ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 61730-2— 2013

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ

Часть 2. Методы испытаний

IEC 61730-2:2004
Photovoltaic (PV) module safety qualification.
Part 2: Requirements for testing

(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4.

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

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2013 г. № 1371-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 61730-2:2004 «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Методы испытаний» (IEC 61730-2:2004 « Photovoltaic (PV) module safety qualification. Part 2: Requirements for testing»)

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске 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.ru)

© Стандартинформ, 2014

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Классы применения 2
4 Категории испытаний 3
5 Классы применения и требуемые для них методы испытаний 5
6 Отбор образцов 6
7 Отчет об испытаниях 7
8 Испытания 7
9 Критерии успешного прохождения испытаний 9
10 Методы испытаний 9
10.1 Визуальный контроль MST 01 9
10.2 Испытание на доступность 9
10.3 Испытание на устойчивость к разрезам MST 12 10
10.4 Испытание на целостность цепи заземления MST 13 11
10.5 Испытание импульсным напряжением MST 14 12
10.6 Испытание изоляции MST 16 14
10.7 Температурное испытание MST 21 14
10.8 Испытание на огнестойкость MST 23 15
10.9 Испытание на перегрузку по обратному току MST 26 16
10.10 Испытание модуля на удар MST 32 16
11 Испытания компонентов 20
11.1 Испытание на частичный разряд MST 15 20
11.2 Испытание кабелепровода на изгиб MST 33 21
11.3 Испытания заглушек для ввода-вывода кабеля клеммной коробки MST 44 22
Приложение А (обязательное) 24
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам) 28
Библиография 29

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ

Часть 2. Методы испытаний

Photovoltaic module safety qualification.
Part 2. Requirements for testing

Дата введения — 2015—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на фотоэлектрические модули (далее — модули) и устанавливает методы испытаний для оценки безопасного функционирования их электрических и механических частей в течение предусмотренного срока службы. В настоящем стандарте описаны специальные методы оценки модуля с точки зрения возможности поражения электрическим током, пожарной опасности и получения травм вследствие воздействия на модуль механических нагрузок и внешних факторов.

Настоящий стандарт определяет основные требования к различным классам использования модулей. Стандарт не распространяется на модули, предназначенные для эксплуатации на море и в транспортных средствах.

Настоящий стандарт не распространяется на модули с интегрированными инверторами переменного тока (модули переменного тока).

Настоящий стандарт разработан таким образом, чтобы схема испытаний была согласована со схемами испытаний, приведенными в МЭК 61215 или МЭК 61646, так что одни и те же результаты испытаний могут использоваться и для оценки безопасности, и для оценки рабочих характеристик модулей.

Настоящим стандартом установлена оптимальная последовательность испытаний, чтобы испытания МЭК 61215 или МЭК 61646 могли использоваться как базовые предварительные испытания.

Примечание — Последовательность испытаний, установленная настоящим стандартом, может не охватывать все возможные аспекты безопасности, связанные со всеми возможными способами использования модулей. Настоящий стандарт описывает наилучшую последовательность испытаний в настоящее время. Существуют некоторые аспекты безопасности, например, потенциальная опасность поражения электрическим током от неисправного модуля в системе с высоким напряжением, которые следует рассматривать исходя из проекта данной системы, ее расположения, ограничений доступа персонала и процедур обслуживания.

Настоящий стандарт устанавливает требования к последовательности испытаний для верификации безопасности модулей, конструкция которых описывается в МЭК 61730-1. Последовательность испытаний и критерии их успешного прохождения разработаны таким образом, чтобы обнаружить места вероятной поломки внутренних и внешних компонентов модулей, что могло бы привести к пожарной опасности, поражению электрическим током или травмам. Настоящий стандарт устанавливает основные требования к испытаниям на безопасность и к дополнительным испытаниям, которые зависят от конечного назначения модуля.

Категории испытаний включают общую проверку, риск поражения электрическим током, пожарную опасность, испытание на удар и на воздействие внешних факторов.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

МЭК 60060-1 Методы испытаний высоким напряжением. Часть 1. Общие определения и требования к испытаниям (IEC 60060-1 High-voltage test techniques — Part 1: General definitions and test requirements);

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

МЭК 60410 Правила и планы выборочного контроля по качественным признакам (IEC 60410 Sampling plans and procedures for inspection by attributes);

МЭК 60664-1:2007 Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания (IEC 60664-1 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems — Part 1: Principles, requirements and tests);

МЭК 60904-2 Приборы фотоэлектрические. Часть 2. Требования к эталонным солнечным элементам (IEC 60904-2 Photovoltaic devices — Part 2: Requirements for reference solar devices);

МЭК 60904-6 Приборы фотоэлектрические. Часть 6: Требования к эталонным солнечным часам (IEC 60904-6 Photovoltaic devices — Part 6. Requirements for reference solar modules) [1];

МЭК 61032:1997 Защита людей и оборудования, обеспечиваемая корпусами. Щупы для проверки (IEC 61032:1997 Protection of persons and equipment by enclosures — Probes for verification);

МЭК 61140 Защита от поражения электрическим током. Общие аспекты, связанные с электроустановками и электрооборудованием (IEC 61140 Protection against electric shock. Common aspects for installation and equipment)

МЭК 61215:2005 Модули фотоэлектрические наземные из кристаллического кремния. Оценка конструкции и утверждение по образцу (IEC 61215 Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval);

МЭК 61646:2008 Модули фотоэлектрические тонкопленочные для наземного применения. Квалификационная оценка конструкции и утверждение по образцу (IEC 61646:2008 Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval);

МЭК 61730-1:2004 Оценка безопасности фотоэлектрического (ФЭ) модуля. Часть 1. Требования к конструкции (IEC 61730-1:2004 Photovoltaic (PV) module safety qualification — Part 1: Requirements for construction);

ИСО/МЭК 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий (ISO/IEC 17025 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories).

3 Классы применения

3.1 Общие положения

Модули могут быть установлены для различных условий применения. Поэтому важно оценить потенциальные риски, связанные с видом использования, и, соответственно, оценить конструкцию модуля.

Необходимо установить соответствующие требования по безопасности для индивидуальных классов применения и проводить испытания, подтверждающие соответствия этим требованиям. В данном разделе определены такие классы применения и описаны конструкционные особенности для каждого класса.

Классы применения для модулей определяются следующим образом:

3.2 Класс А: Общий доступ, опасное напряжение, опасная мощность

Модули, отнесенные к данному классу применения, могут применяться в системах с напряжением выше 50 В постоянного тока или мощностью более 240 Вт, где возможен контакт с доступными проводящими частями. Модули, удовлетворяющие требованиям безопасности МЭК 61730-1 и настоящего стандарта, а также требованиям для данного класса применения, считаются удовлетворяющими требованиям к защите электрооборудования класса II.

3.3 Класс В: Ограниченный доступ, опасное напряжение, опасная мощность.

Модули, предназначенные для этого класса использования, могут применяться только в системах, защищенных от доступа посторонних лиц оградами, местом расположения и т. д. Модули, отно-

[1] Заменен на IEC 60904-2(2007)

сящиеся к этому классу применения, обеспечивающие защиту основной изоляцией, считаются удовлетворяющими требованиям безопасности класса защиты электрооборудования 0.

3.4 Класс С: Ограниченное напряжение, ограниченная мощность

Модули, отнесенные к данному классу применения, могут применяться в системах постоянного тока с напряжением менее 50 В и потребляющих мощность менее 240 Вт, где возможен контакт с доступными проводящими частями. Модули, удовлетворяющие требованиям безопасности в настоящем стандарте и МЭК 61730-1, а также требованиям для данного класса применения, считаются удовлетворяющими требованиям класса защиты электрооборудования III.

Примечание — Классы защиты электрооборудования определены в МЭК 61140.

4 Категории испытаний

4.1 Общие положения

Нижеперечисленные риски могут повлиять на срок службы и безопасность модулей. Методы испытаний и критерии их прохождения описываются в соответствии с этими рисками. Определенные испытания, которым будет подвергнут модуль, зависят от его конечного назначения и использования, для чего в пункте 5 определены минимальные испытания.

Примечание — Испытания модуля на безопасность обозначаются MST.

В таблицах с 1 по 6 показаны исходные данные для требуемых испытаний. Для некоторых испытаний исходные данные приведены в третьем столбце, однако точные требования даются в пунктах 10 и 11. Остальные испытания основаны на МЭК 61215/МЭК 61646 или идентичны им, и в последних двух столбцах даются ссылки на соответствующие пункты. Некоторые из основанных на МЭК 61215/МЭК 61646 испытаний были модифицированы для настоящего стандарта и включены в пункты 10 и 11.

4.2 Предварительные испытания

Таблица 1 — Предварительные испытания

Испытание	Название	Ссылка на стандарты	В соответствии с	
			МЭК 61215	МЭК 61646
MST 51	Термоциклирование (TC50 или TC200)		10.11	10.11
MST 52	Термоциклирование при высокой влажности (HF10)		10.12	10.12
MST 53	Испытание на стойкость к влажности и высоким температурам (DH1000)		10.13	10.13
MST 54	Испытание на стойкость к воздействию ультрафиолетового излучения		10.10	10.10

4.3 Общий контроль

Таблица 2 — Общий контроль

Испытание	Название	Ссылка на стандарты	В соответствии с	
			МЭК 61215	МЭК 61646
MST 01	Визуальный контроль		10.1	10.1

4.4 Испытания на риск поражения электрическим током

Данные испытания разработаны для оценки риска для персонала получить поражение электрическим током или травму в ходе контакта с находящимися под напряжением частями модуля в связи с особенностями его конструкции/изготовления или наличием дефектов, вызванных воздействием факторов окружающей среды или появившихся в процессе его работы.

Таблица 3 — Испытания на риск поражения электрическим током

Испытание	Название	Ссылка на стандарты	В соответствии с	
			МЭК 61215	МЭК 61646
MST 11	Испытание на доступность	ANSI/UL 1703 [1]		
MST 12	Испытание на устойчивость к разрезам (не требуется для стеклянных поверхностей)	ANSI/UL 1703 [1]		
MST 13	Испытание на целостность цепи заземления (не требуется, если нет металлического корпуса)	ANSI/UL 1703 [1]		
MST 14	Испытание импульсным напряжением	МЭК 60664-1		
MST 16	Испытание изоляции		10.3*	10.3*
MST 17	Испытание изоляции в условиях повышенной влажности		10.15	10.20
MST 42	Испытание на надежность электрических выводов		10.14	10.14
* Критерий пройдено/не пройдено отличается от приведенного в МЭК 61215 и МЭК 61646				

4.5 Испытания на пожарную опасность

Данные испытания оценивают потенциальный риск пожарной опасности в результате работы модуля или неисправности его компонентов.

