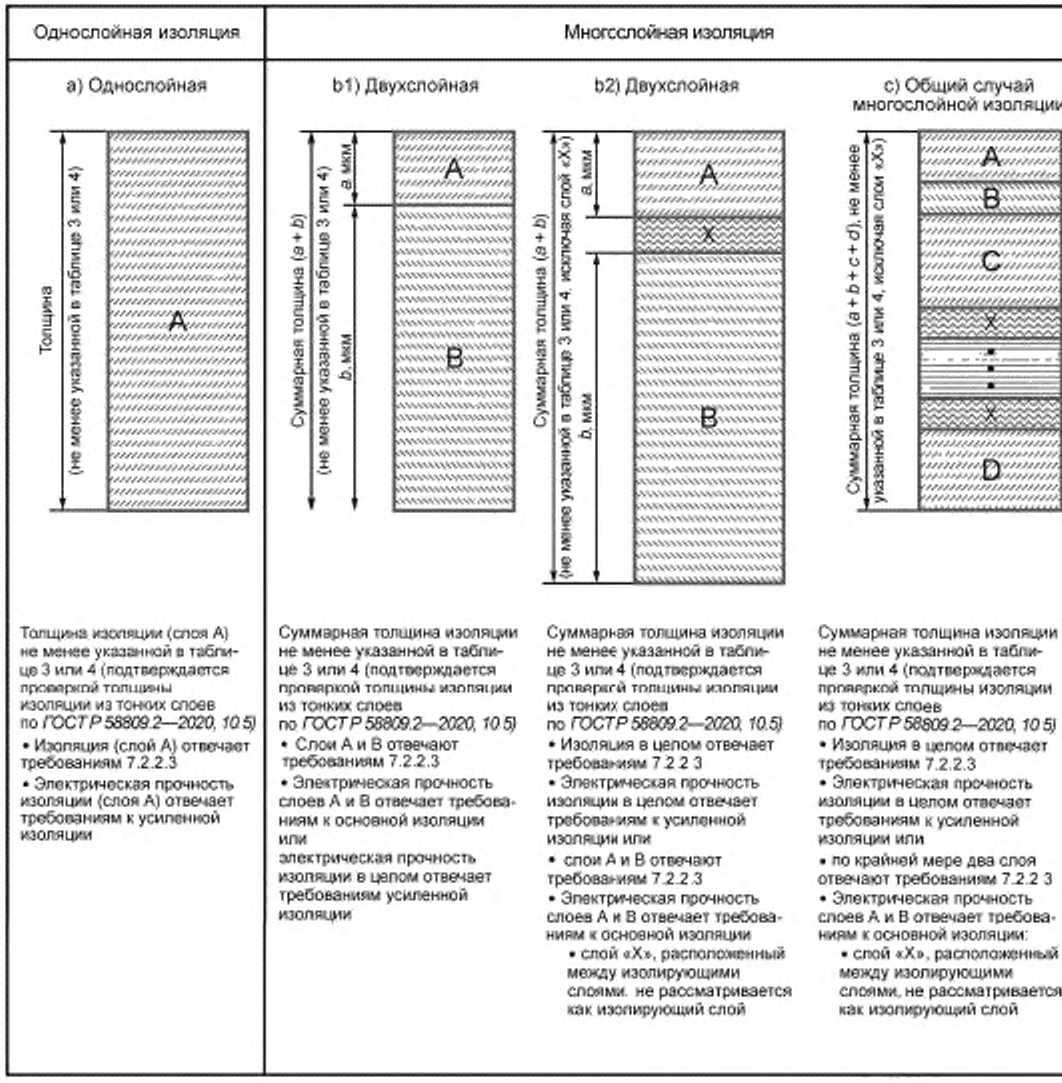


Рисунок 1 — Примеры эффективной изоляции из тонких слоев

- класс нагревостойкости однослойной изоляции должен соответствовать требованиям 7.2.2.3;
- электрическая прочность однослойной изоляции должна соответствовать требованиям к усиленной изоляции.

Многослойная изоляция, выполняющая функции эффективной изоляции [см. рисунок 1, примеры для двухслойной изоляции b1), b2) и общего случая многослойной изоляции c)], должна соответствовать следующим требованиям:

- сумма толщин всех слоев многослойной изоляции из тонких слоев должна быть не менее указанной в таблице 3 или 4;
- для каждого слоя многослойной изоляции класс нагревостойкости должен соответствовать требованиям 7.2.2.3;
- электрическая прочность многослойной изоляции должна соответствовать требованиям к основной изоляции.

Если характеристики отдельных слоев многослойной изоляции, выполняющей функции эффективной изоляции, не известны, то:

- общая толщина всех тонких слоев, обеспечивающих эффективную изоляцию, должна быть не менее указанной в таблице 3 или 4;

- класс нагревостойкости для многослойной изоляции в целом должен соответствовать требованиям 7.2.2.3, и электрическая прочность изоляции в целом должна отвечать требованиям к усиленной изоляции или

- класс нагревостойкости для как минимум двух слоев, обеспечивающих эффективную изоляцию, должен соответствовать требованиям 7.2.2.3, и электрическая прочность этих слоев должна отвечать требованиям к основной изоляции;

- любые изменения слоев или изменение назначения (способа установки) фотоэлектрического модуля требуют новой оценки класса нагревостойкости.

Требования к электрической прочности изоляции следующие:

- для основной изоляции — отсутствие пробоя при испытании электрической прочности изоляции постоянным напряжением 1000 В плюс двукратное максимальное номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен испытуемый фотоэлектрический модуль;

- для усиленной изоляции — отсутствие пробоя при испытании электрической прочности изоляции постоянным напряжением 2000 В плюс четырехкратное максимальное номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен испытуемый фотоэлектрический модуль.

Электрическую прочность эффективной изоляции из тонких слоев определяют с помощью испытаний электрической прочности изоляции при постоянном напряжении (например, см. *[22], 10.6* и *[23]* или соответствующий метод испытаний по *ГОСТ Р 55194* и *ГОСТ Р МЭК 60664.1, ГОСТ 6433.3*).

9 Маркировка и документация

9.1 Маркировка

На фотоэлектрических модулях должна быть нестираемая, четкая и разборчивая маркировка, включающая паспортную табличку с основными данными об изделии, знаки и надписи.

Маркировка должна быть устойчивой к воздействию механических и климатических факторов и сохраняться в течение ожидаемого срока эксплуатации фотоэлектрического модуля.

Место размещения паспортной таблички должно быть доступно для прочтения при монтаже и эксплуатации.

Паспортная табличка должна содержать как минимум следующие данные:

a) зарегистрированный товарный знак или торговую марку или наименование изготовителя;

b) тип;

c) серийный номер (если он не указан на фотоэлектрическом модуле отдельно);

d) дата и место изготовления, если они не могут быть определены по серийному номеру;

e) максимально допустимое номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен фотоэлектрический модуль (UDC ФЭС);

f) класс по способу защиты от поражения электрическим током (обозначение классов см. в таблице 2);

g) напряжение холостого хода при СУИ в вольтах с предельными отклонениями ($U_{\text{х.х СУИ}}$ или $U_{\text{х.х}}$);

h) ток короткого замыкания при СУИ в амперах с предельными отклонениями ($I_{\text{к.з СУИ}}$ или $I_{\text{к.з}}$);

i) максимальная мощность при СУИ (номинальная мощность) в ваттах с предельными отклонениями ($P_{\text{max СУИ}}$, или P_{max}, или $P_{\text{ном}}$);

j) максимальный номинальный ток защиты от сверхтоков.

Примечания

1 Информация перечислений b)—d) может быть указана только в коде изделия, если он приведен на паспортной табличке.

2 Если из обозначения параметров на паспортной табличке не ясно, что они определены при СУИ, то, по крайней мере, в тексте технической документации указывают, что напряжение холостого хода, ток короткого замыкания и максимальная мощность определены при СУИ.

