ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58809.2— 2020 (МЭК 61730-2:2016)

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Оценка безопасности

Часть 2

Методы испытаний

(IEC 61730-2:2016, Photovoltaic (PV) module safety qualification — Part 2: Requirements for testing, 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. № 447-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 61730-2:2016 «Оценка безопасности фотоэлектрических модулей. Часть 2. Требованимя к испытаниям» (IEC 61730-2:2016 «Photovoltaic (PV) module safety qualification — Part 2: Requirements for testing», 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 ТК 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 61730-2—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, уведомление 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
4 Порядок проведения испытаний 3
5 Обязательные испытания фотоэлектрических модулей в зависимости от класса по способу защиты от поражения электрическим током 6
6 Отбор образцов 7
7 Оценка результатов испытаний 9
8 Видимые функциональные повреждения 9
9 Стабилизация 10
10 Испытания 10
10.1 Общие положения 10
10.2 Визуальный контроль 10
10.3 Измерение вольт-амперных характеристик 12
10.4 Проверка толщины изоляции из тонких слоев 13
10.5 Испытание маркировки на стойкость к истиранию 14
10.6 Проверка остроты кромок 14
10.7 Измерение сопротивления изоляции 14
10.8 Испытание изоляции на влагостойкость 15
10.9 Проверка защиты от доступа к опасным токоведущим частям 15
10.10 Испытание на стойкость к надрезам 16
10.11 Проверка целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов) 18
10.12 Испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении 19
10.13 Испытание на стойкость к местному перегреву 20
10.14 Испытание на огнестойкость 21
10.15 Испытание на воспламеняемость под действием малого пламени 21
10.16 Испытания шунтирующих/блокирующих диодов 27
10.17 Испытание на перегрузку по обратному току 27
10.18 Испытания на воздействие одиночных ударов 28
10.19 Испытания резьбовых соединений 32
10.20 Испытание на воздействие статической механической нагрузки 33
10.21 Испытание на отслаивание 33
10.22 Испытание на сдвиг 38
10.23 Испытание на ползучесть 40
10.24 Испытания надежности средств внешних соединений 41
10.25 Термоциклирование 41
10.26 Термоциклирование при высокой влажности 42
10.27 Испытание на воздействие высокой температуры при высокой влажности 42
10.28 Испытание на воздействие пониженной температуры 42
10.29 Испытание на воздействие высокой температуры при пониженной влажности 43
10.30 Испытание на воздействие ультрафиолетового излучения 44
11 Протокол испытаний 44
12 Подтверждение соответствия требованиям безопасности при изменениях конструкции, материалов, компонентов, технологии изготовления или обработки фотоэлектрических модулей . . 45

Приложение А (справочное) Обозначение методов испытаний, установленных в настоящем стандарте, в стандартах Международной электротехнической комиссии 46

Приложение В (обязательное) Условия испытаний для определения выходных характеристик фотоэлектрических устройств и систем, установленные в стандартах 48

Приложение С (справочное) Испытания на огнестойкость фотоэлектрических модулей, устанавливаемых на здании/объекте или интегрированных в конструкции здания/объекта 50

Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 54

Приложение ДБ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта 56

Библиография 61

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Оценка безопасности

Часть 2

Методы испытаний

Photovoltaic modules. Safety qualification. Part 2. Test methods

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 методы испытаний для подтверждения соответствия требованиям безопасности.

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

Требования безопасности, которым должны отвечать фотоэлектрические модули, установлены в *ГОСТ Р 58809.1*.

Испытания по настоящему стандарту могут проводиться совместно с испытаниями на соответствие техническим требованиям, установленным в *ГОСТ Р 56890.2*, с одним и тем же набором образцов.

Настоящий стандарт применим к плоским фотоэлектрическим модулям, которые могут работать при концентрированном излучении со степенью концентрации не более трех. Однако для оценки безопасности таких фотоэлектрических модулей испытаний по настоящему стандарту может быть недостаточно. Испытания таких модулей следует проводить при значениях тока, напряжения и мощности, ожидаемых при максимальной концентрации, на которую они рассчитаны.

Примечание — Методы испытаний для подтверждения соответствия фотоэлектрических модулей с концентраторами требованиям безопасности установлены в *[2]*.

В стандарте не рассмотрены методы испытаний для подтверждения соответствия специальным требованиям безопасности, связанным с отдельными вариантами применения и особенностями конструкции фотоэлектрических модулей; например, специальные требования 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, для фотоэлектрических модулей со встроенными инверторами, преобразователями или выходными выключателями и т. п. (более подробно о специальных требованиях безопасности фотоэлектрических модулей см. *ГОСТ Р 58809.1—2020, раздел 5*).

Для оценки соответствия фотоэлектрических модулей специальным требованиям безопасности должны быть проведены дополнительные испытания по соответствующим стандартам или иным нормативным документам (например, *ГОСТ Р МЭК 61701* — для фотоэлектрических модулей, предназначенных для работы в морском климате, *ГОСТ Р 56979* — предназначенных для работы в зонах с повышенным содержанием аммиака в воздухе; испытания, аналогичные испытаниям конструкций здания/

Издание официальное

объекта — для фотоэлектрических модулей, интегрированных в эти конструкции здания/объекта и т. п.). Также в этом случае может быть необходима модификация испытаний по настоящему стандарту или их объединение со специальными испытаниями.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 14759 Клеи. Метод определения прочности при сдвиге

ГОСТ 20403 Резина. Метод определения твердости в международных единицах (от 30 до 100 IRHD)

ГОСТ 25706—83 Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования

ГОСТ 28840 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

ГОСТ 33559 Стекло и изделия из него. Метод испытания на стойкость к удару мягким телом

ГОСТ ISO 23529 Резина. Общие методы приготовления и кондиционирования образцов для определения физических свойств

ГОСТ ISO/IEC 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ IEC 60598-1—2017 Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ Р 53618 (МЭК 60068-3-5:2001) Требования к характеристикам камер для испытаний технических изделий на стойкость к внешним воздействующим факторам. Методы аттестации камер (без загрузки) для испытаний на стойкость к воздействию температуры

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

ГОСТ Р 56027—2014 Материалы строительные. Метод испытаний на возгораемость под воздействием малого пламени

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

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

ГОСТ Р 56980.1 (МЭК 61215-1:2016) Модули фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1. Требования к испытаниям

ГОСТ Р 56980.2—2020 (МЭК 61215-2:2016) Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 2. Методы испытаний

ГОСТ Р 56981—2016 (МЭК 62790:2014) Модули фотоэлектрические. Коммутационные коробки. Требования безопасности и испытания

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

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

ГОСТ Р 58809.1—2020 (МЭК 61730-1:2016) Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования к конструкции

ГОСТ Р ИСО 8124-1 Безопасность игрушек. Часть 1. Механические и физические свойства

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

ГОСТ Р МЭК 60068-2-1—2009 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-1. Испытания. Испытание А: Холод

ГОСТ Р МЭК 60068-2-2—2009 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-2. Испытания. Испытание В: Сухое тепло

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

ГОСТ Р МЭК 60695-2-10 Испытания на пожароопасность. Часть 2-10. Основные методы испытаний раскаленной проволокой. Установка испытания раскаленной проволокой и общие процедуры испытаний

ГОСТ Р МЭК 60904-3 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). 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 61701 Модули фотоэлектрические. Испытания на коррозию в солевом тумане

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 58809.1, ГОСТ Р 56978, ГОСТ Р МЭК 60664.1, ГОСТ Р МЭК 60050-826, ГОСТ Р 58698, [3], [4].*

4 Порядок проведения испытаний

Общий порядок проведения испытаний показан на рисунке 1. Методы испытаний описаны в разделе 10.

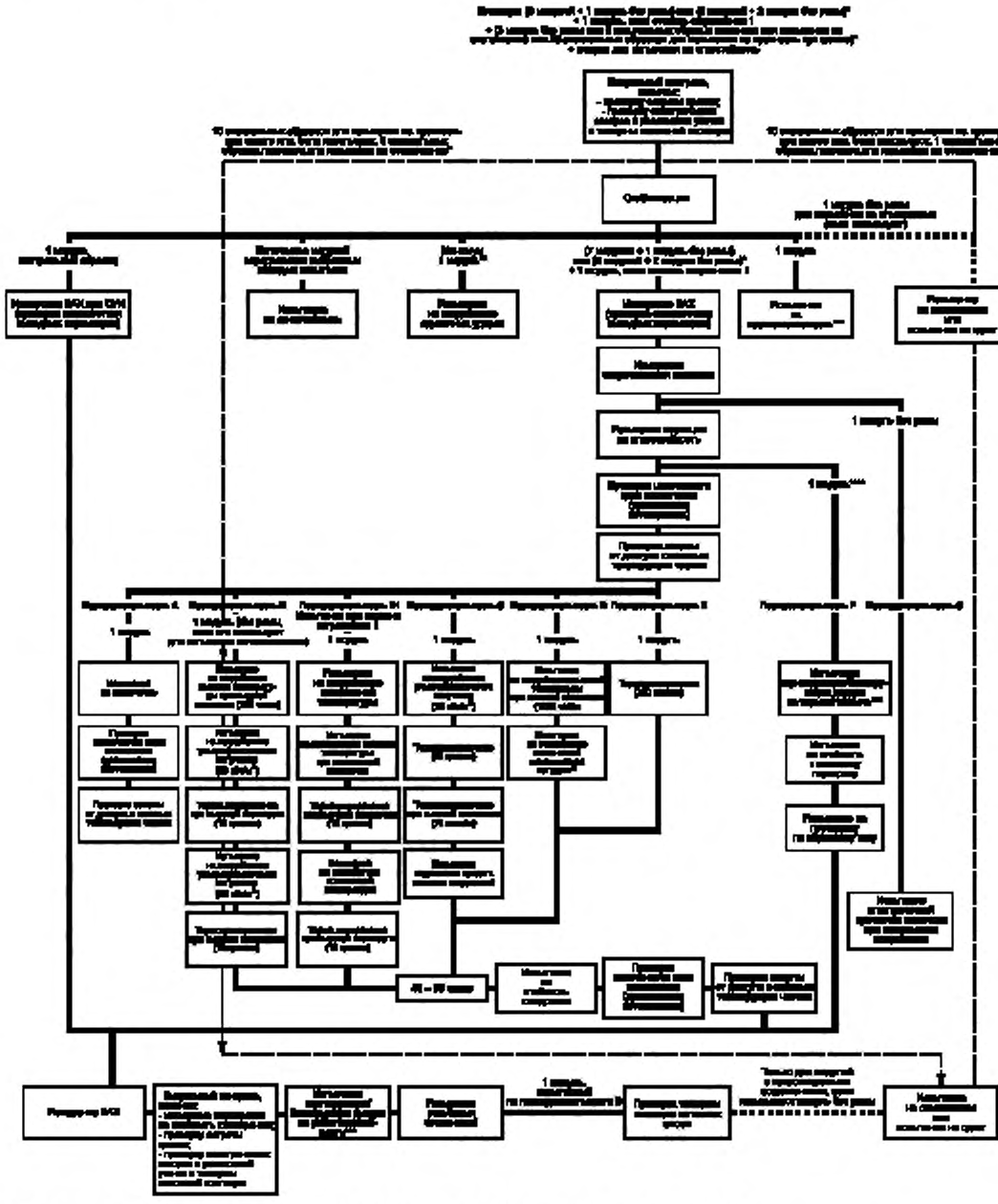
Обязательные испытания определяются классом фотоэлектрического модуля по способу защиты от поражения электрическим током (см. раздел 5).

Примечания

1 Классы фотоэлектрических модулей по способу защиты от поражения электрическим током см. *ГОСТ Р 58809.1—2020, раздел 4.*

2 Обозначения испытаний по настоящему стандарту, принятые в примененном международном стандарте, приведены в приложении А.

Если предполагается проводить стабилизацию по альтернативному методу и это допустимо для модулей данного типа в соответствующей части *ГОСТ Р 56980.1* (*см. также [5]*), до проведения начальной стабилизации выполняют проверку применимости альтернативного метода стабилизации на трех фотоэлектрических модулях (см. *ГОСТ Р 56980.2—2020, 3.3.2*).



* Для фотоэлектрических модулей с неразрешаемым соединением лицевого и тыльного покрытий.
** Количество образцов – не менее количества возможных способов установки.
*** Для проведения испытаний могут быть необходимы специальные эмитирующие образцы.
**** Каждое из испытаний последовательности может проводиться на отдельном образце.

Примечания:
1 Указано минимально необходимое количество испытуемых образцов.
2 При климатических испытаниях может быть использован эмитирующий образец (за исключением сертификационных и приемо-сдаточных испытаний и ряда выполняемых испытаний).

Рисунок 1 — Общий порядок проведения испытаний

Если конструкция фотоэлектрического модуля включает раму, перед началом испытаний снимают раму с одного испытуемого образца (этот образец предназначен для испытаний по последовательности G).

Если в испытуемом фотоэлектрическом модуле лицевое и тыльное покрытия соединены с помощью непроницаемого соединения толщиной не менее 10 мм и хотя бы одно из них гибкое, а конструкция фотоэлектрического модуля включает раму, то для испытаний отбирают еще один или два образца (по количеству гибких покрытий) и перед началом испытаний снимают раму с трех или четырех испытуемых образцов соответственно.

Испытания по последовательности B1 выполняют, если для испытуемого фотоэлектрического модуля установлена степень загрязнения 1 (см. *ГОСТ Р 58809.1—2020, 8.3.2 и А.1.3*).

Испытания по последовательности F могут проводиться параллельно, каждое с отдельным образцом.

Испытания на отслаивание проводят только для фотоэлектрических модулей, в которых соединение лицевого и тыльного покрытий является непроницаемым соединением и хотя бы одно из внешних покрытий выполнено из гибкого материала.

Если для испытаний на отслаивание используют специально изготовленные образцы ламината, то при испытаниях по последовательности B испытывают фотоэлектрический модуль с рамой и образец ламината, после чего этот образец ламината испытывают на отслаивание.

Испытания на сдвиг проводят только для фотоэлектрических модулей, в которых соединение лицевого и тыльного покрытий является непроницаемым соединением и оба покрытия выполнены из жесткого материала. В этом случае при испытаниях по последовательности B испытывают фотоэлектрический модуль с рамой и 10 специально изготовленных образцов, с которыми далее проводят испытание на сдвиг.

В порядке проведения испытаний на рисунке 1 проведение проверки целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов) и проверки защиты от доступа к опасным токоведущим частям показано отдельно, после испытания на ползучесть, однако оценку результатов испытания на ползучесть следует проводить после завершения всех испытаний и проверки электрических зазоров и расстояний утечки.

Промежуточные контрольные измерения (измерение сопротивления изоляции по 10.7 и испытание изоляции во влажной среде по 10.8) после каждого испытания на воздействие внешних факторов в последовательностях B—E не являются обязательными и могут быть пропущены. Эти испытания являются обязательными только после последнего испытания в каждой последовательности.

Влияние испытания на мощность фотоэлектрического модуля проверяют с помощью измерения вольт-амперных характеристик (ВАХ) и определения максимальной мощности по 10.3 после проведения испытания.

Выдержка от 48 до 96 ч — минимально необходимое время между визуальным контролем после завершения последнего испытания на воздействие климатических факторов в последовательностях B—E и последующим визуальным контролем. Это связано с возможными изменениями в течение нескольких дней видимых повреждений, проявившихся в первые несколько часов после испытаний внешних климатических факторов. Время ожидания не распространяется ни на какие другие контрольные проверки, кроме визуального контроля.

Если для климатических испытаний по какой-либо из последовательностей B—E необходимо использовать замещающие образцы, такие образцы должны пройти все испытания по соответствующей последовательности, а также все необходимые испытания до и после, указанные на рисунке 1.

Примечание — Использовать замещающие образцы для климатических испытаний при сертификационных и приемо-сдаточных испытаниях не допускается.

Если любое из приведенных на рисунке 1 испытаний выполняется отдельно, вне связи с другими испытаниями, такому испытанию должны предшествовать стабилизация и все начальные испытания, указанные на рисунке 1.

При проведении испытаний следует строго соблюдать инструкции изготовителя по обращению с испытуемыми фотоэлектрическими модулями, их монтажу и подключению.

5 Обязательные испытания фотоэлектрических модулей в зависимости от класса по способу защиты от поражения электрическим током

В таблице 1 указаны обязательные испытания фотоэлектрических модулей для проверки соответствия требованиям безопасности в зависимости от класса по способу защиты от поражения электрическим током.

Таблица 1 — Обязательные испытания фотоэлектрических модулей на соответствие требованиям безопасности в зависимости от класса по способу защиты фотоэлектрических модулей от поражения электрическим током

Испытание	Класс	
	0; II	III
Общий контроль		
Визуальный контроль	×	×
Измерение ВАХ	×	×
Проверка толщины изоляции из тонких слоев	×	–
Испытание маркировки на стойкость к истиранию	×	×
Проверка остроты кромок	×	×
Испытание шунтирующих/блокирующих диодов на работоспособность	×	×
Испытания на опасность поражения электрическим током		
Измерение сопротивления изоляции	×	×
Испытание изоляции на влагостойкость	×	–
Проверка защиты от доступа к опасным токоведущим частям	×	–
Испытание на устойчивость к надрезам	×	–
Проверка целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов)	×	–
Испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении	×	–
Испытание надежности средств внешних соединений	×	×
Испытания на пожароопасность		
Испытание на стойкость к местному перегреву	×	×
Испытание на огнестойкость	×[1)]	×[1)]
Испытание на воспламеняемость	×	×
Испытание шунтирующих/блокирующих диодов на термостойкость	×	×
Испытание на перегрузку по обратному току	×	–
Испытания на воздействие внешних механических факторов		
Испытание на воздействие одиночных ударов	×	×
Испытания винтовых соединений	×	×
Испытание на воздействие статической механической нагрузки	×	×
Испытание на отслаивание	×[2), 3)]	×[2), 3)]
Испытание на сдвиг	×[2), 4)]	×[2), 4)]
Испытание на ползучесть	×	×
Испытание надежности средств внешних соединений	×	×

Окончание таблицы 1

Испытание	Класс	
	0, II	III
Испытания на воздействие внешних климатических факторов		
Термоциклирование (50 циклов и 200 циклов)	×	×
Термоциклирование при высокой влажности (10 циклов)	×	×
Испытание на воздействие высокой температуры при высокой влажности (200 и 1000 ч)	×	×
Испытание на воздействие пониженной температуры	× [5)]	× [5)]
Испытание на воздействие высокой температуры при пониженной влажности	× [5)]	×[5)]
Испытание на воздействие ультрафиолетового излучения (15 кВт·ч/м^2 и 60 кВт·ч/м^2)	×	×

«×» — Испытание обязательно.

«–» — Испытание проводить не обязательно.

[1)] Необходимость проведения испытания на огнестойкость зависит не от класса защиты от поражения электрическим током, а от места установки фотоэлектрических модулей. Как правило, оно обязательно только для фотоэлектрических модулей, интегрированных в строительные конструкции или устанавливаемых на них.

[2)] Только для фотоэлектрических модулей с непроницаемым соединением лицевого и тыльного покрытий по торцу.

[3)] Только для фотоэлектрических модулей с гибким лицевым и/или тыльным покрытиями (например, типа «стекло/пленка» или «пленка/пленка»).

[4)] Только для фотоэлектрических модулей с жестким лицевым и тыльным покрытиями (например, типа «стекло/стекло»).

[5)] Испытание проводят только для подтверждения того, что степень загрязнения обоснованно снижена с 2 до 1.

6 Отбор образцов

В общем случае, если не используют замещающие образцы, для проведения испытаний из производственной партии или партий случайным образом отбирают не менее десяти фотоэлектрических модулей плюс один фотоэлектрический модуль, если для фотоэлектрических модулей установлена степень загрязнения 1, а также плюс образцы для проведения испытания на огнестойкость и испытаний непроницаемых соединений, если в фотоэлектрическом модуле есть непроницаемые соединения (см. рисунок 1).

Общее количество образцов, отбираемых для испытаний, определяется обязательным минимальным количеством образцов, необходимых для проведения испытаний, количеством возможных вариантов материалов и компонентов, технологией изготовления, количеством способов установки, особенностями применения, необходимостью проведения стабилизации по альтернативному методу, особенностями испытательной лаборатории, пожеланиями изготовителя, а также количеством замещающих образцов, используемых вместо указанных на рисунке 1.

Если лицевое и тыльное покрытия фотоэлектрического модуля соединены с помощью непроницаемого соединения, необходимы как минимум следующие дополнительные образцы:

- если испытывают фотоэлектрические модули, у которых хотя бы одно из внешних покрытий гибкое (например, фотоэлектрические модули типа «стекло/пленка» или «пленка/пленка»), необходимы два модуля или три специально подготовленных образца ламината для проведения испытания на отслаивание, см. 10.21;

- если испытывают фотоэлектрические модули, у которых оба внешних покрытия жесткие (например, фотоэлектрические модули типа «стекло/стекло»), необходимы 20 специальных образцов, подготовленных, как указано в 10.22.2, для испытания на сдвиг, см. 10.22.

Если фотоэлектрические модули испытывают на огнестойкость, также необходимы образцы, количество и требования к которым определяются используемым методом испытаний (см. 10.14 и приложение С).

Если изготовителем указано несколько возможных вариантов установки фотоэлектрического модуля, вместо одного модуля для испытания на воздействие одиночных ударов и испытания на воздействие статической механической нагрузки необходимо как минимум столько образцов, сколько возможных способов установки указано изготовителем (см. рисунок 1).

Для проведения испытаний на огнестойкость (10.14), на воспламеняемость (10.15) и на воздействие одиночных ударов (10.18) могут быть использованы полностью укомплектованные фотоэлектрические модули без дефектов, но с низкой максимальной мощностью или нефункционирующие.

Вместо одного образца для испытаний по последовательности F может быть отобрано три образца, по одному для каждого из испытаний. Отбор отдельного образца обязателен для тех испытаний по последовательности F, прохождение которых для фотоэлектрических модулей данного типа может повлиять на результаты одного из последующих испытаний по последовательности F.