Таблица 4 — Испытания на пожарную опасность

Испытание	Название	Ссылка на стандарты	В соответствии с	
			МЭК 61215	МЭК 61646
MST 21	Температурное испытание	ANSI/UL 1703 [1]		
MST 22	Испытание на устойчивость к частичному затенению		10.9	10.9
MST 23	Испытание на огнестойкость	ANSI/UL 790 [2]		
MST 25	Температурное испытание шунтирующего диода		10.18	
MST 26	Испытание на перегрузку по обратному току	ANSI/UL 1703 [1]		

4.6 Испытания механическими нагрузками

Данные испытания предназначены для минимизации возможности травмирования в результате механического повреждений

Таблица 5 — Испытания механическими нагрузками

Испытание	Название	Ссылка на стандарты	В соответствии с	
			МЭК 61215	МЭК 61646
MST 32	Испытание модуля на удар	ANSI Z97.1 [3]		
MST 34	Испытание на устойчивость к механической нагрузке		10.16	10.16

4.7 Испытания компонентов

Таблица 6 — Испытания компонентов

Испытание	Название	Ссылка на стандарты	В соответствии с	
			МЭК 61215	МЭК 61646
MST 15	Испытание на частичный разряд	МЭК 60664-1		
MST 33	Испытание кабелепровода на изгиб	ANSI/UL 514C [4]	10.9	10.9
MST 44	Испытание заглушек клеммной коробки	ANSI/UL 514C [4]		

5 Классы применения и требуемые для них методы испытаний

В таблице 7 описаны испытания, которым должен быть подвергнут модуль в зависимости от определенного в МЭК 61730-1 класса применения. Порядок проведения испытаний должен соответствовать Рисунку 1. Некоторые испытания должны выполняться в качестве предварительных.

Примечание — Данная последовательность испытаний была разработана таким образом, что предписания настоящего стандарта могут выполняться совместно с требованиями МЭК 61215 или МЭК 61646. В этом аспекте испытания на воздействие внешних факторов из МЭК 61215 или МЭК 61646 могут служить в качестве предварительных испытаний для МЭК 61730-2.

Таблица 7 — Требуемые испытания в зависимости от класса применения

Класс использования			Испытания
A	B	C	
			Предварительные испытания
X	X	X	MST 51 Термоциклирование (TC50 или TC200)
X	X	X	MST 52 Термоциклирование при высокой влажности (HF10)
X	X	X	MST 53 Испытание на стойкость к влажности и высоким температурам (DH1000)
X	X	X	MST 54 Испытание на стойкость к воздействию УФ излучения
			Общий контроль
X	X	X	MST 01 Визуальный контроль
			Испытание на риск поражения электрическим током
X	X	—	MST 11 Испытание на доступность
X	X	—	MST 12 Испытание на устойчивость к разрезам
X	X	X	MST 13 Испытание на целостность цепи заземления
X	X*	—	MST 14 Испытание импульсным напряжением
X	X*	—	MST 16 Испытание изоляции
X	X	—	MST 17 Испытание изоляции в условиях повышенной влажности
X	X	X	MST 42 Испытание на надежность электрических выводов
			Испытания на пожарную опасность
X	X	X	MST 21 Температурное испытание
X	X	X	MST 22 Испытание на устойчивость к частичному затенению
X**	—	—	MST 23 Испытание на огнестойкость
X	X	—	MST 26 Испытание на перегрузку по обратному току
			Испытания механическими нагрузками
X	—	X	MST 32 Испытание модуля на удар
X	X	X	MST 34 Испытание на устойчивость к механической нагрузке
			Испытания компонентов
X	—	—	MST 15 Испытание на частичный разряд
X	X	—	MST 33 Испытание кабелепровода на изгиб
X	X	X	MST 44 Испытание заглушек клемной коробки

X Требуется испытание
- Не требуется испытание
* Для классов использования A и B требуются испытания разного уровня
** Для устанавливаемых на крыше здания модулей необходима огнестойкость как минимум класса C

6 Отбор образцов

Для испытаний безопасности следует произвести случайную выборку из шести стандартных модулей, одного ламинированного модуля (модуль без рамки) и дополнительных модулей для испытаний огнестойкости, из произведенной партии или партий в соответствии с процедурой, приведенной в МЭК 60410. Модули должны быть произведены из материалов и деталей в соответствии с конструкторской и технологической документацией. Они должны быть проверены производителем, пройти контроль качества и процедуру приемки. Модули должны иметь полную комплектацию и сопровож-

даться инструкциями производителя по обращению, установке и подключению, включая максимальное допустимое напряжение системы.

Если предназначенные для испытания модули являются прототипами нового проекта, а не промышленными образцами, этот факт следует отразить в отчете (см. пункт 7).

7 Отчет об испытаниях

Результаты должны заноситься в отчет об испытаниях в соответствии с ИСО/МЭК 17025. Результаты должны быть зафиксированы, как правило, в отчете об испытаниях и должны включать всю требуемую заказчиком информацию, необходимую для расшифровки результатов испытаний, и всю информацию, необходимую при использовании данного метода:

a) название;

b) наименование и адрес испытательной лаборатории и место проведения испытаний;

c) индивидуальный код сертификата или отчета и каждой страницы;

d) имя и адрес клиента, где требуется;

e) описание и маркировку испытанного образца;

f) параметры и состояние испытанного образца;

g) дату получения испытанного образца и дату испытаний, где требуется;

h) указание примененного метода испытаний;

i) ссылку на метод отбора образцов (где требуется);

j) любые отклонения, дополнения или исключения из метода испытаний, а также любую другую информацию, относящуюся к определенному испытанию, например о внешних факторах;

k) измерения, проверки и полученные результаты, подкрепленные таблицами, графиками, диаграммами и фотографиями по необходимости, в том числе включая максимальное напряжение в системе соединенных модулей, класс защиты электрооборудования, способ монтажа и любые обнаруженные неисправности;

l) параграф, указывающий, что испытание на импульсное напряжение проводилось на стандартном или на ламинированном модуле (без рамки);

m) утверждение о неоднозначности результатов испытаний (где требуется);

n) подпись и должность или аналогичную расшифровку лица (лиц), несущего ответственность за содержание сертификата или отчета, а также дату их выдачи;

o) где требуется, заявление о том, что результаты относятся только к испытанным образцам;

p) уведомление, что данный сертификат или отчет не должны воспроизводиться иначе, как полностью, без письменного разрешения лаборатории.

Копия этого отчета должна храниться у производителя для справок.

8 Испытания

Модули должны быть поделены на группы и подвергнуты серии испытаний на безопасность (см. рисунок 1), произведенных в установленной последовательности. Модули должны быть отобраны таким образом, чтобы удовлетворять требованиям предварительных испытаний, описанных в 4.2. Каждый блок на рисунке 1 относится к соответствующему подпункту в МЭК 61730-1.

Примечание — В программу испытаний на безопасность могут быть включены запасные модули, если они прошли соответствующие испытания на воздействие внешних факторов, чтобы удовлетворять требованиям предварительных испытаний.

Методы испытаний и критерии, включая начальные и окончательные измерения при необходимости, детализированы в пунктах 10 и 11. Некоторые испытания идентичны испытаниям из МЭК 61215/МЭК 61646 и описаны в разделе 4. В ходе испытаний испытатель должен строго соблюдать инструкции производителя по обращению с оборудованием, его монтажу и подключению.

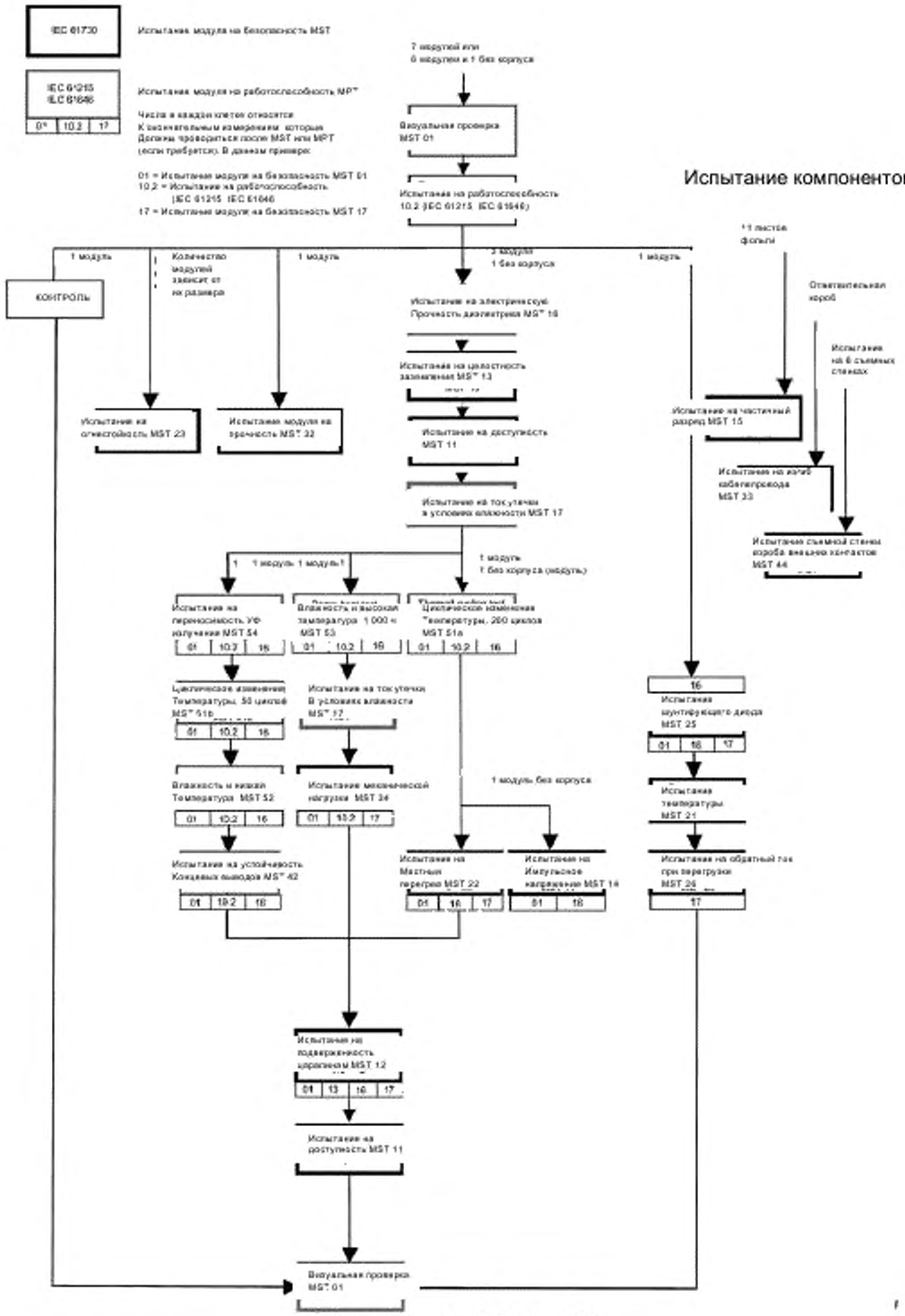


Рисунок 1 — Схма испытаний

9 Критерии успешного прохождения испытаний

Модуль считается прошедшим испытание на безопасность, если испытанные образцы удовлетворяют всем критериям каждого отдельного испытания.