3 Напряжение холостого хода, ток короткого замыкания фотоэлектрического модуля и максимально допустимое номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен фотоэлектрический модуль, в зарубежной практике обозначают V_{oc}, I_{sc} и V_{sys} соответственно.

4 Значение максимального номинального тока защиты от сверхтоков некоторые изготовители указывают как максимальное значение номинального тока последовательно устанавливаемого плавкого предохранителя.

5 Для фотоэлектрических модулей с концентраторами, для которых применим настоящий стандарт (коэффициент концентрации менее трех), характеристики определяют при стандартных условиях испытаний для фотоэлектрических устройств и систем с концентраторами (СУИК, см. *ГОСТ Р МЭК 62670-1*).

Таблица 6 — Обозначение классов фотоэлектрических модулей по способу защиты от поражения электрическим током

Класс	Знак
Класс 0	Знак отсутствует
Класс II	
Класс III	

Фотоэлектрические модули класса II с ограниченным доступом рекомендуется обозначать как , или ОД, или аналогичным образом, с пояснением обозначения в технической документации.

Символ, обозначающий класс фотоэлектрических модулей по способу защиты фотоэлектрических модулей от поражения электрическим током, должен быть размещен на паспортной табличке таким образом, чтобы его никоим образом нельзя было перепутать с товарным знаком или другими идентификационными метками.

Остальные знаки и надписи, которые должны быть установлены на фотоэлектрическом модуле, приведены в 9.2.

Соответствие маркировки указанным требованиям проверяют с помощью визуального контроля и испытанием маркировки на стойкость к истиранию по *ГОСТ Р 58809.2*. Соответствие значений параметров фотоэлектрического модуля указанным на паспортной табличке проверяют при измерении вольт-амперных характеристик (ВАХ) при СУИ по *ГОСТ Р 58809.2*. Значение максимального номинального тока защиты от сверхтоков проверяют испытанием на перегрузку по обратному току согласно *ГОСТ Р 58809.2*.

9.2 Знаки и надписи

На фотоэлектрических модулях классов 0 и II со стороны присоединения внешних кабелей (проводов) на самом видном месте должен быть размещен знак, предупреждающий о риске поражения электрическим током — «Опасность поражения электрическим током», или предупреждающий знак и надпись «Под напряжением при освещении» (см. рисунок В.2), второй вариант предпочтителен.

Согласно *ГОСТ Р 57230* на электрическом соединителе или на проводнике рядом с ним должен быть установлен предупреждающий знак «Под напряжением! Не разъединять», приведенный на рисунке В.1, или иной аналогичный предупреждающий знак и/или надпись на русском языке. Знак или предупреждение должны быть выполнены тиснением или в виде ярлыка. Указание на необходимость снабжения ярлыком должно быть приведено в технической документации.

Должна быть ясно обозначена полярность:

- выводов фотоэлектрического модуля;
- контактов электрического соединителя.

Вывод или точка(и) для присоединения заземляющего(щих) проводника(ов) или проводника(ов) уравнивания потенциалов должны быть обозначены соответствующим знаком (см. таблицу 7). Никакой другой вывод или точка подключения не должны быть обозначены таким образом.

Таблица 7 — Знаки заземления и уравнивания потенциалов

Наименование	Обозначение
Эквипотенциальность (уравнивание потенциалов)	

Окончание таблицы 7

Наименование	Обозначение
Заземление, общее обозначение. Не используется для обозначения соединения с защитным заземлением	
Рабочее (функциональное) заземление	
Защитное заземление (замыкание на землю). Для обозначения точки соединения с защитным заземлением (землей)	

На выводах, рассчитанных только на присоединение медных проводников, или рядом с ними должна быть размещена надпись «Использовать только медный провод», или «Только Cu», или равнозначная надпись или знак.

Выводы фотоэлектрических модулей, рассчитанные только на присоединение проводников из других конкретных материалов, должны быть обозначены аналогичным способом, с указанием допустимого материала электропроводки.

После монтажа на месте эксплуатации на коммутационной коробке или на фотоэлектрическом модуле, на котором установлена коммутационная коробка, на наиболее заметном месте должны быть установлены 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 не разомкнуты выключатели в фотоэлектрической батарее (см. приложение В).

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

9.3 Документация

Фотоэлектрические модули должны сопровождаться технической документацией на русском языке, в том числе руководством по эксплуатации, инструкциями по окончательной сборке (если такая сборка необходима), монтажу и подключению, включая рекомендации по установке диодов, рам, кронштейнов и т. п.

Объем и содержание технической документации должны быть достаточны для правильного и безопасного выполнения всех необходимых работ в процессе эксплуатации фотоэлектрического модуля от окончательной сборки (если такая сборка необходима) и монтажа до утилизации.

Примечание — Для каждой поставляемой упаковки идентичных фотоэлектрических модулей достаточно одного комплекта технической документации.

В технической документации на фотоэлектрические модули должны быть приведены следующие данные:

- данные, которые указывают в паспортной табличке в соответствии с 9.1;
- температурный коэффициент напряжения холостого хода;
- температурный коэффициент тока короткого замыкания;
- температурный коэффициент максимальной мощности.

Примечание — Указывают температурные коэффициенты, определенные для энергетической освещенности и других характеристик при СУИ, кроме температуры (для фотоэлектрических модулей с концентраторами — при СУИК);

- ВАХ при СУИ;
- ВАХ в условиях низкой освещенности (УНО);
- все необходимые ограничения для класса фотоэлектрического модуля по способу защиты от поражения электрическим током;
- рекомендуемый тип устройства защиты от сверхтоков и его номинальный ток (например, в соответствии с *ГОСТ IEC 60269-6*).

Примечание — Рекомендуется устройство защиты от сверхтоков, которое выдерживает в течение 1 ч нагрузку, равную $1{,}35I_n$, где I_n равен указанному максимальному номинальному току защиты от сверхтоков фотоэлектрического модуля;

- максимально допустимое количество фотоэлектрических модулей в фотоэлектрической цепочке и максимальное количество фотоэлектрических цепочек в фотоэлектрической батарее;
- габаритные размеры;
- масса.

Также в технической документации рекомендуется указать:
- напряжение холостого хода в точке максимальной мощности при СУИ;
- ток короткого замыкания в точке максимальной мощности при СУИ;
- КПД при СУИ;
- деградацию максимальной мощности при СУИ в течение срока службы;
- интервалы сортировки по номинальной мощности.

Техническая документация должна включать как минимум следующие условия эксплуатации и связанные с ними характеристики фотоэлектрического модуля:
- диапазон рабочей температуры (температуры окружающей среды). По умолчанию диапазон температуры окружающей среды — от минус 40 °С до 40 °С;
- максимальная высота над уровнем моря. При этом могут быть указаны коэффициенты снижения номинальных параметров в зависимости от высоты установки над уровнем моря;
- диапазон скорости ветра и направление ветра относительно ориентации и наклона фотоэлектрического модуля, если необходимо, и/или расчетные ветровые/снеговые нагрузки, как указано далее.

Параметры и их размерности должны быть указаны в соответствии с *ГОСТ 1494* или в соответствии с иными установленными международными обозначениями, если это не противоречит *ГОСТ 1494*.

Соответствие значений параметров и ВАХ фотоэлектрического модуля указанным в технической документации проверяют с помощью визуального контроля и измерения ВАХ при СУИ по *ГОСТ Р 58809.2*, а также, если необходимо, других испытаний по *ГОСТ Р 56980.2*.