Результаты испытаний относятся только к конструкции фотоэлектрических модулей с теми компонентами, которые были установлены на испытанных образцах. Если для изготовления фотоэлектрического модуля могут быть использованы несколько вариантов компонентов/материалов для выполнения одних и тех же функций, или одни и те же компоненты/материалы разных поставщиков, или один и тот же компонент из разных материалов, или несколько вариантов технологии изготовления, то для каждого варианта и/или сочетания вариантов должно быть отобрано и испытано не менее указанного выше количества образцов (требования к необходимому для проведения испытаний количеству образцов см. также в *[6]*). Если указанные различные варианты относятся не к компонентам/материалам, входящим в состав ламината или аналогичной части фотоэлектрического модуля, то требования к количеству отобранных образцов для каждого варианта и/или сочетания вариантов распространяются только на количество образцов для испытаний, на результаты которых может повлиять различие вариантов. Изменения проводников или соединителей не требуют отбора образцов фотоэлектрических модулей с каждым возможным вариантом. В протоколе испытаний должны быть зафиксированы все указанные варианты компонентов/материалов, технологии изготовления или их сочетания и соответствующее отобранное и испытанное количество образцов фотоэлектрических модулей.

Если изготовитель предполагает использовать несколько вариантов коммутационных коробок и/или коммутационные коробки разных изготовителей или несколько вариантов крепления коммутационных коробок, то вместо образцов фотоэлектрических модулей с каждым возможным вариантом достаточно замещающих образцов, состоящих из тыльного покрытия (или иного компонента фотоэлектрического модуля, на котором установлена коммутационная коробка) и коммутационной коробки, закрепленной на нем таким же образом, как и на испытуемом образце.

Если изготовителем указано несколько возможных вариантов установки фотоэлектрического модуля, то вместо одного модуля для испытания на воздействие статической механической нагрузки может быть необходимо столько образцов, сколько возможных способов установки указано изготовителем.

Образцы, представленные для испытаний, подвергают входному контролю, при котором выявляют комплектность каждого образца и его соответствие технической документации.

Образцы для испытаний должны быть изготовлены из указанных в сопроводительных документах материалов и компонентов в соответствии с чертежами и технологическими картами изготовителя, по утвержденной технологии (оборудование, материалы и условия производства) и должны пройти установленные процедуры заводской проверки, контроля качества и приемочных испытаний. Испытуемые образцы должны быть полностью укомплектованы и сопровождаться технической документацией, в том числе руководством по эксплуатации, инструкциями по окончательной сборке, монтажу и подключению, включая рекомендации по установке диодов, рам, кронштейнов и т. п.

Все компоненты фотоэлектрического модуля, для которых установлены специальные стандарты, должны соответствовать требованиям этих стандартов, о чем должно быть подтверждение в технической документации фотоэлектрического модуля, например сертификаты соответствия и т. п. Например, коммутационные коробки должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 56981*, электрические соединители — требованиям *ГОСТ Р 57230* и т. д.

Маркировка и документация образцов должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 58809.1—2020, раздел 9*. Если используются замещающие образцы, на них должна быть маркировка, тождественная маркировке полноразмерного образца, и она должна сохраняться в продолжение всей программы испытаний.

Если испытуемые образцы снабжены или предназначены для применения со специальными средствами заземления или если они снабжены или предназначены для установки со специальными средствами монтажа, которые влияют на качество заземления, эти средства должны быть поставлены вместе с испытуемыми образцами.

При испытаниях безрамных фотоэлектрических модулей монтажные кронштейны модулей должны рассматриваться как составная часть испытуемых образцов, если они поставляются вместе с испытуемыми образцами или если в руководстве по монтажу испытуемых образцов указаны конкретная модель или материал и размеры монтажных кронштейнов.

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

Для испытания шунтирующих/блокирующих диодов могут быть необходимы специально подготовленные замещающие образцы (требования к таким образцам см. в *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.15.1.2*).

За исключением сертификационных и приемо-сдаточных испытаний, если при климатических испытаниях полноразмерные образцы из-за больших размеров невозможно поместить в испытательное оборудование, например климатическую камеру, допускается использовать замещающий образец меньшего размера, эквивалентный по конструкции, материалам и способу изготовления. Если вместо полноразмерных образцов для климатических испытаний используют замещающие образцы, указанное выше количество отбираемых образцов может быть уменьшено на количество замещающих образцов.

Если модули, подлежащие испытаниям, являются новыми разработками и еще не поставлены на производство или модули изготовлены для индивидуального проекта, это должно быть отмечено в протоколе испытаний.

Если испытания по настоящему стандарту проводят совместно с испытаниями на соответствие техническим требованиям по *ГОСТ Р 56980.2*, для проведения испытаний по обоим стандартам может быть использован один и тот же комплект образцов, отвечающих также требованиям *ГОСТ Р 56980.1*.

7 Оценка результатов испытаний

Фотоэлектрический модуль считают выдержавшим испытания по настоящему стандарту и соответствующим требованиям безопасности, если результаты каждого испытания каждого испытанного образца соответствуют требованиям к успешным испытаниям и при испытаниях по последовательностям A—F не произошло обрывов электрических цепей испытуемых образцов.

Испытанные образцы считают не соответствующими требованиям безопасности, если какой-либо образец не выдержал одно из испытаний по настоящему стандарту.

8 Видимые функциональные повреждения

С точки зрения соответствия фотоэлектрического модуля требованиям безопасности видимыми функциональными повреждениями являются:

a) сломанные внешние поверхности или внешние поверхности с трещинами или порезами;

b) искривление или смещение внешних компонентов, включая внешние покрытия, раму и коммутационную коробку, до степени, ухудшающей рабочие или монтажные характеристики испытуемого образца и его безопасность;

c) пузырьки или расслоения, образующие непрерывный путь между какой-либо частью электрической цепи и краем испытуемого образца;

d) пузырьки, сумма площади которых составляет более 1 % от общей площади испытуемого образца;

e) наличие каких-либо расплавленных или сгоревших компонентов;

f) нарушение механической целостности до степени, ухудшающей рабочие или монтажные характеристики испытуемого образца и его безопасность;

g) трещина фотоэлектрического элемента, распространение которой может привести к отделению от электрической цепи испытуемого образца более 10 % площади этого элемента, и сломанные фотоэлектрические элементы;

h) отсутствие токоведущих частей или их видимая коррозия, занимающая более 10 % фотоэлектрического элемента;

i) наличие повреждений токоведущих частей;

j) наличие короткозамкнутых токоведущих частей или доступных токоведущих частей;

k) маркировка на испытуемых образцах не держится или информация на ней не читается;

l) наличие острых краев, заусенцев и т. п., которые могут повредить изоляцию или нанести травму.

Для фотоэлектрических модулей, соединение лицевого и тыльного покрытий которых является непроницаемым, к видимым функциональным повреждениям также относят наличие проводящих и электрически связанных пузырьков или расслоений в слое/слоях между торцом фотоэлектрического модуля и ближайшей внутренней токоведущей частью, если кратчайшее расстояние через непроницаемое соединение, включающее расстояния от торца до пузырьков/расслоений, между пузырьками/расслоениями и от них до конца соединяющего слоя/до токоведущей части, меньше минимально допустимого расстояния через непроницаемое соединение, указанного в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4*.

Для фотоэлектрических модулей, соединение лицевого и тыльного покрытий которых не является непроницаемым, к видимым функциональным повреждениям также относят наличие проводящих и электрически связанных пузырьков или расслоений в изоляции между торцом фотоэлектрического модуля и ближайшей внутренней токоведущей частью, если кратчайшее расстояние от торца ламината до ближайшей токоведущей части, включающее расстояния от торца до пузырьков/расслоений, между пузырьками/расслоениями и от них до токоведущей части, меньше минимально допустимого расстояния утечки, указанного в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4*.

Примечания

1 Здесь и далее речь идет о минимально допустимых значениях, указанных в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4*, для соответствующего класса по способу защиты от поражения электрическим током, максимального номинального напряжения постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен фотоэлектрический модуль, группы материалов и степени загрязнения.

2 Рекомендации по определению электрически связанных пузырьков и расслоений, а также кратчайших расстояний через непроницаемое соединение и расстояний утечки при наличии пузырьков между торцом и ближайшей к нему токоведущей частью см. в 10.2.3.

9 Стабилизация

Стабилизацию проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, разделу 3*.

10 Испытания

10.1 Общие положения

Если не указано иное, условия окружающей среды в помещении, в котором проводят испытания, должны соответствовать нормальным климатическим условиям испытаний:

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

Если не указано иное:

- точность прилагаемых нагрузок 5 %, единица измерения ньютон (Н);
- точность крутящих моментов 5 %, единица измерения ньютон на метр (Н·м).

По договоренности между испытательной лабораторией и изготовителем фотоэлектрических модулей испытания могут быть проведены при более жестких условиях, чем указано в настоящем разделе. В этом случае в протоколе испытаний должны быть зафиксированы факт изменения условий испытаний и условия испытаний.

10.2 Визуальный контроль

10.2.1 Назначение

Испытание предназначено для выявления любых видимых дефектов и повреждений испытуемых образцов.

10.2.2 Испытательное оборудование

Для проведения испытаний требуются световой стол, лупы просмотровые (*по крайней мере ЛП-Х-4[х] ГОСТ 25706—83 и ЛП-Х-10[х] ГОСТ 25706—83, см. ГОСТ 25706—83*), измерительные инструменты (для проверки размеров испытуемых образцов и определения размеров дефектов и т. п.), весы,

а также фотоаппарат или аналогичное устройство для фиксации дефектов и повреждений с требуемой кратностью увеличения, шаблоны, если необходимо.

10.2.3 Проведение испытания

Тщательно осматривают каждый испытуемый образец при освещении не менее 1000 лк для выявления видимых функциональных повреждений, указанных в разделе 8.

Фиксируют любые дефекты и повреждения, которые могут влиять на безопасность испытуемых образцов, описывают и/или фотографируют состояние и положение всех обнаруженных повреждений, в том числе трещин, пузырьков, отслоений и т. п., которые могут ухудшить или отрицательно повлиять на характеристики испытуемого образца в последующих испытаниях, и вносят эти данные в протокол испытаний, а также:

- перед проведением испытаний во время визуального контроля проверяют соответствие габаритных, установочных и присоединительных размеров и массы значениям, указанным в технической документации;
- перед проведением испытаний и при заключительных испытаниях во время визуального контроля проверяют отсутствие острых кромок в соответствии с 10.6;
- перед проведением испытаний (рекомендуется) и при заключительных испытаниях во время визуального контроля проверяют соответствие расстояний утечки, электрических зазоров, расстояний через изоляцию требованиям, указанным в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4;*
- при заключительных испытаниях во время визуального контроля проводят испытание маркировки на стойкость к истиранию в соответствии с 10.5.

Примеры электрических зазоров, расстояний утечки и расстояний через изоляцию в фотоэлектрических модулях приведены в *ГОСТ Р 58809.1—2020 на рисунках А.1—А.3.* Примеры измерения расстояния утечки приведены в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблица А.1.*

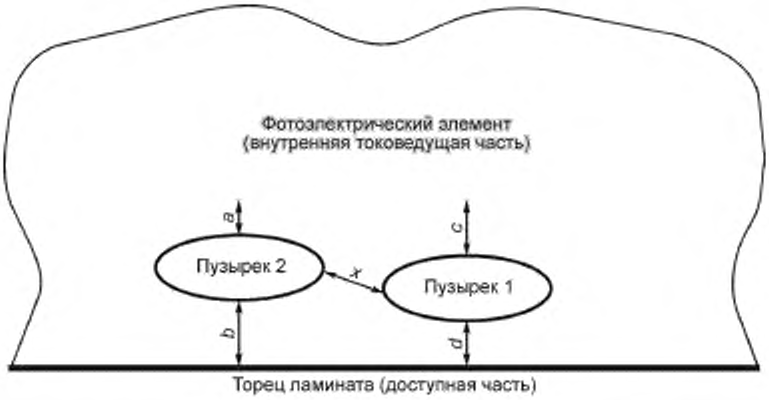
Примеры определения минимального расстояния утечки и минимального расстояния через непроницаемое соединение при наличии пузырьков или расслоений приведены на рисунке 2.

Пузырьки и расслоения в ламинате считают проводящими. В зависимости от типа соединения внешних покрытий пузырьки или расслоения в изоляционном материале между торцом ламината и ближайшей токоведущей частью считают электрически связанными, если наименьшее расстояние между пузырьками/расслоениями вдоль торца ламината не превышает удвоенное значение расстояния через непроницаемое соединение или расстояния утечки, указанные в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4.*



а) Схема измерения расстояний
(вид со стороны тыльной или лицевой поверхности)

Рисунок 2 — Оценка расстояний утечки или расстояний через изоляцию (толщины изоляции) при наличии пузырьков между краем ламината и ближайшей внутренней токоведущей частью фотоэлектрического модуля, лист 1



b) Схема оценки расстояний утечки или расстояний через изоляцию
(вид со стороны тыльной или лицевой поверхности)

Рисунок 2, лист 2

Например, если соединение лицевого и тыльного покрытий является непроницаемым соединением, то на схеме рисунка 2b) пузырьки считают электрически связанными, если расстояние *x* между ними не превышает удвоенное минимально допустимое расстояние через непроницаемое соединение, указанное в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4*. Если лицевое и тыльное покрытия соединены иным способом, то для схемы на рисунке 2b) пузырьки считают электрически связанными, если расстояние *x* между ними не превышает удвоенное минимально допустимое расстояние утечки, указанное в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4. И в том и в другом случае* минимальное расстояние через непроницаемое соединение или расстояние утечки (кратчайший путь вдоль границы раздела) будут равны сумме расстояний *a* и *d*.

Когда расстояние *x* между пузырьками больше удвоенного минимально допустимого расстояния через непроницаемое соединение или расстояния утечки, пузырьки не считают электрически связанными и минимальное расстояние через непроницаемое соединение или расстояние утечки будут равны меньшей из сумм расстояний *a* и *b* или *c* и *d*.

Минимальное расстояние через непроницаемое соединение и расстояние утечки должны быть не меньше соответствующих значений расстояния через непроницаемое соединение и расстояния утечки, указанные в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4*.

10.2.4 Оценка результатов испытаний

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8.

Видимые дефекты и повреждения, отличные от видимых функциональных повреждений, считают допустимыми с точки зрения участия испытуемого образца в испытаниях на соответствие требованиям безопасности.

10.3 Измерение вольт-амперных характеристик

Испытание проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.2*.

Измерение ВАХ проводят при стандартных условиях испытаний (СУИ): 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. *[7]*).

Примечание — Другие условия испытаний, установленные в стандартах, приведены в приложении В.

Измерение ВАХ проводят с использованием имитатора солнечного излучения.

Примечание — Допускается проводить измерение ВАХ при естественном солнечном освещении, если доказано, что при измерении в таких условиях обеспечены достаточная требуемая воспроизводимость, повторяемость, достоверность и точность результатов.

При измерении ВАХ в начале и конце всех испытаний, после отдельных испытаний определяют максимальную мощность испытуемых образцов для оценки ее изменения в результате испытаний. При начальных испытаниях также оценивают соответствие значений тока короткого замыкания и напряжения холостого хода значениям, указанным на паспортной табличке и в технической документации испытуемого образца.

Значение максимальной мощности при СУИ при начальном измерении ВАХ всех испытуемых образцов должно быть в пределах допустимого отклонения номинальной мощности, указанного на паспортной табличке и в технической документации испытуемого образца.

Значения тока короткого замыкания и напряжения холостого хода испытуемого образца должны быть в пределах допусков, указанных на паспортной табличке и в технической документации испытуемого образца.

ВАХ не должна иметь никаких дополнительных изгибов или других отклонений по сравнению с исходной ВАХ, указанной в документации испытуемого образца или полученной в начале испытаний, или при предыдущем определении максимальной мощности.

Примечание — Одной из основных причин нарушения безопасности и выхода из строя является неоднородность деградации компонентов фотоэлектрических модулей, прежде всего фотоэлектрических элементов. Деградация отдельных фотоэлектрических элементов или их сборок может приводить к появлению местного перегрева, высокой температуры модулей или постоянной работе диодов. Определение максимальной мощности позволяет выявить такую неоднородность деградации.

Снижение максимальной мощности испытуемого образца в процессе одного испытания и после всех испытаний по последовательностям A—G не должно быть не более 5 % относительно значения, полученного при начальных измерениях.

Допускается для проверки изменения максимальной мощности испытуемых образцов в результате испытаний измерять ВАХ и определять максимальную мощность при одних и тех же условиях испытаний, отличных от СУИ, как указано в *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.2.4*. Однако и в этом случае соответствие значений максимальной мощности, тока короткого замыкания и напряжения холостого хода испытуемых образцов значениям, указанным на паспортной табличке, должно быть проверено с помощью измерения ВАХ при СУИ в начале испытаний. Рекомендуется у контрольного образца помимо измерения ВАХ при СУИ измерять ВАХ при выбранных условиях испытаний.

10.4 Проверка толщины изоляции из тонких слоев

10.4.1 Назначение

Испытание предназначено для проверки соответствия минимальной толщины изоляции из тонких слоев требованиям *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4*.

Испытание проводят только для фотоэлектрических модулей классов 0 и II (см. раздел 5).

Для фотоэлектрических модулей со стеклянными внешними покрытиями это испытание не проводят.

10.4.2 Проведение испытания

1) На каждой стороне испытуемого образца выбирают три места с минимальной толщиной защитного покрытия.

Примечание — Обычно толщина может быть минимальна над/под паяными соединениями и на краях безрамных фотоэлектрических модулей.

2) Измеряют толщину отдельных слоев, защищающих внутренние токоведущие части испытуемого образца от внешней среды. Погрешность измерений должна быть не более ± 10 %, включая воспроизводимость.

После этого определяют толщину части слоев, относящихся к эффективной изоляции (см. *ГОСТ Р 58809.1—2020, 8.3.5.3 и рисунок 4*).

Примечание — Допускается использовать как разрушающий, так и неразрушающий методы измерений.

10.4.3 Оценка результатов испытания

Толщина изоляции из тонких слоев испытанного образца должна быть не меньше минимально допустимого значения, указанного в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4* с учетом погрешности измерений.

При оценке измеренной толщины изоляции из тонких слоев значения, указанные в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4*, должны быть увеличены на погрешность измерений. Например, для фотоэлектрического модуля, относящегося к классу II и предназначенного для работы в фотоэлектрических системах с номинальным напряжением постоянного тока не более 1000 В, в соответствии с *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблица 4*, толщина изоляции из тонких слоев должна составлять не менее 150 мкм. Если погрешность измерений составляет ± 10 %, измеренное значение толщины изоляции из тонких слоев должно быть не менее 165 мкм.

10.5 Испытание маркировки на стойкость к истиранию

Маркировку трут вручную куском хлопчатобумажной ткани, смоченной водой, в течение 15 с, а затем в течение 15 с — куском хлопчатобумажной ткани, смоченной бензином.

Для испытания используют бензин (гексановый растворитель) со следующими показателями:

- содержание ароматических углеводородов: не более 0,1 % по объему;
- показатель КБ (каури-бутанол): 29;
- температура начала кипения: около 65 °С;
- температура конца кипения: около 69 °С;
- плотность: около 0,68 г/см^3.

Испытанный образец считают выдержавшим испытание, если маркировка осталась четкой и разборчивой, не имеет признаков скручивания и прочно закреплена.

После всех испытаний на воздействие внешних климатических факторов маркировка также должна оставаться четкой и разборчивой.

С маркировкой, нанесенной вдавливанием, штамповкой, тиснением, гравировкой или иными подобными способами, данное испытание не проводят.

10.6 Проверка остроты кромок

Доступные поверхности испытуемого образца должны быть гладкими и не иметь острых краев, заусенцев и т. д., которые могут повредить изоляцию проводников или нанести травму. Соответствие этому требованию проверяют осмотром или может быть проведено испытание по *ГОСТ Р ИСО 8124-1*.

10.7 Измерение сопротивления изоляции

10.7.1 Назначение

Испытание предназначено для проверки, достаточно ли хорошо токоведущие части испытуемого фотоэлектрического модуля изолированы от доступных частей и доступных проводящих частей.

10.7.2 Проведение испытания

Испытание проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.3*.

Испытательное напряжение определяется классом испытуемого образца по способу защиты от поражения электрическим током и максимально допустимым номинальным напряжением постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен испытуемый образец (см. таблицу 2).

Таблица 2 — Испытательное напряжение при измерении сопротивления изоляции

Класс по способу защиты от поражения электрическим током	Испытательное напряжение, В
0	1000 В плюс двукратное максимально допустимое номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен испытуемый образец
II	2000 В плюс четырехкратное максимально допустимое номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен испытуемый образец
III	500 В

Если в испытуемых фотоэлектрических модулях соединение лицевого и тыльного покрытий является непроницаемым соединением, в соответствии с требованиями *ГОСТ Р 58809.1—2020, 8.3.5.2*, испытание проводят при испытательном напряжении в 1,35 раза большем, чем испытательное напряжение, указанное в таблице 2.

10.7.3 Оценка результатов испытания

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8,
- при проведении испытания не было пробоя изоляции и поверхностного пробоя;
- у испытуемых образцов с площадью рабочей поверхности не более 0,1 м^2 значение сопротивления изоляции не менее 400 МОм;
- у испытуемых образцов с площадью рабочей поверхности более 0,1 м^2 произведение измеренного сопротивления изоляции на площадь поверхности испытуемого образца не менее 40 МОм·м^2.

10.8 Испытание изоляции на влагостойкость

10.8.1 Назначение

Испытание предназначено для оценки возможности повреждения изоляции фотоэлектрического модуля при работе в условиях повышенной влажности и проверки того, что влажность, создаваемая дождем, туманом, росой или тающим снегом, не проникает к токоведущим частям модуля, где она может вызвать коррозию, короткое замыкание или создать угрозу безопасности.

10.8.2 Проведение испытания

Испытание проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.12.*

Если в испытуемых фотоэлектрических модулях соединение лицевого и тыльного покрытий является непроницаемым соединением, в соответствии с требованиями *ГОСТ Р 58809.1—2020, 8.3.5.2,* испытание проводят при испытательном напряжении в 1,35 раза большем, чем испытательное напряжение, указанное в таблице 2.

10.8.3 Оценка результатов испытания

Испытанные образцы считают выдержавшими испытание, если:

- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8, в том числе следы нарушения изоляции и поверхностного пробоя;
- для испытуемых образцов с рабочей поверхностью менее 0,1 м^2 сопротивление изоляции составляет не менее 400 МОм;
- для испытуемых образцов с рабочей поверхностью более 0,1 м^2 произведение измеренного сопротивления изоляции и площади модуля составляет не менее 40 МОм·м^2.

10.9 Проверка защиты от доступа к опасным токоведущим частям

10.9.1 Назначение

Испытание предназначено для проверки, обеспечена ли в фотоэлектрическом модуле необходимая защита от доступа к опасным токоведущим частям.