Если какой-либо модуль не удовлетворяет этим критериям испытаний, то оцениваемый модуль будет признан не удовлетворяющим требованиям испытания на безопасность.

Примечание — Природа неисправности будет определять границы требований повторного испытания.

10 Методы испытаний

10.1 Визуальный контроль MST 01

10.1.1 Цель

Обнаружить любые видимые дефекты модуля.

10.1.2 Метод

Данное испытание идентично установленному в пункте 10.1 из МЭК 61215/МЭК 61646 со следующим дополнительным критерием проверки:

- зафиксировать любые прочие условия, которые могут влиять на безопасность;
- определить, соответствуют ли маркировки требованиям, установленным в пункте 11 МЭК 61730-1.

Подготовить замечания и/или фотографии природы и местоположения каждого дефекта, который может ухудшить или отрицательно повлиять на безопасную работу модуля в последующих испытаниях.

Замеченные особенности, отличающиеся от перечисленных ниже основных дефектов, приемлемы с точки зрения прохождения испытания на безопасность.

10.1.3 Критерии прохождения испытаний

В плане успешного прохождения испытания на безопасность основными видимыми дефектами считаются следующие:

a) внешние поверхности имеют сколы, трещины или царапины;

b) погнутые или смещенные внешние поверхности, включая подложки, рамки и соединительные коробки, до такой степени, что безопасность модуля не может быть обеспечена;

c) пузыри или расслоение материала на существенном протяжении между любой частью электрической цепи и гранями модуля, а так же если существенно увеличиваются во время испытания и при продолжении испытаний могут достигнуть таких размеров;

d) признаки любого расплавления или обугливания ламинирующей пленки, полимерной задней подложки, диода или активного ФЭ компонента;

e) нарушение механической целостности до такой степени, когда безопасность монтажа и работы модуля нарушаются;

f) несоответствие маркировки пункту 11 МЭК 61730-1.

10.2 Испытание на доступность

10.2.1 Цель

Определить, представляют ли неизолированные электрические соединения угрозу поражения персонала электрическим током.

10.2.2 Техническое оснащение

Техническое оснащение следующее:

a) испытательный щуп 11 "Жесткий испытательный палец" в соответствии с рисунком 7 ГОСТ Р МЭК 61032;

b) омметр или электрический тестер.

10.2.3 Метод

Метод следующий:

a) установить и подключить испытываемый модуль в соответствии с рекомендациями производителя;

b) подключить омметр или электрический тестер к электрической цепи модуля и к испытательному щупу;

c) отсоединить от модуля все крышки, вилки и соединения, которые можно удалить без использования инструментов;

d) произвести с помощью испытательного шупа проверку всех электрических соединений, вилок, соединительных коробок и любых других участков модуля, где возможен доступ к токоведущим частям, на предмет возможного контакта щупа с электрической цепью модуля;

e) следить за показаниями омметра или электрического тестера во время проверки в целях обнаружения возможного электрического контакта.

10.2.4 Окончательные измерения

Не проводятся.

10.2.5 Требования

В ходе проведения испытания сопротивление между испытательным щупом и электрической цепью модуля не должно быть менее 1 МОм.

10.2.6 Критерии прохождения испытаний

В ходе испытания щуп не должен контактировать с токоведущими частями. Данное испытание производится в начале и в конце схемы испытаний в соответствии с рисунком 1. Данное испытание может быть произведено также на любом этапе схемы испытаний, если есть основания подозревать что токоведущие части могли быть обнажены в ходе проведения других испытаний.

10.3 Испытание на устойчивость к разрезам MST 12

10.3.1 Цель

Определить, способны ли передние и задние поверхности модуля, сделанные из полимерных материалов, выдерживать обычное обращение при монтаже и обслуживании, не подвергая персонал опасности поражения электрическим током. Испытание заимствовано из ANSI/UL 1703 [1].

10.3.2 Техническое оснащение

Испытательное устройство, изображенное на рисунке 2, предназначенное для волочения острого предмета из углеродистой стали толщиной 0,64 ± 0,05 мм (например, обратной стороны полотна ножовки), по поверхности модуля с прижимной силой 8,9 ± 0,5 Н.

10.3.3 Метод

Метод следующий:

a) расположить модуль горизонтально таким образом, чтобы передняя поверхность была обращена вверх;

b) испытательное устройство должно быть помещено на поверхность модуля на 1 минуту и затем протянуто по поверхности модуля со скоростью (150 ± 30) мм/с.

Повторить процедуру пять раз в разных направлениях;

c) повторить пункты a) и b) для задней поверхности модуля.

10.3.4 Окончательные измерения

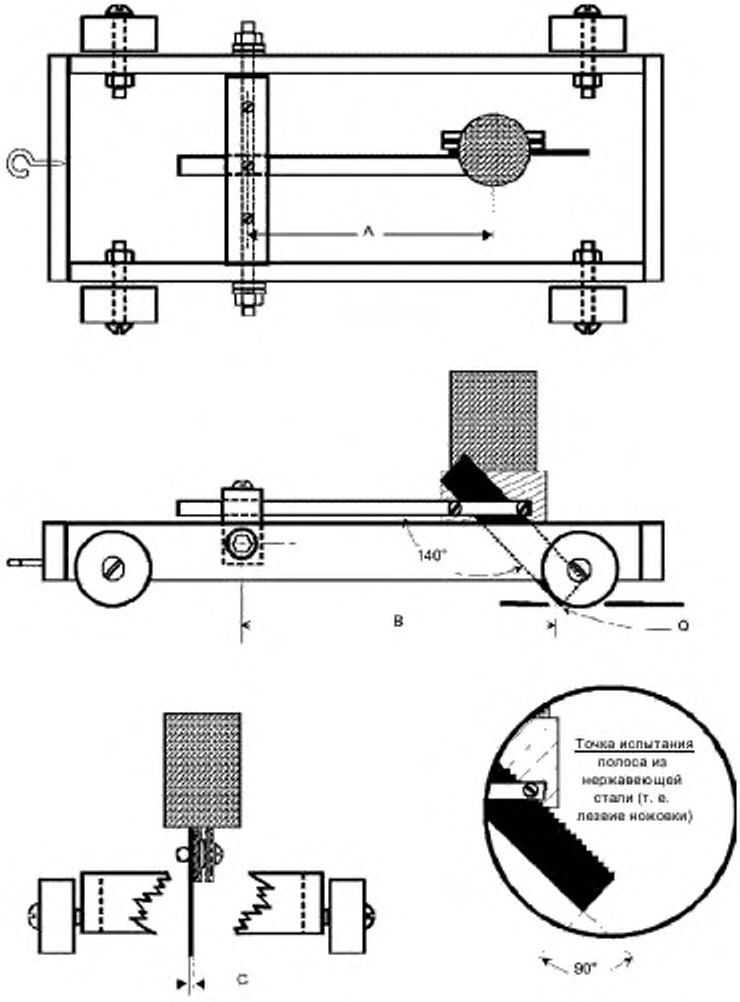
Повторить MST 01, MST 13, MST 16 и MST 17.

10.3.5 Критерии прохождения испытаний

Критерии успешного прохождения испытаний следующие:

a) отсутствие видимых разрезов на передней и задней поверхностях, обнажающих токоведущие участки модуля;

b) результаты MST 13, MST 16, MST 17 должны удовлетворять тем же требованиям, что и при начальных измерениях.



Обозначения:

A 150 мм от оси до центра тяжести

B 170 мм от оси до точки приложения силы

C Испытывающее устройство – стальная полоса 0,64 мм толщиной.

Q Суммарное значение силы в точке приложения Q: 8,9 N

Рисунок 2 — Испытание на устойчивость к разрезам

10.4 Испытание на целостность цепи заземления MST 13

10.4.1 Цель

Показать, что существует непрерывное электрическое соединение между всеми открытыми проводящими частями модуля, которое позволяет заземлить эти части в ФЭ системе надлежащим образом. Данное испытание требуется только в том случае, если модуль имеет открытые проводящие части, например металлическую рамку или металлическую соединительную коробку.

10.4.2 Техническое оснащение

Техническое оснащение следующее:

a) Источник постоянного тока, способный подавать ток величиной в 2,5 раза больше, чем максимальное расчетное значение защиты от сверхтоков (см. MST 26);

b) соответствующий вольтметр.

Примечание — В соответствии с МЭК 61730-1 максимальное расчетное значение защиты модуля от сверхтоков должно быть указано производителем.

10.4.3 Метод

Метод следующий:

a) найти указанную производителем точку заземления и рекомендованный заземлитель. Подключить его к выводу источника постоянного тока;

b) выбрать прилегающую (подсоединенную) открытую токопроводящую часть на максимальном расстоянии от точки заземления и подключить ее к другому выводу источника тока;

c) подсоединить вольтметр к обоим токопроводящим компонентам, подключенным к источнику тока вблизи выводов источника тока;

d) подавать ток величиной в 2,5 раза ± 10 % больше, чем максимальное расчетное значение защиты от сверхтоков в течение как минимум 2 минут;

e) измерить поданный ток и результирующее падение напряжения;

f) уменьшить ток до нуля;

g) повторить испытание на одном дополнительном компоненте рамки.

10.4.4 Окончательные измерения

Не проводятся.