Чтобы учесть возможность увеличения предельных значений выходных параметров фотоэлектрического модуля при определенных условиях эксплуатации, в технической документации должны быть указаны соответствующие значения параметров или приведено следующее утверждение (или аналогичное):

«При нормальных условиях эксплуатации ток и/или напряжение фотоэлектрического модуля могут быть больше значений, установленных для стандартных условий испытаний. Поэтому при определении номинальных значений напряжения компонентов фотоэлектрической батареи, номинальных параметров проводников, устройств защиты, коммутации и управления, присоединяемых к выводам фотоэлектрического модуля, указанные в паспортной табличке значения напряжения холостого хода и тока короткого замыкания при СУИ должны быть умножены на 1,25».

Для облегчения правильного определения параметров фотоэлектрической батареи (фотоэлектрической системы) и ее компонентов, выбора схемы соединения фотоэлектрических модулей в технической документации рекомендуется привести ВАХ и при других условиях, например при уровнях энергетической освещенности от 100 до 1000 Вт/м^2 с шагом 100 Вт/м^2 и при условиях низкой температуры и условиях высокой температуры (согласно *ГОСТ Р МЭК 61853-1*), ВАХ при разных углах ориентации фотоэлектрического модуля или зависимость выходных характеристик фотоэлектрического модуля от угла падения солнечного излучения, температурные зависимости или номинальную рабочую температуру модуля (согласно *ГОСТ Р 58648.2*).

В технической документации должны быть указаны/описаны все особенности конструкции, области применения и назначения фотоэлектрических модулей, а также характеристики фотоэлектрического модуля, связанные с этими особенностями и условиями применения.

Техническая документация должна включать подробное описание монтажа и подключения, в том числе подробное описание способов выполнения электропроводки на месте эксплуатации.

Техническая документация должна включать:
- минимальные диаметры присоединяемых проводов и кабелей;
- размеры, типы, материалы и допустимые максимальные длительные температуры проводов и кабелей, в том числе заземляющих проводников/проводников уравнивания потенциалов;
- тип выводов для присоединения проводов и кабелей;
- способы присоединения заземляющих проводников/проводников уравнивания потенциалов, места присоединения проводников, особенности системы заземления/уравнивания потенциалов (если это применимо);
- все ограничения на способы присоединения проводов и кабелей и монтажа электропроводки в коммутационной коробке, а также, если необходимо, в соединительных коробках фотоэлектрической батареи;
- модели/типы и, если необходимо, изготовители специальных электрических соединителей для фотоэлектрического оборудования (частей электрических соединителей), с которыми могут сочленяться разъемы электрических соединителей фотоэлектрического модуля;

- возможные способы соединений (если необходимо), в том числе все поставляемые и требуемые детали для соединения;

- тип и номинальные значения параметров шунтирующего(их)/блокирующего(их) диода(ов) (если необходимо);

- условия монтажа (например, угол наклона, ориентация, средства крепления, охлаждение);

- возможные варианты установки (например, только в открытой стойке, в открытой стойке и на конструкциях, на определенных конструкциях и т. п.) и ограничения, связанные с каждым вариантом установки (например, минимально допустимое расстояние до конструкции);

- возможные варианты крепления фотоэлектрического модуля к несущей конструкции и, если необходимо, описание приспособлений/типов приспособлений, в том числе требования и рекомендации по предотвращению электрохимической коррозии и обеспечению нормального функционирования системы заземления/уравнивания потенциалов;

- ветровую/снеговую нагрузку для каждого варианта технических средств крепления фотоэлектрического модуля и способа установки, включая коэффициент запаса. По усмотрению изготовителя также могут быть указаны испытательные нагрузки;

- перечень минимально необходимых технических средств для каждого варианта крепления фотоэлектрического модуля (согласно оценке по результатам испытания на воздействие статической механической нагрузки по *ГОСТ Р 56980.2*);

- установочные и присоединительные размеры;

- степень(и) огнестойкости и ссылка на нормативный документ, в соответствии с которым оценена огнестойкость, а также условия, при которых обеспечивается указанная степень огнестойкости (например, угол наклона, крепежные конструкции и иные данные по установке), или информация о том, что стойкость к внешним источникам возгорания не проверялась.

Соответствие расчетной нагрузки для каждого способа установки и варианта технических средств крепления модуля указанным в технической документации проверяют с помощью испытания на воздействие статической механической нагрузки по *ГОСТ Р 58809.2*.

Документация фотоэлектрических модулей, предназначенных для установки на конструкции(ях) здания/объекта, должна включать:

- перечень минимально необходимых технических средств для каждого варианта крепления фотоэлектрического модуля на конкретной(ых) конструкции(ях) здания/объекта (согласно оценке по результатам испытания на воздействие статической механической нагрузки по *ГОСТ Р 56980.2*);

- специальные характеристики огнестойкости и/или пожарной опасности, определенные для фотоэлектрического модуля, согласно требованиям к пожарной безопасности, предъявляемым к конкретной(ым) конструкции(ям) здания/объекта, и ссылка на нормативные документы, в соответствии с которыми оценены эти характеристики, если характеристики пожарной безопасности зависят от конкретной конструкции, на которой может быть установлен фотоэлектрический модуль, от конкретной монтажной конструкции и средств крепления или промежутков между элементами монтажной конструкции, фотоэлектрическим модулем и кровельным покрытием.

Если фотоэлектрический модуль не может использоваться при концентрированном излучении, документация должна содержать положение о том, что на лицевую и/или тыльную поверхность фотоэлектрического модуля не должно поступать концентрированное солнечное излучение.

Если фотоэлектрический модуль может использоваться при концентрированном излучении со степенью концентрации не более трех, но не относится к фотоэлектрическим модулям с концентраторами (см. *ГОСТ Р 56983*), это должно быть отмечено в технической документации с указанием рабочей/предельно допустимой степени концентрации.

Техническая документация должна включать подтверждение соответствия компонентов фотоэлектрических модулей специальным стандартам на эти компоненты (для коммутационных коробок — *ГОСТ Р 56981*, для электрических соединителей — *ГОСТ Р 57230* и т. д.).

В технической документации указывают нормативные документы (отдельные испытания по этим документам), в соответствии с которыми были испытаны фотоэлектрические модули и успешное прохождение которых подтверждает соответствие фотоэлектрических модулей техническим требованиям, требованиям безопасности и характеристик модуля характеристикам, указанным в технической документации.

Если фотоэлектрические модули предназначены для эксплуатации в специальных условиях (например, в условиях морского климата или условиях повышенной концентрации аммиака вблизи животноводческих комплексов), это должно быть указано в технической документации, а также должны быть указаны нормативные документы, успешные испытания по которым подтверждают применимость фотоэлектрических модулей в этих условиях (например, *ГОСТ Р МЭК 61701*, *ГОСТ Р 56979* и т. д.).

Приложение А
(обязательное)

Определение требований к изоляции

А.1 Влияющие факторы

А.1.1 Общие положения

Для координации изоляции учитывают следующие факторы:

- предельные напряжения, которые могут возникать в фотоэлектрической системе (категории перенапряжения и номинальное импульсное напряжение);
- максимальное номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен фотоэлектрический модуль;
- способы защиты от поражения электрическим током (класс защиты от поражения электрическим током);
- условия окружающей среды (степень загрязнения);
- свойства электроизоляционных материалов (группа материалов).

А.1.2 Категория перенапряжения и номинальное импульсное напряжение

Все возможные условия временных перенапряжений в фотоэлектрических модулях в процессе эксплуатации относят к категории перенапряжения III.

Примечание — Определение категорий перенапряжения см. в *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012, 4.3.3.2*.

Значения номинального импульсного напряжения для различных значений номинального напряжения постоянного тока фотоэлектрической системы указаны в таблице А.1. Указанные значения основаны на значениях *таблицы F.1 ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012* для категории перенапряжения III и основной изоляции и требованиях *ГОСТ Р 55210*.

Значения номинального импульсного напряжения для усиленной изоляции равны значениям для основной изоляции при номинальном напряжении постоянного тока фотоэлектрической системы, на одну ступень выше, чем для основной изоляции.