Испытание проводят перед и после испытаний на воздействие внешних факторов (см. рисунок 1). Испытание может быть проведено также после любого испытания, если есть основания полагать, что токоведущие части могли быть обнажены в ходе проведения испытания.

10.9.2 Испытательное оборудование

a) Испытательный щуп 11 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 61032—2000, рисунок 7.*

b) Омметр или прибор для определения обрывов цепи.

10.9.3 Проведение испытания

1) Устанавливают испытуемый образец в соответствии с рекомендациями изготовителя, устанавливают на испытуемом образце все компоненты, которые должны быть установлены на нем в соответствии с рекомендациями изготовителя, и подключают все проводники, электрические соединители и т. п., которые будут подключены к испытуемому образцу во время эксплуатации.

2) Устанавливают перемычку между выводами испытуемого образца и соединяют их с омметром или прибором для определения обрывов цепи.

Соединяют омметр или прибор для определения обрывов цепи с испытательным щупом.

3) Удаляют все детали, которые можно удалить без применения инструмента.

4) С помощью испытательного щупа прикладывают усилие 10 Н ± 5 % к участкам внутри и вокруг распределительной коробки, всех электрических соединителей и к любым другим участкам, где возможен доступ к токоведущим частям испытуемого образца. При этом следят за показаниями омметра или прибора для определения обрывов цепи, для того чтобы определить, возникает ли электрический контакт испытательного щупа с опасными токоведущими частями испытуемого образца.

10.9.4 Оценка результатов испытания

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- при проведении испытания сопротивление между испытательным щупом и токоведущими частями испытуемого образца не ниже 1 МОм;

- при проведении испытания испытательный щуп не соприкасался с токоведущими частями испытуемого образца.

10.10 Испытание на стойкость к надрезам

10.10.1 Назначение

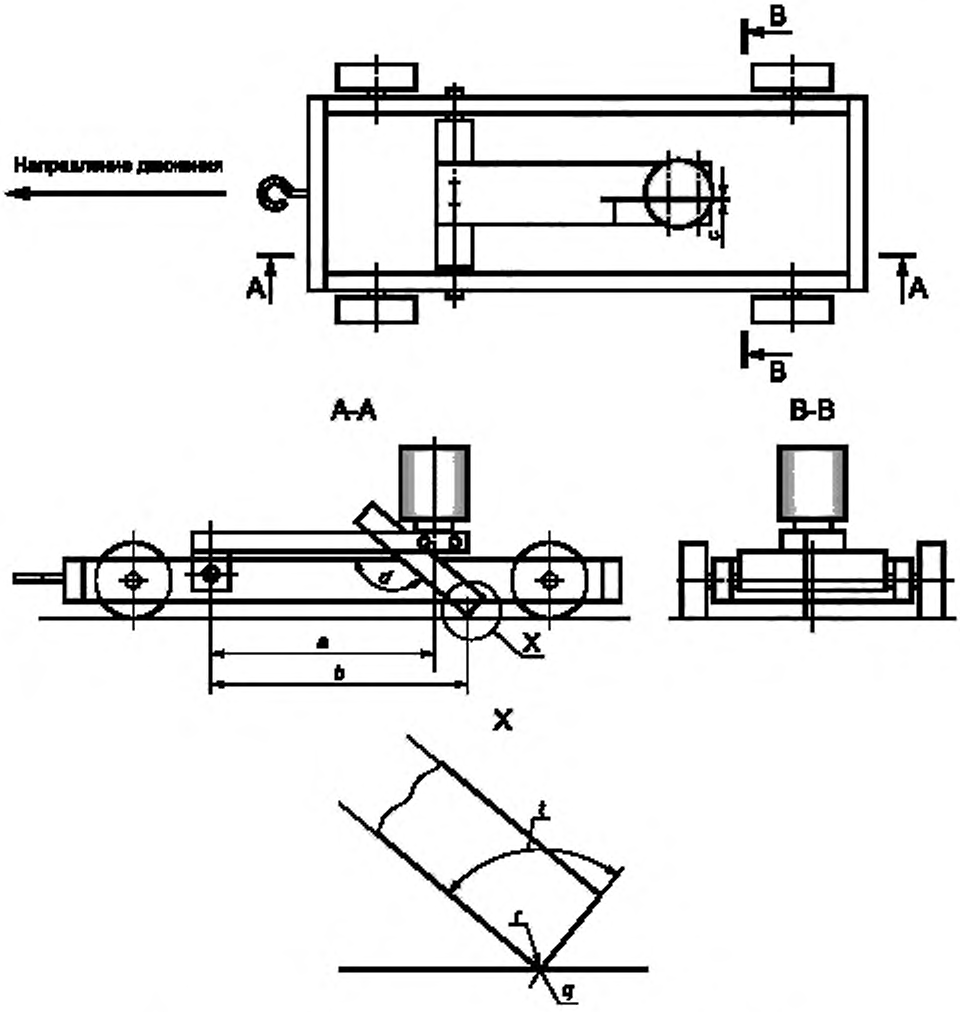
Испытание предназначено для проверки, выдерживают ли лицевое и тыльное покрытия из полимерных материалов обычное обращение с ними при монтаже и обслуживании, не подвергая персонал опасности поражения электрическим током.

Для фотоэлектрических модулей, у которых оба внешних покрытия жесткие (например, фотоэлектрические модули типа «стекло/стекло»), это испытание не проводят.

10.10.2 Испытательное оборудование

Для проведения испытаний требуется испытательное устройство для нанесения надрезов с острым закаленным стальным лезвием, позволяющее наносить надрезы на внешние поверхности лицевого и тыльного покрытий с усилием (8,9 ± 0,5) Н. Лезвие должно иметь толщину (0,64 ± 0,05) мм и быть достаточно жестким, чтобы не сгибаться вбок во время испытания. Конец лезвия должен иметь угол при вершине, равный (90 ± 2)°, и должен быть закруглен с радиусом (0,115 ± 0,025) мм.

Испытательное устройство приведено на рисунке 3. Допускается применение других испытательных устройств, обеспечивающих требуемые условия испытаний (усилие и форму надрезов).



a — 150 мм от оси до центра груза; *b* — 170 мм от оси до испытываемой точки,
c — полоска из углеродистой стали толщиной (0,64 ± 0,05) мм;
d — угол 140° между горизонтальной плоскостью и краем полоски,
q — полная сила, действующая в испытываемой точке (8,9 ± 0,5) Н;
r — кончик, закругленный с радиусом (0,115 ± 0,025) мм; *t* — Угол стальной полоски (90° ± 2°)

Рисунок 3 — Испытательная установка для проверки стойкости к надрезам

10.10.3 Проведение испытания

1) Размещают испытуемый образец горизонтально таким образом, чтобы поверхность, на которую будут наносить надрезы, была обращена вверх.

2) Помещают испытательное устройство на поверхность испытуемого образца на 1 минуту, а затем перемещают его по поверхности испытуемого образца со скоростью (150 ± 30) мм/с.

3) Повторяют процедуру 5 раз в разных направлениях с учетом самых критичных точек.

4) Повторяют этапы 1—3 для поверхности другого внешнего покрытия испытуемого образца.

10.10.4 Заключительные испытания

Для оценки изменения состояния испытанного образца проводят следующие испытания:

- визуальный контроль по 10.2;

- измерение сопротивления изоляции по 10.7;
- испытание изоляции на влагостойкость по 10.8,
- измерение ВАХ и определение максимальной мощности по 10.3.

10.10.5 Оценка результатов испытания

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- отсутствуют разрезы на лицевом и тыльном покрытиях, обнажающие токоведущие части;
- снижение максимальной выходной мощности не превышает 5 % от значения, полученного при начальных измерениях;
- сопротивление изоляции отвечает требованиям 10.7.3;
- сопротивление изоляции, измеренное при проведении испытания изоляции на влагостойкость, отвечает требованиям 10.8.3.

10.11 Проверка целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов)

10.11.1 Назначение

Испытание предназначено для проверки электрической проводимости между всеми открытыми проводящими частями испытуемого образца и точкой заземления (точкой присоединения проводника уравнивания потенциалов).

10.11.2 Испытательное оборудование

a) Источник постоянного тока, обеспечивающий ток, в 2,5 раза превышающий максимальный номинальный ток защиты испытуемого образца от сверхтоков, указанный изготовителем.

b) Приборы для измерения тока и напряжения испытуемого образца.

10.11.3 Проведение испытания

1) Соединяют точку заземления/подключения проводника уравнивания потенциалов, указанную изготовителем, с помощью рекомендованного изготовителем заземляющего проводника/проводника уравнивания потенциалов с выходом источника постоянного тока.

2) Выбирают на открытой проводящей части испытуемого образца, электрически соединенной с точкой заземления, точку, наиболее удаленную от точки заземления. Подключают выбранную точку к другому выходу источника постоянного тока.

Если изготовитель испытуемого образца не снабдил его контактами для проведения данного испытания, для создания надежного контакта небольшую зону на открытой проводящей части испытуемого образца следует очистить от гальванического или иного покрытия.

3) Подсоединяют прибор для измерения напряжения к двум точкам в непосредственной близости от выбранной точки соединения открытых проводящих частей испытуемого образца с источником питания, удаленным от нее не далее чем на 13 мм.

Измеряют напряжение между двумя точками в непосредственной близости от выбранной точки соединения открытых проводящих частей испытуемого образца с источником питания, удаленным от нее не далее чем на 13 мм.

4) В течение не менее 2 мин подают постоянный ток, в 2.5 раза превышающий максимальный номинальный ток защиты испытуемого образца от сверхтоков, указанный изготовителем, ± 10 %, измеряя при этом ток и напряжение.

5) Регистрируют установившиеся значения тока и напряжения.

6) Уменьшают ток до нуля.

7) Если в испытуемом образце возможно несколько путей протекания тока между точкой заземления и открытыми проводящими частями, то последовательно соединяют источник питания с наиболее удаленной точкой открытой проводящей части каждого из путей протекания тока и повторяют этапы 2—6.

8) Если изготовителем указано несколько вариантов подключения заземления/присоединения проводника уравнивания потенциалов к испытуемому образцу, несколько вариантов заземляющих проводников/проводников уравнивания потенциалов, у испытуемого образца несколько точек заземления (точек присоединения проводника уравнивания потенциалов), то последовательно повторяют этапы 1—6 или 1—7 для всех вариантов.

10.11.4 Оценка результатов испытания

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если сопротивление между выбранными открытыми проводящими частями и любыми другими проводящими частями испытуемого образца менее 0,1 Ом.

10.12 Испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении

10.12.1 Назначение

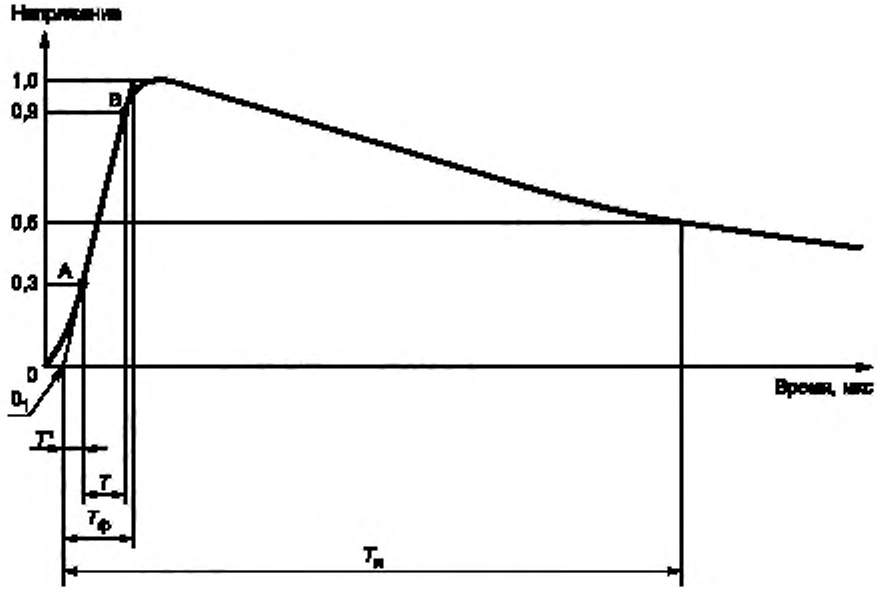
Испытание предназначено для проверки способности изоляции фотоэлектрического модуля выдерживать перенапряжения, связанные с атмосферными явлениями, перенапряжения, обусловленные переключениями низковольтного оборудования и т. п.

Испытание проводят аналогично *ГОСТ Р 55194* и *ГОСТ Р МЭК 60644.1*.

Испытание проводят с испытуемым образцом без рамы. Если рама является неотъемлемой частью торцевой изоляции, испытание может проводиться с испытуемым образцом в раме.

10.12.2 Испытательное оборудование и материалы

1) Генератор импульсных напряжений, обеспечивающий стандартный импульс напряжения 1,2/50 (см. рисунок 4) с амплитудой, равной соответствующему номинальному импульсному напряжению, указанному в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблица А.1*, ± 3 %. Выходное сопротивление генератора импульсных напряжений должно быть не более 500 Ом.



Длительность фронта импульса $T_ф$ = 1,2 мкс ± 30 %

Длительность импульса $T_и$ = 50 мкс ± 20 %

Примечание — Точка 0_1 — условное начало импульса, которое определяют как момент времени, находящийся ранее момента, соответствующего точке А, на время, равное $0{,}3T_ф$ или $0{,}5T$. Для осциллограмм с линейной временной разверткой это будет точка пересечения с осью абсциссы прямой линии, проведенной через точки А и В на фронте импульса.

Рисунок 4 — Импульс испытательного напряжения 1,2/50 (линейная временная развертка)

Из-за переменной и сравнительно высокой емкости многих фотоэлектрических модулей для соблюдения требуемых допусков на форму импульса может быть необходимо применение мер компенсации.

2) Осциллограф или аналогичный прибор.

Также для испытаний необходимы:

- фольга, размер которой достаточен для полного покрытия испытуемого образца;
- соединительные провода;

- проводящий клей для соединения фольги с поверхностями испытуемого образца, имеющий электрическое сопротивление менее 1 Ом на площади 625 мм^2.

10.12.3 Проведение испытания

Испытания проводят при комнатной температуре окружающей среды (25 ± 10) °С и относительной влажности не более 75 %.

1) Отключают все установленные на испытуемом образце устройства ограничения напряжения.

2) Устанавливают перемычку между выводами испытуемого образца и подсоединяют к ним провода для подключения к генератору импульсных напряжений и, если необходимо, к осциллографу или аналогичному прибору (см. требование к подключению осциллографа на шаге 4).

3) Плотно заворачивают испытуемый образец в металлическую фольгу, соединяя с поверхностями испытуемого образца с помощью проводящего клея для обеспечения наилучшего контакта и исключения, например, пузырьков, которые могут повлиять на результат испытаний. Между фольгой и поверхностями испытуемого образца должны отсутствовать посторонние частицы или воздух.

4) Соединяют один выход генератора импульсных напряжений с выводами испытуемого образца и второй выход генератора импульсных напряжений с металлической фольгой.

Подключают осциллограф или аналогичный прибор. Если сопротивление в местах присоединения измерительного кабеля недостаточно, подключение должно быть осуществлено как можно ближе к короткозамкнутым зажимам испытуемого образца.

5) Подают на испытуемый образец три последовательных стандартных импульса напряжения 1,2/50 (см. рисунок 4) с интервалом между импульсами не менее 1 с. Испытательное напряжение должно быть в пределах ± 3 % от значения, указанного в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблица А.1*.

Для промежуточных значений номинального напряжения постоянного тока фотоэлектрической системы допускается линейная интерполяция испытательных напряжений, приведенных в *ГОСТ Р 58809.1—2020,* таблица А.*1*.

Форму импульса контролируют с помощью осциллографа или аналогичного прибора и по изменению формы импульса определяют возникновение пробоя. При каждой подаче импульса проверяют длительность фронта импульса (время нарастания) и длительность импульса.

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

10.12.4 Заключительные испытания

Для оценки изменения состояния испытанного образца проводят следующие испытания:

- измерение сопротивления изоляции по 10.7;
- визуальный контроль по 10.2;
- измерение ВАХ и определение максимальной мощности по 10.3.

Если произошел пробой, то при визуальном контроле может возникнуть потребность удалить проводящую фольгу для определения места пробоя и анализа повреждений. Фольгу не следует удалять до тех пор, пока не будет выполнено измерение сопротивления изоляции по 10.7.

10.12.5 Оценка результатов испытания

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- во время испытания отсутствуют признаки пробоя изоляции и поверхностных разрядов;
- сопротивление изоляции отвечает требованиям 10.7.3;
- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- снижение максимальной выходной мощности не превышает 5 % от значения, полученного при начальных измерениях.

10.13 Испытание на стойкость к местному перегреву

Испытание проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.6*.

Для оценки изменения состояния испытанного образца проводят следующие испытания:

- визуальный контроль по 10.2;
- измерение ВАХ и определение максимальной мощности по 10.3;
- определение сопротивления изоляции по 10.7;
- испытание изоляции на влагостойкость по 10.8.

Все повреждения, полученные при определении состояния наихудшего затенения, следует зафиксировать в протоколе испытаний.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8, особенно плавление пайки, повреждение герметизации, отслоения и признаки прогара. При наличии серьезных повреждений, которые не подпадают под определение видимых функциональных повреждений в соответствии с разделом 8, повторяют испытания с двумя дополнительными фотоэлектрическими элементами того же испытуемого образца. При отсутствии видимых функциональных повреждений вокруг этих двух элементов испытуемый образец считают выдержавшим испытания;
- испытанный образец сохраняет электрические характеристики работоспособного фотоэлектрического модуля;
- сопротивление изоляции отвечает требованиям 10.7.3;
- сопротивление изоляции, измеренное при проведении испытания изоляции на влагостойкость, отвечает требованиям 10.8.3.

Примечание — На результаты данного испытания не распространяются требования к предельно допустимой потере мощности 5 %.

10.14 Испытание на огнестойкость

Фотоэлектрические модули должны быть проверены на огнестойкость при воздействии внешнего источника огня в соответствии с типом монтажных конструкций или вариантом установки. В условиях эксплуатации таким источником огня может быть здание/объект, на котором установлены фотоэлектрические модули или в конструкции которого они интегрированы, соседнее здание/объект, сухая высокая трава и т. п.

Количество испытуемых образцов и требования к ним определяются используемым методом испытания. Для проведения испытания могут быть использованы полностью укомплектованные фотоэлектрические модули без дефектов, но с низкой максимальной мощностью или нефункционирующие.

Испытания на огнестойкость фотоэлектрических модулей, интегрированных в конструкции зданий/объектов или которые могут быть установлены на конструкциях зданий/объектов, проводят на основании национальных и межгосударственных стандартов по испытаниям на огнестойкость для соответствующей конструкции здания. При таких испытаниях должны быть учтены особенности фотоэлектрических модулей, прежде всего то, что они являются электротехническим изделием, при освещении генерируют электрическую энергию и практически всегда находятся под напряжением, а также особенности установки фотоэлектрических модулей, если они предназначены для установки на конструкциях зданий/объектов. Перечень национальных и межгосударственных стандартов по испытаниям на огнестойкость строительных материалов и конструкций, в которые могут быть интегрированы или на которых могут быть установлены фотоэлектрические модули, приведен в таблице С.1.

Если фотоэлектрические модули могут быть установлены на конструкциях зданий/объектов нескольких типов, они должны удовлетворять самым жестким требованиям из требований по огнестойкости к каждой из конструкций.

Если испытания, соответствующие типу конструкции здания/объекта, не установлены, для оценки огнестойкости таких фотоэлектрических модулей могут быть использованы испытания, описанные в С.2 и С.3.

Примечание — На международном уровне основные требования к пожарной безопасности не согласованы. Поэтому общие требования к пожарной безопасности фотоэлектрических модулей не определены, и признание результатов испытаний, как правило, не практикуется.

10.15 Испытание на воспламеняемость под действием малого пламени

10.15.1 Общие положения

Испытание предназначено для оценки воспламеняемости испытуемых фотоэлектрических модулей путем прямого воздействия малого пламени на испытуемые образцы в вертикальном положении при отсутствии облучения внешними источниками тепла.

Испытание не заменяет испытания на огнестойкость.

Метод испытания основан на *ГОСТ Р 56027*.

Если соответствие материалов, использованных при изготовлении испытуемых фотоэлектрических модулей, требованиям *ГОСТ Р 58809.1* подтверждено результатами испытаний по *ГОСТ Р 56027* и соответствующими сертификатами соответствия или иными аналогичными документами, это испытание можно не проводить.

Если из материалов, из которых изготовлены внешние компоненты испытуемого образца, могут быть подготовлены образцы, как указано в *ГОСТ Р 56027—2014, 4.3*, приведенный в *ГОСТ Р 56027* порядок испытаний может быть применен без изменений.

Если невозможно подготовить образцы для испытаний в соответствии с *ГОСТ Р 56027—2014, 4.3*, испытание проводят на основе *ГОСТ Р 56027* с изменениями и дополнениями, указанными в 10.15.3—10.15.5, обусловленными отличием размеров и конструкции испытуемых образцов.

При проведении испытания должны быть приняты специальные меры по обеспечению безопасности выполнения работ. Проведение испытания может быть опасным, например, вследствие образования ядовитых газов. Кроме того, при проведении испытаний следует принимать особые меры предосторожности при обращении с испытуемыми образцами.

10.15.2 Образцы для проведения испытания

Для испытаний подготавливают специальные образцы из горючих материалов всех внешних компонентов испытуемого образца, как указано в *ГОСТ Р 56027—2014, 4.3*.

Если невозможно подготовить образцы для испытаний в соответствии с *ГОСТ Р 56027—2014, 4.3*, испытания проводят с полноразмерными фотоэлектрическими модулями.

Для проведения испытания могут быть использованы полностью укомплектованные фотоэлектрические модули без дефектов, но с низкой максимальной мощностью или нефункционирующие.

Если испытывают несколько фотоэлектрических модулей одного и того же типа, изготовленных из одинаковых материалов, но разных габаритных размеров, достаточно провести испытание одного образца для всех вариантов размеров.

10.15.3 Испытательное оборудование

Для проведения испытания используют испытательное оборудование, указанное в *ГОСТ Р 56027—2014, 4.2*, за исключением оборудования, приведенного в *4.2.9, 4.2.10* и *4.2.11*. Испытательное оборудование также должно отвечать требованиям, указанным ниже.