10.4.5 Критерии прохождения испытаний

Сопротивление между выбранным открытым токопроводящим компонентом и каждым другим токопроводящим компонентом модуля должно быть менее 0,1 Ом.

10.5 Испытание импульсным напряжением MST 14

10.5.1 Цель

Проверить способность твердой изоляции модуля выдерживать перегрузку по напряжению атмосферного происхождения. Сюда также входит перегрузка по напряжению в результате переключения режимов низковольтного оборудования.

Примечание — Если модуль не предназначен для продажи без рамки, испытание на импульсное напряжение должно проводиться с модулем с рамкой.

10.5.2 Техническое оснащение

Техническое оснащение следующее:

a) генератор импульсного напряжения;

b) осциллограф.

10.5.3 Методы

Для обеспечения возможности воспроизведении данного испытания оно проводится при комнатной температуре и относительной влажности менее 75 %. Метод следующий:

a) накрыть модуль медной фольгой. Подсоединить фольгу к «минусу» генератора импульсного напряжения;

b) подключить закороченные выводы модуля к «плюсу» генератора импульсного напряжения;

Параметры медной фольги:

1) толщина от 0,03 мм до 0,05 мм;

2) проводящий клей (проводимость <1 Ом, область измерения: 625 мм^2);

3) общая толщина от 0,05 мм до 0,07 мм.

c) подать без воздействия света импульсное перенапряжение, указанное в Таблице 8, соответствующее формой импульса изображению на рисунке 3, при помощи генератора импульсного напряжения. Форма импульса должна отслеживаться по осциллографу. Для каждого испытания должны проверяться время нарастания и длительность импульса;

Примечание — В соответствии с 2.2.2.1.1 МЭК 60664-1 модули относятся к III классу перегрузки по напряжению. Уровень испытания снижен на одну ступень, так как системы обычно комплектуются защитой от перегрузки по напряжению. С другой стороны, для проверки усиленной изоляции (требуемой для класса приме-

нения А и класса безопасности электрооборудования II) уровень испытания для класса применения А был повышен на одну ступень

Таблица 8 — Зависимость импульсного напряжения от максимального напряжения системы

Максимальное напряжение системы, В	Импульсное напряжение	
	Класс применения А, В	Класс применения В, В
100	1 500	800
150	2 500	1 500
300	4 000	2 500
600	6 000	4 000
1 000	8 000	6 000

Примечание — Для промежуточных значений максимального напряжения системы допускается линейная интерполяция.

d) подать три последовательных импульса.

e) изменить полярность выводов генератора импульсов и подать три последовательных импульса.

10.5.4 Окончательное измерение

Повторить визуальный контроль MST 01

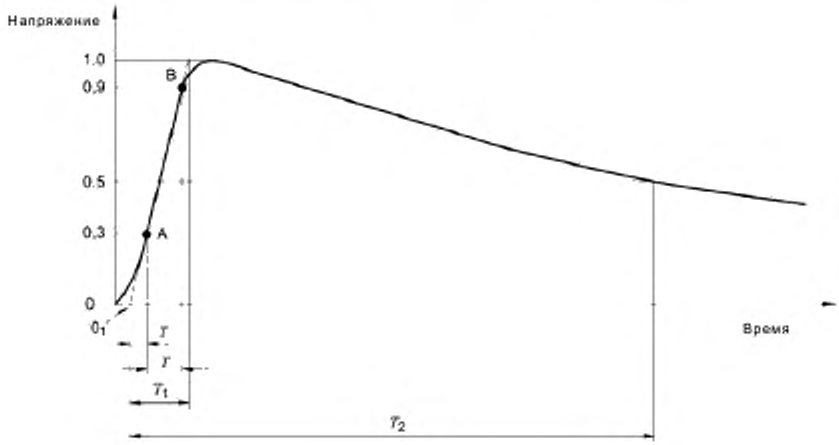
10.5.5 Критерии прохождения испытаний

Критерии успешного прохождения испытаний следующие:

a) отсутствие признаков пробоя диэлектрика или повреждения поверхности модуля во время испытания;

b) отсутствие основных видимых дефектов, определенных в пункте 10.1.

Примечание — Точка 01 является начальной точкой импульсного напряжения. В диаграмме с линейной осью времени это точка пересечения оси времени и линии АВ.



T_1 = 1,2 мкс ± 30 %
T_2 = 50 мкс ± 20 %

Рисунок 3 — Форма импульса импульсного напряжения в соответствии с МЭК 60060-1

10.6 Испытание изоляции MST 16

10.6.1 Цель

Определить, достаточно ли надежна изоляция модуля между токоведущими частями и корпусом или внешней средой.

Испытание проводят при температуре модулей равной температуре окружающей среды (МЭК 60068-1) и при относительной влажности не более 75 %.

10.6.2 Метод

Испытание идентично испытанию 10.3 из МЭК 61215/МЭК 61646 с уровнями испытания, зависящими от класса применения и максимального напряжения системы.

Максимальное испытательное напряжение должно равняться 2000 В плюс четырехкратное максимальное напряжение системы для класса применения А и 1000 В плюс двукратное максимальное напряжение системы для класса использования В.

10.6.3 Критерии прохождения испытаний

См. МЭК 61215/МЭК 61646.

10.7 Температурное испытание MST 21

10.7.1 Цель

Данное температурное испытание предназначено для определения максимальных типичных температур для различных компонентов и материалов, использующихся в составе модуля, в целях установления их годности к использованию.

10.7.2 Условия испытания

Температура окружающей среды во время испытания может быть в интервале от 20 до 55 °С.

Облученность во время испытания не должна быть менее 700 Вт/м^2 при измерении калиброванным устройством в одной плоскости с модулем с точностью ±5 % в соответствии с МЭК 60904-2 и МЭК 60904-6.

10.7.3 Метод

Испытываемый модуль должен быть установлен на платформу из деревянных досок, фанеры или ДСП толщиной около 19 мм. Платформа должна быть равномерно окрашена черной краской на стороне крепления испытываемого образца. Края платформы должны выступать не менее чем на 60 см со всех сторон модуля.

Испытываемый модуль должен быть установлен на платформу в соответствии с инструкциями по монтажу, разработанными производителем. Если инструкция предлагает более одного способа, следует воспользоваться наименее приемлемым. Если инструкция по монтажу отсутствует, модуль следует установить непосредственно на платформу.

Температуры компонентов модуля должны измеряться калиброванным устройством или системой с погрешностью не более ±2 °С.

Значения стабилизированной температуры для каждой испытываемой точки должны регистрироваться для каждого условия работы модуля (как при холостом ходе, так и при коротком замыкании). Температура считается стабилизированной, если в ходе трех последовательных измерений с интервалом в 5 минут ее изменение не превышает ±1 °С.

Измеренные температуры компонентов (T_{obs}) должны быть скорректированы путем добавления разницы между эталонной температурой окружающей среды 40 °С и фактической температурой окружающей среды ($T_{внеш}$) в соответствии с уравнением $T_{con} = T_{obs} + (40 — T_{внеш})$, где T_{con} — скорректированная температура.

Если во время температурных испытаний зафиксированы неприемлемые характеристики, на появление которых влияют условия испытания, которые хотя и находятся в установленных границах, но могут быть сочтены избыточно строгими (например, температура окружающей среды близка к допустимому пределу), испытание может проводиться при условиях более близких к нормальным.

Если величина освещенности отличается от 1 000 Вт/м^2, следует определить температуры для более чем двух уровней освещенности с шагом не менее 80 Вт/м^2, а температуру для освещенности 1 000 Вт/м^2 найти по способу квадратичной экстраполяции.

Типичные точки измерения:

- передняя поверхность модуля над центральным фотоэлементом;
- задняя поверхность модуля под центральным фотоэлементом;
- внутренняя поверхность, прилегающая к контактам;

- прилегающее к контактам воздушное пространство;
- клеммы для внешней проводки;
- изоляция внешних электрических выводов;
- короба внешних соединителей (при наличии);
- корпуса диодов (при наличии).

Примечание — Из-за многочисленности вариантов конструкции для каждой вышеуказанного места можно использовать более одной точки снятия измерения по усмотрению испытательной лаборатории.

10.7.4 Требования

Требования следующие:

a) ни одно из измеренных значений температуры не превышает предела температур для поверхностей, материалов или компонентов, приведенных в таблице 9;

b) ни на каких частях модуля не выявлено дефектов, искривлений, провисаний, обугливания или аналогичных повреждений, перечисленных в 10.1.

Таблица 9 — Предельные температуры компонентов

Узел, материал или компонент	Границы температур, °С
Материал изоляции [c] Полимеры Стекловолокно Листовой феноловый состав Формованный феноловый состав	 [a] 90 125 150
Металлические части контактов для внешней проводки	Превышает температуру окружающей среды на 30 °С
Короба для внешней проводки, с которыми могут контактировать провода	[a] или [d], смотря что больше, или [b]
Изолированные провода	[d]
Монтажная поверхность (рама) и смежные части конструкции	90

[a] Относительный температурный индекс материала (R_{TI}) менее 20 °С.

[b] Если на маркировке указывается минимальное температурное значение для используемых проводов, для клемм внутри корпуса проводки может допускаться превышение указанного значения, но в любом случае их температура не должна превышать 90 °С.

[c] Более высокие температуры по сравнению с указанными допустимы, если можно определить, что повышенные температуры не вызовут риск пожарной опасности или удара электрическим током.

[d] Температуры, измеренные на изолированных проводах, не должны превышать допустимых для них значений.

10.8 Испытание на огнестойкость MST 23

10.8.1 Цель

Данные требования устанавливают базовую огнестойкость ФЭ модулей, либо служащих вместо кровельного материала, либо устанавливаемых на здание на уже существующую крышу. Данные модули могут подвергаться пожарной опасности и, следовательно, должны иметь определенные параметры огнестойкости при контакте с очагом воспламенения снаружи здания, на котором они установлены. Не требуется, чтобы данные модули сохраняли работоспособность после испытания.

Примечание — Данные испытания определяют базовые требования и, возможно, являются недостаточными для удовлетворения всех требований к модулям, рассчитанным на монтаж на зданиях, в соответствии с требованиями местных или национальных строительных норм. Могут потребоваться другие испытания сверх или в дополнение к указанным ниже.

Класс огнестойкости определяется от Класса С (базовая огнестойкость) до Класса В и Класса А (высшая огнестойкость). Для любых модулей, устанавливаемых на здание, необходим как минимум

Класс огнестойкости С. Может быть рассмотрена необходимость сертификации для более высокого уровня в случае особых требований к применению.