Если номинальное импульсное напряжение для основной изоляции отличается от указанных в таблице А.1, для усиленной изоляции его значение умножают на 1,6.

Приведенные в таблице А.1 значения номинального импульсного напряжения используют в качестве испытательного напряжения в испытании электрической прочности изоляции при импульсном напряжении по *ГОСТ Р 58809.2*.

Таблица А.1 — Номинальное импульсное напряжение (импульс напряжения 1,2/50), кВ

Номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, В	Для основной изоляции	Для усиленной изоляции
50	0,8	1,5
100	1,5	2,5
150	2,5	4,0
300	4,0	6,0
600	6,0	8,0
1000	8,0	12,0
1500	10,0	16,0

А.1.3 Степень загрязнения

Для оценки электрических зазоров и расстояний утечки установлены четыре степени загрязнения среды, непосредственно окружающей изоляцию (см. *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012, 4.6*).

Степень загрязнения 1: отсутствие загрязнения или наличие только сухого непроводящего загрязнения. Загрязнение не оказывает никакого влияния.

Степень загрязнения 2: нормально непроводящее загрязнение. Иногда загрязнение может стать временно проводящим из-за конденсации влаги.

Степень загрязнения 3: электропроводящее загрязнение или сухое неэлектропроводное загрязнение, которое становится проводящим в результате ожидаемой конденсации влаги.

Степень загрязнения 4: длительное наличие проводящего загрязнения в виде проводящей пыли, дождя или других влажных условий.

При наличии постоянного проводящего загрязнения (степень загрязнения 4) значения расстояний утечки установлены быть не могут. Для временно проводящих загрязнений (степень загрязнения 3) может быть выбрана такая форма поверхности изоляции, которая минимизирует длину участков по поверхности проводящих загрязнений, например с помощью ребер и канавок (см. *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012, 5.2.5 и 5.2.2.5*).

Для снижения загрязнения изоляции фотоэлектрических модулей используют оболочки, герметизацию. Однако эти средства уменьшения загрязнения могут быть неэффективными, если внутри защищенного объема происходит конденсация влаги или выделяются загрязняющие вещества в ходе нормальной эксплуатации.

А.1.4 Трекингостойкость

По трекингостойкости электроизоляционные материалы подразделяются на четыре группы в зависимости от значения сравнительного индекса трекингостойкости (СИТ):

- материал группы I . . . . . 600 ≤ СИТ;
- 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 того, что значение его СИТ, полученное при испытаниях по *ГОСТ 27473*, метод А, не меньше нижнего предела, установленного для данной группы.

Значения СИТ, установленные для групп материалов, являются нормативными и соответствуют значению испытательного напряжения, применяемого в испытаниях по *ГОСТ 27473*.

Определение СИТ в соответствии с *ГОСТ 27473* проводят для получения сравнительной характеристики различных изоляционных материалов при различных условиях. СИТ обеспечивает качественное сопоставление изоляционных материалов, а в случае изоляционных материалов, склонных к образованию поверхностного пробоя, также дает их количественную оценку.

А.2 Определение электрических зазоров

В таблице А.2 приведены минимально допустимые электрические зазоры для основной и дополнительной изоляции, соответствующие номинальному импульсному напряжению для конкретного значения номинального напряжения постоянного тока фотоэлектрической системы, категории перенапряжения III (см. таблицу А.1) и неоднородного электрического поля. Исходные значения приведены по *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012, таблица F.2*.

Для усиленной изоляции минимально допустимые значения электрических зазоров при данном номинальном импульсном напряжении равны значениям для основной изоляции из таблицы А.2 при номинальном импульсном напряжении на одну ступень выше.

Если номинальное импульсное напряжение отличается от указанных в таблице А.2, минимально допустимые значения электрических зазоров для усиленной изоляции соответствуют минимально допустимым значениям электрических зазоров для основной изоляции при увеличенном в 1,6 раза номинальном импульсном напряжении.

Таблица А.2 — Электрические зазоры фотоэлектрических модулей (не менее), мм

Номинальное импульсное напряжение (импульс напряжения 1,2/50), кВ	Степень загрязнения		
	1	2	3
0,8	0,1	0,2	0,8
1,5	0,5	0,5	0,8
2,5	1,5	1,5	1,5
4,0	3,0	3,0	3,0
6,0	5,5	5,5	5,5
8,0	8,0	8,0	8,0
10,0	11,0	11,0	11,0
12,0	14,0	14,0	14,0
16,0[1)]	19,4	19,4	19,4
[1)] Значения для 16,0 кВ получены интерполяцией значений по *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012, таблица F.2*.			

Минимально допустимые электрические зазоры, указанные в таблицах 3 и 4, основаны на значениях, приведенных в таблице А.2, с учетом значений таблицы А.1.

А.3 Определение расстояний утечки

А.3.1 Ориентация фотоэлектрических модулей

Если это может предотвратить или уменьшить отрицательное влияние накопления загрязнений на расстояние утечки, изготовитель должен указать предпочтительную ориентацию фотоэлектрического модуля и

присоединяемых компонентов в условиях эксплуатации, длительного хранения и транспортирования, а также, если это возможно, описать влияние всех допустимых вариантов ориентации фотоэлектрического модуля на накопление загрязнения и значения расстояний утечки.

А.3.2 Форма поверхности изоляции

Изменение формы поверхности изоляции для оптимизации расстояний утечки эффективно только при степени загрязнения 3. Поверхность сплошной (твердой) изоляции должна включать поперечные ребра и канавки, препятствующие образованию непрерывных путей утечки при загрязнении. Кроме того, ребра и канавки могут способствовать отводу воды от находящейся под напряжением изоляции. В изоляции между проводящими частями не должно быть соединений и канавок, в которых могут накапливаться загрязнения и удерживаться вода. При этом следует учесть условия длительного хранения.

А.3.3 Время нахождения под напряжением

Время пребывания под напряжением влияет на количество случаев, когда высыхание поверхности может вызвать образование трекинга.

Расстояния утечки, указанные в таблицах 3 и 4, приведены по *ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012, таблица F.4* для изоляции, которая будет находиться под напряжением в течение длительного времени.

А.4 Закрытые токоведущие части

К закрытым токоведущим частям фотоэлектрического модуля относят:

- токоведущие части, защищенные оболочкой;
- токоведущие части в коммутационных коробках, залитые компаундом.

В процессе изготовления фотоэлектрических модулей должно быть минимизировано попадание пыли и влаги на внутренние компоненты. Попадание пыли и влаги в процессе изготовления фотоэлектрических модулей не должно приводить к ухудшению изоляционных свойств. При герметизации и заливке не должны образовываться пустоты, которые могут понизить характеристики изоляции ниже указанных требований.

Для закрытых токоведущих частей расстояния утечки измеряют по поверхности частей оболочки с учетом группы материалов лицевого и тыльного покрытий, материала-заполнителя и герметизирующих материалов. Если группы указанных материалов отличаются друг от друга, расстояния утечки должны соответствовать требованиям к материалу наибольшей группы (с наименьшим значением СИТ).

Герметизация, как правило, предназначена только для защиты от попадания пыли и влаги. В этом случае герметизация не считается частью эффективной изоляции и, соответственно, на них не распространяются требования к минимально допустимым размерам. Однако в любом случае изоляционные свойства герметизирующих материалов должны быть достаточны для того, чтобы не происходило уменьшения электрических зазоров между токоведущими частями разного потенциала, разной полярности или между токоведущими и доступными частями.

Материалы оболочки и герметизирующие материалы должны иметь достаточную стойкость к воспламенению в случае пожара. Соответствие этому требованию проверяют с помощью испытания на воспламеняемость по *ГОСТ Р 58809.2*.