Размеры испытательного оборудования должны быть такими, как указано в *ГОСТ Р 56027*, или больше, в зависимости от размера испытуемого образца.

Система вентиляции испытательной камеры (камеры сгорания) должна обеспечивать скорость воздуха на расстоянии 5 см от поверхности испытуемого образца не более 0,2 м/с в вертикальном и не более 0,1 м/с в горизонтальном направлениях.

Держатель образца и вертикальная стойка должны быть сконструированы таким образом, чтобы для воздействия пламенем нижняя сторона испытуемого образца имела ширину открытой зоны не менее 30 см. Образец должен быть размещен таким образом, чтобы можно было достоверно определить касание пламени. Держатель образца должен обеспечивать возможность размещения образцов разного размера, как с продольной, так и с поперечной ориентацией.

Если рама и/или монтажные приспособления, указанные изготовителем, позволяют жестко зафиксировать испытуемый образец в вертикальном положении на вертикальной стойке, держатель образца не нужен.

Газовая горелка должна иметь возможность вращения вокруг своей вертикальной оси, чтобы испытательным пламенем можно было воздействовать на скрытые компоненты образца (например, детали рамы) и возможность перемещения к любой необходимой точке воздействия пламенем на обращенной к ней поверхности испытуемого образца. Горелка должна быть установлена таким образом, чтобы ее можно было плавно перемещать к испытуемому образцу и от испытуемого образца. При воздействии пламенем горелка должна оставаться в постоянном положении.

Для обеспечения требуемой высоты пламени (20 ± 0,1) мм горелка должна быть оснащена вентилем точной регулировки.

Термоанемометр должен иметь диапазон измерений не менее чем от 0,1 до 0,5 м/с с точностью не менее 0,5 м/с.

Для проведения испытаний также требуются уровень для установки испытуемого образца в вертикальном положении и средства контроля высоты пламени, например:

- устройство для измерения высоты пламени не менее 20 мм с погрешностью не более ± 0,1 мм. Высоту пламени измеряют от верхнего края горелки до желтого конца пламени. Проверку высоты пламени следует проводить перед испытанием каждого образца;
- приспособление для обеспечения расстояния 5 мм от края горелки до точки контакта пламени на образце при воздействии пламенем на поверхность образца (например, съемная, конусообразная насадка на горелку);

- приспособление для обеспечения расстояния 16 мм от края горелки до точки контакта пламени на образце при воздействии пламенем на торец образца (например, съемная насадка на горелку).

10.15.4 Кондиционирование

Испытуемый образец кондиционируют при температуре (23 ± 2) °С и относительной влажности (50 ± 5) % в течение как минимум 48 ч.

10.15.5 Проведение испытания

Испытания проводят в помещении при температуре (23 ± 5) °С и относительной влажности воздуха (50 ± 20) %.

1) Отмечают точки воздействия пламенем на лицевой, тыльной и торцевых поверхностях испытуемого образца.

Точки воздействия пламенем отмечают только на поверхностях компонентов, выполненных из горючих материалов. Если внешние части этих компонентов имеют разную толщину вдоль поверхности, отмечают точки воздействия пламенем, по меньшей мере, в местах наибольшей и наименьшей толщины.

Каждое испытание следует проводить в трех сопоставимых местах образца.

На поверхности коммутационной коробки, проводников и электрических соединителей при проведении испытания не воздействуют, поскольку их воспламеняемость определяют согласно специальным стандартам на эти компоненты. Также не воздействуют на поверхности внешних компонентов из негорючих материалов, таких как стекло и металл.

Если лицевое и тыльное покрытия изготовлены из одного материала, а горючие материалы на верхнем торце такие же, как на нижнем, пламенем воздействуют только на одну поверхность и с одного торца.

Точки воздействия пламенем на поверхности испытуемого образца отмечают таким образом, чтобы они все по возможности были размещены на расстоянии не менее 40 мм от того торца испытуемого образца, который будет занимать нижнее положение при испытании, если достаточно воздействовать пламенем только на один из торцов образца. Если горючие материалы по всему торцу испытуемого образца одинаковы, на нижний торец воздействуют пламенем в одной точке в центре торца и, для образцов толщиной более 3 мм, на расстоянии 1,5 мм от переднего края.

Все требования к размерам для определения точек на торцах образца относятся к общей толщине полимерных слоев/слоя.

Если испытуемые фотоэлектрические модули могут быть установлены как с продольной, так и с поперечной ориентацией, испытания проводят поочередно с образцом в обоих положениях и точки воздействия пламенем размещают соответствующим образом.

2) Настраивают скорость воздушного потока в испытательной камере (камере сгорания) таким образом, чтобы скорость воздуха у поверхности образца на расстоянии 5 см от поверхности испытуемого образца была не более 0,2 м/с в вертикальном и не более 0,1 м/с в горизонтальном направлениях.

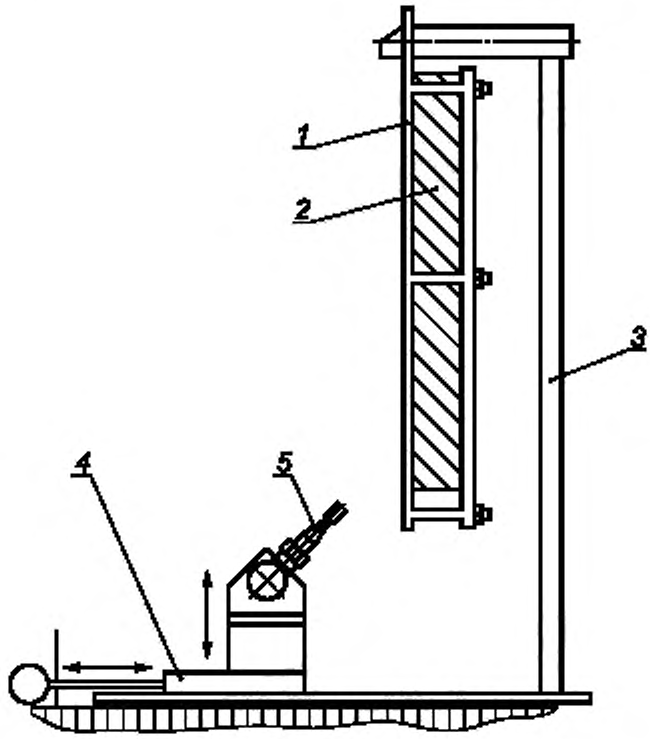
3) Закрепляют испытуемый образец в держателе таким образом, чтобы со стороны горелки размещалось покрытие из полимерного материала (или любой стороной, если покрытия с обеих сторон выполнены из полимерного материала или на обеих сторонах есть детали из полимерных материалов), и контролируют взаимное расположение образца и горелки, как показано на рисунке 5.

4) Убеждаются, что скорость воздуха у поверхности образца осталась такой же, как было установлено на этапе 2.

5) Устанавливают на горелке приспособление для обеспечения расстояния 5 мм от края горелки до поверхности образца, если необходимо.

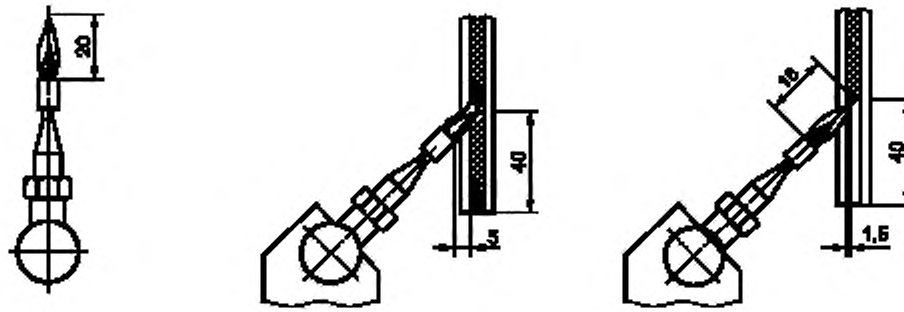
Устанавливают газовую горелку вертикально [рисунок 6а)], зажигают и с помощью вентиля регулируют расход газа таким образом, чтобы высота пламени составляла (20 ± 1) мм.

Примечание — Рекомендуется измерять высоту пламени на черном фоне.



1 — держатель образца; *2* — образец; *3* — вертикальная стойка с основанием; *4* — механизм перемещения газовой горелки; *5* — газовая горелка

Рисунок 5 — Начальное положение держателя образца и газовой горелки



a) Положение газовой горелки при регулировке высоты пламени

b) Положение газовой горелки при воздействии пламенем на поверхность образца

c) Положение газовой горелки при воздействии пламенем на нижний торец образца

Рисунок 6 — Расположение газовой горелки при подготовке и проведении испытаний (размеры в миллиметрах)

6) Устанавливают горелку под углом 45° относительно ее вертикальной оси. Необходимо контролировать, чтобы высота пламени оставалась неизменной в течение всего времени проведения испытаний.

7) Перемещают газовую горелку к образцу и включают секундомер в момент контакта пламени с поверхностью испытуемого образца в первой точке приложения пламени на поверхности образца [рисунок 6b)]. Пламя горелки подводят на расстоянии не менее 40 мм от нижнего края образца. Время воздействия пламенем — 15 с. Общая продолжительность испытания в одной точке — 20 с.

Плавно возвращают горелку в положение, показанное на рисунке 5.

Для каждой точки воздействия пламенем регистрируют и заносят в протокол испытаний следующее:

- произошло ли воспламенение;
- достиг ли конец пламени высоты 150 мм выше точки воздействия пламенем и время, за которое это произошло;
- максимальную высоту пламени во время испытания;
- длину разрушенной области;
- наблюдения за характерным поведением образца;
- другие результаты наблюдений.

8) Проверяют высоту пламени, после чего повторяют этапы 6 и 7 для следующей точки воздействия пламенем на поверхности испытуемого образца до тех пор, пока на поверхности образца, обращенной к горелке, не будут испытаны все отмеченные на этапе 1 точки воздействия пламенем.

9) Если на горелке было установлено приспособление для обеспечения расстояния 5 мм от края горелки до поверхности образца, выключают горелку, снимают приспособление и, если необходимо, устанавливают на горелке приспособление для обеспечения расстояния 16 мм от края горелки, после чего зажигают горелку и с помощью вентиля регулируют расход газа таким образом, чтобы высота пламени составляла (20 ± 1) мм.

Если на горелке не было установлено приспособление для обеспечения расстояния 5 мм от края горелки, сразу переходят к выполнению этапа 10.

10) Повторяют этапы 6 и 7 для точки воздействия пламенем на нижнем торце испытуемого образца. Пламя горелки подводят посередине на расстоянии 1,5 мм от переднего края (см. рисунок 6c). Для испытуемых образцов толщиной менее 3 мм пламя горелки подводится к центру нижнего торца. Указанные размеры относятся только к слою/слоям из горючих материалов (см. рисунок 7).

Для многослойных изделий с незащищенными краями дополнительно воздействуют пламенем на край торца. Горелку поворачивают на 90° вокруг ее вертикальной оси (см. положение 1 на рисунке 7) и, перемещая к краю, воздействуют пламенем на нижний торец в точке на расстоянии 1,5 мм от края в центре слоя/всех слоев из горючих материалов (см. положение 2 на рисунке 7).

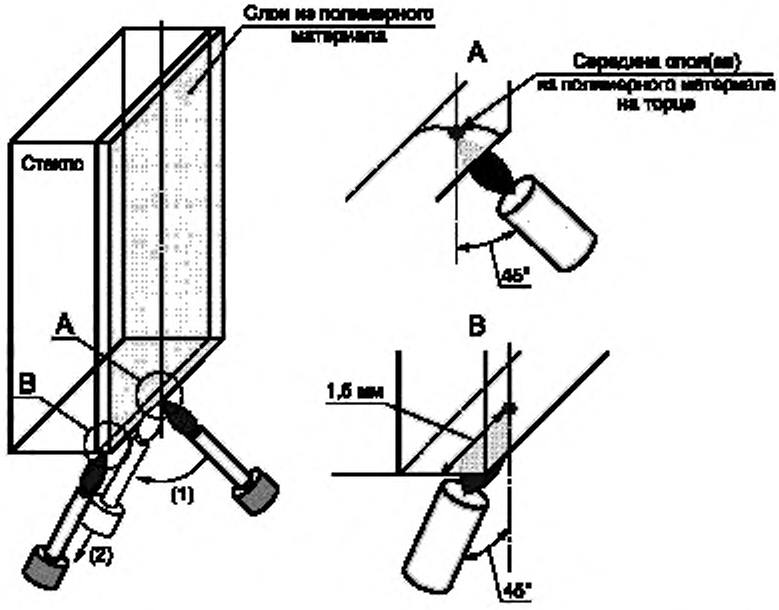


Рисунок 7 — Расположение газовой горелки при воздействии пламенем на торец

11) Выключают горелку.

12) Если не все точки воздействия пламенем, отмеченные на этапе 1, испытаны, то в зависимости от того, в каком месте расположены оставшиеся точки, выполняют следующее.

a) Вынимают испытуемый образец из держателя, переворачивают его на 180° и:

- проводят указанное выше воздействие пламенем на поверхность испытуемого образца, если на этой поверхности есть необходимые точки воздействия пламенем, расположенные на расстоянии менее 40 мм от нижнего торца при предыдущем положении образца;
- воздействуют на нижний торец, как указано выше, если между материалами нижнего и верхнего торцов есть различия.

Выключают горелку.

b) Вынимают испытуемый образец из держателя, переворачивают противоположной стороной к горелке и повторяют этапы 5—8, если горючие материалы на лицевой поверхности отличаются от горючих материалов на тыльной поверхности испытуемого образца.

Выключают горелку.

Образец должен быть испытан за время не более 30 мин после кондиционирования. Если это условие выполнить не удается из-за большого количества точек воздействия пламенем, через 30 мин после кондиционирования следует прервать испытание и провести повторное кондиционирование испытуемого образца, как указано в 10.15.4, после чего продолжить испытание.

10.15.6 Оценка результатов испытания

Испытанный образец считают выдержавшим испытания, если для каждой точки воздействия пламенем воспламенение отсутствует или, при воздействии пламенем на поверхность и боковые торцы, в течение 20 с с момента начала воздействия не произошло распространения пламени по вертикали выше 150 мм от точки воздействия пламенем.

При оценке результатов испытаний принимают худший результат испытания из всех точек приложения пламени для данного материала.

При оценке результатов испытаний фотоэлектрических модулей с незащищенными торцевыми поверхностями, включающих несколько слоев из горючих материалов, для точек воздействия пламенем на торцевых поверхностях принимают худший результат испытания из всех слоев.

В протокол испытаний заносят схему расположения точек воздействия пламенем, способ воздействия пламенем (на поверхность, на нижний или на боковой торец) и результаты испытаний по каждой точке, оценку результатов испытаний, указанных в 10.17.5, этап 7.

10.16 Испытания шунтирующих/блокирующих диодов

Испытания проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.15*.

Испытание шунтирующих/блокирующих диодов на работоспособность проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.15.2*.

Испытание шунтирующих/блокирующих диодов на термостойкость проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.15.1*.

Для оценки изменения состояния испытанного образца после испытания шунтирующих/блокирующих диодов на термостойкость проводят следующие испытания:

- испытание шунтирующих/блокирующих диодов на работоспособность по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.15.2*;
- визуальный контроль по 10.2;
- испытание изоляции на влагостойкость по 10.8.

Испытанные образцы считают выдержавшими испытание шунтирующих/блокирующих диодов на термостойкость, если:

- температура перехода каждого шунтирующего диода не превышает максимальную допустимую температуру перехода диода, которая указана изготовителем в сопроводительной документации или может быть найдена по типу диода;
- шунтирующие диоды сохраняют работоспособность после испытания на работоспособность;
- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- сопротивление изоляции, измеренное при проведении испытания изоляции на влагостойкость, отвечает требованиям 10.8.3.

10.17 Испытание на перегрузку по обратному току

10.17.1 Назначение

Испытание предназначено для определения риска возгорания или пожара при протекании через фотоэлектрический модуль сверхтоков в обратном направлении, например при неисправности.

10.17.2 Испытательное оборудование и материалы

a) Источник постоянного тока, обеспечивающий ток, равный 135 % от значения номинального тока защиты испытуемого образца от сверхтоков, указанного производителем, с точностью не менее ± 2%.

b) Для поддержания испытуемого тока в указанном диапазоне значений может быть необходима регулировка напряжения.

c) Испытательное основание для установки испытуемого образца. Коэффициент теплопроводности испытательного основания должен быть не более 0,5 Вт/(м·°С). Механическая прочность испытательного основания должна быть достаточной для того, чтобы под воздействием температуры не возникало ее деформации.

d) Два листа белой папиросной бумаги плотностью от 12 до 30 г/м^2 (см. *[8]*). Размеры листов должны быть достаточны, чтобы полностью покрыть лицевую или тыльную поверхности образца или также торцы образца, если необходимо.

e) Приспособления, обеспечивающие плотное прилегание папиросной бумаги к поверхностям испытуемого образца, если необходимо.

f) Средства защиты испытательной установки от сквозняков во время испытания, например испытательная камера (см. *ГОСТ Р МЭК 60695-2-10*).

g) Средства для дополнительного затенения тыльной поверхности образца, если необходимо

10.17.3 Проведение испытания

1) Отключают (закорачивают) любые имеющиеся блокирующие (не шунтирующие) диоды.

2) Помещают испытуемый образец рабочей поверхностью (лицевой стороной) вниз на испытательное основание, покрытое листом белой папиросной бумаги, и накрывают всю тыльную поверхность образца вторым листом белой папиросной бумаги таким образом, чтобы лист плотно прилегал к тыльной поверхности.

Энергетическая освещенность рабочей поверхности испытуемого образца должна быть менее 50 Вт/м^2. Если возможно увеличение фототока испытуемого образца, например за счет поступления из-

лучения через прозрачные защитные покрытия с тыльной стороны или у двухсторонних фотоэлектрических модулей, такое явление следует предотвратить затенением. Установка дополнительного экрана для затенения тыльной поверхности не допускается, так как он может повлиять на теплоизоляцию.

Во время работы испытательная установка должна быть защищена от сквозняков, например помещена в испытательную камеру (см. *ГОСТ Р МЭК 60695-2-10*).

3) Подключают плюс источника постоянного тока к плюсу испытуемого образца и минус источника постоянного тока к минусу испытуемого образца.

4) Подают испытательное напряжение, увеличивая его до тех пор, пока ток, протекающий через испытуемый образец в обратном направлении, не будет равен 135 % от значения номинального тока защиты испытуемого образца от сверхтоков, указанного изготовителем.

На протяжении всего испытания величина тока должна оставаться постоянной в пределах ± 2% (что может потребовать регулировки напряжения).

5) Испытание продолжают или в течение 2 ч, или до тех пор, пока не произойдет повреждение/разрушение или воспламенение испытуемого образца, в зависимости от того, что произойдет раньше.

10.17.4 Заключительные испытания

Для оценки изменения состояния испытанного образца проводят следующие испытания:

- визуальный контроль по 10.2;
- измерение ВАХ и определение максимальной мощности по 10.3;
- измерение сопротивления изоляции по 10.7;
- испытание изоляции на влагостойкость по 10.8.

10.17.5 Оценка результатов испытания

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- не произошло разрушения;
- отсутствуют признаки воспламенения испытуемого образца, воспламенения или обугливания папиросной бумаги;
- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- снижение максимальной выходной мощности не превышает 5 % от значения, полученного при начальных измерениях;
- сопротивление изоляции отвечает требованиям 10.7.3;
- сопротивление изоляции, измеренное при проведении испытания изоляции на влагостойкость, отвечает требованиям 10.8.3.

10.18 Испытания на воздействие одиночных ударов

10.18.1 Назначение

Испытание предназначено для подтверждения того, что при указанном способе установки испытуемых фотоэлектрических модулей риск травм при механических повреждениях фотоэлектрического модуля сведен к минимуму.

Примечание — Метод не охватывает травмы, связанные с поражениями электрическим током, только такие травмы, как ссадины, порезы, другие раны и т. п.

Испытание основано на *ГОСТ 33559*.

Для проведения испытания могут быть использованы полностью укомплектованные фотоэлектрические модули без дефектов, но с низкой максимальной мощностью или нефункционирующие.

Если возможны несколько способов монтажа испытуемого образца, испытания проводят для всех указанных способов, и для каждого необходим отдельный образец.

Если в испытуемом образце есть соединения с помощью фасонных деталей или посадок, до и после этого испытания выполняют проверку целостности контура заземления по 10.11.

Для фотоэлектрических модулей, интегрированных в конструкции зданий/объектов или предназначенных для установки на них, могут быть необходимы изменения или дополнения настоящего испытания или дополнительные испытания согласно требованиям стандартов, сводов правил и аналогичных нормативных документов на соответствующие конструкции зданий/объектов.

10.18.2 Испытательное оборудование

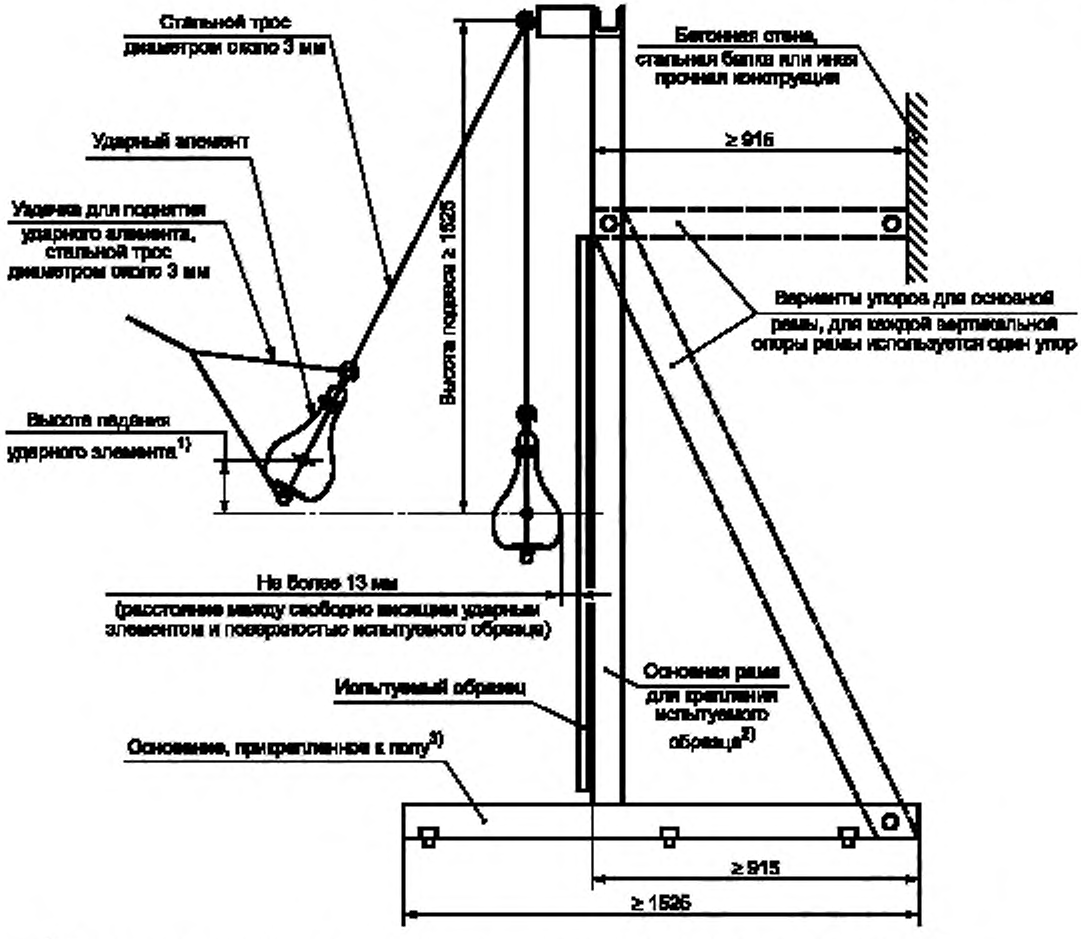
Испытание проводят на испытательном стенде, пример которого приведен на рисунке 8.

Испытательный стенд включает следующие основные элементы:

а) ударный элемент, приведенный на рисунке 9. Ударный элемент представляет собой мешок грушевидной формы из мягкого, прочного материала, заполненный наполнителем (свинцовой

дробью или стальными шариками/гранулами, или т. п.) и закрепленный на стержне с приспособлениями для установки ударного элемента на испытательном стенде. Заполненный мешок должен иметь вес (45,5 ± 0,5) кг и размеры, указанные на рисунке 9. Чтобы скрыть неровности поверхности ударного элемента, например швы, всю поверхность мешка обматывают лентой шириной 13 мм и длиной 165 м. Ленту наматывают по диагонали внахлест, после чего отдельно обматывают горловину. Отношение самого широкого диаметра ударного элемента к его высоте должно составлять от 1:1,5 до 1:1,4.

Размеры в мм



[1] Высоту падения отсчитывают от центра максимального диаметра мешка до центра горизонтальной оси симметрии испытуемого образца.
[2] Рама, прикрепляющая испытуемый образец к основной раме, не показана.
[3] Мягкий материал или, например, подушка(и) на верхней поверхности основания и на полу, предотвращающий рассеяние вылетевших из испытуемого образца кусков на более далекое, не показан.

Рисунок 8 — Испытательный стенд

В покое мешок ударного элемента должен находиться на расстоянии не более 13 мм от поверхности испытуемого образца и на расстоянии не более 50 мм от его центра;

Размеры в мм

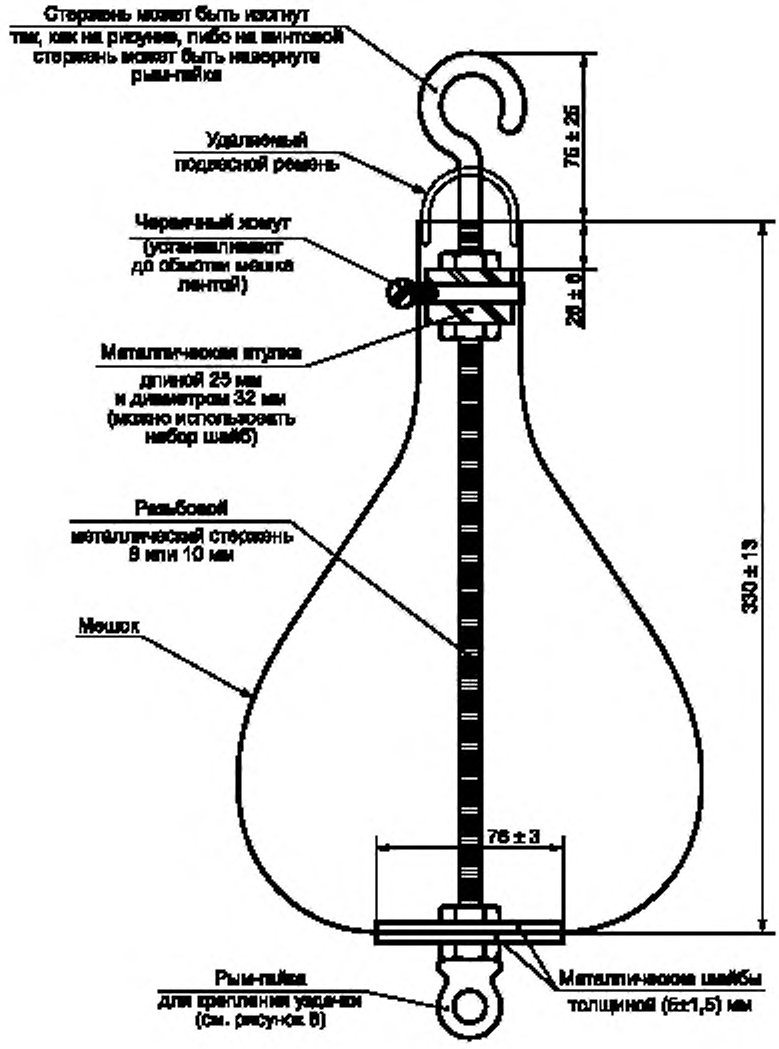


Рисунок 9 — Ударный элемент

b) приспособления для крепления испытуемого образца: основная рама, аналогичная той, которая приведена на рисунке 10, и рама, прижимающая испытуемый образец к основной раме.

Основная рама представляет собой каркас из стального профиля 100×200 мм или больше, с моментом инерции площади не менее 187 $см^4$ (при определении момента инерции площади основную раму рассматривают как плоскую фигуру). Чтобы свести к минимуму скручивание при ударе, каркас по углам должен быть сварен или надежно скреплен болтами.

Размеры в мм

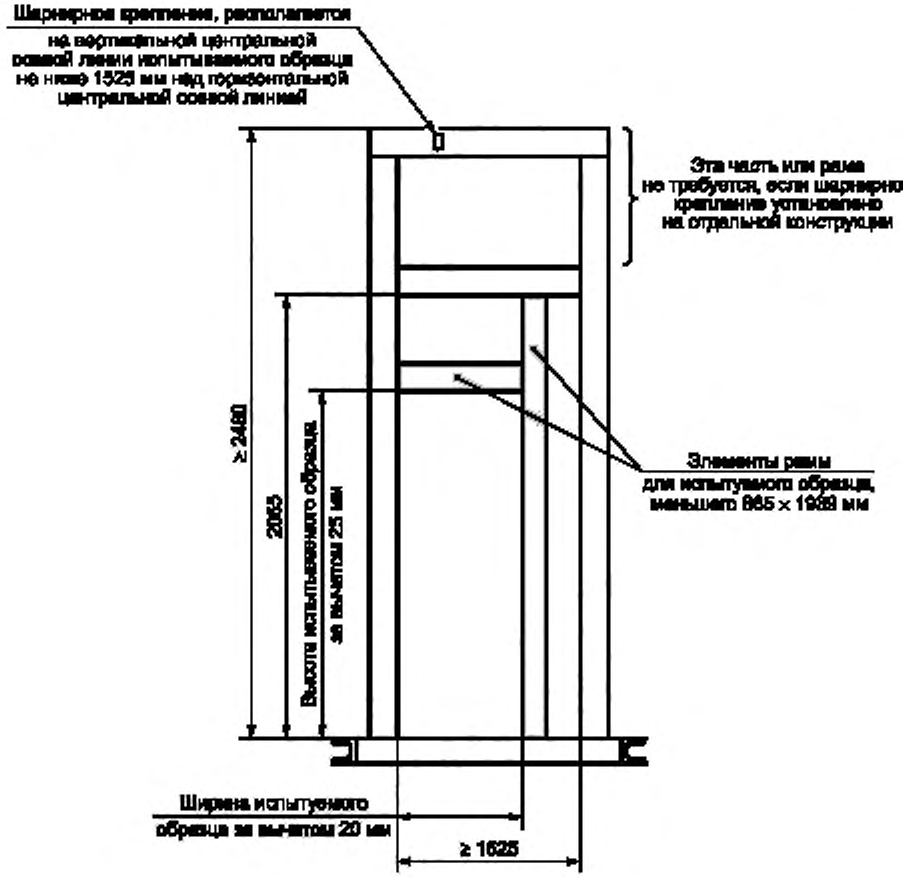


Рисунок 10 — Основная рама для испытаний на удар

Основная рама должна:

- быть закреплена неподвижно, вертикально;
- иметь недеформируемое соединение с твердым основанием;
- обеспечивать вместе с зажимающей рамой фиксацию испытуемого образца в вертикальном положении;
- обеспечивать зажатие испытуемого образца по всем сторонам с перекрытием края (30 ± 5) мм или на ширину рамы испытуемого образца (если ее ширина меньше);
- обеспечивать равномерный зажим края испытуемого образца.

Места контакта зажимающей рамы с образцом покрывают резиновыми полосами шириной (30 ± 5) мм или шириной рамы испытуемого образца (если ее ширина меньше), толщиной 4 мм и твердостью от 40 IHRD до 60 IHRD в соответствии с *ГОСТ 20403*.

10.18.3 Проведение испытания

Устанавливают испытуемый образец вертикально на основной раме в соответствии со способом монтажа, указанным изготовителем, таким образом, чтобы испытуемый образец был центрирован и жестко закреплен. Поднимают ударный элемент на высоту падения 300 мм (см. рисунок 8).

Дожидаются, пока ударный элемент перестанет колебаться.

Отпускают ударный элемент и наносят удар по поверхности испытуемого образца. Удар производят по центру образца и перпендикулярно к его поверхности. Мешок при этом описывает дугу, двигаясь по направлению к центральной горизонтальной оси.

Для того чтобы правильно измерить размер выпавших кусков, следует избегать их раскола на более мелкие куски при их падении на пол, предупреждая его, например, подушкой.

Если в испытуемом образце есть соединения с помощью фасонных деталей или посадок, до и после этого испытания выполняют проверку целостности контура заземления по 10.11.

10.18.4 Оценка результатов испытания

Испытанный образец считают выдержавшим испытания, если он не отошел от рам, с помощью которых закреплен на испытательном стенде, и выполняется одно из следующих условий:

- повреждение испытуемого образца отсутствует;
- испытуемый образец поврежден, но не возникло сдвига, скола или отверстия, через которое может свободно пройти сфера диаметром 76 мм, и из испытуемого образца не выпали куски размером более 65 см^2.

10.19 Испытания резьбовых соединений

10.19.1 Общие испытания резьбовых соединений

Испытания проводят по *ГОСТ IEC 60598-1–2017, 4.12*.

Испытание проводят соответствующим динамометрическим инструментом. Форма лезвия отвертки должна соответствовать шлицу испытуемого винта.

Винты и гайки, передающие давление на контакт или которые могут быть затянуты потребителем, 5 раз затягивают и ослабляют, прикладывая крутящий момент, указанный в таблице 3 или указанный изготовителем, выбирая большее значение. Для винтов из изоляционного материала, используемых для разгрузки шнуров от натяжения и непосредственно упирающихся в кабель или шнур, крутящий момент равен 0,5 Н·м. Винты не должны затягиваться рывками.

Таблица 3 — Крутящий момент для общих испытаний резьбовых соединений

Номинальный диаметр наружной резьбы, мм	Крутящий момент, Н м		
	Тип 1	Тип 2	Тип 3
До 2,8 включ.	0,20	0,40	0,40
Св. 2,8 до 3,0 включ.	0,25	0,50	0,50
» 3,0 » 3,2 »	0,30	0,60	0,50
» 3,2 » 3,6 »	0,40	0,80	0,60
» 3,6 » 4,1 »	0,70	1,20	0,60
» 4,1 » 4,7 »	0,80	1,80	0,90
» 4,7 » 5,3 »	0,80	2,00	1,00
» 5,3 » 6,0 »	—	2,50	1,25
» 6,0 » 8,0 »	—	8,00	4,00
» 8,0 » 10,0 »	—	17,00	8,50
» 10,0 » 12,0 »	—	29,00	14,50
» 12,0 » 14,0 »	—	48,00	24,00
» 14,0 » 16,0 »	—	114,00	57,00

Примечание — Тип 1 — металлические винты без головок, которые в завинченном состоянии не выступают из резьбового отверстия.

Тип 2 — другие металлические винты и гайки, винты из изоляционных материалов, имеющие:

- шестигранную головку, размеры которой превышают наружный диаметр резьбы;
- цилиндрическую головку с углублением под ключ с размером, превышающим наружный диаметр резьбы;
- с головкой с прямым или крестообразным шлицем, длина которого в 1,5 и более раз превышает внешний диаметр резьбы.

Тип 3 — другие винты из изоляционных материалов.

Винты и гайки из изоляционного материала следует полностью удалять при каждой операции ослабления резьбового соединения. В процессе испытания не должно возникать повреждений, ухудшающих ослабление или затягивание резьбового соединения. Повреждение оболочки во внимание не принимают. После испытания должна быть сохранена возможность ослабления винта или гайки, изготовленных из изоляционного материала, предназначенным для этого способом.

Если прикладывают крутящий момент, указанный изготовителем, этот факт, как и значение приложенного момента, следует зафиксировать в протоколе испытаний. Испытания считают успешными, если:

- во время испытания не возникло никаких повреждений, затрудняющих дальнейшее использование испытанных резьбовых соединений;
- после испытания сохранена возможность использовать испытанные винты или гайки из изоляционного материала по назначению.

Повреждение оболочки во внимание не принимают.

10.19.2 Испытание установочных винтов

10.19.2.1 Общие положения

Установочные винты обеспечивают удовлетворительную фиксацию только для резьбовых соединений, не подверженных кручению при нормальном использовании (при нагреве фиксация ослабляется). Такие соединения должны быть проверены путем попытки ослабления зафиксированных винтов со следующим крутящим моментом:

- 2,5 Н·м для резьбы до М10 включительно или соответствующих диаметров;
- 5,0 Н·м для резьбы свыше М10 или соответствующих диаметров.

Крутящий момент прикладывают в течение 1 мин по часовой стрелке, а затем в течение 1 мин против часовой стрелки при 25 °С и максимальной температуре длительного использования.

10.19.2.2 Оценка результатов испытаний

Отсутствуют признаки ослабления резьбового соединения.

10.20 Испытание на воздействие статической механической нагрузки

Испытание проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.13.*

Для оценки изменения состояния испытанного образца проводят следующие заключительные испытания:

- визуальный контроль по 10.2;
- измерение ВАХ и определение максимальной мощности по 10.3;
- проверку целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов) по 10.11;
- испытание изоляции на влагостойкость по 10.8 (не обязательно).

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- при проведении испытаний отсутствовали обрывы электрических цепей в испытуемых образцах;
- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- снижение максимальной выходной мощности не превышает 5 % от значения, полученного при начальных измерениях;
- сопротивление между выбранными открытыми проводящими частями и любыми другими проводящими частями испытуемого образца, измеренное при проверке целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов), менее 0,1 Ом;
- сопротивление изоляции, измеренное при проведении испытания изоляции на влагостойкость, отвечает требованиям 10.8.3 (если испытание проводили).

10.21 Испытание на отслаивание

10.21.1 Общие положения

Испытание предназначено для проверки прочности сцепления в непроницаемом соединении лицевого и тыльного покрытий, когда хотя бы одно из покрытий гибкое (например, фотоэлектрические модули типа «стекло/пленка» или «пленка/пленка», см. *ГОСТ Р 58809.1—2020, 8.3.5.2*) и в других аналогичных непроницаемых соединениях.

Испытание не обязательно, если электрические зазоры и расстояния утечки в испытуемом образце равны значениям, указанным в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4*, для соответствующих классов по способу защиты от поражения электрическим током, степени загрязнения и группы материалов.

Испытания основаны на методе определения прочности сцепления с помощью отслаивания под прямым углом (см. *[9]*).

При подтверждении соответствия фотоэлектрического модуля требованиям безопасности это испытание проводят 2 раза: первый раз сразу после начального визуального контроля (образец, прошедший это испытание, считается контрольным), второй раз — после прохождения испытаний по последовательности В (см. рисунок 1).

Если гибкое покрытие размещено только с одной стороны испытуемого фотоэлектрического модуля, испытание проводят только на стороне с гибким покрытием на одном образце.

Если лицевое и тыльное покрытия испытуемого фотоэлектрического модуля гибкие, испытания проводят на двух образцах со стороны каждого покрытия.

Примечание — Если в испытуемом фотоэлектрическом модуле есть аналогичные непроницаемые соединения не только по торцу между внешними покрытиями, они также должны быть испытаны на отслаивание, как указано ниже.

10.21.2 Предварительная подготовка образцов изготовителем

Для проведения испытаний фотоэлектрических модулей, ширина непроницаемых соединений которых более 10 мм, предварительной подготовки испытуемых образцов изготовителем не требуется. В этом случае используют фотоэлектрические модули без рамы, которую снимают до начального визуального контроля.

Если ширина непроницаемых соединений не более 10 мм, для проведения испытаний необходимо два специальных образца ламината испытуемых фотоэлектрических модулей, подготовленных изготовителем следующим образом.

Образцы ламината со стороны гибкого наружного покрытия (или с обеих сторон, если наружное покрытие на обеих сторонах образца гибкое) во всех указанных на рисунке 11 местах должны быть подготовлены, как показано на рисунке 12. Между материалом-заполнителем и тыльным покрытием вдоль границы непроницаемого соединения должна быть вставлена разделяющая прокладка (например, из тефлона). Это делается для того, чтобы испытание на отслаивание было проведено только в отношении непроницаемого соединения, а не комбинации непроницаемого соединения и материала-заполнителя. Прокладка должна быть размещена максимально близко к непроницаемому соединению, но не должна заходить на него.

Для обеспечения лучшей сопоставимости результатов испытаний при подготовке образца рекомендуется использовать шаблон.

Длина закрепляемой в захвате части полоски зависит от конструкции захвата. Как правило, для захвата достаточно 10 мм. В случае необходимости использования большей длины ее требуется учесть при подготовке образца.

Если при визуальном осмотре по 10.2 обнаружены пузырьки или расслоения, расположенные в области отслаивания на расстоянии не более 20 мм друг от друга, области отслаивания должны быть выбраны таким образом, чтобы эти участки попали в область отслаивания. При наличии одного большого пузырька эта область также должна быть проверена испытанием на отслаивание.

Фотоэлектрические модули без рамы или специально подготовленные изготовителем образцы ламината до испытания на отслаивание должны пройти все испытания, указанные на рисунке 1.



Рисунок 11 — Расположение мест на лицевом и/или тыльном покрытиях для проведения испытания на отслаивание

Размеры в мм

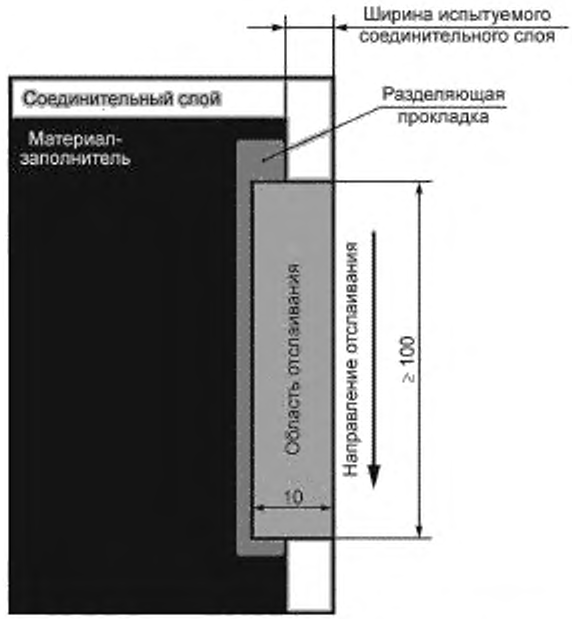


Рисунок 12 — Пример подготовки мест, указанных на рисунке 11, на специальном образце ламината, когда непроницаемое соединение образовано не материалом-заполнителем

10.21.3 Испытательное оборудование

a) Разрывная машина, соответствующая требованиям *ГОСТ 28840* (см. также *[10]*), с пределом допускаемой погрешности измерения нагрузки не более ± 1 % от измеряемой величины и скоростью перемещения захвата (50 ± 5) мм/мин.

b) Приспособление для закрепления испытуемого образца на разрывной машине таким образом, чтобы во время всего испытания направление усилия отслаивания составляло (90 ± 10)° к поверхности испытуемого образца и покрытие, противоположное тому, на котором проводят испытания, можно было жестко закрепить, например при помощи клея.

10.21.4 Проведение испытания

1) Испытуемый образец кондиционируют в течение не менее 16 ч при температуре (23 ± 2) °С и относительной влажности (50 ± 10) % в соответствии с требованиями *ГОСТ ISO 23529*.

2) На гибком внешнем покрытии (одном из гибких покрытий) испытуемого образца (модуля без рамы или ламината, подготовленного, как указано в 10.21.2) прорезают 10 полосок шириной (10 ± 0,5) мм и длиной не менее 100 мм в местах, показанных на рисунке 11, следующим образом:

- пять полосок на глубину до соединяющего слоя для проверки прочности сцепления гибкого покрытия с соединяющим слоем;
- пять полосок на глубину до противоположного покрытия для проверки прочности сцепления соединяющего слоя с противоположным покрытием.

Для испытуемых фотоэлектрических модулей, у которых ширина непроницаемого соединения не более 10 мм, прорезают области, выделенные желтым цветом на рисунке 12. Если непроницаемое соединение образовано не материалом-заполнителем, как показано на рисунке 12, вторые пять полосок прорезают таким образом, чтобы материал-заполнитель не влиял на отслаивание ниже отмеченной желтым цветом области вдоль высвобождающей прокладки и непроницаемого соединения. В этом случае следует принять меры к тому, чтобы не было воздействия на непроницаемое соединение как таковое.

Если оба внешних покрытия испытуемого образца гибкие, аналогичным образом надрезают полоски на втором образце со стороны второго гибкого внешнего покрытия.

Для обеспечения лучшей сопоставимости результатов испытаний при подготовке образца рекомендуется использовать шаблон.

Длина закрепляемой в захвате части полоски зависит от конструкции захвата. Как правило, для захвата достаточно 10 мм. В случае необходимости использования большей длины ее требуется учесть при подготовке образца.

Глубина выреза должна быть достаточной для полного прореза до слоя, отслоение от которого требуется проверить, но не должна существенно нарушать этот слой.

Если при визуальном осмотре по 10.2 в слоях непроницаемого соединения обнаружены пузырьки или расслоения, расположенные на расстоянии не более 20 мм друг от друга, области отслаивания должны быть выбраны таким образом, чтобы эти участки попали в области отслаивания. При наличии одного большого пузырька эта область также должна быть проверена испытанием на отслаивание.

Области отслаивания на испытуемом образце должны быть зафиксированы в протоколе испытаний (например, приведен чертеж(и) с размерами).

Отделяют вручную часть полоски, достаточную по длине для закрепления в разрывной машине.

Если в испытуемом фотоэлектрическом модуле есть другие непроницаемые соединения, аналогичным образом подготавливают по 5 полосок двух видов каждого непроницаемого соединения с одной стороны.

3) Размещают испытуемый образец симметрично на разрывной машине таким образом, чтобы поверхность образца, на которой вырезаны полоски, была перпендикулярна движению захвата разрывной машины.

Сторона, противоположная той, на которой проводят испытание, должна быть по всей поверхности жестко закреплена на испытательной плоскости, например при помощи клея.

4) Свободный край полоски зажимают в захвате.

Захват разрывной машины должен перемещаться со скоростью (50 ± 5) мм/мин до завершения разделения. В течение всего времени перемещения разрывной машины фиксируют изменение усилия отслаивания по длине полоски.

Испытание с одной полоской должно продолжаться до полного отделения слоя полоски. Прикладываемое усилие отслаивания должно быть измерено на длине не менее 60 мм.

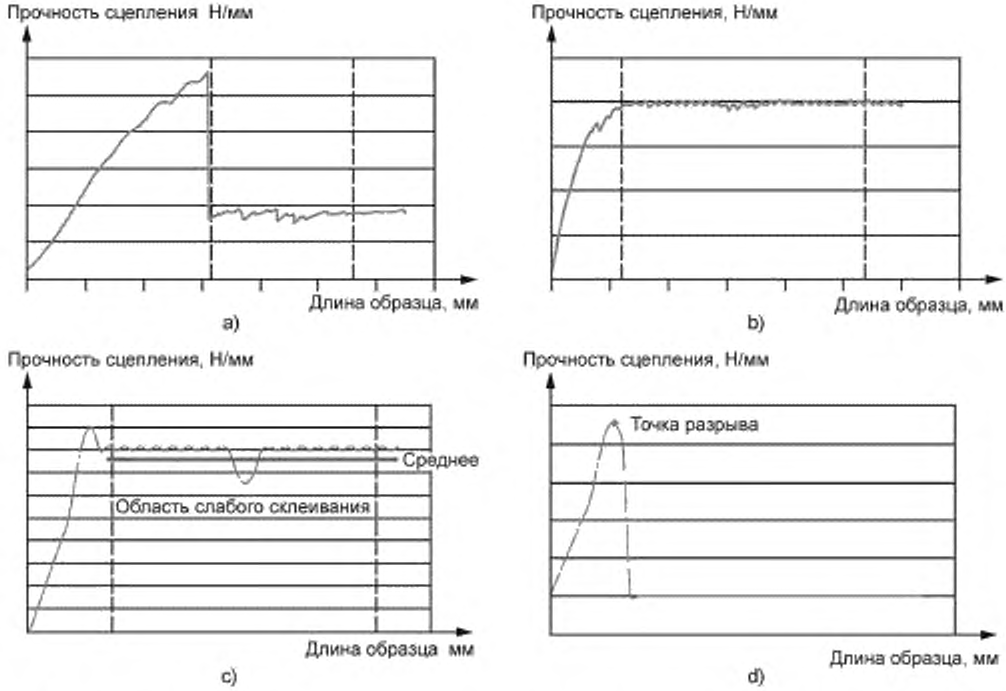
Определяют тип разрушения (адгезионное или когезионное).

5) Повторяют этапы 2—4 последовательно для всех полосок.

6) Для каждой полоски определяют прочность сцепления (в Н/мм) делением приложенного усилия отслаивания (в Н) на ширину полоски (в мм) и строят график зависимости прочности сцепления от длины образца — характеристику отслаивания. Примеры характеристик отслаивания приведены на рисунке 13.

7) Выбирают полоски, у которых характеристика отслаивания непрерывна на длине не менее 20 мм. Даже если измеренное максимальное усилие значительно отличается от непрерывного усилия [сравните на рисунке 13 графики a) и c)], учитывать следует только непрерывную часть измерения.

Определяют среднее значение прочности сцепления непрерывной части характеристики отслаивания выбранных полосок.



a) максимальное усилие не отражает реальных адгезионных свойств и исключается из расчета средней величины;
b) оптимальная кривая, оценка непрерывной части кривой;
c) диаграмма с локальной слабой адгезией и полученным средним значением;
d) сила в точке разрыва (разрыв образца)

Рисунок 13 — Типичные диаграммы при испытании на отслаивание

Определяют среднее арифметическое прочности сцепления или усилия отслаивания для каждой границы соединения, испытанной с каждой стороны испытуемого образца. Если для данной границы соединения, испытанной с данной стороны фотоэлектрического модуля, не все полоски имеют непрерывную характеристику отслаивания на длине менее 20 мм, следует выполнить оценку, по меньшей мере, трех образцов с наименьшей прочностью сцепления. При необходимости должны быть подготовлены и испытаны дополнительные полоски/образцы.

В протокол испытаний заносят прочность сцепления, характеристики отслаивания, тип разрушения, среднее значение прочности сцепления непрерывной части характеристики отслаивания выбранных полосок и среднее арифметическое прочности сцепления или усилия отслаивания для каждой

границы соединения, испытанной с каждой стороны испытуемого образца.

Если конечная прочность сцепления для данной границы соединения не может быть определена (например, при разрушении связей внутри непроницаемого соединения) или если во время испытаний разрушено сцепление в других границах соединения или разрушен или разорван испытуемый образец, для определения прочности сцепления используют значение максимального усилия перед разрывом.

10.21.5 Оценка результатов испытания

Испытанный образец считают выдержавшим испытания, если снижение среднеарифметического значения прочности сцепления (или усилия отслаивания) с обеих сторон соединительного слоя в каждом месте испытаний для образца, прошедшего испытания по последовательности В, относительно контрольного образца составляет менее 50 %. То есть должно выполняться условие:

$$\frac{\sum_{1}^{n} A_2}{\sum_{1}^{n} A_1} > 0{,}5, \qquad (3)$$

где A_1 — средняя прочность сцепления непроницаемого соединения контрольных образцов, определенная сразу после начального визуального контроля;

A_2 — средняя прочность сцепления непроницаемого соединения испытанных образцов после испытаний по последовательности В;

n — количество образцов, результаты испытаний которых учитываются.

Также испытуемый образец считается не выдержавшим испытания, если невозможно выделить какие-либо положения, отвечающие требованиям 10.21.2, и в области отслаивания не удалось включить всех пузырьки и расслоения, расположенные на расстоянии не более 20 мм друг от друга, обнаруженные при визуальном осмотре по 10.2.

10.22 Испытание на сдвиг

10.22.1 Общие положения

Испытание предназначено для проверки прочности сцепления в непроницаемом соединении лицевого и тыльного покрытий, когда оба покрытия жесткие (например, у фотоэлектрических модулей типа «стекло/стекло», см. *ГОСТ Р 58809.1—2020, 8.3.5.2*).

Испытание не обязательно, если электрические зазоры и расстояния утечки в испытуемом образце равны значениям, указанным в *ГОСТ Р 58809.1—2020, таблицы 3 и 4*, для соответствующих классов по способу защиты от поражения электрическим током, степени загрязнения и группы материалов.

Испытание проводят по *ГОСТ 14759* (см. также *[11]*).

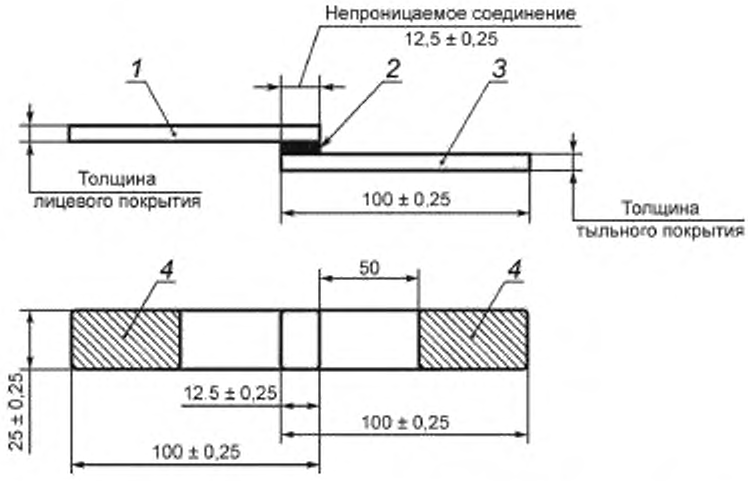
При подтверждении соответствия фотоэлектрического модуля требованиям безопасности испытание на сдвиг проводят 2 раза: первый раз сразу после начального визуального контроля (образцы, прошедшие это испытание, считаются контрольными), второй раз — после прохождения образцами испытаний по последовательности В (см. рисунок 1). В первом испытании на воздействие ультрафиолетового излучения воздействию подвергается лицевое покрытие, во втором — тыльное покрытие. Для каждого испытания требуется 10 образцов, подготовленных, как указано в 10.22.2.

10.22.2 Образцы для испытаний

Для испытаний подготавливают 20 образцов, как указано в *ГОСТ 14759* (10 образцов для испытания на сдвиг сразу после начального визуального контроля и 10 образцов для испытания после прохождения испытаний по последовательности В).

Образцы представляют собой две полосы из материала лицевого и тыльного покрытий испытуемого фотоэлектрического модуля, соединенные между собой внахлест с помощью того же материала и таким же образом, как и в испытуемом фотоэлектрическом модуле, включая подготовку поверхности, технологию соединения, методы удаления выступающей за торцы части соединительного слоя и обработки краев. Форма и размеры образца приведены на рисунке 14.

Размеры в мм



1 — полоса из материала лицевого покрытия (например, стекла); *2* — соединяющий слой; *3* — полоса из материала тыльного покрытия (например, стекла), *4* — область, удерживаемая зажимом

Рисунок 14 — Образец для испытания на сдвиг (размеры в миллиметрах)

Если лицевое и/или тыльное покрытия изготовлены из закаленного стекла, для облегчения резки допускается использовать для изготовления образцов аналогичное незакаленное стекло.

Смещение по ширине при соединении полос не должно превышать 0,5 мм. Продольная ось готового образца не должна иметь искривления в плоскости соединительного слоя.

Для того чтобы обеспечить установку образцов в зажимы разрывной машины на одинаковом расстоянии от концов образца, рекомендуется наносить поперечные метки.

10.22.3 Испытательное оборудование

a) Разрывная машина, соответствующая требованиям *ГОСТ 28840* (см. также *[10]*), с пределом допускаемой погрешности измерения нагрузки не более ± 1 %.

b) Регулирующие и измерительные приборы и приспособления, отвечающие требованиям *ГОСТ 14759*, с точностью не менее 0,5 %.

10.22.4 Проведение испытания

1) Перед проведением испытания кондиционируют образцы в течение не менее 16 ч при температуре (23 ± 2) °С и относительной влажности (50 ± 10) % в соответствии с требованиями *ГОСТ ISO 23529*.

2) Устанавливают каждый образец по меткам в зажимы разрывной машины таким образом, чтобы продольная ось образца совпадала с осью приложения нагрузки и осью зажимных губок.

3) Постепенно наращивают нагрузку до разрушения образца. Скорость движения зажима разрывной машины должна быть около 8 мм/мин.

Фиксируют разрушающую нагрузку — наибольшую нагрузку, достигнутую при испытании.

В случае разрушения полос из материала покрытия (например, стекла) следует использовать более толстый или более прочный аналогичный материал (например, более толстое или более прочное стекло). Также может быть достаточным применение подходящей подложки для стекла.

4) Проводят визуальный контроль и определяют характер разрушения (когезионный или адгезионный).

Характер разрушения оценивают в процентах от номинальной площади непроницаемого соединения с точностью 5—10 %.

10.22.5 Оценка результатов испытания

Испытанный образец считают выдержавшим испытания, если снижение среднеарифметического значения разрушающей нагрузки при сдвиге образцов, прошедших климатические испытания по последовательности B, относительно образцов, прошедших испытание на сдвиг сразу после начального визуального контроля, составляет менее 50 %. То есть должно выполняться условие:

$$\frac{\sum_{1}^{10} P_2}{\sum_{1}^{10} P_1} > 0{,}5, \qquad (4)$$

где P_1 — разрушающая нагрузка образцов, испытанных сразу после начального визуального контроля;

P_2 — разрушающая нагрузка образцов, испытанных по последовательности В.

10.23 Испытание на ползучесть

10.23.1 Назначение

Испытание предназначено для проверки того, что при типичных максимальных температурах в условиях эксплуатации ползучесть материалов и прочность сцепления соединений находятся в допустимых пределах и не влияют на безопасность фотоэлектрического модуля.

В частности, испытание должно определить возможную ползучесть материалов соединений следующих компонентов фотоэлектрического модуля:

- лицевого и тыльного покрытий;
- лицевого или тыльного покрытий непосредственно с монтажными компонентами (например, с задним кронштейном);
- коммутационной коробки с тыльным или лицевым покрытием.

Это испытание не проводят, если ползучесть во всех соединениях предотвращается механическими средствами крепления, не зависящими от прочности сцепления (например, рамой).

10.23.2 Испытательное оборудование

a) Климатическая камера с автоматическим управлением температурой, средствами обеспечения внутренней циркуляции воздуха и средствами минимизации образования конденсата на испытуемом образце при проведении испытаний, обеспечивающая требуемые условия испытаний (см. 10.23.3, шаг 4). Циркуляция воздуха внутри камеры должна обеспечивать выполнение температурных условий для испытуемого образца.

b) Приспособления для установки испытуемого образца в климатической камере, как указано в 10.23.3, обеспечивающие беспрепятственную циркуляцию окружающего воздуха. Теплопроводность стоек и креплений должна быть настолько низкой, чтобы с практической точки зрения испытуемый образец можно было считать теплоизолированным.

c) Средства для измерения и регистрации температуры испытуемого образца с точностью ± 1 °С.

10.23.3 Проведение испытания

1) Устанавливают датчик температуры на лицевой или тыльной поверхности испытуемого образца примерно в середине.

2) Устанавливают испытуемый образец в климатическую камеру при комнатной температуре в соответствии с наихудшим из указанных изготовителем вариантов монтажа: испытуемый образец должен быть установлен под максимально допустимым углом к горизонту. Если такой угол не указан, испытуемый образец устанавливают в климатической камере вертикально.

3) Подключают приборы для регистрации температуры к датчикам температуры.

4) Закрывают камеру и выдерживают испытуемый образец при температуре (105 ± 5) °С в течение 200 ч. Если испытуемые фотоэлектрические модули предназначены для монтажа только в открытой стойке, температура должна составлять (90 ± 3) °С. Во время испытаний должна быть исключена конденсация влаги на поверхностях испытуемого образца.

В течение всего времени испытания регистрируют температуру испытуемого образца.

5) Вынимают испытуемый образец из климатической камеры и оставляют его охлаждаться до комнатной температуры.

10.23.4 Заключительные испытания

После того как температура испытуемого образца стабилизировалась на уровне комнатной температуры, проводят следующие испытания:

- визуальный контроль по 10.2, включая проверку электрических зазоров и расстояний утечки;
- измерение сопротивления изоляции по 10.7;
- испытание изоляции на влагостойкость по 10.8;

- проверку целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов) по 10.11;
- проверку защиты от доступа к опасным токоведущим частям по 10. 9.

Примечание — В порядке проведения испытаний на рисунке 1 проведение проверки целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов) и проверки защиты от доступа к опасным токоведущим частям показано отдельно, после испытания на ползучесть, однако оценку результатов испытания на ползучесть проводят после завершения всех испытаний и проверки электрических зазоров и расстояний утечки.

10.23.5 Оценка результатов испытания

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- сопротивление изоляции отвечает требованиям 10.7.3;
- сопротивление изоляции, измеренное при проведении испытания изоляции на влагостойкость, отвечает требованиям 10.8.3;
- сопротивление между выбранными открытыми проводящими частями и любыми другими проводящими частями испытуемого образца, измеренное при проверке целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов), менее 0,1 Ом;
- при проверке защиты от доступа к опасным токоведущим частям сопротивление между испытательным щупом и токоведущими частями испытуемого образца не ниже 1 МОм и испытательный щуп не соприкасался с токоведущими частями испытуемого образца;
- электрические зазоры и расстояния утечки в испытуемом образце не меньше значений, указанных в *ГОСТ Р 58809.1—2019*, *таблицы 3 и 4*, для соответствующих классов по способу защиты от поражения электрическим током, максимально допустимого номинального напряжения постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен испытуемый образец, степени загрязнения и группы материалов.

10.24 Испытания надежности средств внешних соединений

Испытания проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.11*.

Выполняют проверку надежности крепления коммутационной коробки по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.11.2*, затем испытания надежности закрепления кабелей и проводов по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.11.3*, и *ГОСТ Р 56981—2016, 5.4.12*. Испытания надежности закрепления кабелей и проводов проводят также и для средств закрепления кабелей и проводов в коммутационных коробках, сертифицированных по *ГОСТ Р 56981*.

Для оценки изменения состояния испытанного образца после проверки надежности крепления коммутационной коробки проводят следующие испытания:

- визуальный контроль по 10.2;
- испытание изоляции на влагостойкость по 10.8 (не обязательно).

Испытанные образцы считают выдержавшими проверку надежности крепления коммутационной коробки, если:

- отсутствуют смещения коммутационной коробки относительно поверхности, на которой она установлена, приводящие к ухудшению изоляционных свойств;
- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- сопротивление изоляции, измеренное при проведении испытания изоляции на влагостойкость, отвечает требованиям 10.8.3 (если испытание проводилось).

10.25 Термоциклирование

Испытание проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.8*.

При испытании по последовательности С выполняют 50 циклов, при испытании по последовательности Е выполняют 200 циклов (см. рисунок 1).

Примечание — Особенности проведения испытания для фотоэлектрических модулей, изготовленных по разным технологиям см. в соответствующей части *ГОСТ Р 56980.1* (см. также *[5]*).

Для оценки изменения состояния испытанного образца проводят следующие заключительные испытания:

- визуальный контроль по 10.2;
- измерение ВАХ и определение максимальной мощности по 10.3;
- испытание изоляции на влагостойкость по 10.8 (не обязательно).

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- при проведении испытаний отсутствовали обрывы электрических цепей в испытуемых образцах;
- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- снижение максимальной выходной мощности не превышает 5 % от значения, полученного при начальных измерениях;
- сопротивление изоляции, измеренное при проведении испытания изоляции на влагостойкость, отвечает требованиям 10.8.3 (если испытание проводили).

10.26 Термоциклирование при высокой влажности

Испытание проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.9*.

Примечание — Особенности проведения испытания для фотоэлектрических модулей, изготовленных по разным технологиям, см. в соответствующей части *ГОСТ Р 56980.1* (см. также *[5]*).

Для оценки изменения состояния испытанного образца проводят следующие заключительные испытания:

- визуальный контроль по 10.2;
- измерение ВАХ и определение максимальной мощности по 10.3;
- испытание изоляции на влагостойкость по 10.8 (не обязательно).

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- при проведении испытаний отсутствовали обрывы электрических цепей в испытуемых образцах;
- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- снижение максимальной выходной мощности не превышает 5 % от значения, полученного при начальных измерениях;
- сопротивление изоляции, измеренное при проведении испытания изоляции на влагостойкость, отвечает требованиям 10.8.3 (если испытание проводили).

10.27 Испытание на воздействие высокой температуры при высокой влажности

Испытание проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.10*.

При испытании по последовательности B длительность испытания — 200 ч, при испытании по последовательности D длительность испытания — 1000 ч (см. рисунок 1).

Примечание — Особенности проведения испытания для фотоэлектрических модулей, изготовленных по разным технологиям, см. в соответствующей части *ГОСТ Р 56980.1* (см. также *[5]*).

Для оценки изменения состояния испытанного образца проводят следующие заключительные испытания:

- визуальный контроль по 10.2;
- измерение ВАХ и определение максимальной мощности по 10.3;
- испытание изоляции на влагостойкость по 10.8 (не обязательно).

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- при проведении испытаний отсутствовали обрывы электрических цепей в испытуемых образцах;
- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- снижение максимальной выходной мощности не превышает 5 % от значения, полученного при начальных измерениях;
- сопротивление изоляции, измеренное при проведении испытания изоляции на влагостойкость, отвечает требованиям 10.8.3 (если испытание проводили).

10.28 Испытание на воздействие пониженной температуры

10.28.1 Назначение

Испытание предназначено для проверки соответствия испытуемого фотоэлектрического модуля степени загрязнения изоляции, равной 1, и способности противостоять воздействию нижней предельной температуры окружающей среды.

10.28.2 Испытательное оборудование

а) Климатическая камера, отвечающая требованиям *ГОСТ Р 53618*, с автоматическим управлением температурой, средствами обеспечения внутренней циркуляции воздуха и средствами минимизации образования конденсата на испытуемом образце при проведении испытаний, и обеспечивающая

требуемые условия испытаний (см. 10.28.3). Циркуляция воздуха внутри камеры должна обеспечивать выполнение температурных условий для испытуемого образца.

b) Приспособления для установки испытуемого образца в климатической камере, обеспечивающие беспрепятственную циркуляцию окружающего воздуха. Теплопроводность стоек и креплений должна быть настолько низкой, чтобы с практической точки зрения испытуемый образец можно было считать теплоизолированным.

c) Средства для измерения и регистрации температуры испытуемого образца с точностью ± 1 °С.

10.28.3 Проведение испытания

Испытание проводят по *ГОСТ Р МЭК 60068-2-1—2009*, испытание Ab.

1) Устанавливают датчик температуры на лицевой или тыльной поверхности испытуемого образца примерно в середине.

2) Устанавливают испытуемый образец в климатическую камеру при комнатной температуре в соответствии с наихудшим из указанных изготовителем вариантов монтажа: испытуемый образец должен быть установлен под максимально допустимым углом к горизонту. Если такой угол не указан, испытуемый образец устанавливают в климатической камере вертикально.

3) Подключают приборы для регистрации температуры к датчикам температуры.

4) Закрывают камеру и выдерживают испытуемый образец при температуре (− 40 ± 3) °С в течение 48 ч.

В течение всего времени испытания регистрируют температуру испытуемого образца.

5) Вынимают испытуемый образец из климатической камеры и оставляют его нагреваться до комнатной температуры.

10.28.4 Заключительные испытания

После того как температура испытуемого образца стабилизировалась на уровне комнатной температуры, проводят следующие испытания:

- визуальный контроль по 10.2;
- измерение ВАХ и определение максимальной мощности по 10.3;
- измерение сопротивления изоляции по 10.7.

10.28.5 Оценка результатов испытания

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- снижение максимальной выходной мощности не превышает 5 % от значения, полученного при начальных измерениях;
- сопротивление изоляции отвечает требованиям 10.7.3.

10.29 Испытание на воздействие высокой температуры при пониженной влажности

10.29.1 Назначение

Испытание предназначено для проверки соответствия испытуемого фотоэлектрического модуля степени загрязнения изоляции, равной 1, и способности противостоять воздействию температуры окружающей среды выше верхнего предельного значения при низкой влажности.

10.29.2 Испытательное оборудование

a) Климатическая камера, отвечающая требованиям *ГОСТ Р 53618*, с автоматическим управлением температурой, средствами обеспечения внутренней циркуляции воздуха и средствами минимизации образования конденсата на испытуемом образце при проведении испытаний, и обеспечивающая требуемые условия испытаний (см. 10.29.3). Циркуляция воздуха внутри камеры должна обеспечивать выполнение температурных условий для испытуемого образца.

b) Приспособления для установки испытуемого образца в климатической камере, обеспечивающие беспрепятственную циркуляцию окружающего воздуха. Теплопроводность стоек и креплений должна быть настолько низкой, чтобы с практической точки зрения испытуемый образец можно было считать теплоизолированным.

c) Средства для измерения и регистрации температуры испытуемого образца с точностью ± 1 °С.

10.29.3 Проведение испытания

Испытание проводят по *ГОСТ Р МЭК 60068-2-2—2009*, испытание Bb.

1) Устанавливают датчик температуры на лицевой или тыльной поверхности испытуемого образца примерно в середине.

2) Устанавливают испытуемый образец в климатическую камеру при комнатной температуре в соответствии с наихудшим из указанных изготовителем вариантов монтажа: испытуемый образец должен

быть установлен под максимально допустимым углом к горизонту. Если такой угол не указан, испытуемый образец устанавливают в климатической камере вертикально.

3) Подключают приборы для регистрации температуры к датчикам температуры.

4) Закрывают камеру и выдерживают испытуемый образец при температуре (105 ± 5) °С и относительной влажности менее 50 % в течение 200 ч. Если испытываемые фотоэлектрические модули предназначены для монтажа только в открытой стойке, температура должна составлять (90 ± 3) °С.

В течение всего времени испытания регистрируют температуру испытуемого образца.

5) Вынимают испытуемый образец из климатической камеры и оставляют его охлаждаться до комнатной температуры.

10.29.4 Заключительные испытания

После того как температура испытуемого образца стабилизировалась на уровне комнатной температуры, проводят следующие испытания:

- визуальный контроль по 10.2;
- измерение ВАХ и определение максимальной мощности по 10.3;
- измерение сопротивления изоляции по 10.7.

10.29.5 Оценка результатов испытания

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- снижение максимальной выходной мощности не превышает 5 % от значения, полученного при начальных измерениях;
- сопротивление изоляции отвечает требованиям 10.7.3.

10.30 Испытание на воздействие ультрафиолетового излучения

Испытание проводят по *ГОСТ Р 56980.2—2020, 4.7*, за исключением того, что в зависимости от последовательности испытаний испытание проводят при двух разных суммарных накопленных дозах УФ-излучения (см. рисунок 1). При испытаниях по последовательности С суммарная накопленная доза равна 15 кВт·ч/м^2, как указано в *ГОСТ Р 56980.2*, при испытаниях по последовательности В суммарная накопленная доза равна четырехкратной дозе, указанной в *ГОСТ Р 56980.2*, т. е. 60 кВт·ч/м^2. При испытаниях по последовательности В первый раз воздействуют УФ-излучением с суммарной накопленной дозой 60 кВт·ч/м^2 на лицевую поверхность испытуемого образца, второй раз воздействуют такой же дозой на тыльную поверхность испытуемого образца.

Для оценки изменения состояния испытанного образца проводят следующие заключительные испытания:

- визуальный контроль по 10.2;
- испытание изоляции на влагостойкость по 10.8 (не обязательно).

Испытанные образцы считают выдержавшими испытания, если:

- отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в разделе 8;
- сопротивление изоляции, измеренное при проведении испытания изоляции на влагостойкость, отвечает требованиям 10.8.3 (если испытание проводили).

11 Протокол испытаний

Испытательная лаборатория, проводившая испытания, оформляет протокол испытаний в соответствии с требованиями *ГОСТ ИСО/МЭК 17025*. Протокол испытаний должен содержать как минимум следующие данные:

a) наименование документа;

b) наименование и адрес испытательной лаборатории, указание места, где были проведены испытания;

c) уникальную идентификацию протокола и каждой страницы;

d) наименование и адрес заказчика, когда это необходимо;

e) количество отобранных образцов и описание процедуры отбора образцов, когда это необходимо;

f) описание и идентификацию образцов до испытаний, например серийный номер и дату изготовления образцов в виде, позволяющем определить ведомости материалов, а также информацию о том, что испытанные образцы являются прототипами серийных фотоэлектрических модулей или выполнены по индивидуальному заказу, изготовлены на опытном или нестандартном оборудовании;

g) характеристику и состояние испытанных образцов;

h) дату получения испытанных образцов и дату(ы) испытаний (когда это необходимо);

i) описание методов испытаний;

j) описания всех отклонений, дополнений или исключений в процедурах проведения испытаний, в том числе описания отклонений, связанных с тем, что испытанные образцы являются прототипами серийных фотоэлектрических модулей или выполнены по индивидуальному заказу, изготовлены на опытном или нестандартном оборудовании, а также любую иную информацию, относящуюся к конкретному испытанию, например описание условий окружающей среды или указание на то, что испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении проводилось с фотоэлектрическим модулем без рамы или с рамой, максимально допустимое номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен испытуемый образец, класс по способу защиты от поражения электрическим током, способ монтажа;

k) результаты всех испытаний каждого испытанного образца, результаты измерений, проверок, расчетов, сопровождаемые необходимыми таблицами, схемами, рисунками и фотографиями, любые обнаруженные неисправности, дефекты и повреждения;

l) оценку результатов испытаний каждого испытанного образца;

m) оценку неопределенности (погрешности) результатов испытаний (когда это необходимо);

n) должность и подпись либо равноценную идентификацию лиц, отвечающих за содержание протокола испытаний, а также дату его подписания/составления;

p) положение о том, что полученные результаты относятся только к испытанным образцам или только к тому типу модулей, который представлен испытанными образцами, когда это необходимо;

q) положение о том, что для сохранения сертификации соответствия изготовитель должен сообщать и согласовывать с испытательной лабораторией и сертифицирующей организацией все проводимые им изменения;

r) положение о том, что данный протокол испытаний не может быть воспроизведен иначе как полностью без письменного разрешения опубликовавшей его лаборатории.

Изготовитель должен хранить копию протокола испытаний в качестве справочного материала.

12 Подтверждение соответствия требованиям безопасности при изменениях конструкции, материалов, компонентов, технологии изготовления или обработки фотоэлектрических модулей

Для подтверждения соответствия требованиям безопасности (подтверждения сертификата соответствия) при любых изменениях конструкции, материалов, компонентов, технологии изготовления или обработки фотоэлектрических модулей, прошедших испытания по настоящему стандарту, может потребоваться повторение некоторых или всех испытаний (см. *[6]*). Выбранные испытания и последовательности проведения испытаний должны обеспечивать выявления появившихся в результате модификации неблагоприятных изменений в фотоэлектрических модулях. Количество образцов, которые должны быть включены в программу повторных испытаний, и критерии прохождения испытаний те же, что и для выбранных испытаний в настоящем стандарте. Изготовитель должен сообщать и согласовывать с испытательной лабораторией и органом по сертификации все проводимые им изменения.

Приложение А
(справочное)

Обозначение методов испытаний, установленных в настоящем стандарте, в стандартах Международной электротехнической комиссии

Таблица А.1 — Обозначение в *[12]* и *[13]* методов испытаний, установленных в настоящем стандарте

Испытание	Обозначение испытания по *[12]*	Обозначение испытания по *[13]*
Стабилизация	—	MQT 19
Визуальный контроль	MST 01	MQT 01
Измерение вольт-амперных характеристик[1), 2)]	MST 02 MST 03	MQT 06.1, MQT 02
Проверка толщины изоляции из тонких слоев	MST 04	—
Испытание маркировки на стойкость к истиранию	MST 05	—
Проверка остроты кромок	MST 06	—
Измерение сопротивления изоляции	MST 16	MQT 03
Испытание изоляции на влагостойкость	MST 17	MQT 15
Проверка защиты от доступа к токоведущим частям	MST 11	—
Испытание на устойчивость к надрезам	MST 12	—
Проверка целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов)	MST 13	—
Испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении	MST 14	—
Испытание на стойкость к местному перегреву	MST 22	MQT 09
Испытание на огнестойкость	MST 23	—
Испытание на воспламеняемость	MST 24	—
Испытания шунтирующих/блокирующих диодов Испытание шунтирующих/блокирующих диодов на термостойкость Испытание шунтирующих/блокирующих диодов на работоспособность	 MST 07 MST 25	MQT 18 MQT 18.1 MQT 18.2
Испытание на перегрузку по обратному току	MST 26	—
Испытание на воздействие одиночных ударов	MST 32	—
Испытания винтовых соединений	MST 33	—
Испытание на воздействие статической механической нагрузки	MST 34	MQT 16
Испытание на отслаивание	MST 35	—
Испытание на сдвиг	MST 36	—
Испытание на ползучесть	MST 37	—
Испытание надежности средств внешних соединений	MST 42	MQT 14
Термоциклирование	MST 51	MQT 11
Термоциклирование при высокой влажности	MST 52	MQT 12
Испытание на воздействие высокой температуры при высокой влажности	MST 53	MQT 13

Окончание таблицы А.1

Испытание	Обозначение испытания по *[12]*	Обозначение испытания по *[13]*
Испытание на воздействие низкой температуры	MST 55	—
Испытание на воздействие высокой температуры при пониженной влажности	MST 56	—
Испытание на воздействие ультрафиолетового излучения	MST 54	MQT 10

[1] В *[12]* и *[13]* испытание по измерению ВАХ разделено на несколько испытаний; испытание в настоящем стандарте соответствует испытанию «Измерение ВАХ при СУИ» MST 02 в *[12]* и MQT 06.1 в *[13]*. Если его невозможно провести, измерение ВАХ допускается выполнять при выбранных условиях по энергетической освещенности, что соответствует испытанию «Определение максимальной мощности» MST 03 в *[12]* и MQT 02 в *[13]*.

[2] В предыдущей версии стандарта и в ссылках до выхода настоящего стандарта испытание по измерению ВАХ при выбранных условиях по энергетической освещенности и температуре называется «Определение максимальной мощности».

Примечание — Аббревиатура обозначений испытаний расшифровывается следующим образом:

- MST — measurement safety test (испытание на соответствие требованиям безопасности);
- MQT — measurement quality test (испытание на соответствие техническим требованиям).

Приложение В
(обязательное)

Условия испытаний для определения выходных характеристик фотоэлектрических устройств и систем, установленные в стандартах

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

Условия низкой освещенности (УНО):
- энергетическая освещенность: 200 Вт /м^2;
- температура элемента: 25 °С;
- спектральный состав: АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3*[1)];
- световой поток направлен нормально к воспринимающей поверхности.

Условия высокой температуры (УВТ):
- энергетическая освещенность: 1000 Вт/м^2;
- температура элемента: 75 °С;
- спектральный состав: АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3*[1)];
- световой поток направлен нормально к воспринимающей поверхности.

Условия низкой температуры (УНТ):
- энергетическая освещенность: 500 Вт/м^2;
- температура элемента: 15 °С;
- спектральный состав: АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3*[1)];
- световой поток направлен нормально к воспринимающей поверхности.

Стандартные внешние условия (СВУ):
- суммарная энергетическая освещенность: 800 Вт/м^2;
- температура окружающей среды: 20 °С;
- скорость ветра: 1 м/с;
- угол наклона: (37 ± 5)°;
- электрическая нагрузка: омическая нагрузка, величина которой выбирается таким образом, чтобы испытуемый образец работал вблизи точки максимальной мощности при СУИ, или обеспечиваемая устройством слежения за точкой максимальной мощности;
- условия монтажа: открытая тыльная сторона.

Условия номинальной рабочей температуры элемента (НРТЭ):
- энергетическая освещенность: 800 Вт/м^2;
- температура окружающей среды: 20 °С;
- температура элемента: НРТЭ;
- спектральный состав: АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3*[1)];
- световой поток направлен нормально к воспринимающей поверхности.

Условия номинальной рабочей температуры модуля (НРТМ):
- энергетическая освещенность: 800 Вт/м^2;
- температура окружающей среды: 20 °С;
- температура модуля: НРТМ;
- спектральный состав: АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3*[1)];
- световой поток направлен нормально к воспринимающей поверхности.

Стандартные условия испытаний фотоэлектрических устройств и систем с концентраторами (СУИК):
- энергетическая освещенность: 1000 Вт/м^2;
- температура элемента: 25 °С;
- прямое излучение;
- спектральный состав: АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3*[1)];
- световой поток направлен нормально к воспринимающей поверхности.

Стандартные рабочие условия фотоэлектрических устройств и систем с концентраторами (СРУК):
- энергетическая освещенность: 900 Вт/м^2;
- температура окружающей среды: 20 °С;
- прямое излучение;

[1)] *С учетом изменений [7].*

- световой поток направлен нормально к воспринимающей поверхности;
- спектральный состав: АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3*[1)];
- скорость ветра: 2 м/с.

Примечание — При определении значения энергетической освещенности прямого излучения, направленного нормально к воспринимающей поверхности, для фотоэлектрических приборов и систем с концентраторами, использующих одноосную систему слежения за Солнцем, должна быть сделана поправка на угол падения.

Стандартные условия испытаний двусторонних фотоэлектрических устройств и систем (СУИД):
- энергетическая освещенность лицевой поверхности: 1000 Вт/м^2;
- энергетическая освещенность тыльной поверхности: 135 Вт/м^2;
- температура элемента: 25 °С;
- спектральный состав: АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3*[1)];
- световой поток направлен нормально к воспринимающей поверхности.

Условия повышенной освещенности двусторонних фотоэлектрических устройств и систем (УПОД):
- энергетическая освещенность лицевой поверхности: 1000 Вт/м^2;
- энергетическая освещенность тыльной поверхности: 300 Вт/м^2;
- температура элемента: 25 °С;
- спектральный состав: АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3*[1)];
- световой поток направлен нормально к воспринимающей поверхности.

[1)] *С учетом изменений [7].*

Приложение С
(справочное)

Испытания на огнестойкость фотоэлектрических модулей, устанавливаемых на здании/объекте или интегрированных в конструкции здания/объекта

С.1 Общие положения

Огнестойкость фотоэлектрических модулей, интегрированных в конструкции зданий/объектов или предназначенных для установки на конструкциях зданий/объектов, должна отвечать требованиям сводов правил по проектированию и строительству (строительных норм и правил) и национальных/межгосударственных стандартов к соответствующему типу конструкции здания/объекта и проверяться с помощью соответствующих установленных испытаний для этого типа конструкции, модифицированных для учета специфики фотоэлектрического оборудования. Если фотоэлектрические модули могут быть установлены на конструкциях зданий/объектов нескольких типов, они должны удовлетворять самым жестким требованиям из требований по огнестойкости к каждой из конструкций.

Если испытания фотоэлектрических модулей на огнестойкость, соответствующие типу конструкции здания/объекта, не установлены, для оценки огнестойкости таких фотоэлектрических модулей могут быть использованы испытания по стандартам, приведенным в таблице С.1, и испытания, описанные в С.2 и С.3 (см. также *[14]—[16]*).

Таблица С.1 — Стандарты для оценки строительных конструкций на огнестойкость (пожарную безопасность)

Обозначение стандарта	Наименование
ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75)	*Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования*
ГОСТ Р 53309—2009	*Здания и фрагменты зданий. Метод натурных огневых испытаний. Общие требования*
ГОСТ Р 56026—2014	*Материалы строительные. Метод определения группы пожарной опасности кровельных материалов*
ГОСТ 30247.1—94 (ИСО 834-75)	*Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции*
ГОСТ 31251—2008	*Стены наружные с внешней стороны. Метод испытаний на пожарную опасность*
ГОСТ Р 56460—2015	*Конструкции строительные. Метод испытания покрытий на пожарную опасность с внешней стороны*
ГОСТ 33000—2014	*Стекло и изделия из него. Метод испытания на огнестойкость*
ГОСТ Р 53308—2009	*Конструкции строительные. Светопрозрачные ограждающие конструкции и заполнения проемов. Метод испытаний на огнестойкость*
ГОСТ Р 55988—2014 (EN 15254-4:2008)	*Конструкции строительные. Расширенное применение результатов испытаний на огнестойкость светопрозрачных ограждающих ненесущих конструкций*
ГОСТ Р 56817—2015	*Стены наружные ненесущие каркасного типа со светопропускающим заполнением проемов. Методы испытаний на огнестойкость и пожарную опасность*
ГОСТ Р 57270—2016	*Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть*
ГОСТ Р ЕН 1363-2—2014	*Конструкции строительные. Испытания на огнестойкость. Часть 2. Альтернативные и дополнительные методы*
ГОСТ 30403—2012	*Конструкции строительные. Метод испытания на пожарную опасность*
ГОСТ Р ИСО 1182—2014	*Испытания строительных материалов и изделий на пожарную опасность. Метод испытания на негорючесть*
ГОСТ 30444-97/ ГОСТ Р 51032-97	*Материалы строительные. Метод испытаний на распространение пламени*

С.2 Испытания на огнестойкость фотоэлектрических модулей, устанавливаемых на крыше или интегрированных в кровлю (на основе *[17]*)

С.2.1 Общие положения

Методы испытаний на огнестойкость кровли путем наружного огневого воздействия (см. *[17]*) отличаются между собой источниками теплового излучения, источниками зажигания, наличием воздушных потоков (для имитации ветровой нагрузки), углами наклона к горизонтальной плоскости, требуемым количеством и размером образцов для испытаний. Критерии прохождения для каждого метода испытаний описаны в классификации по пожарной опасности конструкций и элементов зданий на основе данных испытаний о реакции кровли *(см. [18])*. В общем случае устанавливаемые на крыше и интегрированные в кровлю фотоэлектрические модули должны быть испытаны в сочетании с определенной системой монтажа, указанной изготовителем, или в сочетании с конструкцией, в которую они интегрированы, и установлены в соответствии с инструкцией изготовителя. При испытании фотоэлектрических модулей на огнестойкость необходимо учитывать свойства материалов монтажных конструкций и соединения между фотоэлектрическими модулями, а также материалы уплотнений, прокладок, герметизации и т. п. и включать их в испытательную установку.

В качестве примера ниже приведено описание испытаний, моделирующих воздействие пламени без ветра или дополнительного теплового излучения (*[17], первый метод*, классификация B_{ROOF} (t1)) для фотоэлектрических модулей, которые могут быть установлены на крыше.

С.2.2 Испытание на воздействие внешним пламенем без ветра и дополнительного теплового излучения

Испытания выполняют для одного или обоих диапазонов угла наклона крыши: для диапазона угла наклона крыши от 0° до 45° фотоэлектрические модули устанавливают под углом 15° к горизонтальной плоскости, для диапазона угла наклона крыши от 45° до 90° фотоэлектрические модули устанавливают под углом 45° к горизонтальной плоскости.

В тех случаях, когда в конкретной технической документации угол наклона крыши не указан, испытание проводят при угле наклона 30 °.

Для проведения испытания изготовителем фотоэлектрического модуля должна быть предоставлена или/и подробно описана конструкция реальной крыши, включая поперечные балки и все элементы крепления фотоэлектрического модуля, установленные так же, как и при его окончательной установке на месте эксплуатации.

Минимальный размер площади, которую занимают фотоэлектрические модули, — 0,8 × 1,8 м. Так как необходимо проверять поперечные и вертикальные соединения, для создания реальной картины размещения фотоэлектрических модулей может потребоваться несколько образцов. Пример размещения образцов показан на рисунке В.1.

Для каждого испытания требуются четыре фотоэлектрических модуля (если необходимо провести испытания при разных углах наклона, соответственно увеличивается количество образцов). Для одного фотоэлектрического модуля испытывают одно вертикальное и одно горизонтальное крепления на крыше (если предусмотрена установка фотоэлектрических модулей в обоих положениях) и два зажигательных состава, помещаемые в центре. Таким образом проверяют распространение огня и влияние находящихся ниже слоев, например теплоизоляции и герметизации.

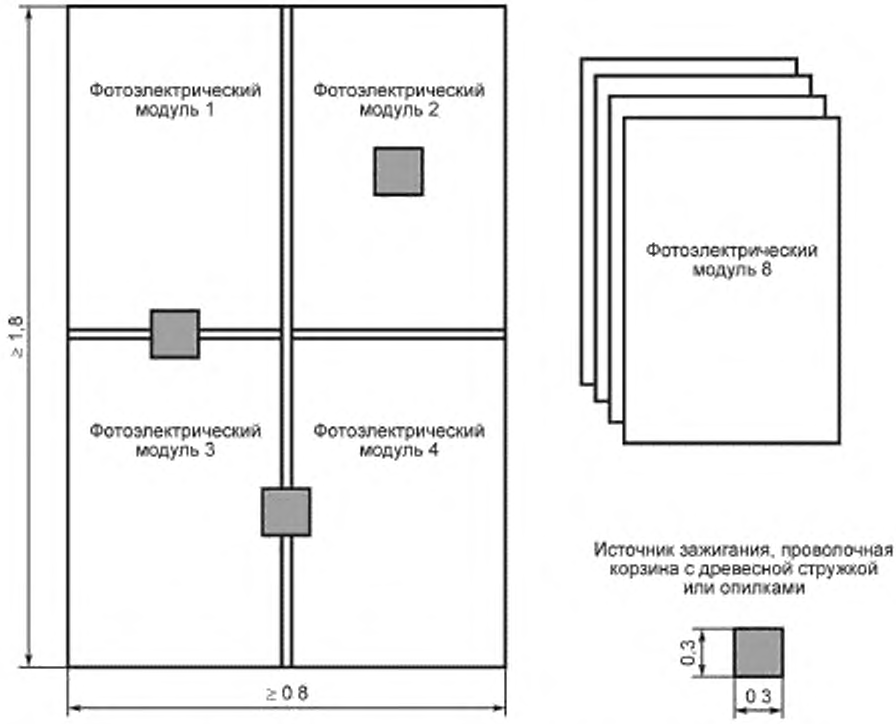


Рисунок С.1 — Пример размещения фотоэлектрических модулей для испытаний на огнестойкость

С.2.3 Требования к результатам испытаний (см. *[18]*)

Внешнее и внутреннее распространение огня вверх не должно превосходить 0,7 м.

Внешнее и внутреннее распространение огня вниз не должно превосходить 0,6 м.

Максимальная длина внутренней и внешней сгоревшей области не должна превосходить 0,8 м.

В зоне горения должен отсутствовать горящий материал в виде горящих капель или осколков.

Должны отсутствовать горящие или светящиеся куски, проникающие сквозь конструкцию крыши.

Должны отсутствовать вызванные прогоранием отверстия площадью более 25 мм^2.

Суммарная площадь всех прогоревших насквозь отверстий не должна превосходить 4500 мм^2.

Боковое распространение огня не должно достигать границы испытательной зоны.

Должно отсутствовать свечение внутри.

Максимальный радиус внешнего и внутреннего распространения огня на «горизонтальных» крышах не должен превосходить 0,2 м.

С.3 Испытание на огнестойкость плоских фотоэлектрических модулей, устанавливаемых на крыше или интегрированных в кровлю (на основе *[19]*)

Огнестойкость фотоэлектрических модулей, установленных на крышах зданий или интегрированных в кровлю, зависит не только от характеристик воспламеняемости фотоэлектрического модуля. В значительной степени она зависит от состава кровельных материалов и/или материалов конструкции, частью которой является интегрированный фотоэлектрический модуль, от системы крепления фотоэлектрических модулей (монтажной системы). Поэтому может быть достаточно показательно оценить огнестойкость фотоэлектрических модулей в соответствии с классификацией пожароопасности кровельных материалов, например используя испытания по *[19]*.

Для того чтобы уменьшить количество испытаний, необходимых для представления всех возможных сочетаний типов фотоэлектрических модулей с вариантами системы крепления фотоэлектрических модулей и кровельными материалами, приняты следующие упрощения:

- группировка фотоэлектрических модулей, имеющих сходные конструкции, характеристики распространения пламени и характеристики воспламенителей таким образом, чтобы была возможность заменить фотоэлектрические модули определенной группы на любой фотоэлектрический модуль той же группы без изменения расчетного уровня пожарной безопасности;

- использование для представления всех кровельных материалов двух установленных комплектов кровельных материалов, характеристики которых отвечают специальным требованиям. Для угла наклона крыши от 45° до 90° установлен один комплект кровельных материалов с конструкцией и характеристиками, отвечающими определенным требованиям, для угла наклона крыши от 0° до 45° — другой комплект кровельных материалов.

Условия огнестойкости конструкций фотоэлектрических модулей, устанавливаемых на крыше, и требования к их группировке описаны в *[19], раздел 16*. Методы испытаний для классификации таких фотоэлектрических модулей по огнестойкости (пожарной опасности) приведены в *[19], раздел 31*.

Фотоэлектрические модули, интегрированные в кровлю, классифицируют по огнестойкости (пожарной опасности) как кровельные материалы согласно требованиям *[10]*, в соответствии с *[19], раздел 16*.

Чтобы оценить распространение пламени без учета системы крепления фотоэлектрических модулей можно использовать *[19], 31.1.2* и *31.1.3*.

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 ISO 23529—2013	IDT	ISO 23529:2010 «Каучук и резина. Общие процедуры приготовления и кондиционирования образцов для испытаний физических свойств»
ГОСТ ISO/IEC 17025—2019	IDT	ISO/IEC 17025:2017 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»
ГОСТ IEC 60598-1—2017	IDT	IEC 60598-1:2014 «Светильники. Часть 1. Общие требования и испытания»
ГОСТ Р 53618–2009 (МЭК 60068-3-5:2001)	MOD	IEC 60068-3-5:2001 «Испытание на воздействие внешних факторов. Часть 3-5. Сопроводительная документация и руководство. Подтверждение рабочих характеристик камер для температурных испытаний»
ГОСТ Р 55194—2012	NEQ	IEC 60060-1:2010 «Методы испытаний высоким напряжением. Часть 1. Общие определения и требования к испытаниям»
ГОСТ Р 56027—2014	NEQ	ISO 11925-2:2010 «Испытания на определение реакции на огонь. Воспламеняемость строительных изделий, подвергаемых прямому отражению пламени. Часть 2. Испытание с применением одного источника пламени»
ГОСТ Р 56978—2016 (IEC/TS 62548:2013)	MOD	IEC/TS 62548:2013 «Батареи фотоэлектрические. Требования к проектированию»
ГОСТ Р 56979 (МЭК 62716:2013)	MOD	IEC 62716:2013 «Модули фотоэлектрические. Испытания на коррозию под действием аммиака»
ГОСТ Р 56980.1—2020 (МЭК 61215.1:2016)	MOD	IEC 61215-1:2016 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка конструкции и утверждение типа. Часть 1. Требования к испытаниям»
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»
ГОСТ Р 56981—2016 (МЭК 62790:2014)	MOD	IEC 62790:2014 «Коробки распределительные для фотоэлектрических модулей. Требования безопасности и испытания»
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 58809.1—2020 (МЭК 61730-1:2016)	MOD	IEC 61730-1:2016 «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования к конструкции»

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р ИСО 8124-1—2014	IDT	ISO 8124-1:2012 «Безопасность игрушек. Часть 1. Аспекты безопасности, относящиеся к механическим и физическим свойствам»
ГОСТ Р МЭК 60050-826—2009	IDT	МЭК 60050-826:2004 «Международный электротехнический словарь. Часть 826: Электрические установки»
ГОСТ Р МЭК 60068-2-1—2009	IDT	IEC 60068-2-1:2007 «Испытания на воздействия внешних факторов. Часть 2-1. Испытания. Испытания А: Холод»
ГОСТ Р МЭК 60068-2-2—2009	IDT	IEC 60068-2-2:2007 «Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание В: Сухое тепло»
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 60695-2-10—2011	IDT	IEC 60695-2-10:2013 «Испытание на пожарную опасность. Часть 2-10. Методы испытания с применением накаленной/нагретой проволоки. Аппаратура и общие положения методики испытания накаленной проволокой»
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 61701—2013	IDT	IEC 61701:2011 «Модули фотоэлектрические. Испытание на коррозию в солевом тумане»

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

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты;
- NEQ — неэквивалентные 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 61730-2:2016
1 Область применения	1 Область применения
2 Нормативные ссылки	2 Нормативные ссылки
3 Термины и определения	3 Термины и определения
4 Порядок проведения испытаний (раздел 8)	4 Категории испытаний
5 Обязательные испытания фотоэлектрических модулей в зависимости от их класса защиты от поражения электрическим током (разделы 4, 5)	4.1 Общие положения
6 Отбор образцов	4.2 Климатические испытания
7 Оценка результатов испытаний (раздел 9)	4.3 Общий контроль
8 Видимые функциональные повреждения (10.2.3)	4.4 Испытания на риск поражения электрическим током
9 Стабилизация	4.5 Испытания на пожарную опасность
10 Испытания	4.6 Испытания на воздействие внешних механических факторов
10.1 Общие положения	5 Обязательные испытания фотоэлектрических модулей в зависимости от их класса защиты от поражения электрическим током
10.2 Визуальный контроль	6 Отбор образцов
10.2.1 Назначение	7 Протокол испытаний
10.2.2 Испытательное оборудование	8 Порядок проведения испытаний
10.2.3 Проведение испытания (10.2.2)	9 Оценка результатов испытаний
10.2.4 Оценка результатов испытаний (10.2.3)	10 Методы испытаний
10.3 Измерение вольт-амперных характеристик (10.3, 10.4)	10.1 Общие положения
10.4 Проверка толщины изоляции из тонких слоев	10.2 Визуальный контроль MST 01
10.4.1 Назначение	10.2.1 Назначение
10.4.2 Проведение испытания	10.2.2 Метод контроля
10.4.3 Оценка результатов испытания	10.2.3 Оценка результатов испытаний
10.5 Испытание маркировки на стойкость к истиранию (10.6)	10.3 Измерение вольт-амперных характеристик при СУИ MST 02
10.6 Проверка остроты кромок (10.7)	10.3.1 Назначение
10.7 Измерение сопротивления изоляции (10.13)	10.3.2 Метод контроля
10.7.1 Назначение	10.3.3 Оценка результатов испытаний

Продолжение таблицы ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта IEC 61730-2:2016
10.7.2 Проведение испытания	10.4 Определение максимальной мощности MST 03
10.7.3 Оценка результатов испытания	10.4.1 Назначение
10.8 Испытание изоляции на влагостойкость (10.14)	10.4.2 Метод контроля
10.8.1 Назначение	10.4.3 Оценка результатов испытания
10.8.2 Проведение испытания	10.5 Проверка толщины изоляции из тонких слоев MST 04
10.8.3 Оценка результатов испытания	10.5.1 Назначение
10.9 Проверка защиты от доступа к опасным токоведущим частям (10.9)	10.5.2 Метод контроля
10.9.1 Назначение	10.5.3 Оценка результатов испытания
10.9.2 Испытательное оборудование	10.6 Испытание маркировки на стойкость к истиранию MST 05
10.9.3 Проведение испытания (10.9.3)	10.7 Проверка остроты кромок MST 06
10.9.4 Оценка результатов испытания	10.8 Испытание шунтирующих диодов на работоспособность MST 07
10.10 Испытание на стойкость к надрезам	10.9 Проверка защиты от доступа к токоведущим частям MST 11
10.10.1 Назначение	10.9.1 Назначение
10.10.2 Испытательное оборудование	10.9.2 Испытательное оборудование
10.10.3 Проведение испытания (10.10.3)	10.9.3 Метод контроля
10.10.4 Заключительные испытания	10.9.4 Заключительные испытания
10.10.5 Оценка результатов испытания	10.9.5 Оценка результатов испытания
10.11 Проверка целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов)	10.10 Испытание на стойкость к надрезам MST 12
10.11.1 Назначение	10.10.1 Назначение
10.11.2 Испытательное оборудование	10.10.2 Испытательное оборудование
10.11.3 Проведение испытания (10.11.3)	10.10.3 Метод контроля
10.11.4 Оценка результатов испытания	10.10.4 Заключительные испытания
10.12 Испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении	10.10.5 Оценка результатов испытания
10.12.1 Назначение	10.11 Проверка целостности цепи заземления (уравнивания потенциалов) MST 13
10.12.2 Испытательное оборудование и материалы	10.11.1 Назначение
10.12.3 Проведение испытания (10.12.3)	10.11.2 Испытательное оборудование
10.12.4 Заключительные испытания	10.11.3 Метод контроля
10.12.5 Оценка результатов испытания	10.11.4 Заключительные испытания
10.13 Испытание на стойкость к местному перегреву (10.16)	10.11.5 Оценка результатов испытания

Продолжение таблицы ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта IEC 61730-2:2016
10.14 Испытание на огнестойкость (10.17)	10.12 Испытание электрической прочности изоляции при импульсном напряжении MST 14
10.15 Испытание на воспламеняемость под действием малого пламени (10.18)	10.12.1 Назначение
10.15.1 Общие положения (10.18.1)	10.12.2 Испытательное оборудование
10.15.2 Образцы для проведения испытания (10.18.3)	10.12.3 Метод контроля
10.15.3 Испытательное оборудование (10.18.2)	10.12.4 Заключительные испытания
10.15.4 Кондиционирование (10.18.4)	10.12.5 Оценка результатов испытания
10.15.5 Проведение испытания (10.18.5—10.18.7)	10.13 Измерение сопротивления изоляции MST 16
10.15.6 Оценка результатов испытания (10.18.8)	10.13.1 Назначение
10.16 Испытания шунтирующих/блокирующих диодов (10.8, 10.19)	10.13.2 Метод контроля
10.17 Испытание на перегрузку по обратному току (10.20)	10.13.3 Оценка результатов испытания
10.17.1 Назначение (10.20.1)	10.14 Испытание изоляции на влагостойкость MST 17
10.17.2 Испытательное оборудование и материалы	10.15 Определение максимальных температур компонентов и материалов MST 21
10.17.3 Проведение испытания (10.20.2)	10.16 Испытание на стойкость к местному перегреву MST 22
10.17.4 Заключительные испытания	10.17 Испытание на огнестойкость MST 23
10.17.5 Оценка результатов испытания (10.20.3)	10.17.1 Назначение
10.18 Испытания на воздействие одиночных ударов (10.21)	10.18 Испытание на воспламеняемость MST 24
10.18.1 Назначение (10.21.1)	10.18.1 Назначение
10.18.2 Испытательное оборудование (10.21.2)	10.18.2 Испытательное оборудование
10.18.3 Проведение испытания (10.21.3)	10.18.3 Испытуемый образец
10.18.4 Оценка результатов испытания (10.21.4)	10.18.4 Кондиционирование
10.19 Испытания резьбовых соединений (10.22)	10.18.5 Метод контроля
10.19.1 Общие испытания резьбовых соединений (10.22.1)	10.18.6 Продолжительность испытания
10.19.2 Испытание установочных винтов (10.22.2)	10.18.7 Наблюдения
10.20 Испытание на воздействие статической механической нагрузки (10.23)	10.18.8 Оценка результатов испытания
10.21 Испытание на отслаивание (10.24)	10.19 Испытание шунтирующих диодов на термостойкость MST 25
10.21.1 Общие положения (10.24.1)	10.20 Испытание на перегрузку по обратному току MST 26
10.21.2 Предварительная подготовка образцов изготовителем (10.24.2)	10.20.1 Назначение
10.21.3 Испытательное оборудование (10.24.3)	10.20.2 Метод контроля

Продолжение таблицы ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта IEC 61730-2:2016
10.21.4 Проведение испытания (10.24.4)	10.20.3 Оценка результатов испытания
10.21.5 Оценка результатов испытания (10.24.5)	10.21 Испытания на воздействие одиночных ударов MST 32
10.22 Испытание на сдвиг (10.25)	10.21.1 Назначение
10.22.1 Общие положения (10.25.1)	10.21.2 Испытательное оборудование
10.22.2 Образцы для испытаний (10.25.2)	10.21.3 Метод контроля
10.22.3 Испытательное оборудование (10.25.3)	10.21.4 Оценка результатов испытания
10.22.4 Проведение испытания (10.25.4)	10.22 Испытания резьбовых соединений MST 33
10.22.5 Оценка результатов испытания (20.25.5)	10.22.1 Испытание обыкновенных резьбовых соединений MST 33a
10.23 Испытание на ползучесть (10.26)	10.22.2 Испытание соединений с фиксаторами резьбы MST 33b
10.23.1 Назначение (10.26.1)	10.22.2.1 Общие сведения
10.23.2 Испытательное оборудование (10.26.2)	10.22.2.2 Оценка результатов испытания
10.23.3 Проведение испытания (10.26.3)	10.23 Испытания на стойкость к статическим механическим нагрузкам MST 34
10.23.4 Заключительные испытания (10.26.4)	10.23.1 Оценка результатов испытания
10.23.5 Оценка результатов испытания (10.26.5)	10.24 Испытание на отслаивание MST 35
10.24 Испытания надежности средств внешних соединений (10.27)	10.24.1 Назначение
10.25 Термоциклирование (10.28)	10.24.2 Требования к образцу
10.26 Термоциклирование при высокой влажности (10.29)	10.24.3 Испытательное оборудование
10.27 Испытание на воздействие высокой температуры при высокой влажности (10.30)	10.24.4 Метод контроля
10.28 Испытание на воздействие пониженной температуры (10.32)	10.24.5 Оценка результатов испытания
10.28.1 Назначение (10.32.1)	10.25 Испытание на сдвиг MST 36
10.28.2 Испытательное оборудование (10.32.2)	10.25.1 Назначение
10.28.3 Проведение испытания (10.32.3)	10.25.2 Испытуемые образцы
10.28.4 Заключительные испытания (10.32.4)	10.25.3 Испытательное оборудование
10.28.5 Оценка результатов испытания (10.32.5)	10.25.4 Метод контроля
10.29 Испытание на воздействие высокой температуры при пониженной влажности (10.33)	10.25.5 Оценка результатов испытания
10.29.1 Назначение (10.33.1)	10.26 Испытание на ползучесть MST 37
10.29.2 Испытательное оборудование (10.33.2)	10.26.1 Назначение
10.29.3 Проведение испытания (10.33.3)	10.26.2 Испытательное оборудование
10.29.4 Заключительные испытания (10.33.4)	10.26.3 Метод контроля

Окончание таблицы ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта IEC 61730-2:2016
10.29.5 Оценка результатов испытания (10.33.5)	10.26.4 Заключительные испытания
10.30 Испытание на воздействие ультрафиолетового излучения (10.31)	10.26.5 Оценка результатов испытания
11 Протокол испытаний (раздел 7)	10.27 Испытание надежности средств внешних соединений MST 42
12 Подтверждение соответствия требованиям безопасности при изменениях конструкции, материалов, компонентов, технологии изготовления или обработки фотоэлектрических модулей	10.28 Термоциклирование MST 51
Приложение А (справочное) Обозначение методов испытаний, установленных в настоящем стандарте, в стандартах Международной электротехнической комиссии	10.29 Термоциклирование при высокой влажности MST 52
Приложение В (обязательное) Условия испытаний для определения выходных характеристик фотоэлектрических устройств и систем, установленные в стандартах	10.30 Испытание на воздействие высокой температуры при высокой влажности MST 53
Приложение С (справочное) Испытания на огнестойкость фотоэлектрических модулей, устанавливаемых на здании/объекте или интегрированных в конструкции здания/объекта	10.31 Испытание на воздействие ультрафиолетового излучения MST 54
Приложение ДА Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте	10.32 Испытание на воздействие пониженной температуры MST 55
Приложение ДБ Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта	10.32.1 Назначение
	10.32.2 Испытательное оборудование
	10.32.3 Метод контроля
	10.32.4 Оценка результатов испытания
	10.33 Испытание на воздействие высокой температуры при пониженной влажности MST 56
	10.33.1 Назначение
	10.33.2 Испытательное оборудование
	10.33.3 Метод контроля
	10.33.4 Оценка результатов испытания
	Приложение А Рекомендации по испытаниям фотоэлектрических модулей в процессе изготовления
	Приложение В Испытания фотоэлектрических модулей на огнестойкость, стойкость к распространению пламени и воспламенению
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 61215-1 (все части) — Модули наземные фотоэлектрические. Оценка конструкции и утверждение типа. Часть 1. Специальные требования к испытаниям фотоэлектрических модулей [Terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval — Part 1: Special requirements for testing)]

[6] 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]

[7] МЭК 61904-3 — 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]

[8] ИСО 4046-4:2016 — Бумага, картон, целлюлоза и относящиеся к ним термины. Словарь. Часть 4. Сорта бумаги и картона и продукты переработки (Paper, board, pulps and related terms — Vocabulary — Part 4: Paper and boardgrades and converted products)

[9] ИСО 813:2016 — Каучук вулканизованный или термопластичный. Определение прочности сцепления с жесткой подложкой. Метод отслаивания под прямым углом (Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of adhesion to a rigid substrate — 90 degree peel method

[10] ИСО 5893:2002 — Оборудование для испытаний резины и пластмассы на растяжение, изгиб и сжатие (при постоянной скорости перемещения). Технические условия [Rubber and plastics test equipment — Tensile, flexural and compression types (constant rate of traverse) — Specification]

[11] ИСО 4587:2003 — Клеи. Определение предела прочности на сдвиг при растяжении клеевых соединений жестких материалов внахлестку (Adhesives — Determination of tensile lap-shear strength of rigid-to-rigid bonded assemblies)

[12] МЭК 61730-2:2016 — Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Требования к испытаниям [Photovoltaic (PV) module safety qualification — Part 2: Requirements for testing]

[13] МЭК 61215-2:2016 — Модули фотоэлектрические наземные. Оценка конструкции и утверждение типа. Часть 2. Методики испытаний [Terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval — Part 2: Test procedures]

[14] ИСО 834-1 — Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Общие требования (Fire-resistance tests — Elements of building construction — Part 1: General requirements)

[15]	ISO/TR 834-3:2012	Испытание на огнестойкость элементов строительных конструкций. Часть 3. Комментарии по методам испытаний и применению результатов испытаний (Fire resistance tests — Elements of building construction — Part 3: Commentary on test method and guide to the application of the outputs from the fire-resistance test)
[16]	ИСО 5657	Испытания на определение реакции на огонь. Определение воспламеняемости строительных изделий с применением источника лучистой теплоты (Reaction to fire tests — Ignitability of building products using a radiant heat source)
[17]	ЕНВ 1187	Наружное возгорание крыш. Методы испытания (Test methods for external fire exposure to roofs)
[18]	ЕН 13501-5	Классификация пожаростойкости конструкций и элементов зданий. Часть 5. Классификация, использующая данные испытаний о реакции кровли (Fire classification of construction products and building elements — Part 5: Classification using data from external fire exposure to roofs tests)
[19]	ANSI/UL 1703:2015	Плоские фотоэлектрические модули и панели (ANSI/UL 1703:2015 Flat-plate photovoltaic modules and panels)
[20]	ANSI/UL 790	Стандартные методы испытаний на огнестойкость кровельных покрытий (ANSI/UL 790 Standard Test Methods for Fire Tests of Roof Coverings)

УДК 697.329:006.354 ОКС 27.160

Ключевые слова: фотоэлектрические модули, наземные фотоэлектрические модули, плоские фотоэлектрические модули, оценка безопасности, методы испытаний

БЗ 9—2020

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 06.08.2020. Подписано в печать 25.08.2020. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 6,32.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

gost.e-ecolog.ru