10.8.2 Подход

ФЭ модуль, используемый вместо определенного кровельного материала, имеющего категорию, либо устанавливаемый на уже существующей крыше из кровельного материала или над ней, имеющего категорию, должен соответствовать требованиям к испытаниям на горючесть и распространение пламени, основанным на ANSI/UL 790 [2], в соответствии с указанными в Приложении А данными.

Для одноразовой испытательной сборки для проведения испытания на горючесть и распространение пламени должно быть предоставлено достаточное количество образцов.

Изделия, которые удовлетворяют требованиям данных испытаний, не сразу поддаются воспламенению, что позволяет измерить степень защищенности крыши, не смещаются относительно первоначального положения, а также не рассыпают очаги возгорания.

10.8.3 Критерии прохождения испытаний

Система ФЭ модулей должна иметь класс огнестойкости, удовлетворяющий требованиям приложения А. Для модулей, установленных поверх имеющейся кровли, требуется провести испытание на горючесть и распространение пламени. Для модулей, служащих вместо кровельного материала, необходимо провести дополнительные последовательные испытания, перечисленные в ANSI/UL 790 [2].

10.9 Испытание на перегрузку по обратному току MST 26

10.9.1 Цель

Модули содержат изолированный электропроводящий контур. При возникновении неисправности могут создаваться условия для возникновения обратных токов, в результате чего на контактах и в фотоэлементах модуля происходит тепловое рассеивание мощности. Энергия может выделяться в виде тепла до того, как сработает аварийное отключение тока в результате действия защиты от сверхтоков в системе модулей.

10.9.2 Метод

Испытываемый модуль должен быть помещен верхней стороной вниз на сосновую доску толщиной 9 мм, покрытую листом белой папиросной бумаги. Задняя поверхность модуля должна быть покрыта одним слоем марли из необработанного хлопка плотностью от 26 $м^2$/кг до 28 $м^2$/кг и иметь «плотность ткани» равную 32 к 28.

Любые имеющиеся шунтирующие диоды должны быть закорочены.

Испытание должно проводиться в пространстве с отсутствием воздушной тяги.

Облученность фотоэлементов модуля должна быть менее 50 Вт/$м^2$.

«Плюс» лабораторного источника постоянного тока должен быть подключен к «плюсу» модуля. Испытательный обратный ток (I_{test}) должен быть равен 135 % от значения тока защиты модуля от сверхтоков, указанного производителем. Подаваемый испытательный ток должен быть ограничен значением I_{test}, а подаваемое испытательное напряжение должно быть увеличено для возбуждения в модуле обратного тока.

Испытание должно продолжаться 2 часа или до получения критических результатов, смотря что наступит раньше.

Примечание — По поводу максимальных значений защиты от сверхтоков см. пункт 12.2 МЭК 61730-1.

10.9.3 Критерии прохождения испытаний

Критерии успешного прохождения испытаний следующие:

a) не должно быть признаков воспламенения модуля, воспламенения или обугливания марли и папиросной бумаги, контактирующих с модулем;

b) результаты MST 17 должны удовлетворять тем же требованиям, что и при начальных измерениях.

10.10 Испытание модуля на удар MST 32

10.10.1 Цель

Цель данного испытания — удостовериться в том, что травмы в виде резанных и колотых ран будут минимальны, если модуль будет разбит.

10.10.2 Общие сведения

Описанное ниже испытание заимствовано из ANSI Z97.1 [3] — «испытание на удар».

10.10.3 Техническое оснащение

Техническое оснащение следующее:

a) ударными телами служат кожаные груши одинаковых размера и формы. Для достижения требуемого веса груши должны быть наполнены свинцовой дробью (с содержанием сурьмы 3-5%) или шариками (диаметром от 2,5 мм до 3,0 мм — дробь № 7S). Рисунок 4 показывает конструкцию ударной груши. С внешней стороны груша должна быть обмотана лентой, как показано на рисунке. Во время испытания груша должна быть полностью обмотана лентой из стекловолокна шириной 1,3 см, усиленной самоклеющейся лентой;

b) для минимизации сдвигов и отклонений во время испытания должна использоваться испытательная рама, аналогичная показанной на рисунках 5 и 6. Рама и крепления конструкции должны быть изготовлены из стального профиля с примерными размерами С100 мм х 200 мм или более и должны иметь минимальный момент инерции относительно собственной центральной оси около 187 $см^4$. Рама должна быть сварена или надежно скреплена болтами по углам для минимизации скручивания во время удара. Так же каркас должен быть прикручен болтами к полу для предотвращения смещения в ходе теста на удар;

c) при наполнении груши свинцовой дробью ее вес должен составлять около 45,5 кг, что позволит передать кинетическую энергию 542 Дж при вертикальном отпускании груши с высоты 1,2 м.

10.10.4 Метод

Установить образец модуля таким образом, чтобы он был выровнен по центру и жестко закреплен на испытательной раме в соответствии с рекомендациями производителя. Метод следующий:

a) свободно подвешенная груша должна быть расположена на расстоянии не более 13 мм от поверхности модуля, расстояние от центра груши (троса) до поверхности модуля должно быть не более 50 мм;

b) поднять грушу на высоту сброса равную 300 мм от нормали проведенной от центра свободно висящей груши к плоскости испытываемого образца, подождать, пока груша стабилизируется, и затем отпустить, чтобы она ударила модуль;

c) если модуль не разбит, повторить подпункт b) с высоты 450 мм. Если и в этом случае модуль не разбит, повторить тест с высоты 1220 мм.

10.10.5 Критерии прохождения испытаний

Модуль считается успешно прошедшим испытание на удар, если он соответствует каждому из следующих критериев:

a) если модуль разбит, не образуется скола или отверстия такой величины, чтобы сквозь них свободно прошла сфера диаметром 76 мм (3 дюйма);

b) если модуль разбивается на куски, десять самых крупных осколков без трещин, собранных спустя 5 минут после испытания, весят в граммах не больше, чем толщина образца в миллиметрах, умноженная на 16;

c) при пробоине от образца не откалываются части размером более 6,5 $см^2$;

d) образец не разбивается.