А.5 Измерение электрических зазоров и расстояний утечки

При измерении электрических зазоров и расстояний утечки степень загрязнения учитывают через характеристический размер *X*, значения которого в зависимости от степени загрязнения приведены в таблице А.3.

Таблица А.3 — Размер *X*

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

Примеры измерения электрических зазоров и расстояний утечки между токоведущими частями приведены в таблице А.4. Различий между зазорами и углублениями (канавками) и между типами изоляции не делается.

При расчете общей длины электрических зазоров и расстояний утечки не следует принимать во внимание отдельные отрезки длиной менее 1 мм.

Если ширина канавок менее 1 мм, при измерении расстояний утечки такими канавками следует пренебречь (см. пример 1).

Если ширина канавки не менее *X*, расстояние утечки измеряют по контуру канавки (см. пример 2).

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

При высоте ребра не менее *X* расстояние утечки измеряют по контуру ребра, если оно является неотъемлемой частью детали из изоляционного материала (например, литой, приваренной или прикрепленной), см. пример 4.

При высоте ребра не менее *X* расстояние утечки измеряют по более короткому из двух путей: вдоль стыка или по профилю ребра, если оно не является неотъемлемой частью детали из изоляционного материала.

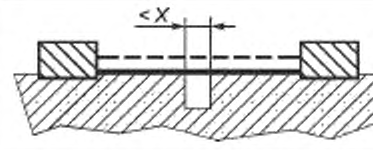
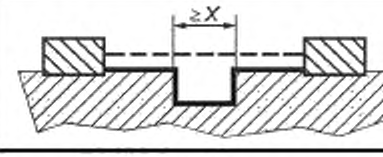
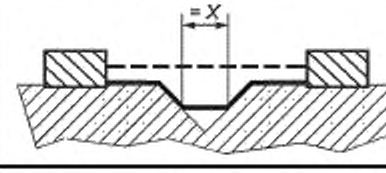
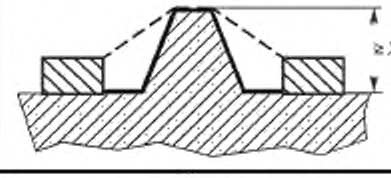
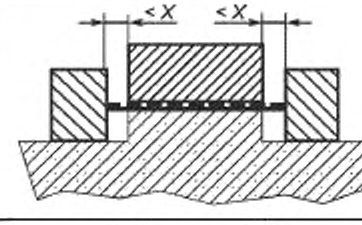
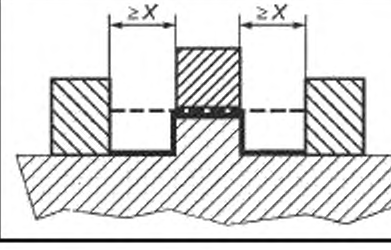
Электрические зазоры и расстояния утечки, измеряемые между токоведущими частями, которые могут занимать различные положения по отношению друг к другу, измеряют при наиболее невыгодном их положении.

Если электрический зазор составляет менее 3 мм, соответствующее значение размера *X* по таблице А.3 может быть сокращено до одной трети значения этого электрического зазора.

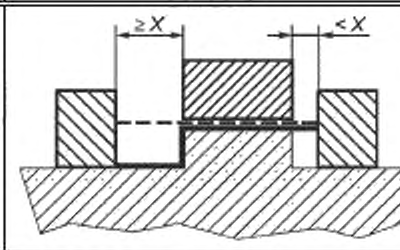
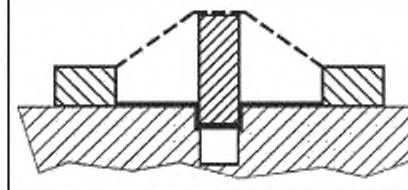
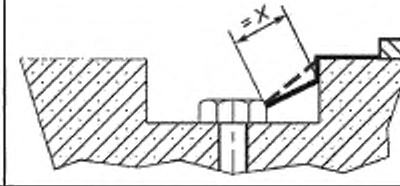
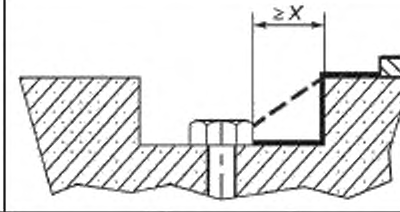
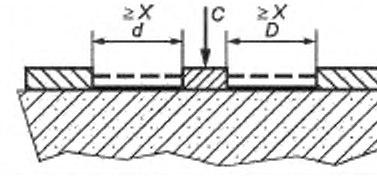
Место соединения между двумя частями, изготовленными из изоляционного материала, следует рассматривать как часть поверхности.

В случае, если путь утечки или электрический зазор прерываются металлическими деталями, незаземленными и не соединенными с электрической цепью, расстояния утечки суммируют.

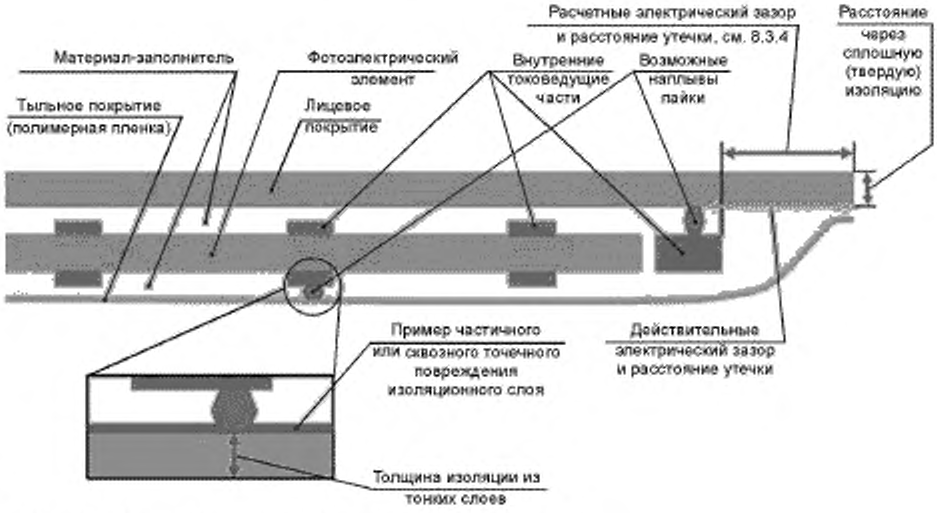
Таблица А.4 — Примеры измерения электрических зазоров и расстояний утечки

Описание	Рисунок
Пример 1 Путь утечки включает канавку с параллельными или сходящимися стенками произвольной глубины с шириной, меньшей *X*. Электрический зазор и расстояние утечки измеряют непосредственно поперек канавки	
Пример 2 Путь утечки 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 утечки 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 утечки включает ребро. Электрический зазор измеряют по кратчайшему расстоянию по воздуху через вершину ребра. Расстояние утечки измеряют по контуру ребра	
Пример 5 Путь утечки включает незакрепленную перемычку с канавками шириной менее *X* с каждой стороны. Электрический зазор и расстояние утечки измеряют по прямой	
Пример 6 Путь утечки включает незакрепленную перемычку с канавками шириной не менее *X* с каждой стороны. Электрический зазор измеряют по прямой. Расстояние утечки измеряют по контуру канавок	