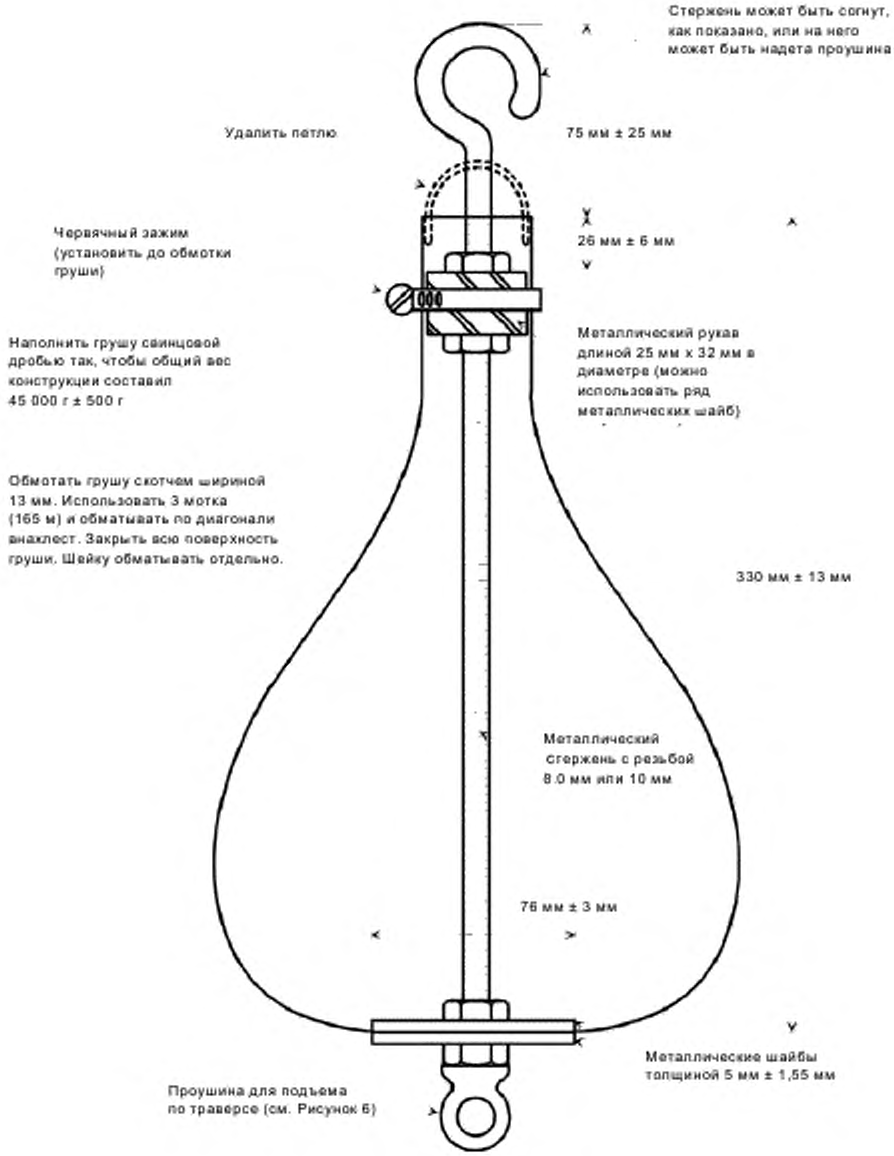


Рисунок 4 — Ударная груша

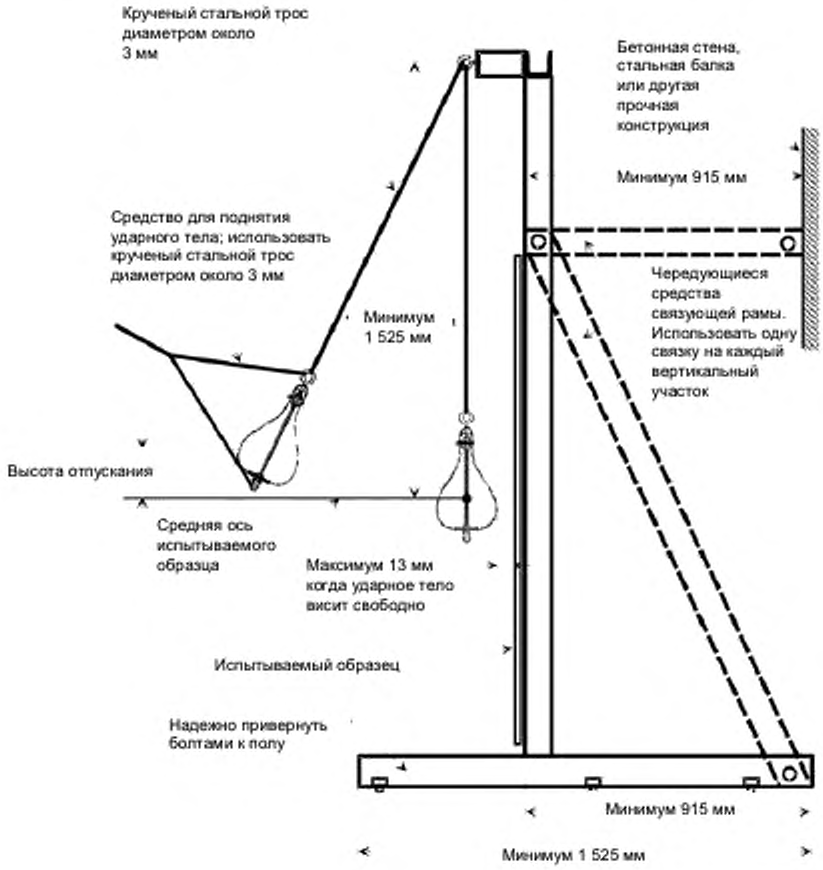


Рисунок 5 — Конструкция № 1 для испытания на удар

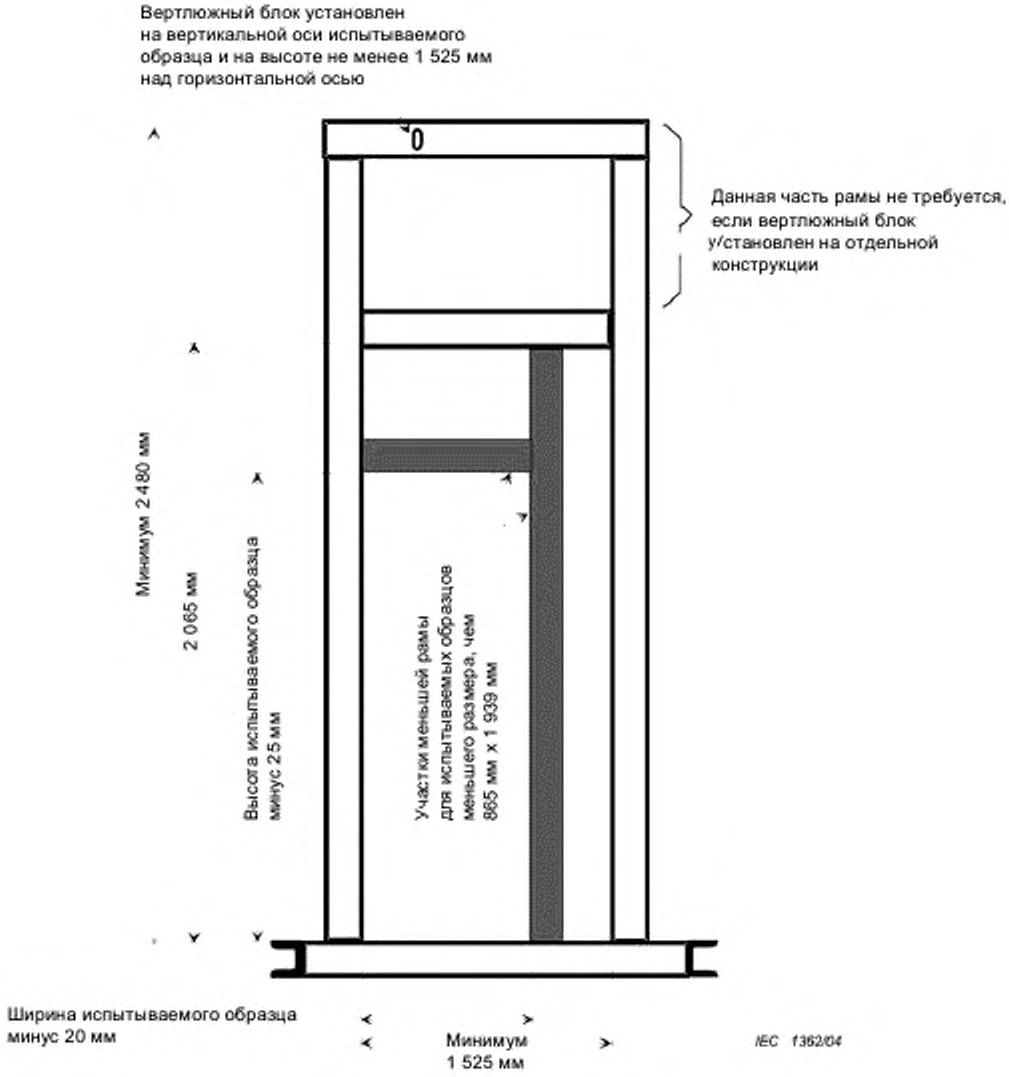


Рисунок 6 — Конструкция № 2 для испытания на удар

Примечание — Рама с прижимом для удерживания испытываемого образца не показана.

11 Испытания компонентов

11.1 Испытание на частичный разряд MST 15

Данное испытание относится к 4.1.2.4 МЭК 60664-1.

11.1.1 Цель

Полимерные материалы, предназначенные для использования в качестве защитного покрытия или подложки, без соответствующей оценки МЭК их изолирующих качеств должны удовлетворять

требованиям испытания на частичный разряд. Данное испытание должно применяться ко всем полимерным материалам, используемым в качестве защитного покрытия или подложки (см. также МЭК 61730-1).

11.1.2 Подготовка

Рекомендуется производить испытания на частичный разряд до установки фольги на заднюю поверхность ФЭ модулей.

11.1.3 Техническое оснащение

Калиброванный измеритель заряда или измеритель радиопомех в соответствии с МЭК 60664-1.

11.1.4 Метод

Метод следующий:

a) в соответствии с C.2.1 и D.1 МЭК 60664-1, начиная со значения ниже величины максимального напряжения системы до значения, где начинается частичный разряд (напряжение возникновения разряда), испытательное напряжение должно быть увеличено еще на 10 %;

b) затем напряжение должно быть снижено до точки, где происходит гашение частичного разряда;

c) значение напряжения гашения считается достигнутым, когда заряд падает до значения 1 пКл. Данное напряжение должно измеряться с погрешностью менее 5 %;

d) на напряжение гашения частичного разряда могут влиять условия окружающей среды. Эти воздействия учтены основным фактором безопасности F1 равным 1,2;

e) коэффициент потерь на гистерезис в соответствии с 4.1.2.4 МЭК 60664-1 уменьшен до 1. Для класса безопасности А требуется дополнительный фактор безопасности для усиленной изоляции F3 = 1,25. Поэтому начальное значение испытательного напряжения составляет 1,5 Uoc (максимально допустимое напряжение системы модулей, указанное производителем модуля);

f) повторить измерения с 10 испытательными образцами.

11.1.5 Критерии прохождения испытаний

Твердая изоляция выдерживает испытание, если разница между средним значением и стандартным отклонением напряжения гашения частичного разряда больше, чем 1,5 указанного максимального напряжения системы.

11.2 Испытание кабелепровода на изгиб MST 33

11.2.1 Цель

Модули, поставляющиеся с соединительными коробками для постоянного подключения выводов с помощью кабелепроводов, должны обеспечивать способность конструкции коробки выдерживать механические нагрузки, которым могут подвергаться кабелепроводы во время и после монтажа.

11.2.2 Метод

Два 460-мм кабелепровода промышленного размера с соответствующими креплениями для корпуса коробки должны быть собраны и установлены в корпус на противоположных сторонах. Для корпусов, рассчитанных на использование с неметаллическими кабелепроводами, отрезки кабелепроводов должны быть приварены к соответствующим креплениям и выдержаны не менее 24 часов перед сборкой.

Испытательная конструкция с корпусом в центре помещается на опоры, как показано на рисунке 7. Расстояние между опорами должно составлять 760 мм плюс расстояние между концами кабелепровода в корпусе для обеспечения требуемого изгибающего момента в образце при испытании.

Механическая нагрузка, указанная в таблице 10 для каждого размера используемого кабелепровода, должна прикладываться из центра корпуса в течение 60 с. В течение этого времени корпус и отрезки кабелепровода должны совершить один полный оборот вокруг главной оси конструкции.

11.2.3 Критерии прохождения испытаний

Примыкающие стенки корпуса соединительной коробки модуля не должны разрушаться или отделяться от кабелепровода.

Примечание — Если поломка кабелепровода происходит раньше поломки корпуса или отделения соединения, то характеристики корпуса считаются удовлетворительными.

Т а б л и ц а 10 — Нагрузки на изгиб

Промышленный размер кабелепровода, мм	Сила нагрузки, Н
От 13 до 25	220
От 26 до 50	330
От 51 до 100	490

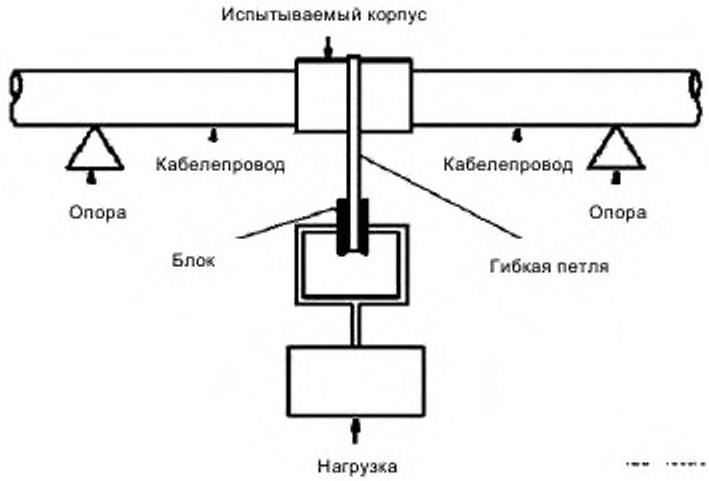


Рисунок 7 — Испытательное приспособление в сборе

11.3 Испытания заглушек для ввода-вывода кабеля клеммной коробки MST 44

11.3.1 Цель

Съемные крышки отверстий (заглушки для ввода-вывода кабеля) в стенках клеммной коробки должны оставаться на месте при приложении к ним рассчитанного воздействия и в то же время легко сниматься для подключения внешней проводки.

11.3.2 Условие

Один образец клеммной коробки из полимерного материала с заглушками для ввода-вывода кабеля должен испытываться «в состоянии поставки» при температуре окружающей среды 25 °С.

Другой образец клеммной коробки из полимерного материала с заглушками для ввода-вывода кабеля должен быть выдержан в течение 5 часов при температуре воздуха –20 °С ±1 °С. Данное испытание должно проводиться с корпусом сразу после выдержки при указанной температуре.

11.3.3 Метод

Заглушка для ввода-вывода кабеля должна легко удаляться, не оставляя острых граней и не нанося повреждений корпусу. Метод следующий:

Шаг 1 — сила величиной 44,5 Н должна быть приложена к съемной заглушке в течение 1 минуты посредством сердечника длиной не менее 38 мм и диаметром 6,4 мм с плоским концом. Сила должна прилагаться перпендикулярно плоскости заглушки в точке, где с наибольшей вероятностью может произойти смещение. Выждать 1 час и измерить смещение между заглушками и корпусом.

Шаг 2 — затем удалить съемную заглушку с помощью отвертки, используемой как клин. Наконечник отвертки может касаться внутренней грани получившегося отверстия лишь раз, чтобы удалить любые хрупкие заусенцы вдоль нее.

Шаг 3 — повторить шаги 1 и 2 на двух дополнительных заглушках.

Для многоступенчатых заглушек ввода-вывода кабеля (с разными диаметрами ступеней) после снятия заглушки меньшего диаметра ступень с большим диаметром не должна смещаться.

11.3.4 Критерии прохождения испытаний

Съемная заглушка должна оставаться на месте после приложения постоянной силы, а зазор между съемной заглушкой и отверстием не должен превышать 0,75 мм при измерении.

Съемная заглушка должна легко сниматься, не оставляя острых граней и не нанося повреждений корпусу.

Приложение А
(обязательное)

Испытание на огнестойкость, распространение пламени и горючесть

А.1 Общие положения

Приведенное в данном стандарте испытание на огнестойкость является базовым. Для установленных в зданиях ФЭ модулей должны выполняться общие требования национальных регламентов. Если таковые отсутствуют, информацию о возможных испытаниях можно получить из следующих международных стандартов:

ИСО 834-1 [5], Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 1. Основные требования

ИСО 834-3 [6], Испытания на огнестойкость. Элементы строительных конструкций. Часть 3. Комментарии по методам испытаний и применению результатов испытаний

ИСО 5657 [7], Реакция на воздействие огня. Воспламеняемость строительных материалов с применением источника лучистой теплоты

Предлагаемые ниже испытания заимствованы из ANSI/UL 790 [2].

Все размеры приблизительные.

А.2 Техническое оснащение для испытания и настройка

А.2.1 Проиллюстрированное на рисунке А.1 техническое оснащение, используемое для испытаний, описанных в данном пункте, состоит из следующего:

a) испытательная платформа, к которой на раме крепятся материалы для испытания. Угол наклона рамы должен быть регулируемым;

b) конструкция из негорючих материалов, установленная в передней части рамы для имитации откосов и карнизов;

c) газовая горелка (для испытаний на периодическое воспламенение, распространение пламени и искры), состоящая из трубы длиной 1,12 м и диаметром 50 мм (наружным диаметром 60,3 мм.) с обращенной к испытательной платформе щелью шириной 12,7 мм и длиной 910 мм;

d) вентилятор и воздуховод для создания требуемых условий обдува. Воздух, подаваемый вентилятором, должен поступать извне помещения для испытаний;

e) регулируемые пластины установленные внутри воздуховода, направления потока воздуха и уменьшающие турбулентность;

f) экран, установленный на задней грани испытательной поверхности для предотвращения распространения пламени под нее;

g) пластины из негорючих материалов, удлиняющие стороны и дно воздуховода для имитирующих откосов и карнизов, упомянутых в b) (не используются во время испытания на горючесть).

А.2.2 Испытания должны проводиться в проветриваемом помещении, в целях скомпенсированности давления воздуха, поступающего из воздухопровода. Во время испытаний все двери и окна помещения должны быть закрыты, во избежание влияния погодных факторов и ветра повлиять на результат испытаний. Испытания не должны проводиться, если температура внутри помещения составляет менее 10 °С или более 32 °С.

А.2.3 Для данных испытаний строительный раствор (цементная смесь, известь и вода) должен быть нанесен в места соединения передней плоскости кровельного материала и каркаса рамы, чтобы предотвратить попадание воздуха или испытательного пламени под испытываемый материал.

А.2.4 Во время испытаний испытательная платформа должна обеспечиваться равномерным потоком воздуха над верхней поверхностью кровельного материала, определяемым в предварительной настройке оборудования, для чего используется гладкая фанерная плита размером 1 м на 1,3 м. В точках на половине пути вверх по наклонной гладкой поверхности с расположением поверхности под уклоном с подъемом 127 мм на 300 мм горизонтали скорость воздушного потока должна быть 19 ± 0,8 км/ч при измерении в центре и в каждой из двух точек на расстоянии 76 мм от каждого края поверхности и при этом на расстоянии 94 мм над поверхностью. Допускаются любые приборы для прямых мгновенных измерений с дискретностью не более 6 м/мин или любые приборы с усреднением по времени (с усреднением показаний в течение одной минуты) с дискретностью не более 1,5 м/мин.

А.2.5 Для данных испытаний угол наклона испытательной платформы должен составлять подъем 127 мм на 300 мм горизонтали; исключение составляют модули, заменяющие кровлю, которые для испытаний должны устанавливаться под максимально возможным углом наклона из рекомендованных производителем, но не более чем 127 мм на 300 мм.

Буквы на рисунке соответствуют списку в пункте А.2.1.

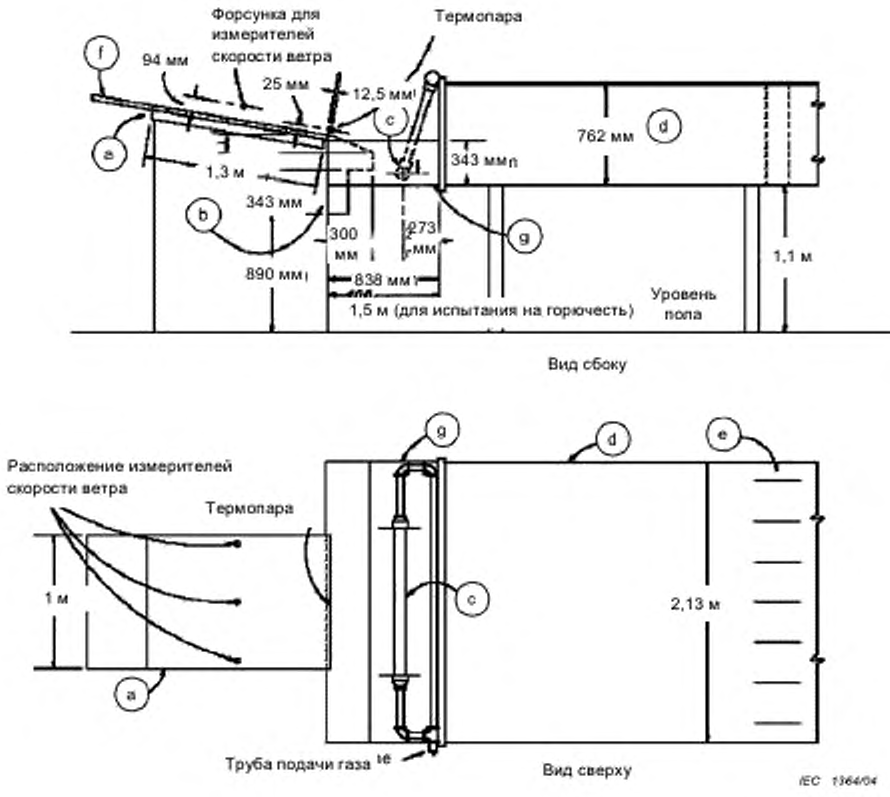


Рисунок А.1 — Конструкция для испытания на огнестойкость

А.3 Испытание на распространение пламени

А.3.1 Испытываемый образец должен быть установлен, а светящееся газовое пламя подано в соответствии с описанием в 6.1 ANSI/UL 790 [2]. Данное испытание должно проводиться с модулем или панелью, ориентированными относительно пламени таким образом, чтобы пламя касалось только верхней поверхности модуля или панели.

А.3.2 Ширина области испытываемого материала должна быть не менее 1 м для всех классов, и длиной не менее 1,82 м для класса огнестойкости А, 2,4 м для класса огнестойкости В, или 3,9 м для класса огнестойкости С, измеренные от передней кромки образца.

А.3.3 Для испытания образцов Класса огнестойкости А или В пламя газовой горелки должно непрерывно подаваться в течение 10 минут или до начала распространения пламени (воспламенения испытываемых материалов), а затем постепенно отдаляться от точки максимального воспламенения, в зависимости от того, что наступит быстрее. Для испытания на Класс огнестойкости С пламя газовой горелки подается в течение 4 минут, а затем убирается.

А.3.4 Во время и после подачи испытательного пламени испытываемый образец должен наблюдаться для определения расстояния, на которое распространилось пламя, для определения степени воспламенения, производства искр и смещения участков испытываемого образца. Наблюдение продолжается до того, как пламя полностью исчезнет из точки максимального распространения.

А.4 Испытание на горючесть

А.4.1 Общие положения

Платформа для испытаний должна быть установлена в соответствии с описанием в пункте 6.1 ANSI/UL 790 [2], за исключением того, что рама должна находиться на расстоянии 1,5 м от отверстия воздуховода (см. рисунок А.1). Газовые трубы и горелка должны быть убраны, чтобы не препятствовать потоку воздуха.

А.4.2 Размер и конструкция материалов для испытания на горючесть

А.4.2.1 Используемые материалы должны соответствовать изображенным на рисунке А.2 и быть изготовленными в соответствии с указаниями в пунктах от А.4.2.2 до А.4.2.4. Перед началом испытаний материалы должны быть выдержаны в сушилке при температуре от 40 до 49 °С в течение как минимум 24 часов.