Окончание таблицы А.4

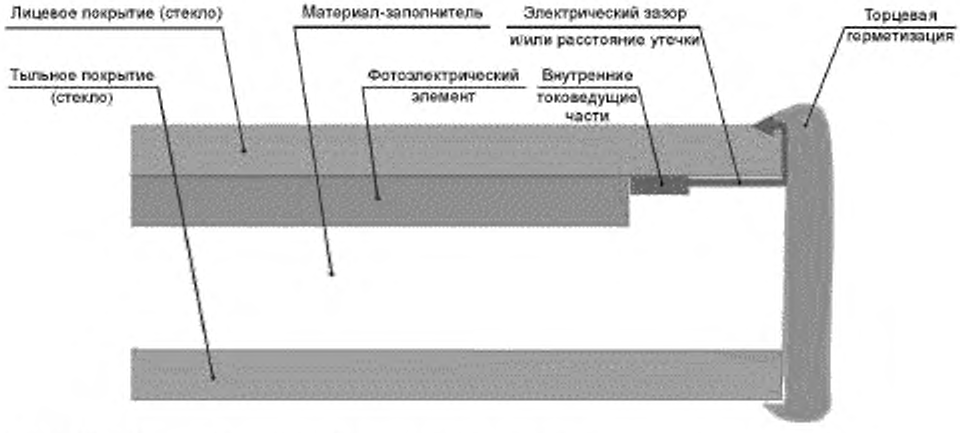
Описание	Рисунок
Пример 7 Путь утечки включает закрепленную перемычку с канавкой шириной менее *X* с одной стороны и с канавкой шириной не менее *X* с другой стороны. Электрический зазор и расстояние утечки измеряют в соответствии со схемой, приведенной на рисунке	
Пример 8 Путь утечки по поверхности 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. Электрический зазор и расстояние утечки измеряют в соответствии со схемой, приведенной на рисунке	
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	
На рисунках: — расстояние утечки; — электрический зазор; — электроизоляционный материал; — незакрепленная перемычка; — токоведущие части.	

Примеры расстояний утечки и электрических зазоров в фотоэлектрических модулях разных конструкций показаны на рисунках А.1—А.3. Как показано на рисунке А.1, для определения соответствия электрических зазоров и расстояний утечки требованиям безопасности используют расчетные, а не реальные значения электрических зазоров и расстояний утечки в фотоэлектрическом модуле.



Примечание — Непроницаемые соединения отсутствуют.

Рисунок А.1 — Пример электрических зазоров, расстояний утечки и расстояния через сплошную изоляцию в фотоэлектрических модулях типа «стекло/пленка»



Примечание — Непроницаемые соединения отсутствуют.

Рисунок А.2 — Пример электрического зазора и расстояния утечки в фотоэлектрических модулях типа «стекло/стекло» с торцевой герметизацией

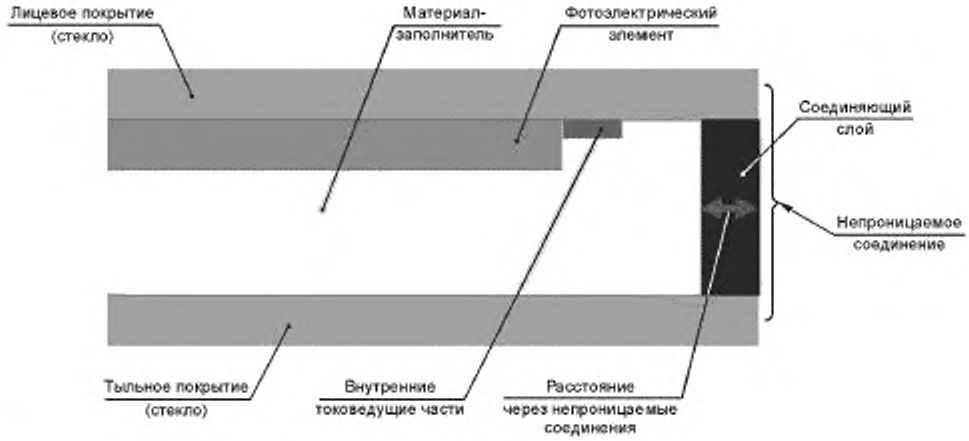


Рисунок А.3 — Пример фотоэлектрического модуля типа «стекло/стекло» с непроницаемыми соединениями

Приложение В
(справочное)

Знаки

Знаки, приведенные на рисунке В.1, могут быть использованы для указания на то, что соединитель запрещено рассоединять под нагрузкой.



Рисунок В.1 — Примеры знака «Под напряжением! Не разъединять»



a) «Опасность поражения электрическим током» (*ГОСТ 12 4 026–2015, таблица Ж.1, W08*)

b) «Под напряжением при освещении»

Рисунок В.2 — Примеры знаков, указывающих на то, что фотоэлектрический модуль может находиться под напряжением в любой момент времени, независимо от того, разомкнуты или не разомкнуты выключатели в фотоэлектрической батарее



Рисунок В.3 — Знак «Солнечная установка. Постоянный ток»

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 14254—2015 (IEC 60529:2013)	MOD	IEC 60529:2013 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)»
ГОСТ 27473—87 (МЭК 112—79)	MOD	IEC 60112:79 «Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения сравнительного и контрольного индексов трекингостойкости во влажной среде»
ГОСТ IEC 60269-6—2013	IDT	IEC 60269-6:2010 «Предохранители плавкие низковольтные. Часть 6. Дополнительные требования к плавким вставкам для защиты солнечных фотогальванических энергетических систем»
ГОСТ IEC 60664-3—2015	IDT	IEC 60664-3:2010 «Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 3. Использование покрытия, герметизации или заливки для защиты от загрязнения»
ГОСТ IEC 60695-10-2—2013	IDT	IEC 60695-10-2:2003 «Испытания на пожароопасность. Часть 10-2. Аномальный нагрев. Испытание вдавливанием шарика»
ГОСТ IEC 60950-1—2014	IDT	IEC 60950-1:2013 «Оборудование информационных технологий. Безопасность. Часть 1. Общие требования»
ГОСТ IEC 61558-1—2012	IDT	IEC 61558-1:2009 «Трансформаторы силовые, блоки питания, реакторы и аналогичные изделия. Безопасность. Часть 1. Общие требования и испытания»
ГОСТ ISO 2081—2017	IDT	ISO 2081:2008 «Металлические и другие неорганические покрытия. Электролитические покрытия цинком с дополнительной обработкой по чугуну и стали»
ГОСТ Р 50571.3—2012 (МЭК 60364-4-41:2005)	IDT	IEC 60364-4-41:2005 «Электрические установки зданий. Часть 4-41. Защита для обеспечения безопасности. Защита от электрического удара»
ГОСТ Р 50571.7.712—2013/ МЭК 60364-7-712:2002	IDT	IEC 60364-7-712:2002 «Установки электрические зданий. Часть 712. Требования к специальным установкам или расположению. Системы питания с использованием фотоэлектрических солнечных батарей»
ГОСТ Р 55210—2012/ IEC/TR 60664-2-1:2011	IDT	IEC/TR 60664-2-1:2011 «Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 2-1. Руководство по применению серии стандартов IEC 60664, примеры определения размеров и диэлектрические испытания»
ГОСТ Р 56978—2016 (IEC/TS 62548:2013)	MOD	IEC/TS 62548:2013 «Батареи фотоэлектрические. Требования к проектированию»
ГОСТ Р 56979—2016 (МЭК 62716:2013)	MOD	IEC 62716:2013 «Модули фотоэлектрические. Испытания на коррозию под действием аммиака»
ГОСТ Р 56980.2—2020 (МЭК 61215.2:2016)	MOD	IEC 61215-2:2016 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка конструкции и утверждение типа. Часть 2. Методики испытаний»

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р 56981—2016 (МЭК 62790:2014)	MOD	IEC 62790:2014 «Коробки распределительные для фотоэлектрических модулей. Требования безопасности и испытания»
ГОСТ Р 56983—2016 (МЭК 62108:2007)	MOD	IEC 62108:2007 «Фотоэлектрические модули (CPV) и узлы в сборе концентратора. Оценка конструкции и утверждение вида продукции»
ГОСТ Р 57230—2016 (МЭК 62852:2014)	MOD	IEC 62852:2014 «Соединители для цепей постоянного тока фотоэлектрических систем. Требования безопасности и испытания»
ГОСТ Р 58698—2019 (МЭК 61140:2016)	MOD	IEC 61140:2016 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования»
ГОСТ Р 58809.2—2020 (МЭК 61730-2:2016)	MOD	IEC 61730-2:2016 «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Методы испытаний»
ГОСТ Р МЭК 60050-826—2009	IDT	IEC 60050-826:2004 «Международный электротехнический словарь. Глава 826. Электрические установки»
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 60904-3—2013	IDT	IEC 60904-3:2008 «Приборы фотоэлектрические. Часть 3. Принципы измерения параметров наземных фотоэлектрических солнечных приборов со стандартными характеристиками спектральной плотности интенсивности падающего излучения»
ГОСТ Р МЭК 61032—2000	IDT	IEC 61032:1997 «Защита людей и оборудования, обеспечиваемая оболочками. Щупы испытательные»
ГОСТ Р МЭК 61191-1—2017	IDT	IEC 61191-1:2013 «Печатные узлы. Часть 1. Поверхностный монтаж и связанные с ним технологии. Общие технические требования»
ГОСТ Р МЭК 61701—2013	IDT	IEC 61701:2011 «Модули фотоэлектрические. Испытания на коррозию в солевом тумане»
ГОСТ Р МЭК 61853-1—2013	IDT	IEC 61853-1:2011 «Модули фотоэлектрические. Определение рабочих характеристик и энергетическая оценка. Часть 1. Измерение рабочих характеристик в зависимости от температуры и энергетической освещенности. Номинальная мощность»
ГОСТ Р МЭК 62670-1—2016	IDT	IEC 62670-1:2013 «Концентраторы фотоэлектрические. Испытания для определения рабочих характеристик. Часть 1. Стандартные условия»

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

Приложение ДБ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта

Таблица ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта IEC 61730-1:2016
1 Область применения	1 Область применения
2 Нормативные ссылки	2 Нормативные ссылки
3 Термины и определения	3 Термины и определения
3.1 Термины и определения, относящиеся к конструкции и применению фотоэлектрических модулей (3.1, 3.2, 3.3)	3.1 Общие термины и определения
	3.2 Компоненты
3.2 Термины и определения, относящиеся к электробезопасности (3.3, 3.4)	3.3 Монтаж и применение
	3.4 Система изоляции
3.3 Параметры и характеристики (3.5)	3.5 Параметры и характеристики
4 Классификация фотоэлектрических модулей по электробезопасности	4 Классификация по безопасности и требования, связанные с областью применения
4.1 Классы фотоэлектрических модулей	4.1. Общие положения
4.2 Фотоэлектрические модули класса 0	4.2 Фотоэлектрические модули класса 0
4.2.1 Общие положения	4.2.1 Общие положения
4.2.2 Изоляция	4.2.2 Изоляция
4.2.3 Условия доступа и защитное соединение (4.2.3)	4.2.3 Применение
4.3 Фотоэлектрические модули класса II	4.3 Фотоэлектрические модули класса II
4.3.1 Общие положения	4.3.1 Общие положения
4.3.2 Изоляция	4.3.2 Изоляция
4.3.3 Условия доступа (4.3.3)	4.3.3 Применение
4.4 Фотоэлектрические модули класса III	4.4 Фотоэлектрические модули класса III
4.4.1 Общие положения	4.4.1 Общие положения
4.4.2 Изоляция	4.4.2 Изоляция
4.4.3 Условия доступа и соединения (4.3.3)	4.4.3 Применение
5 Специальные требования безопасности к фотоэлектрическим модулям (4.5)	4.5 Требования безопасности, связанные с областью применения
6 Требования к конструкции (раздел 5)	5 Требования к конструкции
6.1 Общие требования (5.1)	5.1 Общие положения
6.2 Внутренние токоведущие части (5.3.2)	5.2 Маркировка и документация
6.3 Лицевое и тыльное покрытия (5.3.6)	5.2.1 Общие положения
6.4 Материал-заполнитель (5.3.9)	5.2.2 Маркировка
6.5 Электрические соединители (5.3.4)	5.2.2.1 Общие положения

Продолжение таблицы ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта IEC 61730-1:2016
6.6 Коммутационная коробка (5.3.5)	5.2.2.2 Знаки
6.7 Шунтирующие/блокирующие диоды (5.3.10)	5.2.2.2.1 Проводники уравнивания потенциалов
6.8 Внешние проводники (5.3.3)	5.2.2.2.2 Функциональное заземление
6.9 Электрические соединения (5.3.8)	5.2.3 Документация
6.10 Механические и электромеханические соединения (5.4)	5.3 Электрические компоненты и изоляция
6.10.1 Общие требования (5.4.1)	5.3.1 Общие положения
6.10.2 Резьбовые соединения (5.4.2)	5.3.2 Внутренняя проводка
6.10.3 Соединения с помощью посадок и фасонных деталей (5.4.5)	5.3.3 Внешняя электропроводка и кабели
6.10.4 Другие соединения (5.4.7)	5.3.4 Соединители
6.11 Клеевые соединения (5.4.6)	5.3.5 Коммутационные коробки для фотоэлектрических модулей
7. Требования к материалам (5.5)	5.3.6 Лицевое и тыльное покрытия
7.1 Общие требования (5.5.1)	5.3.7 Изолирующие барьеры
7.2 Полимерные материалы (5.5.2)	5.3.8 Электрические соединения
7.2.1 Общие требования (5.5.2.1)	5.3.8.1 Общие положения
7.2.2 Полимерные электроизоляционные материалы (5.5.2.3)	5.3.8.2 Выводы для внешних кабелей и соединительные шлейфы фотоэлектрических модулей
7.2.2.1 Общие требования (5.5.2.3.1)	5.3.8.3 Скрутки и соединения внутри фотоэлектрического модуля
7.2.2.2 Стойкость к электрическим нагрузкам (5.5.2.3.2)	5.3.9 Герметики
7.2.2.3 Нагревостойкость (5.5.2.3.3)	5.3.10 Шунтирующие диоды
7.2.2.4 Полимерные электроизоляционные материалы доступных частей (5.5.2.3.4)	5.4 Механические и электромеханические соединения
7.2.2.5 Полимерные электроизоляционные материалы компонентов для крепления и изоляции токоведущих частей (5.5.2.3.5)	5.4.1 Общие положения
7.2.3 Полимерные материалы компонентов, обеспечивающих механическую прочность конструкции (5.5.2.4)	5.4.2 Резьбовые соединения
7.3 Проводящие материалы (5.5.3)	5.4.3 Заклепки
7.3.1 Общие требования (5.5.3.1)	5.4.4 Самонарезающие винты
7.3.2 Материалы токоведущих частей (кроме фотоэлектрических элементов) (5.5.3.2)	5.4.5 Посадочные и фасонные соединения
7.4 Клеи и герметизирующие материалы (5.5.4)	5.4.6 Клеевые соединения
8 Защита от поражения электрическим током (5.6)	5.4.7 Другие соединения
8.1 Общие требования (5.6.1)	5.5 Материалы
8.2 Защита от доступа к опасным токоведущим частям (5.6.2, 5.6.2.1)	5.5.1 Общие положения
8.2.1 Защита с помощью оболочек (5.6.2.2)	5.5.2 Полимерные материалы

Продолжение таблицы ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта IEC 61730-1:2016
8.2.2 Защита с помощью изоляции токоведущих частей (5.6.2.3)	5.5.2.1 Общие положения
8.3 Координация изоляции (5.6.3)	5.5.2.2 Стойкость к климатическим нагрузкам
8.3.1 Общие положения (5.6.3.1)	5.5.2.3 Полимерные материалы, используемые для электрической изоляции
8.3.2 Степень загрязнения (5.6.3.2)	5.5.2.3.1 Общие положения
8.3.3 Группы материалов (5.6.3.3)	5.5.2.3.2 Стойкость к электрическим нагрузкам
8.3.4 Электрические зазоры и расстояния утечки (5.6.3.4)	5.5.2.3.3 Стойкость к термическим нагрузкам, ОИТС (RTI) или ТИ (TI)
8.3.5 Расстояние через сплошную (твердую) изоляцию (5.6.4)	5.5.2.3.4 Полимерные изоляционные материалы для внешних частей
8.3.5.1 Общие положения (5.6.4.1)	5.5.2.3.5 Полимерные изоляционные материалы для крепления токоведущих частей
8.3.5.2 Непроницаемые соединения (5.6.4.2)	5.5.2.4 Полимерные материалы, выполняющие механические функции
8.3.5.3 Изоляция из тонких слоев (5.6.4.3)	5.5.3 Металлические материалы
9 Маркировка и документация (5.2)	5.5.3.1 Общие положения
9.1 Маркировка (5.2.2)	5.5.3.2 Токоведущие части
9.2 Знаки и надписи (—)	5.5.4 Клеи
9.3 Документация (5.2.2)	5.6 Защита от поражения электрическим током
Приложение А Определение требований к изоляции (Приложение В)	5.6.1 Общие положения
Приложение В Знаки (Приложение А)	5.6.2 Защита от доступа к опасным токоведущим частям
Приложение ДА Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте	5.6.2.1 Общие положения
Приложение ДБ Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта	5.6.2.2 Защита с помощью оболочек и изолирующих барьеров
	5.6.2.3 Защита с помощью изоляции токоведущих частей
	5.6.3 Координация изоляции
	5.6.3.1 Общие положения
	5.6.3.2 Степень загрязнения
	5.6.3.3 Группы материалов
	5.6.3.4 Электрические зазоры и расстояния утечки
	5.6.4 Расстояние пробоя через изоляцию
	5.6.4.1 Общие положения
	5.6.4.2 Непроницаемые соединения
	5.6.4.3 Изоляция из тонких слоев

Окончание таблицы ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта IEC 61730-1:2016
	Приложение А Знак «Не отключать под нагрузкой»
	Приложение В Координация изоляции
Примечание — После заголовков разделов (подразделов) настоящего стандарта приведены в скобках номера аналогичных им разделов (подразделов, пунктов) международного стандарта.	

Библиография

[1] МЭК 60721-2-1:2013	*Классификация внешних воздействующих факторов. Часть 2-1. Природные внешние воздействующие факторы. Температура и влажность (Classification of environmental conditions — Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature — Temperature and humidity)*
[2] МЭК 62688:2017	*Концентраторные фотоэлектрические (CPV) модули и сборки. Квалификация по эксплуатационной безопасности [Concentrator photovoltaic (CPV) modules and assemblies — Safety qualification]*
[3] IEC/TS 61836:2016	*Системы фотоэлектрические. Термины, определения и символы [Solar photovoltaic (PV) energy systems — Terms, definitions and symbols]*
[4] МЭК 60050 (все части)	*Международный электротехнический словарь (International Electrotechnical Vocabulary)*
[5] МЭК 60904-3:2019	*Приборы фотоэлектрические. Часть 3. Принципы измерения характеристик фотоэлектрических приборов с учетом стандартной спектральной плотности энергетической освещенности наземного солнечного излучения [Photovoltaic devices — Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data]*
[6] МЭК 62788-1 (все части)	*Методы измерения свойств материалов, используемых в фотоэлектрических модулях. Части 1. Герметики (Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules — Part 1: Encapsulants)*
[7] МЭК 62930:2017	*Кабели электрические для фотоэлектрических систем с номинальным напряжением 1,5 кВ постоянного тока (Electric cables for photovoltaic systems with a voltage rating of 1,5 kV DC)*
[8] МЭК 62788 (все части)	*Методы измерения свойств материалов, используемых в фотоэлектрических модулях. (Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules)*
[9] IEC/TS 62788-7-2:2017	*Методы измерения свойств материалов, используемых в фотоэлектрических модулях. Часть 7-2. Воздействие факторов окружающей среды. Ускоренные испытания на атмосферостойкость полимерных материалов (Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules — Part 7-2: Environmental exposures — Accelerated weathering tests of polymeric materials)*
[10] UL 746B	*Полимерные материалы. Оценка допустимой температуры непрерывного использования (Polymeric Materials — Long Term Property Evaluations)*
[11] МЭК 60216-5:2008	*Материалы электроизоляционные. Характеристики теплостойкости. Часть 5. Определение показателя относительной теплостойкости (RTE) изоляционного материала [Electrical insulating materials — Thermal endurance properties — Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material]*
[12] МЭК 60216-2:2005	*Материалы электроизоляционные. Свойства теплостойкости. Часть 2. Определение свойств теплостойкости. Выбор критериев испытаний (Electrical insulating materials — Thermal endurance properties — Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials — Choice of test criteria)*
[13] МЭК 60695-11-10:2013	*Испытания на пожароопасность. Часть 11-10. Пламя для испытания. Методы испытания горизонтальным и вертикальным пламенем мощностью 50 Вт (Fire hazard testing — Part 11-10: Test flames — 50 W horizontal and vertical flame test methods)*
[14] СТБ IEC 60695-11-10—2008	*Испытания на пожароопасность. Часть 11-10. Методы испытаний горизонтального и вертикального горения с использованием пламени мощностью 50 Вт*
[15] 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 (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)*
[16] IEC/TS 62788-2:2017	*Методы измерения свойств материалов, используемых в фотоэлектрических модулях. Часть 2. Полимерные материалы. Лицевые и оборотные листы (Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules — Part 2: Polymeric materials — Frontsheets and backsheets)*
[17] ИСО 1456:2009	*Покрытия металлические. Электролитические покрытия из никель-хрома, медь-никеля и медь-никель-хрома (Metallic and other inorganic coatings — Electrodeposited coatings of nickel, nickel plus chromium, copper plus nickel and of copper plus nickel plus chromium)*

[18] ИСО 1461:2009	*Покрытия, нанесенные методом горячего цинкования на изделия из чугуна и стали. Технические требования и методы испытания (Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles — Specifications and test methods)*
[19] ИСО 2093:1986	*Покрытия электролитические оловянные. Технические требования и методы испытания (Electroplated coatings of tin — Specification and test methods)*
[20] IEC/TS 62915:2018	*Модули фотоэлектрические. Утверждение типа и оценка конструкции и безопасности. Проведение повторных испытаний [Photovoltaic (PV) Modules — Type approval, design and safety qualification — Retesting]*
[21] МЭК 62788-1-2:2016	*Методы измерения свойств материалов, используемых в фотоэлектрических модулях. Часть 1-2. Герметики. Измерение объемного электрического удельного сопротивления фотоэлектрических герметиков и других полимерных материалов (Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules — Part 1-2: Encapsulants — Measurement of volume resistivity of photovoltaic encapsulants and other polymeric materials)*
[22] МЭК 60243-1:2013	*Материалы изоляционные. Методы определения электрической прочности. Часть 1. Испытания на промышленных частотах (Electric strength of insulating materials — Test methods — Part 1: Tests at power frequencies)*
[23] МЭК 60243-2:2013	*Материалы твердые изоляционные. Методы испытания электрической прочности. Часть 2. Дополнительные требования к испытаниям при постоянном напряжении (Electric strength of insulating materials — Test methods — Part 2: Additional requirements for tests using direct voltage)*

УДК 697.329:006.354 ОКС 27.160

Ключевые слова: модули фотоэлектрические, фотоэлектрические модули для наземного применения, требования безопасности

БЗ 9—2020/8

Редактор *Н.В. Верховина*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.М. Поляченко*
Компьютерная верстка *Д.В. Кардановской*

Сдано в набор 06.08.2020. Подписано в печать 03.09.2020. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,05. Уч.-изд. л. 5,50.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

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

gost.e-ecolog.ru