А.4.2.2 Конструкция для испытания на огнестойкость Класса А состоит из квадратной решетки со стороной 300 мм и толщиной около 57 мм, сделанной из высушенной древесины пихты без сучков и засмолок. Решетка собирается из 36 деревянных брусков сечением 19,1х19,1 мм и длиной 300 мм каждый, расположенных тремя слоями по 12 брусков на расстоянии 6,4 мм в каждом. Бруски каждого слоя располагаются под прямым углом к соседнему и скрепляются гвоздями длиной 38,1 мм (диаметр 1,59 мм.) или стальными проволочными скрепками со шляпкой 5,6 мм и острием 31,8 мм в каждом конце каждого бруска с лицевой стороны, а также по диагонали, как показано на рисунке А.2, с другой стороны. Масса высушенной готовой решетки должна составлять (2 000 ± 150) г во время испытания.

А.4.2.3 Конструкция для испытания на огнестойкость класса В должна состоять из квадратной решетки со стороной 150 мм и толщиной около 57 мм, сделанной из высушенной древесины пихты без сучков и засмолок. Решетка собирается из 18 деревянных брусков сечением 19,1х19,1 мм и длиной 1500 мм каждый, расположенных тремя слоями по 6 брусков на расстоянии 6,4 мм в каждом.

Бруски каждого слоя располагаются под прямым углом к соседнему и скрепляются гвоздями длиной 38,1 мм (диаметр 1,59 мм) или стальными проволочными скрепками со шляпкой 5,6 мм и острием 31,8 мм в каждом конце каждого бруска с лицевой стороны, а также по диагонали, как показано на рисунке А.2, с другой стороны. Масса высушенной готовой решетки должна составлять (500 ± 50) г во время испытания.

А.4.2.4 Конструкция для испытания на огнестойкость класса С должна состоять из бруска высушенной несмолистой древесины сосны без сучков и засмолок. Брусок должен иметь размеры 38,1х38,1х19,8 мм и пропилы шириной 3,2 мм напротив центра верхнего и нижнего торца на глубину, равную половине толщины бруска под прямым углом друг к другу. Масса высушенного готового бруска должна составлять (9,25 ± 1,25) г во время испытания.

А.4.3 Поджигание брусков

А.4.3.1 Перед помещением на испытательную платформу конструкцию, собранную из брусков, необходимо зажечь, и она должна свободно гореть при неподвижном воздухе в соответствии с условиями, описанными в пунктах А.4.3.2, А.4.3.3 или А.4.3.4. Пламя от газовой горелки для поджигания брусков должно полностью их охватывать. Температура поджигающего пламени должна составлять (888 ± 10) °С на расстоянии 58,7 мм выше верхней части горелки. Горелка должна быть защищена от сквозняков.

А.4.3.2 Конструкция для класса огнестойкости А должна находиться в пламени 5 минут. В течение этого времени ее необходимо поворачивать для подстановки пламени, как изложено ниже:

a) к каждой поверхности (300 х 300) мм — на 30 с,

b) к каждой поверхности (57 х 300) мм — на 45 с,

c) к каждой поверхности (300 х 300) мм — на 30 с.

А.4.3.3 Конструкция для класса огнестойкости В должна находиться в пламени 4 минуты. В течение этого времени ее необходимо поворачивать для подстановки пламени, как изложено ниже:

a) к каждой поверхности (150 х 150) мм — на 30 с,

b) к каждой поверхности (7 х 150) мм — на 30 с,

c) к каждой поверхности (150 х 150) мм — на 30 с.

А.4.3.4 Конструкция для Класса огнестойкости С должна находиться в пламени 2 минуты, в ходе которых ее надо поворачивать для подстановки пламени каждой поверхности размером 38х38 мм в течение 1 минуты.

А.4.4 Условия испытаний

А.4.4.1 Испытание на класс огнестойкости А

А.4.4.1.1 Горящий объект (брусок) должен быть помещен на каждую испытательную поверхность на наиболее уязвимые места (в минимально приближенной к открытой части платформы), но не ближе, чем 100 мм с каждой стороны или 300 мм от верхней или нижней грани испытываемого образца. Горящий объект (брусок) должен располагаться таким образом, чтобы бруски верхнего и нижнего слоев конструкции оказались параллельными потоку воздуха. Горящий объект (брусок) должен быть прикреплен к поверхности гибкой железной проволокой.

А.4.4.1.2 Горящий объект (брусок) должен располагаться таким образом, чтобы находиться по центру испытываемого образца или в точке, где испытываемый образец наиболее подвержен возгоранию.

А.4.4.2 Испытание на класс огнестойкости В

Горящий объект (брусок) должен располагаться на поверхности испытываемого образца в каждом из двух наиболее уязвимых мест (в минимально защищенной от возгорания точке) (см. пункт 8.4.2.2 ANSI/UL 790 [2]). Каждый горящий объект (брусок) должен быть расположен таким образом, чтобы его верхняя грань находилась не ближе, чем на расстоянии 152 мм от каждой стороны или 300 мм от верхней или нижней грани испытываемого образца. Решетка должна располагаться таким образом, чтобы бруски верхнего и нижнего слоев оказались параллельными току воздуха. Горящий объект (брусок) должен быть прикреплен к поверхности гибкой железной проволокой (размер № 18 B и S (0,82 мм). Второй горящий объект (брусок) не должен применяться до тех пор, пока все пламя, возникшее от первого горящего объекта (бруска), не погаснет.

А.4.4.3 Испытание на класс огнестойкости С

Двадцать зажженных брусков должны быть помещены на каждый участок дерева с интервалом 1 или 2 минуты. Ни один брусок нельзя класть ближе, чем 100 мм до места, где расположен предыдущий брусок (см. пункт 8.4.3.2 ANSI/UL-790 [2] для расположения брусков по местам и относительного расположения пропилов).

А.4.5 Продолжительность испытания

Каждое испытание, проводящееся для определения класса огнестойкости А, В, или С, должно продолжаться до сгорания конструкции и до тех пор, пока все признаки пламени, свечения и дыма не исчезнут как с открытой поверхности испытываемого образца, так и с внутренней, или до тех пор, пока не будет получен неприемлемый результат, но не более чем 1,5 часа для испытания на класс огнестойкости А или В. Результаты испытаний, где деревянные материалы не демонстрируют интенсивного и полного горения при контакте с испытываемым образцом, не должны приниматься во внимание.

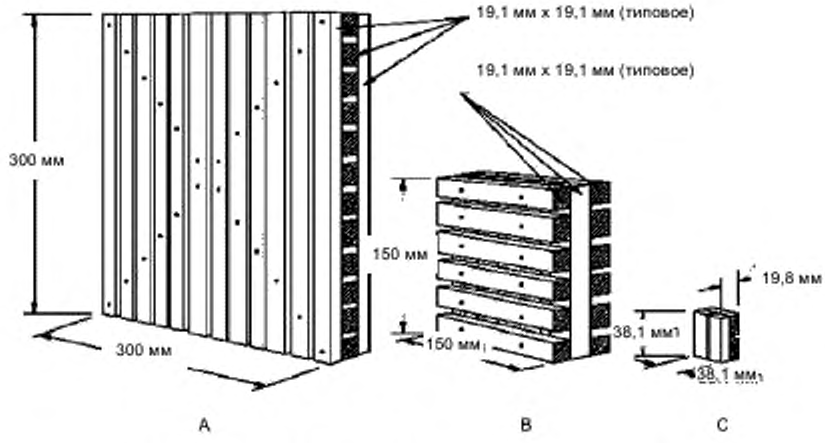


Рисунок А.2 — Конструкция для испытания на горючесть

А.5 Наблюдения

Во время испытаний следует вести наблюдения на предмет возникновения пламени с обратной стороны испытательной платформы, возгорания или тления кровли, смещения испытываемого образца и обнажения или выпадения частей платформы, имитирующей крышу.

А.6 Условие прохождение испытаний

В процессе испытаний на распространение пламени или на огнестойкость отсутствуют следующие признаки:

a) часть модуля или панели отделяется или отваливается от испытательной поверхности в форме горящих или тлеющих кусков;

b) части настила покрытия или элементы конструкции отрываются и падают в виде тлеющих кусков;

c) распространение пламени выше 1,82 м для класса огнестойкости А, выше 2,4 м для класса огнестойкости В, и выше 3,9 м для класса огнестойкости С. Распространение пламени должно измеряться от передней кромки образца;

d) происходит значительное боковое распространение пламени от участка, непосредственно подверженного воздействию испытательного пламени. Под распространением пламени подразумевается горение верхней поверхности, которая непосредственно подвержена пламени, а также в любом другом участке, таком как, пространство между крышей и модулями, находящимися на расстоянии от крыши или модулями, встроенными в крышу.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам)

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
IEC 60060-1	—	*
IEC 60068-1	—	*
IEC 60410	—	*
IEC 60664-1:2007	—	*
IEC 60904-2	—	*
IEC 60904-6	—	*
IEC 61032:1997	IDT	ГОСТ Р МЭК 61032-2000 Защита людей и оборудования, обеспечиваемая оболочками. Щупы испытательные
IEC 61140	IDT	ГОСТ Р МЭК 61140-2000 Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи
IEC 61215:2005	—	*
IEC 61646:2008	IDT	ГОСТ Р МЭК 61646-2012
IEC 61730-1:2004	IDT	ГОСТ Р МЭК 61730-1-2012
ISO/IEC 17025	IDT	ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2009 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов.

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

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

[1] ANSI/UL 1703 Стандарт безопасности для плоских фотогальванических модулей и панелей. (Standard for Safety for Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels / Note: revision of ANSI/UL 1703-2003*Approved 2004-06-30)

[2] ANSI/UL 790 Стандартные методы испытаний для огневых испытаний кровельных покрытий. (Standard for Standard Test Methods for Fire Tests of Roof Coverings / Note: reaffirmation of ANSI/UL 790-2004*Approved 2008-10-07, 2004-03-10)

[3] ANSI Z 97.1 Остекление материалов, используемых в зданиях, характеристики безопасности полетов и методы испытаний. (Glazing Materials Used in Buildings, Safety Performance Specifications and Methods of Test / Note: revision of ANSI Z97.1-1984 (R1994)*Approved 2004-11-08)

[4] ANSI/UL 514C Неметаллические коробки розетки, флеш-устройство коробки, и покрытия. (Nonmetallic outlet boxes, flush-device boxes, and covers)

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

[6] ISO 834-3 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)

[7] ISO 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)

УДК 697.329:006.354 ОКС 27.160 ОКП 34 8710

Ключевые слова: модули фотоэлектрические, безопасность, категории испытаний, методы испытаний

Подписано в печать 02.10.2014. Формат 60x84⅛.
Усл. печ. л. 4,19. Тираж 32 экз. Зак. 4581

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»,
123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru