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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 61643-31— 2023

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ НИЗКОВОЛЬТНЫЕ

Часть 31

Требования и методы испытаний устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) для фотоэлектрических систем

(IEC 61643-31:2018, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 25 сентября 2023 г. № 165-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 октября 2023 г. № 1295-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 61643-31—2023 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 ноября 2024 г. с правом досрочного применения

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61643-31:2018 «Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 31. Требования и методы испытаний устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) для фотоэлектрических систем» («Low-voltage surge protective devices — Part 31: Requirements and test methods for SPDs for photovoltaic installations», IDT).

Международный стандарт разработан подкомитетом 37А «Устройства защиты от перенапряжений низковольтные», технического комитета ТС 37 «Ограничители перенапряжений» Международной электротехнической комиссии (IEC).

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

Дополнительные сноски в тексте стандарта, выделенные курсивом, приведены для пояснения текста оригинала

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменений или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© IEC, 2018
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023



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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения, сокращения и обозначения 2
3.1 Термины и определения 2
3.2 Сокращения/обозначения 6
4 Условия эксплуатации 7
4.1 Напряжение 7
4.2 Атмосферное давление и высота 7
4.3 Температура 7
4.4 Влажность 7
5 Классификация 8
5.1 Общие положения 8
5.2 Вид конструкции УЗИП 8
5.3 Класс испытаний I, II и III 8
5.4 Местоположение 8
5.5 Доступность прикосновению 8
5.6 Разъединители (включая защиту от сверхтока) 8
5.7 Степень защиты, обеспечиваемая оболочками согласно кодам IP, указанным в IEC 60529 8
5.8 Диапазон температуры и влажности 8
5.9 Многополюсные УЗИП 9
5.10 Режим отказа УЗИП 9
5.11 Способы заземления ФЭС 9
6 Требования 9
6.1 Общие требования 9
6.2 Требования к электрической части 10
6.3 Требования к механической части 12
6.4 Требования к условиям окружающей среды и материалам 12
6.5 Дополнительные требования к УЗИП специальных конструкций 13
6.6 Дополнительный параметр, если установлен изготовителем — максимальный разрядный ток I_{max} 13
7 Типовые испытания 14
7.1 Общие положения 14
7.2 Процедуры проведения испытаний 14
7.3 Испытание на нестираемость маркировки 20
7.4 Электрические испытания 20
7.5 Механические испытания 28
7.6 Испытания на соответствие требованиям к условиям окружающей среды и материалам 31
7.7 Дополнительные испытания специальных конструкций УЗИП 31
8 Контрольные и приемо-сдаточные испытания 32
8.1 Контрольные испытания 32
8.2 Приемо-сдаточные испытания 32
Приложение А (обязательное) Испытания по определению наличия коммутационной составляющей и величины сопровождающего тока УЗИП 33
Приложение В (справочное) Поведение имитатора фотоэлектрической батареи в переходном режиме 34
Приложение ДА (обязательное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 37
Библиография 38

Введение

В настоящем стандарте рассматриваются испытания на безопасность и испытания для определения рабочих характеристик устройств защиты от перенапряжений (УЗИП), подсоединенных к стороне постоянного тока фотоэлектрических систем (ФЭС) в целях обеспечения защиты от индуцируемых и прямых грозовых разрядов.

Рассматривают три класса испытаний:

1) испытания класса I предназначены для имитации импульсов грозового тока при его частичном растекании. УЗИП, подвергаемые испытанию класса I, как правило, рекомендованы для использования в местах сильного воздействия, например, вводы электропитания в здания, защищенные системами молниезащиты;

2) УЗИП, подвергаемые импульсам перенапряжения небольшой длительности, испытывают по классу II или III;

3) по мере возможностей испытания УЗИП проводятся по принципу «черного ящика».

При проведении испытаний учитывается, что:

- фотоэлектрические элементы, фотоэлектрические модули, фотоэлектрические батареи являются генераторами тока;
- выходной ток фотоэлектрических генераторов зависит от энергетической освещенности рабочих поверхностей фотоэлектрических модулей и рабочей температуры модулей;
- ток короткого замыкания фотоэлектрических генераторов незначительно превышает рабочий выходной ток;
- фотоэлектрические генераторы подключаются последовательно и/или параллельно, результатом чего является многообразие номинальных значений напряжений, токов и мощности от нескольких сотен ватт (в установках в жилых помещениях) до нескольких мегаватт (для солнечных электростанций).

Специфические электрические параметры ФЭС на стороне постоянного тока предусматривают особые требования к испытаниям УЗИП.

В IEC 61643-32 рассматриваются принципы выбора и практического применения УЗИП в целях защиты ФЭС от перенапряжений.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ НИЗКОВОЛЬТНЫЕ

Часть 31

Требования и методы испытаний устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) для фотоэлектрических систем

Low-voltage surge protective devices.
Part 31. Requirements and test methods for SPDs for photovoltaic installations

Дата введения — 2024—11—01
с правом досрочного применения

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на устройства защиты от перенапряжений (УЗИП), предназначенные для защиты от косвенных и прямых воздействий грозовых или иных переходных перенапряжений. Данные устройства предназначены для подсоединения на стороне постоянного тока фотоэлектрических установок, номинальным напряжением постоянного тока до 1500 В.

Данные устройства содержат, как минимум, один нелинейный компонент и предназначены для ограничения перенапряжений и отвода импульсных токов. Рабочие характеристики, требования безопасности, стандартные методы испытаний и номинальные параметры установлены для данных устройств.

УЗИП, соответствующие данному стандарту, предназначены исключительно для установки на стороне постоянного тока ФЭС и на стороне постоянного тока инверторов.

УЗИП для фотоэлектрических систем с накоплением и хранением энергии (например, аккумуляторные батареи, батареи конденсаторов) не рассматриваются.

УЗИП с раздельными входными и выходными клеммами с последовательным сопротивлением между указанными клеммами (так называемые двухвводные УЗИП согласно IEC 61643-11:2011) не рассматриваются.

УЗИП, соответствующие данному стандарту, предназначены для постоянного подключения, т. е. подключение и отключение таких стационарных УЗИП м может выполняться исключительно с использованием инструмента.

Данный стандарт не распространяется на переносные/мобильные УЗИП.

Примечание 1 — Как правило, УЗИП для фотоэлектрических установок не содержит последовательное сопротивление между входными и выходными клеммами из соображений энергоэффективности.

Примечание 2 — Если в данном документе указывается ссылка на систему электропитания или систему питания, речь идет о стороне постоянного тока фотоэлектрической установки.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

IEC 60060-1:2010, High-voltage test techniques — Part 1: General definitions and test requirements (Методика высоковольтных испытаний. Часть 1. Общие определения и требования к испытаниям)

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

Издание официальное

IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) [Степени защиты, обеспечиваемые корпусами (код IP)]

IEC 60664-1:2007[1)], Insulation coordination for equipment within low-voltage systems — Part 1: Principles, requirements and tests (Координация изоляции в оборудовании низковольтных систем. Часть 1. Принципы, требования и испытания)

IEC 61000-6-3, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-3: Generic standards — Emission standard for equipment in residential environments (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-3. Общие стандарты. Стандарт электромагнитной эмиссии для жилых, коммерческих и легких промышленных обстановок)

IEC 61180-1[2)], High-voltage test techniques for low-voltage equipment — Part 1: definitions, test and procedure requirements (Технология высоковольтных испытаний низковольтного оборудования. Часть 1. Определения и требования к испытаниям и методам испытаний)

IEC 61643-11:2011, Low-voltage surge protective devices — Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems — Requirements and test methods (Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний)

IEC 62475:2010, High-current test techniques — Definitions and requirements for test currents and measuring systems (Методы испытания током большой величины. Определения и требования к токам для испытания и к измерительным системам)

3 Термины, определения, сокращения и обозначения

В настоящем стандарте используются следующие термины, определения и сокращения.

ISO и IEC поддерживают терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- Электропедия IEC: доступна по адресу gost.e-ecolog.ru ;
- платформа онлайн-просмотра ISO: доступна по адресу gost.e-ecolog.ru .

3.1 Термины и определения

3.1.1 **устройство защиты от импульсных перенапряжений;** УЗИП [Surge Protective Device (SPD)]: Устройство, которое содержит по крайней мере один нелинейный компонент, предназначенный для ограничения импульсных перенапряжений и отвода импульсных токов.

Примечание 1 — УЗИП является укомплектованным устройством с собственными средствами присоединения.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.1]

3.1.2 **одновводное УЗИП** (one-port SPD): УЗИП без включенного последовательно полного сопротивления между выводами.

Примечание 1 — Одновводное УЗИП может иметь отдельные вводной и выводной выводы.

Примечание 2 — Устройства защиты от перегрузки по току, например плавкие предохранители или автоматические выключатели не считаются последовательным сопротивлением.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.2, с изменениями (добавлено примечание 2)]

3.1.3 **УЗИП, коммутирующее напряжение** (voltage-switching SPD): УЗИП, которое в отсутствие перенапряжений сохраняет высокое полное сопротивление, но может мгновенно изменить его на низкое в ответ на скачок напряжения.

Примечание 1 — Типичным примером элементов, используемых в УЗИП коммутирующего типа, являются разрядники, газовые трубки и тиристоры. Их иногда называют шунтирующими элементами.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.4, с изменениями (первоначальный термин указывался как «УЗИП коммутирующего типа»)]

[1)] Заменен на IEC 60664-1:2020. Однако для однозначного соблюдения требования настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

[2)] Заменен на IEC 61180:2016. Однако для однозначного соблюдения требования настоящего стандарта рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

3.1.4 **УЗИП, ограничивающее напряжение** (voltage-limiting SPD): УЗИП, которое в отсутствие перенапряжения сохраняет высокое полное сопротивление, но постепенно снижает его с возрастанием волны тока и напряжения.

Примечание 1 — Примером элементов, используемых в УЗИП ограничивающего типа, являются варисторы и диоды с лавинным пробоем. Такие элементы иногда называют «ограничителями».

[IEC 61643-11:2011, 3.1.5, с изменениями (первоначальный термин указывался как «УЗИП ограничивающего типа»)]

3.1.5 **комбинированное УЗИП** (combination SPD): УЗИП, содержащее элементы как коммутирующего, так и ограничивающего типа, которые могут коммутировать и ограничивать напряжение, а также выполнять обе эти функции.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.6, с изменениями (первоначальный термин указывался как «УЗИП комбинированного типа»)]

3.1.6 **вид защиты** (mode of protection): Заданный путь тока между выводами, содержащий один или несколько защитных элементов, для которых изготовитель указывает уровень защиты.

Примечание 1 — Данный путь тока может содержать дополнительные выводы.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.8, с изменениями (первоначальный термин указывался как «вид защиты УЗИП», добавлено примечание 1)]

3.1.7 **номинальный разрядный ток I_n** (nominal discharge current I_n): Пиковое значение тока, протекающего через УЗИП, с формой волны 8/20.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.9, с изменениями (первоначальный термин указывался как «номинальный разрядный ток для испытаний класса II»]

3.1.8 **импульсный разрядный ток для класса испытаний I I_{imp}** (impulse discharge current for class I test I_{imp}): Пиковое значение разрядного тока, протекающего через УЗИП, определяемое заданным зарядом Q, энергией *W/R* и временем.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.10]

3.1.9 **максимальный разрядный ток I_{max}** (maximum discharge current I_{max}): Пиковое значение тока, протекающего через УЗИП, имеющее форму волны 8/20 и амплитуду в соответствии с характеристиками заявленными производителем.

Примечание 1 — I_{max} равен или превышает I_n.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.48]

3.1.10 **максимальное напряжение постоянного тока при применении в ФЭС U_{CPV}** (maximum continuous operating voltage for PV application U_{CPV}): Максимальное напряжение постоянного тока, которое может быть длительно приложено к устройству защиты типа УЗИП, предназначенному для установки на стороне постоянного тока ФЭС.

3.1.11 **длительный постоянный ток для применения в ФЭС I_{CPV}** (continuous current for PV application I_{CPV}): Ток, протекающий через положительную и отрицательную клемму УЗИП, работающего при U_{CPV}.

3.1.12 **остаточный ток I_{PE}** (residual current I_{PE}): Ток, протекающий через клемму защитного заземления включенного УЗИП при U_{CPV}, с соединениями, выполненными согласно указаниям изготовителя.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.40, с изменениями (указано разное базовое испытательное напряжение)]

3.1.13 **сопровождающий ток I_f** (follow current I_f): Пиковый ток, подаваемый электрической силовой системой и проходящий через УЗИП после разрядного токового импульса.

Примечание 1 — Сопровождающий ток в значительной степени отличается от длительного тока I_{CPV}.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.12, с изменениями (добавлено примечание 1)]

3.1.14 **номинальный ток нагрузки I_L** (rated load current I_L): Максимальный длительный номинальный постоянный ток, который может подаваться через входные/выходные клеммы УЗИП.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.13, с изменениями (измененное определение)]

3.1.15 **уровень напряжения защиты U_p** (voltage protection level U_p): Максимальное напряжение, ожидаемое на клеммах УЗИП в результате импульсного напряжения ограниченной крутизны и импульсного напряжения с разрядным током заданной амплитуды и формы волны.

Примечание 1 — Уровень напряжения защиты устанавливает изготовитель, и он не может быть выше, чем:

- измеренное предельное напряжение, установленное для пробоя на переднем фронте импульса (в соответствующих случаях) и измеренное предельное напряжение, установленное измерением остаточного напряжения при амплитудах I_n и/или I_{imp} для классов испытаний I и/или II соответственно;
- измеренное предельное напряжение при U_{OC}, установленное для комбинированной волны для класса испытаний III.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.14, с изменениями (измененное примечание 1)]

3.1.16 **измеренное предельное напряжение** (measured limiting voltage): Максимальное значение напряжения, измеренного на выводах УЗИП при подаче импульсов заданной формы волны и амплитуды.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.15]

3.1.17 **остаточное напряжение U_{res}** (residual voltage U_{res}): Пиковое значение напряжения, появляющегося на выводах УЗИП вследствие прохождения разрядного тока.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.16]

3.1.18 **импульс напряжения 1,2/50** (1,2/50 voltage impulse): Импульс напряжения с фактической номинальной длительностью фронта 1,2 мкс и номинальным временем до половины значения (амплитуды) 50 мкс.

Примечание 1 — В разделе 8 IEC 60060-1:2010 приведены определения времени фронта, времени полупериода и формы волны для импульса напряжения. В IEC 61643-1 указаны значения допусков.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.20]

3.1.19 **импульс тока 8/20** (8/20 current impulse): Импульс тока с фактической номинальной длительностью фронта 8 мкс и номинальным временем до половины значения (амплитуды) 20 мкс.

Примечание 1 — В разделе 10 IEC 62475:2010 приведены определения времени фронта, времени полупериода и формы волны для импульса напряжения. В IEC 61643-11 указаны значения допусков.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.21]

3.1.20 **комбинированная волна** (combination wave): Волна, характеризующаяся заданными амплитудой напряжения (U_{OC}) и формой волны в условиях холостого хода и заданными амплитудой тока (I_{CW}) и формой волны в условиях короткого замыкания.

Примечание 1 — Амплитуда напряжения и тока и форма волны, подаваемой к УЗИП, определяются полным сопротивлением Z_f генератора комбинированной волны (ГКВ) и полным сопротивлением испытуемого УЗИП.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.22]

3.1.21 **напряжение холостого хода U_{OC}** (open-circuit voltage U_{OC}): Напряжение холостого хода генератора комбинированной волны в точке присоединения испытуемого устройства.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.23]

3.1.22 **ток короткого замыкания генератора комбинированной волны I_{CW}** (combination wave generator short-circuit current I_{CW}): Ожидаемый ток короткого замыкания генератора комбинированной волны в точке присоединения испытуемого устройства.

Примечание 1 — При подсоединении УЗИП к генератору комбинированной волны ток, протекающий через УЗИП, обычно меньше I_{CW}.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.24]

3.1.23 **тепловая стабильность** (thermal stability): УЗИП обладает тепловой стабильностью, если после испытания в рабочем режиме, вызвавшем превышение температуры, температура УЗИП со временем понижается, в то время как УЗИП работает при заданных максимальном длительном рабочем напряжении и условиях температуры окружающего воздуха.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.25]

3.1.24 **выход из строя** [degradation (of performance)]: Постоянное отклонение эксплуатационных характеристик оборудования или системы от запланированных.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.26]

3.1.25 **номинальный ток короткого замыкания УЗИП $I_{кзPV}$** (short-circuit current rating of the SPD I_{SCPV}): Максимальный ожидаемый ток короткого замыкания, на стороне постоянного тока ФЭС, на который рассчитано УЗИП в сочетании с указанным разъединителем.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.27, с изменениями (термин изначально указан как I_{SCCR}]

3.1.26 **разъединитель УЗИП** (разъединитель) [SPD disconnector (disconnector)]: Устройство, предназначенное для отсоединения УЗИП или его части от силовой системы в случае отказа УЗИП.

Примечание 1 — Данное разъединительное устройство не обладает способностью к разъединению с целью безопасности. Оно предназначено для предупреждения устойчивой неисправности системы и применяется для указания о повреждении УЗИП. Разъединители могут быть внутренними (встроенными) или внешними (по решению изготовителя). Кроме функции разъединения данное устройство может иметь функции защиты от сверхтока и тепловой защиты. Эти функции могут быть распределены по отдельным устройствам.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.28]

3.1.27 **степень защиты оболочки, код IP** (degree of protection of enclosure IP): Классификация, предваряемая кодом IP, обозначающая степень защиты, обеспечиваемую оболочкой, от доступа к опасным частям, от проникновения твердых инородных частиц и/или воды.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.29]

3.1.28 **типовое испытание** (type test): Испытание на соответствие, проводимое на одном или нескольких представительных образцах продукции.

[IEC 60050-151:2001, 151-16-16]

3.1.29 **контрольное испытание** (routine test): Испытание, проводимое на каждом УЗИП, его частях или материалах для подтверждения того, что изделие соответствует конструкторской документации.

[IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.1.30 **приемо-сдаточные испытания** (acceptance tests): Испытания УЗИП, проводимые по предварительной договоренности между изготовителем и потребителем на предмет соответствия изделия определенным условиям конструкторской документации.

[IEC 60050-151:2001, 151-16-23]

3.1.31 **классификация импульсных испытаний** (impulse test classification)

3.1.31.1 **испытания класса I** (class I tests): Испытания, проводимые с максимальным импульсным током I_{imp}, при импульсе тока 8/20, пиковое значение которого равно пиковому значению I_{imp}, и в соответствующих случаях при импульсе напряжения 1,2/50.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.34.1, с изменениями (добавлено «в соответствующих случаях»)]

3.1.31.2 **испытания класса II** (class II tests): Испытания, проводимые с номинальным разрядным током I_n 8/20 и в соответствующих случаях импульсным напряжением 1,2/50.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.34.2, с изменениями (добавлено «в соответствующих случаях»)]

3.1.31.3 **испытания класса III** (class III tests): Испытания, проводимые с комбинированной волной генератора (напряжение 1,2/50 — ток 8/20).

[IEC 61643-11:2011, 3.1.34.3]

3.1.32 **разрядное или пусковое напряжение УЗИП коммутирующего типа** (sparkover voltage or trigger voltage of a voltage-switching SPD): Значение максимального напряжения, при котором начинается резкий переход от высокого к низкому полному сопротивлению для УЗИП коммутирующего типа.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.36]

3.1.33 **удельная энергия *W/R* для испытания класса I** (specific energy for class I test *W/R*): Энергия, выделяемая импульсным током I_{imp} на единицу сопротивления 1 Ом.

Примечание 1 — Она равна интегралу во времени квадрата тока ($W/R = \int i^2 dt$).

[IEC 61643-11:2011, 3.1.37]

3.1.34 **ожидаемый ток короткого замыкания I_p** (prospective short-circuit current I_p): Ток, который протекал бы в данном месте цепи, если бы в этом месте она была замкнута накоротко проводником с незначительным сопротивлением.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.38, с изменениями (удаление слов «источника питания» из первоначального термина и примечания]

3.1.35 **индикатор состояния** (status indicator): Устройство, указывающее рабочее состояние УЗИП или его части.

Примечание 1 — Подобные индикаторы могут быть локальными с визуальной и/или звуковой сигнализацией и/или иметь дистанционную сигнализацию и/или выходной контакт.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.41]

3.1.36 **выходной контакт** (output contact): Контакт, включенный в цепь, отдельную от главной цепи УЗИП, и подключенный к разъединителю или индикатору состояния.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.42]

3.1.37 **многополюсное УЗИП** (multipole SPD): Тип УЗИП с более чем одним видом защиты или комбинация нескольких УЗИП, электрически соединенных в единый.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.43]

3.1.38 **суммарный разрядный ток I_{Total}** (total discharge current I_{Total}): Ток, протекающий по PE- или PEN-проводнику в многополюсном УЗИП при суммарном испытательном разрядном токе.

Примечание 1 — Это испытание применяют для проверки кумулятивных эффектов у многополюсных УЗИП с несколькими видами защиты, которые включены одновременно.

Примечание 2 — I_{Total} в первую очередь касается испытаний УЗИП класса I, применяемых для целей молниезащиты с эквипотенциальной связью согласно серии стандартов IEC 62305.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.44, с изменениями («PE- или PEN-проводник заменен «заземляющим проводом»)]

3.1.39 **напряжение для определения воздушного зазора U_{max}** (voltage for clearance determination U_{max}): Наибольшее измеренное напряжение при воздействии импульсов согласно 8.3.3.1 IEC 61643-11:2011.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.47]

3.1.40 **режим отказа «обрыв цепи»** (Open-Circuit Failure Mode OCFM): Поведение при неисправности, при котором УЗИП в определенных условиях переходит в состояние постоянного высокого сопротивления или обрыва цепи.

Примечание 1 — Промежуточное состояние с низким сопротивлением возможно в течение ограниченного времени, пока не будет достигнут окончательный режим аварийного состояния.

3.1.41 **режим отказа «короткое замыкание цепи»** (Short-Circuit Failure Mode SCFM): Поведение при неисправности, при котором УЗИП в определенных условиях переходит в состояние постоянного низкого сопротивления или короткого замыкания.

3.1.42 **испытательное напряжение U_{Test}** (testing voltage U_{Test}): Испытательное напряжение, определенное на основании напряжения фотоэлектрической системы.

Примечание 1 — U_{Test} может варьироваться в зависимости от процедур испытаний.

3.1.43 **испытательный ток I_{Test}** (testing current I_{Test}): Испытательный ток, определенный на основании тока фотоэлектрической системы.

Примечание 1 — I_{Test} может варьироваться в зависимости от процедур испытаний.

3.1.44 **приспособления для короткого замыкания УЗИП (короткозамыкатели)** [means for Short-Circuiting the SPD (SC-means)]: Внутренние приспособления для короткого замыкания УЗИП, считающихся УЗИП с типом отказа «короткое замыкание» при определенных условиях, с пропускной способностью по току, равной номинальному току короткого замыкания УЗИП $I_{кзPV}$.

3.1.45 **номинальное напряжение варистора U_{1mA}** (nominal varistor voltage U_{1mA}): Напряжение металлооксидного варистора, измеренное при постоянном токе 1 мА.

3.2 Сокращения/обозначения

Таблица 1 содержит перечень сокращений и обозначений, примененных в настоящем стандарте.

Таблица 1 — Перечень сокращений и обозначений

Сокращения и обозначения		Наименование	Применение
Общие	DUT	Испытываемое устройство	Общие
	IP	Степень защиты оболочки	3.1.27
	УЗИП	Устройство защиты от импульсных перенапряжений	3.1.1
	W/R	Удельная энергия для испытаний класса I	3.1.33
	T1, T2 и/или T3	Маркировка продукции для испытаний классов I, II и/или III	6.1.1.2, перечисление 3)

Окончание таблицы 1

Сокращения и обозначения		Наименование	Применение
Напряжение	U_{CPV}	Максимальное напряжение постоянного тока при применении в ФЭС	3.1.10
	U_p	Уровень напряжения защиты	3.1.15
	U_{res}	Остаточное напряжение	3.1.17
	U_{max}	Напряжение для определения воздушного зазора	3.1.39
	U_{OC}	Напряжение холостого хода генератора комбинированной волны	3.1.20, 3.1.21
	U_{Test}	Испытательное напряжение	3.1.42
	U_{1mA}	Номинальное напряжение варистора	3.1.45
Ток	I_{imp}	Импульсный ток для испытания класса I	3.1.8
	I_{max}	Максимальный разрядный ток	3.1.9
	I_n	Номинальный разрядный ток для испытания класса II	3.1.7
	I_f	Сопровождающий ток	3.1.13
	I_L	Номинальный ток нагрузки	3.1.14
	I_{CW}	Ток короткого замыкания генератора комбинированной волны	3.1.22, 3.1.20
	$I_{кзPV}$	Номинальный ток короткого замыкания	3.1.25
	I_P	Ожидаемый ток короткого замыкания	3.1.34
	I_{PE}	Остаточный ток при UCPV	3.1.12
	I_{Total}	Суммарный разрядный ток многополюсного УЗИП	3.1.38
	I_{CPV}	Длительный постоянный ток для применения в ФЭС	3.1.11
	I_{test}	Испытательный ток	3.1.43

4 Условия эксплуатации

4.1 Напряжение

Напряжение, длительно подаваемое между выводами УЗИП, не должно превышать его максимальное длительное рабочее напряжение U_{CPV}.

4.2 Атмосферное давление и высота

Атмосферное давление составляет от 80 до 106 кПа. Данные значения соответствуют высотам над уровнем моря от плюс 2000 м до минус 500 м соответственно.

4.3 Температура

Нормальный диапазон: от минус 5 °С до плюс 40 °С;
расширенный диапазон: от минус 40 °С до плюс 70 °С.

4.4 Влажность

Нормальный диапазон: от 5 % до 95 %;
расширенный диапазон: от 5 % до 100 %.

5 Классификация

5.1 Общие положения

Изготовители должны классифицировать УЗИП по следующим параметрам.

5.2 Вид конструкции УЗИП

Коммутирующие напряжение;
ограничивающие напряжение;
комбинированные.

5.3 Класс испытаний I, II и III

Информация по классам испытаний I, II и III приведена в таблице 2 IEC 61643-11:2011.

5.4 Местоположение

5.4.1 Внутренняя установка

УЗИП, предназначенные для установки в оболочке и/или внутри зданий или под навесами.

УЗИП, установленные в наружных оболочках или под навесами, считают предназначенными для внутренней установки.

Примечание — Данная классификация распространяется на УЗИП, предназначенные для установки в защищенных от атмосферных воздействий местах, не оснащенные регуляторами температуры и влажности, и соответствует характеристикам кода воздействия внешних факторов AB4, указанного в IEC 60364-5-51.

5.4.2 Наружная установка

УЗИП, предназначенные для применения без оболочек, вне зданий и не под навесами.

Примечание — Данная классификация распространяется на УЗИП, предназначенные для установки в незащищенных от атмосферных воздействий местах.

5.5 Доступность прикосновению

5.5.1 Доступные прикосновению УЗИП

УЗИП, которые могут быть полностью или частично доступны прикосновению неквалифицированному персоналу при открывании без помощи инструмента крышек или оболочек уже смонтированных УЗИП.

5.5.2 Недоступные прикосновению УЗИП

УЗИП, которые не могут быть доступны прикосновению неквалифицированному персоналу ввиду их установки вне доступа или размещения в оболочках, которые можно открыть только с помощью инструмента.

5.6 Разъединители (включая защиту от сверхтока)

По местоположению:
внутренние;
внешние;
внутренние и внешние.
По защитным функциям:
с тепловой защитой;
с защитой от токов утечки;
с защитой от сверхтока.

5.7 Степень защиты, обеспечиваемая оболочками согласно кодам IP, указанным в IEC 60529

5.8 Диапазон температуры и влажности

С нормальным диапазоном;
с расширенным диапазоном.

5.9 Многополюсные УЗИП

Да;
нет.

5.10 Режим отказа УЗИП

Обрыв цепи (УЗИП стандартного типа);
короткое замыкание цепи (УЗИП короткозамкнутого типа).

5.11 Способы заземления ФЭС

Заземленная;
незаземленная;
заземленная и незаземленная (обе).

6 Требования

6.1 Общие требования

6.1.1 Идентификация

6.1.1.1 Общие положения

Следующая информация должна быть предоставлена изготовителем.

6.1.1.2 Маркировка, обязательная для нанесения на корпус или на таблички постоянного крепления к корпусу УЗИП

1) Наименование изготовителя или торговая марка и номер модели;

2) максимальное длительное постоянное рабочее напряжение для ФЭС U_{CPV} +/PE, −/PE и +/− в соответствующих случаях (по одному значению для каждого вида защиты, исключая случаи, когда все значения одинаковые). Максимальное длительное постоянное рабочее напряжение для применения ФЭС +/PE, −/PE и +/−, если применимо (одно значение для каждого режима защиты, за исключением случаев, когда все значения равны).

3) буквы «PV» (для применения с фотоэлектрических установках) в сочетании с классом испытаний УЗИП и параметрами разряда для каждой степени защиты, заявленных изготовителем и напечатанных рядом:

- для класса испытаний I:
«класс испытаний I» и «I_{imp}» и значение в кА, и/или
T1 (T1 в квадрате) и «I_{imp}» и значение в кА (например, PV T1 I_{imp}: 10 кА);
- для класса испытаний II:
«класс испытаний II» и «I_n» и значение в кА, и/или
T2 (T2 в квадрате) и «I_n» и значение в кА (например, PV T2 I_n: 10 кА);
- для класса испытаний III:
«класс испытаний III» и «U_{OC}» и значение в кВ, и/или
T3 (T3 в квадрате) и «U_{OC}» и значение в кВ (например, PV T3 U_{OC}: 6 кВ);

4) уровень напряжения защиты U_P +/PE, −/PE и +/− в соответствующих случаях (по одному значению для каждого вида защиты, исключая случаи, когда все значения одинаковые);

5) степень защиты, обеспечиваемой оболочкой (код IP), если свыше IP20;

6) идентификация выводов или проводов (если не идентифицированы иначе на устройствах);

7) номинальный ток нагрузки I_L для одновводных УЗИП с раздельными вводными и выводными клеммами.

Если недостаточно места для размещения всей вышеуказанной маркировки, достаточно будет нанести на УЗИП маркировку согласно перечислениям 1) и 6) (если клеммы не являются взаимозаменяемыми), а оставшаяся необходимая маркировка переносится в инструкцию по монтажу.

УЗИП может быть классифицировано более чем по одному классу испытаний [например, испытанию класса I (T1) и испытанию класса II (T2)]. В данном случае проводят испытания по всем заявленным классам. Если в данном случае изготовитель установил только один уровень защиты, то маркируют наивысший уровень защиты.

6.1.1.3 Информация, предоставляемая с поставляемым изделием

1) Местоположение (см. 5.4);

2) способ установки;

3) номинальный ток короткого замыкания $I_{кзPV}$;

4) параметры и характеристики внешних разъединителей УЗИП, если требуются;

5) указатель действия разъединителя (при наличии) или приспособлений для короткого замыкания (при наличии);

6) направление нормальной установки, если имеет значение;

7) инструкции по монтажу;

8) тип фотоэлектрической системы (заземленная, незаземленная);

9) предусмотренное соединение (между фазой +/− и землей, между фазами);

10) механические размеры, длина проводников и т. д.;

11) диапазон температуры и влажности (см. 4.3 и 4.4);

12) остаточный переменный и постоянный ток I_{PE};

13) тип отказа УЗИП, например, «обрыв цепи» или «короткое замыкание цепи»;

14) в случае типа отказа «короткое замыкание цепи»; должно быть четко указано, что УЗИП не может быть установлен на электрически не разделенные силовые преобразовательные устройства (PCE);

15) I_{max} (если установлено изготовителем);

16) длительный ток I_{CPV};

17) УЗИП, для которых изготовитель устанавливает тип отказа «короткое замыкание цепи», требуют разработки специальных мер в целях обеспечения, что данные устройства не подвергают оператора опасности в процессе технического обслуживания и замены, связанной с образованием электрической дуги постоянного тока.

6.1.1.4 Информация, которая должна быть указана в паспорте изделия

1) Суммарный разрядный ток I_{Total} для многополюсных УЗИП и соответствующий класс испытаний;

2) информация о заменяемых деталях (индикаторы, плавкие предохранители и т. д., если необходимо);

3) виды защиты (для УЗИП, имеющих более одного вида защиты).

6.1.1.5 Информация, предоставляемая изготовителем для типовых испытаний

1) Наличие коммутирующих составляющих (см. приложение А);

2) ожидаемый сопровождающий ток (≤ 5 А или > 5 А: см. приложение А);

3) если в цепи индикатора состояния используются не сертифицированные компоненты, имеющие индивидуальные параметры, изготовитель должен предоставить соответствующие стандарты, позволяющие этим компонентам участвовать в испытаниях;

4) изоляция и электрическая прочность изоляции раздельных цепей.

Соответствие проверяют визуальным осмотром.

6.1.2 Маркировка

Маркировка должна быть нестираемой и четкой и не должна наноситься на винты и съемные детали.

Примечание — Втычной модуль УЗИП не считается съемной деталью.

Соответствие проверяют испытанием по 7.3.

6.2 Требования к электрической части

6.2.1 Защита от прямого прикосновения

Для защиты от прямого прикосновения (недоступность токоведущих частей) УЗИП должно иметь такую конструкцию, чтобы его токоведущих частей нельзя было коснуться, когда УЗИП установлено для предусмотренного применения.

УЗИП, кроме классифицируемых исключительно для недоступного монтажа, должны иметь такую конструкцию, чтобы после монтажа и присоединения как для нормальной эксплуатации токоведущие части не были доступны даже после снятия деталей, снимаемых без помощи инструмента.

После монтажа в соответствии с инструкциями по монтажу изготовителя защита от прикосновения к токоведущим частям УЗИП, которые могут быть доступны для непроинструктированных лиц, должна соответствовать, как минимум, требованиям к IP2XC согласно IEC 60529.

Соединение между заземляющими выводами и всеми присоединяемыми к ним доступными токоведущими частями должно иметь низкое сопротивление.

Соответствие проверяют испытаниями в соответствии с IEC 60529 и 8.3.1 IEC 61643-11:2011.

6.2.2 Остаточный ток I_{PE}

Для всех УЗИП, снабженных выводом для защитного проводника, остаточный ток I_{PE} должен измеряться, когда выводы УЗИП соединены с источником питания при максимальном длительном рабочем напряжении (U_{CPV}).

Соответствие проверяют испытанием 7.4.1.

6.2.3 Уровень напряжения защиты U_p

Измеренное предельное напряжение УЗИП не должно превышать уровень напряжения защиты, установленный изготовителем.

Соответствие проверяют испытаниями по 8.3.3 IEC 61643-11:2011.

6.2.4 Рабочий режим

УЗИП должно быть способно выдерживать без недопустимого изменения характеристик заданные разрядные токи при подаче максимального длительного рабочего напряжения U_{CPV}.

Более того, УЗИП коммутирующего или комбинированного типа должны быть способны прерывать любой сопровождающий ток до номинального тока короткого замыкания ($I_{кзPV}$).

Соответствие проверяют испытанием по 7.4.2.

6.2.5 Разъединители и индикаторы состояния

6.2.5.1 Разъединители

УЗИП с типом отказа «обрыв цепи» должны иметь разъединители (которые могут быть внутренними, наружными или и теми, и другими). Их действие определяется соответствующим индикатором состояния.

В таблице 4 приведена информация о включении разъединителей в различные типовые испытания. Требуемое поведение разъединителей в ходе и после различных типовых испытаний приведено в пунктах F, G, H и J таблицы 5 и проверяется испытаниями по 7.4.3.

6.2.5.2 Приспособления для короткого замыкания

УЗИП с типом отказа «короткое замыкание цепи» должны иметь приспособления для короткого замыкания. Их действие определяется соответствующим индикатором состояния.

6.2.5.3 Тепловая защита

УЗИП должны быть защищены от перегрева при выходе из строя или перенапряжении.

Такие испытания не проводят на УЗИП для ФЭС, содержащих только коммутирующие компоненты и/или устройства, содержащие диоды с лавинным пробоем.

Соответствие проверяют испытанием по 7.4.3.2.

6.2.5.4 Поведение УЗИП при повреждении

УЗИП должно либо отказать, не создав опасных условий, либо выдержать ожидаемые $I_{кзPV}$, которые могут возникнуть при повреждении УЗИП.

Соответствие проверяют испытанием по 7.4.4.

Данное испытание не распространяется на виды защиты УЗИП, содержащих только коммутирующие компоненты.

По причине потенциальной опасности для людей и имущества, возникающей в результате образования электрической дуги постоянного тока в процессе замены, съемные УЗИП с типом отказа «короткое замыкание цепи» (замена которых может осуществляться при помощи инструмента) требуют использования соответствующих средств для отсоединения, которые должны быть определены изготовителем.Соответствие проверяется при использовании инструкций по монтажу согласно требованию, указанному в 6.1.1.3, перечисление 17).

6.2.5.5 Индикаторы состояния

Изготовитель должен предоставить информацию о порядке функционирования индикатора и предпринимаемых действиях при изменении индикации состояния.

Индикатор состояния может состоять из двух частей (одна из которых не заменяется например при смене (замене) штепсельного модуля), соединенных элементом связи, который может быть механическим, оптическим, звуковым, электромагнитным и т. д. Незаменяемая часть индикатора состояния (например, основная часть штепселя) должна быть способна к срабатыванию не менее 50 раз.

Действие элемента связи, который управляет незаменяемой частью индикатора состояния, может быть имитировано не действием звена заменяемой части УЗИП, а другим способом, например, автономным электромагнитом или пружиной.

Если на индикацию применяемого типа имеется конкретный стандарт, то незаменяемая часть индикатора состояния должна отвечать требованиям этого стандарта, при этом индикатор состояния должен быть испытан на 50 операций срабатывания.

6.2.6 Сопротивление изоляции

Сопротивление изоляции УЗИП должно быть достаточным сточки зрения защиты от токов утечки и прямого прикосновения.

Соответствие проверяют испытанием, указанным в 8.3.6 IEC 61643-11:2011.

6.2.7 Электрическая прочность изоляции

Электрическая прочность изоляции должна быть достаточной с точки зрения устойчивости к пробою и защиты от прямого прикосновения.

Соответствие проверяют испытанием по 7.4.5.

6.2.8 Длительный ток I_{CPV}

Ток, протекающий через положительную и отрицательную клемму УЗИП, должен измеряться, когда УЗИП работает при максимальном длительном рабочем напряжении U_{CPV} и смонтирован в соответствии с инструкциями изготовителя.

Соответствие проверяют испытанием по 7.4.6.

6.2.9 Суммарный разрядный ток I_{Total} (для многополюсных УЗИП)

Соответствие проверяют испытанием, указанным в 8.7.1 IEC 61643-11:2011.

6.3 Требования к механической части

6.3.1 Монтаж

УЗИП должны быть снабжены средствами для монтажа, обеспечивающими механическую надежность.

Во избежание ошибочного соединения втычных модулей УЗИП с фиксированной (базовой) частью должно быть предусмотрено механическое кодирование/блокировка.

Соответствие проверяют визуальным осмотром.

6.3.2 Винты, токопроводящие части и соединения

Соответствие проверяют осмотром и пробным монтажом по 8.4.1 IEC 61643-11:2011.

6.3.3 Внешние соединения

Соединители и методы соединения, перечисленные в таблице 2, соответствуют требованиям настоящего стандарта.

Другие соединители и методы соединения следует испытывать согласно соответствующим стандартам в целях обеспечения нормального функционирования.

Таблица 2 — Соответствующие соединители и методы соединения

Соединители и методы соединения	Ссылочные стандарты
Зажимные элементы винтового типа, например, для винтовых, столбчатых и болтовых выводов	IEC 61643-11:2011, 7.3.3.1 и 8.4.2.1
Безвинтовые выводы	IEC 61643-11:2011, 7.3.3.2 и 8.4.2.2
Плоские зажимы быстрого соединения	IEC 61643-11:2011, 7.3.3.4 и 8.4.2.4
Соединение концом проволочного вывода (тонкие проволочные выводы)	IEC 61643-11:2011, 7.3.3.5 и 8.4.2.5
Соединители для фотоэлектрических систем	IEC 62852

6.3.4 Воздушные зазоры и пути утечки

УЗИП должны иметь достаточные воздушные зазоры и пути утечки.

Соответствие проверяют испытанием согласно 7.5.1.

6.3.5 Механическая прочность

Все детали УЗИП, имеющие отношение к защите от прямого прикосновения, должны обладать достаточной механической прочностью.

Соответствие проверяют испытанием согласно 8.4.4 IEC 61643-11:2011.

6.4 Требования к условиям окружающей среды и материалам

6.4.1 Общие положения

УЗИП должны удовлетворительно функционировать в условиях эксплуатации, указанных в разделе 4, в соответствии с требованиями и испытаниями, перечисленными в таблице 3.

Таблица 3 — Требования к условиям окружающей среды и материалам

	Ссылочные стандарты
Защита, обеспечиваемая оболочкой (код IP)	IEC 61643-11:2011, 7.4.1 и 8.5.1
Теплостойкость	IEC 61643-11:2011, 7.4.2 и 8.5.2
Испытание давлением шарика	IEC 61643-11:2011, 7.4.2 и 8.5.3
Огнестойкость	IEC 61643-11:2011, 7.4.3 и 8.5.4
Трекингостойкость	IEC 61643-11:2011, 7.4.4 и 8.5.5

6.4.2 Испытание на продолжительность работы в условиях влажного тепла

Соответствие проверяется испытанием по 7.6.1.

6.4.3 Электромагнитная совместимость

6.4.3.1 Устойчивость к электромагнитным помехам

УЗИП, как не содержащие, так и содержащие электронные цепи, в которых все компоненты пассивны (например, диоды, резисторы, конденсаторы, индукторы, варисторы и другие импульсостойкие компоненты), не чувствительны к электромагнитным помехам, ожидаемым в нормальных условиях эксплуатации, поэтому испытания на помехоустойчивость не требуются. УЗИП, содержащие чувствительные электронные цепи, соответствуют стандарту IEC 61000-6-1.

6.4.3.2 Помехоэмиссия

УЗИП, как не содержащие, так и содержащие электронные цепи, которые не генерируют при нормальной эксплуатации основные частоты свыше 9 кГц, могут генерировать электромагнитные помехи только в ходе защитных операций. Длительность таких помех составляет от нескольких микросекунд до нескольких миллисекунд.

Частоту, уровень и последствия таких излучений считают нормальной электромагнитной средой низковольтных установок. Поэтому требования к помехоэмиссии соблюдены и проверки не требуют.

УЗИП, содержащие электронные цепи, выполняющие коммутационную функцию на частоте 9 кГц и выше, соответствуют IEC 61000-6-3.

6.5 Дополнительные требования к УЗИП специальных конструкций

6.5.1 Одновводные УЗИП с раздельными вводными/выводными зажимами. Номинальный ток нагрузки I_L

Изготовитель должен установить номинальный ток нагрузки.

Соответствие проверяется испытанием по 7.7.1.1.

6.5.2 Испытания на условия окружающей среды для УЗИП наружного исполнения

УЗИП наружного исполнения должны быть устойчивы к УФ-излучению и коррозии.

Испытания проводят в соответствии с 7.7.2 и приложением F IEC 61643-11:2011.

6.5.3 УЗИП с раздельными электрически изолированными цепями

Если УЗИП содержит цепь, электрически изолированную от главной цепи, изготовитель должен предоставить информацию о напряжении изоляции и электрической прочности изоляции между цепями, а также о соответствии конкретным стандартам.

Если УЗИП содержит более двух таких цепей, информация должна быть предоставлена по каждой комбинации цепей.

Сопротивление изоляции между главными цепями и раздельными изолированными цепями должно подвергнуться испытаниям в соответствии с 8.3.6 IEC 61643-11:2011.

Электрическая прочность изоляции между главными цепями и раздельными изолированными цепями должна подвергнуться испытаниям в соответствии по 7.4.5.

6.6 Дополнительный параметр, если установлен изготовителем — максимальный разрядный ток I_{max}

Если изготовитель устанавливает I_{max}, данное значение подтверждаеться испытанием в соответствии с 8.3.3.1 IEC 61643-11:2011 при использовании только одного импульса I_{max}, прикладываемого в полярности, в которой получено более высокое значение остаточного напряжения во время предыдущего испытания.

7 Типовые испытания

7.1 Общие положения

Типовые испытания выполняют на трех образцах по каждому циклу испытаний, как указано в таблице 4. В пределах одного цикла испытания проводят в порядке, установленном в таблице 4. Порядок циклов может меняться. Испытание зажимов проводят на трех образцах зажимов для каждого типа конструкции зажима. (УЗИП с не менее чем тремя одинаковыми зажимами соответствует этому требованию).

Таблица 5 содержит общие критерии соответствия для типовых испытаний.

Образец выдержал цикл испытаний по таблице 4, если выполнены все требования соответствующих разделов и достигнуты критерии соответствия.

Если все образцы выдержали цикл испытаний, то конструкция УЗИП соответствует предъявляемым требованиям. Если два или более испытательных образцов не выдержали цикл испытаний, тогда УЗИП не соответствует требованиям данного стандарта.

В случае если хотя бы один образец не выдержал цикл испытаний, данное испытание и предшествующие ему испытания, которые могли бы повлиять на результат данного испытания, следует повторить на трех новых образцах, и на этот раз ни один образец не должен быть отбракован.

Комплект из трех образцов может быть использован в последующих циклах испытаний по усмотрению изготовителя.

Если УЗИП является неотъемлемой частью изделия, соответствующего другому стандарту, требования другого стандарта должны распространяться на те части изделия, которые не принадлежат УЗИП. Сегмент УЗИП в изделии должен отвечать общим требованиям (6.1), требованиям к электрической части (6.2), требованиям к условиям окружающей среды и материалам (6.4) настоящего стандарта. Требования другого стандарта к механической части должны быть также применимы к УЗИП.

7.2 Процедуры проведения испытаний

7.2.1 Общие положения

Если не указано иное, ссылочным стандартом проведения высоковольтных испытаний является IEC 61180-1.

Монтаж УЗИП и электрические соединения выполняют в соответствии с инструкциями по монтажу, предоставленными изготовителем. Данные условия должны соблюдаться на протяжении всей процедуры проведения типового испытания, если не указано иное. Внешнее охлаждение или нагрев не применяются.

Испытание проводят на открытом воздухе при температуре окружающего воздуха (20 ± 15) °C, если не указано иное.

При всех статических измерениях постоянных токов, таких как I_{CPV} и I_{PE}, начальное уменьшение после подачи напряжения не должно учитываться, и показания должны сниматься не раньше, чем через 30 секунд после подачи напряжения.

Если не указано иное, во всех испытаниях, где требуется источник питания, все мгновенные значения испытательного напряжения должны оставаться в диапазоне между U_{Test} и U_{Test} минус 5 %, когда протекает ток нагрузки, равный 1 А.

В целях обеспечения получения сопоставимых результатов испытаний необходимо использовать минимум шестиимпульсный выпрямительный мост (схема Ларионова) для ограничения максимальной пульсации в условиях полной нагрузки.

Примечание 1 — Это значит, что в случае использования шестиимпульсного выпрямителя необходимо использовать дополнительный сглаживающий конденсатор для выполнения данного требования, касающегося 5 %.

При испытании УЗИП со встроенными кабелями данные кабели по всей длине считают частью испытуемого УЗИП.

Если не указано иное, во время испытания обслуживание или разборка УЗИП запрещены. Внешние разъединители УЗИП должны быть подобраны, как того требует изготовитель, и подсоединены для испытания, если необходимо, согласно таблице 4.

Все испытания должны проводиться для каждого вида защиты, установленного изготовителем, однако если несколько видов защиты имеют одинаковые схемы, можно обойтись одним испытанием для вида защиты наиболее неблагоприятной конструкции, используя каждый раз новые образцы.

Если изготовитель предоставляет информацию о внешнем разъединителе УЗИП, необходимом для обеспечения надлежащей координации ожидаемых токов короткого замыкания, превышающих $I_{кзPV}$ (самого УЗИП), данные испытания необходимо повторить (для каждого цикла и комбинации) с использованием комбинации, включающей данный дополнительный внешний разъединитель.

Если использование папиросной бумаги требуется в соответствии с таблицей 4, папиросная бумага должна быть прикреплена на расстояние (100 ± 20) мм со всех сторон образца, кроме монтажной поверхности.

Примечание 2 — Папиросная бумага: тонкая, мягкая и довольно прочная бумага, используемая, как правило, для обертывания хрупких предметов, плотность которой составляет 12—25 г/м^2.

На протяжении всей процедуры типовых испытаний индикатор состояния должен четко указывать состояние той части, с которой он связан. При наличии нескольких методов индикации состояния, например, локальная и дистанционная индикация, каждый тип индикации должен быть проверен и соответствовать спецификации изготовителя.

Следует учитывать, что для импульсных испытаний и измерений важна правильно выбранная методика испытаний. При испытании требуется гарантия в отношении точности записи значений.

УЗИП не должны создавать опасные ситуации при работе в условиях испытаний, требуемых настоящим стандартом.

Таблица 4 — Требования к УЗИП для типовых испытаний

Цикл испытаний	Вид испытания	Пункт требования/ испытания	Подсоединенные внешние разъединители[a]	Используется папиросная бумага	Класс испытаний I	Класс испытаний II	Класс испытаний III
1	Идентификация и маркировка	6.1.1/6.1.2/7.3	—	—	A	A	A
	Монтаж	6.3.1	—	—	A	A	A
	Выводы и соединения	6.3.2/6.3.3	—	—	A	A	A
	Защита от прямого контакта	6.2.1	—	—	A	A	A
	Окружающая среда, код IP	6.4	—	—	A	A	A
	Остаточный ток	6.2.2/7.4.1/7.4.1.2	—	—	A	A	A
	Рабочий режим[d]	6.2.4/7.4.2[b]					
	Рабочий режим для классов I, II или III	7.2.3.2/7.4.2.3/ 7.4.2.6	A	—	A	A	A
	Дополнительный режим для класса I	7.4.2.5	A	—	A	—	—
	Тепловая стабильность[c]	6.2.5.3/7.4.3.2	A	—	A	A	A
	Воздушные зазоры и пути утечки	7.5.1	—	—	A	A	A
	Испытание на твердость вдавливанием шарика	6.4	—	—	A	A	A
	Устойчивость к аномальному нагреву и огню	6.4	—	—	A	A	A
	Трекингостойкость	6.4	—	—	A	A	A

Окончание таблицы 4

Цикл испытаний	Вид испытания	Пункт требования/ испытания	Подсоединенные внешние разъединители[a]	Используется папиросная бумага	Класс испытаний I	Класс испытаний II	Класс испытаний III
2	Уровень напряжения защиты[e]	6.2.3					
3	Сопротивление изоляции	6.2.6	—	—	A	A	A
	Электрическая прочность изоляции	6.2.7/7.4.5	—	—	A	A	A
3a	См. ниже — только по применению		—	—			
	Механическая прочность	6.3.5	—	—	A	A	A
	Выдерживаемая температура	6.2.5/7.4.3.1[b]	—	—	A	A	A
3b[c]	См. ниже — только по применению		—	—			
4[c]	Теплостойкость	6.4	—	—	A	A	A
5[c]	Вид отказа	6.2.5.4/7.4.4	A	A	A	A	A
6	Продолжительность работы в условиях влажного тепла	7.6.1[b]	—	—	A	A	A
7	Суммарный разрядный ток для многополюсных УЗИП	6.2.9[b]	—	—	A	A	A
Дополнительные испытания для одновводных УЗИП с раздельными вводными/выводными клеммами							
3b[c]	Номинальный ток нагрузки	6.5.1/7.7.1.1	A	—	A	A	A
Дополнительные испытания для УЗИП наружного применения							
8	Климатические испытания УЗИП для наружного применения	6.5.2/7.7.2	—	—	A	A	A
Дополнительные испытания для УЗИП с раздельными изолированными цепями							
3a	Изоляция между раздельными цепями	6.5.3/7.4.5	—	—	A	A	A

«A» — применяется;
«—» — не применяется.

[a] Подсоединенные внешние разъединители означают, что все разъединители, указанные изготовителем, испытывают с УЗИП при типовых испытаниях.

[b] В этих испытаниях может потребоваться начальное измерение длительного и остаточного тока согласно таблице 6, критерий соответствия E.

[c] В этом испытательном цикле могут потребоваться более одного комплекта образцов.

[d] Для всего испытания в рабочем режиме (включая дополнительное испытание в рабочем режиме, если применимо) может использоваться один отдельный комплект образцов.

[e] См. соответствующий пункт таблицы 3 IEC 61643-11:2011.

Таблица 5 — Общие критерии соответствия для типовых испытаний

A	Должна быть достигнута тепловая стабильность. УЗИП считают термостабильным, если пик активной составляющей тока, протекающего через УЗИП, или рассеиваемой энергии имеет тенденцию либо к понижению, либо отсутствию повышения в течение 15 минут от начала подачи U_{CPV}. Если само испытание УЗИП проводят при U_{CPV}, тогда U_{CPV} либо подают в течение этих 15 мин без перерыва, либо подают повторно в течение не более 30 с*
B	Записи измерений напряжения и тока и осмотр не должны выявить пробоев
C	В ходе испытания не должно быть видимых повреждений. После испытания небольшие углубления и трещины, не влияющие на защиту от прямого прикосновения, не учитывают при условии сохранения установленной степени защиты УЗИП (по коду IP). После испытания не должно быть видимых признаков обгорания образца
D	Значения измеренного предельного напряжения после испытания должны быть меньше или равны U_p. Испытаниями по 8.3.3 IEC 61643-11:2011 должно быть определено измеренное предельное напряжение, а испытание по 8.3.3.1 IEC 61643-11:2011 проводят только с импульсным током 8/20 при пиковом значении I_{imp} для испытаний класса I или при I_n для испытаний класса II или испытанием по 8.3.3.3 IEC 61643-11:2011, но только при U_{OC} для испытаний класса III
E	После проведения испытания не должно быть чрезмерных остаточных токов. УЗИП присоединяют по инструкции изготовителя как для нормальной эксплуатации к источнику питания при максимальном длительном рабочем напряжении (U_{CPV}). Измеряют ток, протекающий через каждый вывод, который не должен превышать 1 мА или меняться более чем на 20 % по сравнению с начальным значением, измеренным в начале соответствующего испытательного цикла. Любой применяемый возвратный или взводимый разъединитель отключают вручную и проверяют электрическую прочность изоляции двукратной подачей U_{CPV} или 1500 В постоянного тока в зависимости от то, что больше. В ходе испытания не должно быть пробоев и перекрытий изоляции (ни внутренних, ни внешних) или других проявлений пробивного разряда. Если для нормального использования существует несколько возможных схем подключения, эта проверка должна выполняться для всех схем
F	Внешние соединители, указанные изготовителем, не должны срабатывать в ходе испытания, после испытания они должны быть в рабочем состоянии. Рабочее состояние согласно настоящему разделу означает отсутствие повреждений разъединителя и сохранение работоспособности. Работоспособность можно проверить вручную (если возможно) или простым электрическим тестированием по согласованию между изготовителем и испытательной лабораторией
G	Внутренние соединители или приспособления для короткого замыкания, указанные изготовителем, не должны срабатывать в ходе испытания, после испытания они должны быть в рабочем состоянии. Рабочее состояние согласно настоящему разделу означает отсутствие повреждений разъединителя или приспособления для короткого замыкания и сохранение работоспособности. Работоспособность можно проверить вручную (если возможно) или простым электрическим тестированием по согласованию между изготовителем и испытательной лабораторией

* *В данном критерии и далее во всех пунктах стандарта, связанных с проведением рабочих или дополнительных испытаний УЗИП, будет применяться подобная формулировка, которая подразумевает по сути проведения испытаний наличие источника питания с напряжением U_{CPV}, подключаемого к УЗИП в момент подачи испытательного импульсного тока или импульсного напряжения (в зависимости от заявленного класса испытаний УЗИП). После подачи импульса УЗИП может либо оставаться под напряжением U_{CPV} от данного источника, либо может быть переключено на другой источник U_{CPV}, не связанный физически с испытательной установкой, формирующей импульсное воздействие, для того чтобы освободить испытательное место для монтажа и подготовки следующего образца УЗИП. В данном случае, переключение с одного источника на другой должно занимать менее 30 секунд, так как в этом интервале времени не произойдет существенных отклонений в контролируемых параметрах образца, в частности, это касается активной составляющей тока через УЗИП.*

Окончание таблицы 5

H	Разъединение обеспечивается одним или несколькими внутренними и/или внешними разъединителями. Проверяют правильность их индикации.
I	УЗИП со степенью защиты, равной или превышающей IP20, не должны иметь токоведущих частей, доступных для прикосновения стандартного испытательного пальца, прикладываемого с усилием 5 Н (см. IEC 60529), за исключением токоведущих частей, которые уже были доступны до испытания при монтаже УЗИП как для нормальной эксплуатации
J	Если при испытании происходит разъединение (внутреннее или внешнее), должно быть очевидное свидетельство действительного разъединения соответствующих защитных компонентов. При внутреннем разъединении испытательный образец подсоединяют к источнику питания как для нормальной эксплуатации при максимальном длительном рабочем напряжении U_{CPV} и на 1 мин. Испытательный источник питания должен обладать способностью тока короткого замыкания, равной или превышающей 200 мА. Ток, протекающий через соответствующие защитные компоненты, не должен превышать 1 мА. Токи, протекающие через компоненты, соединенные параллельно с соответствующими защитными компонентами или соединенные другим образом (например, индикаторные цепи), в этом измерении не участвуют, если они не могут вызвать ток в соответствующих защитных компонентах. Ток, протекающий через вывод-PE, включая параллельные и другие цепи (например, индикаторные), не должен превышать 1 мА. Если для нормального использования существует несколько возможных схем подключения, эта проверка должна выполняться для всех схем
K	Аннулировано
L	Папиросная бумага не должна обгореть
M	Не должно произойти взрыва или другого удара с поражением персонала или оборудования
N	Аннулировано
O	Аннулировано
P	Режим короткого замыкания должен обеспечиваться приспособлениями для короткого замыкания. Проверяют правильность их индикации
Q	Если во время испытания возникает короткое замыкание, УЗИП должно быть способно проводить номинальный ток короткого замыкания $I_{кзPV}$. Для проверки в течение 10 с, пока УЗИП достигает состояния короткого замыкания, УЗИП подсоединяется к источнику питания, способному подавать $I_{кзPV}$. $I_{кзPV}$ должен сохраняться в течение 2 часов до достижения термического равновесия (≤ 2 К/10 мин). В течение данного периода повышение температуры поверхности в самой горячей точки корпуса не должно быть свыше 120 К. Повышение температуры поверхности в самой горячей точке не должно быть свыше 80 К через пять минут после подачи $I_{кзPV}$

7.2.2 Испытательные импульсы

Для получения информации об импульсных токах для испытаний см. 8.1.1, 8.1.2, 8.1.3 и 8.1.4 IEC 61643-11:2011.

Примечание 1 — Подпункт 8.1.4.1 IEC 61643-11:2011 не применяется, так как двухвводные УЗИП не рассматриваются в настоящем стандарте.

Примечание 2 — В настоящем стандарте использование источника питания переменного тока, предусмотренное в 8.1.4 IEC 61643-11:2011, заменено на использование источника питания постоянного тока.

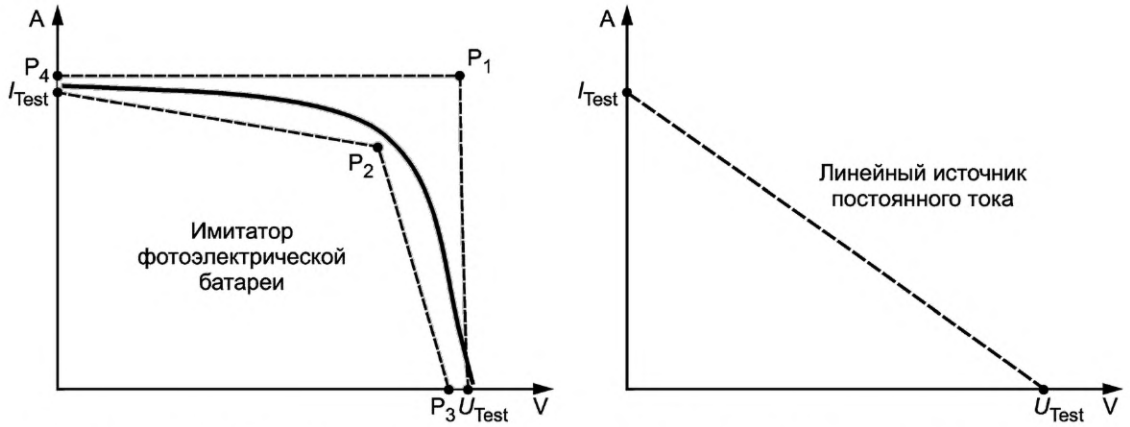
Примечание 3 — В настоящем стандарте ссылка на I_{SC} в 8.1.4 IEC 61643-11:2011 заменена на I_{CW}.

7.2.3 Характеристики источников питания для испытаний

7.2.3.1 Общие характеристики источников питания

Испытательная цепь должна обладать индуктивностью, равной или превышающей 100 мкГн.

Два разных типа источников питания могут использоваться для испытаний в рабочем режиме и режиме отказа согласно рисунку 1.



a) Для имитатора фотоэлектрической батареи питания (PV_1)

b) Для линейного источника питания постоянного тока (DC_1)

Рисунок 1 — Вольт-амперные характеристики

Вольт-амперная характеристика, сформированная имитатором фотоэлектрической батареи, должна находиться в заштрихованной области между точками P_1 и P_2:

- P_1 : [U_{Test}, 1,05I_{Test}]
- P_2 : [0,7 U_{Test}, 0,7I_{Test}]
- P_3 : [0,95U_{Test}]
- P_4 : [0,1,05I_{Test}]

Данная область может быть превышена в сторону более высоких значений напряжения и тока по согласованию между испытательной лабораторией и изготовителем УЗИП.

Испытание проводят в статических и переходных условиях в течение 100 мкс. В приложении В указаны соответствующие процедуры проведения испытаний для подтверждения соответствия данному требованию.

7.2.3.2 Специфические характеристики источников питания для испытаний в рабочем режиме

В зависимости от сопровождающего тока УЗИП следующие источники питания при U_{CPV} должны использоваться для испытаний:

Таблица 6 — Специфические характеристики источников питания для испытаний в рабочем режиме

Сопровождающий ток согласно приложению А	≤ 5 А	> 5 А
Испытание в рабочем режиме согласно 7.4.2.3 или 7.4.2.6	DC_1 или PV_1	PV_2
Дополнительное испытание в рабочем режиме для класса I согласно 7.4.2.5	DC_2 или PV_3	DC_2 или PV_3

DC_1: Линейный источник питания постоянного тока с полным сопротивлением, таким что во время протекания сопровождающего тока напряжение, измеренное на выводах УЗИП, не падает ниже U_{CPV} более чем на 5 %.

DC_2: Линейный источник питания постоянного тока с ожидаемым током короткого замыкания 5 А (0/+10 %) в соответствии с I_{Test} на рисунке 1b).

PV_1: Имитатор фотоэлектрической батареи с ожидаемым током короткого замыкания минимум 20 А (0/+10 %) в соответствии с I_{Test} на рисунке 1a).

PV_2: Имитатор фотоэлектрической батареи с ожидаемым током короткого замыкания, равным I_{SCPV} (0/+5 %) в соответствии с I_{Test} на рисунке 1a).

PV_3: Имитатор фотоэлектрической батареи с ожидаемым током короткого замыкания 5 А (0/+10 %) в соответствии с I_{Test} на рисунке 1a).

7.2.3.3 Специфические характеристики источников питания для испытаний в режиме отказа

В зависимости от режимов отказа УЗИП следующие источники питания при U_{CPV}/1,2 должны использоваться для испытаний:

Примечание — Значение испытательного напряжения определяется на основании стандартного режима работы и уменьшается на коэффициент 1,2 до максимального напряжения холостого хода для отображения нормального режима работы фотоэлектрической системы.

Таблица 7 — Специфические характеристики источников питания для испытаний в режиме отказа

Ожидаемый вид отказа согласно 6.1.1.3, перечисление 13)	Обрыв цепи	Короткое замыкание цепи
Вид отказа УЗИП согласно 7.4.4	DC_3 [a)] или PV_4	PV_4
[a)] Только по согласованию с изготовителем.		

DC_3: Линейный источник питания постоянного тока с ожидаемым током короткого замыкания согласно 7.4.4 в соответствии с I_{Test} на рисунке 1b).

PV_4: Имитатор фотоэлектрической батареи с ожидаемым током короткого замыкания согласно 7.4.4 в соответствии с I_{Test} на рисунке 1a).

7.3 Испытание на нестираемость маркировки

Испытание проводят для маркировки всех типов, кроме маркировок, выполненных тиснением, штамповкой и гравированием.

Испытание проводят протиранием маркировки вручную в течение 15 с кусочком ваты, смоченным водой, и еще в течение 15 с кусочком ваты, смоченным в алифатическом гексановом растворителе с содержанием ароматических веществ максимально 0,1 % от объема, с каури-бутанольным числом 29, начальной точкой кипения 65 °С и удельным весом 0,68 г/см^3.

В качестве альтернативы разрешено использовать гексановый растворитель КБЧ с минимум 85 % н-гексана.

Примечание — Обозначение «н-гексан» является химической номенклатурой для «нормального» или неразветвленного углеводорода. Данный лаковый бензин зачастую далее идентифицируется как гексан КБЧ, сертифицированный ACS (Американское химическое общество) (CAS# 110-54-3).

После испытания маркировка должна легко читаться.

7.4 Электрические испытания

7.4.1 Остаточный ток I_{PE}

7.4.1.1 Процедура проведения испытания

Измерения проводят последовательно, используя следующие источники питания между + к PE и − к PE:

- источник питания постоянного тока при U_{CPV};
- источник питания переменного тока, обеспечивающий синусоидальное напряжение при 50 Гц или 60 Гц с пиковым значением, соответствующим U_{CPV}.

Измеряют остаточные токи (переменный и постоянный), протекающие через вывод PE.

7.4.1.2 Критерии соответствия

Максимальное значение измеренного остаточного тока не должно превышать значение, установленное изготовителем согласно 6.1.1.3, перечисление 12).

7.4.2 Испытание в рабочем режиме

7.4.2.1 Общие положения

На рисунке 2 представлена схема проведения испытания в рабочем режиме.

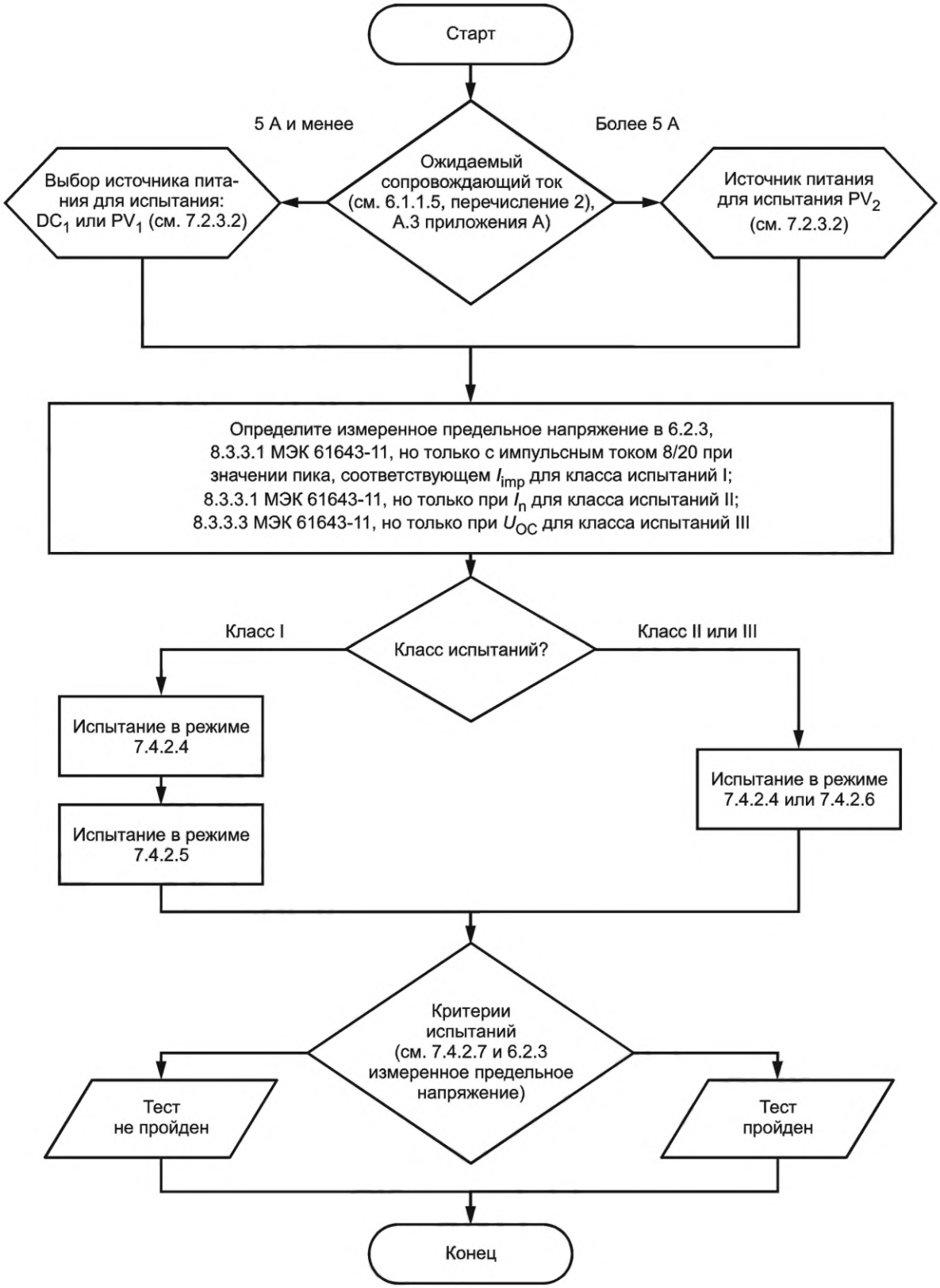


Рисунок 2 — Схема проведения испытания в рабочем режиме

7.4.2.2 Процедура проведения испытания

В данном испытании рабочие условия имитируют приложением к УЗИП предусмотренного числа специальных импульсов с одновременной подачей максимального длительного рабочего напряжения U_{CPV}, используя источник питания согласно 7.2.3.

Испытательная установка должна соответствовать схеме, приведенной на рисунке 3.

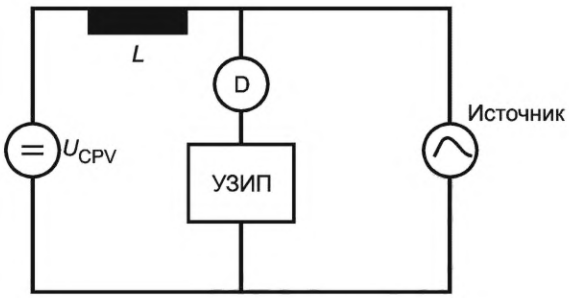
Измеренное предельное напряжение проверяется и должно быть ниже или равно U_p.

Измеренное предельное напряжение определяют посредством испытаний, описанных в 8.3.3 IEC 61643-11:2011.

Во избежание чрезмерной нагрузки на образцы проводят испытание по измерению предельного напряжения:

- в соответствии с 8.3.3.1 IEC 61643-11:2011, но исключительно с импульсами тока длительностью 8/20 при пиковом значении, соответствующем I_{imp} для класса испытаний I;
- в соответствии с 8.3.3.1 IEC 61643-11:2011, но исключительно при I_n для класса испытаний II;
- в соответствии с 8.3.3.3 IEC 61643-11:2011, но исключительно при U_{OC} для класса испытаний III;

с прикладыванием по одному положительному и одному отрицательному импульсу.



U_{CPV}: источник питания согласно 7.2.3.2;
L: индуктивность согласно 7.2.3.1;
D: разъединители УЗИП, указанные изготовителем;
УЗИП: испытываемое устройство;
Источник: импульсный ток 8/20 для испытаний классов I и II в рабочем режиме согласно 7.4.2.4, импульсный разрядный ток I_{imp} для дополнительного испытания в рабочем режиме согласно 7.4.2.5 или UOC для испытаний в рабочем режиме класса III согласно 7.4.2.6

Рисунок 3 — Пример испытательной установки для проведения испытания в рабочем режиме

7.4.2.3 Характеристики источников питания для испытания в рабочем режиме

Испытуемый образец подсоединяют к источнику питания согласно 7.2.3.2:

- DC_1 или PV_1, если сопровождающий ток УЗИП составляет 5 А или менее;
- PV_2, если сопровождающий ток УЗИП составляет свыше 5 А.

7.4.2.4 Испытания классов I и II в рабочем режиме

При испытании прикладывают три группы по пять импульсов тока 8/20 той же полярности, что и источник питания. Испытуемые образцы подсоединяют к источнику питания согласно 7.2.3 и 7.4.2.3.

После приложения каждой группы импульсов и отключения последнего сопровождающего тока (при наличии) УЗИП должно еще оставаться под напряжением не менее 1 минуты для проверки напряжения повторного возникновения разряда. После последней группы импульсов и по истечении 1 минуты УЗИП продолжает оставаться при U_{CPV} не менее чем 30 секунд с последующими 15 минутами для проверки стабильности. С этой целью нагрузочная способность по току короткого замыкания силового источника (при U_{CPV}) может быть понижена до 5 А.

Примечание — После подачи импульса УЗИП должно оставаться под напряжением U_{CPV} от данного источника в течение 1 минуты, и после этого, либо оставаться подключенным к этому же источнику, либо может быть переключено на другой источник U_{CPV}, не связанный физически с испытательной установкой, формирующей импульсное воздействие, для того чтобы освободить испытательное место для монтажа и подготовки следующего образца УЗИП. В данном случае, переключение с одного источника на другой должно занимать менее 30 секунд, так как в этом интервале времени не произойдет существенных отклонений в контролируемых параметрах образца, в частности это касается активной составляющей тока через УЗИП.

Испытательные циклы указаны на рисунке 4.

При испытании УЗИП по классу I прикладывают импульсы тока 8/20 с пиковым значением, соответствующим I_{imp}.

При испытании УЗИП по классу II прикладывают импульсы тока 8/20 при I_n.

Если УЗИП классифицированы по классу испытаний I и II, это испытание проводят один раз, при этом вопрос о более жестких параметрах испытаний для обоих классов подлежит согласованию с изготовителем.

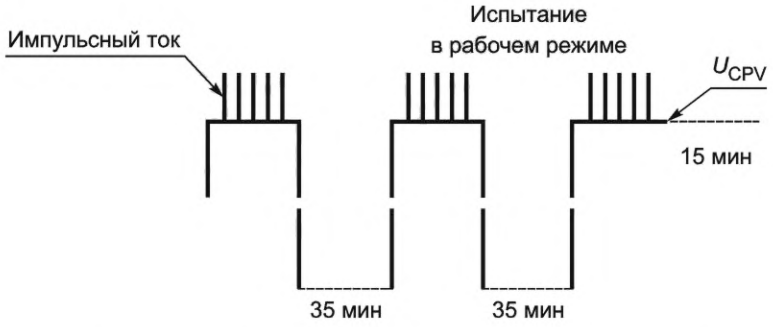


Рисунок 4 — Схема временных интервалов для испытаний классов I и II в рабочем режиме

Интервал между отдельными импульсами составляет 50—60 с, интервал между группами импульсов 30—35 мин. В интервале между группами импульсов подача питания к испытуемому образцу не требуется.

Ток следует записывать при каждом импульсе, и при испытании не должно быть пробоев или перекрытий в образцах.

7.4.2.5 Испытания класса I в дополнительном режиме

В испытании через УЗИП пропускают импульсы тока, наращиваемые постепенно до I_{imp}.

УЗИП подключают к источнику питания согласно 7.2.3.2. После приложения каждой группы импульсов и после отключения последнего сопровождающего тока (при наличии) УЗИП должно еще оставаться под напряжением не менее 1 мин для проверки напряжения повторного возникновения разряда. После последней группы импульсов и по истечении 1 минуты УЗИП продолжает оставаться при U_{CPV} не менее чем 30 секунд с последующими 15 минутами для проверки стабильности. С этой целью нагрузочная способность по току короткого замыкания силового источника (при U_{CPV}) может быть понижена до 5 А.

Импульсы тока той же полярности, что и используемый источник питания должны подаваться на испытуемый образец в следующем порядке:

a) один импульс тока при 0,1 I_{imp}; измерение тепловой стабильности; охлаждение до температуры окружающего воздуха;

b) один импульс тока при 0,25 I_{imp}; измерение тепловой стабильности; охлаждение до температуры окружающего воздуха;

c) один импульс тока при 0,5 I_{imp}; измерение тепловой стабильности; охлаждение до температуры окружающего воздуха;

d) один импульс тока при 0,75 I_{imp}; измерение тепловой стабильности; охлаждение до температуры окружающего воздуха;

e) один импульс тока при 1,0 I_{imp}; измерение тепловой стабильности; охлаждение до температуры окружающего воздуха.

Схема временных интервалов приведена на рисунке 5.

Дополнительное испытание в рабочем режиме для класса испытаний I при U_{CPV} в течение и после каждой подачи импульсов тока.

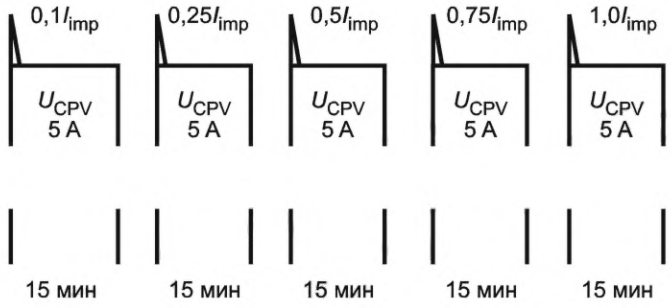


Рисунок 5 — Схема временных интервалов для испытаний класса I в дополнительном режиме

7.4.2.6 Испытания класса III в рабочем режиме

УЗИП находится под напряжением U_{CPV}. Ожидаемый ток короткого замыкания источника питания должен соответствовать 7.2.3.1 и 7.4.2.3 в процессе приложения групп импульсов. После приложения каждой группы импульсов и после отключения последнего сопровождающего тока (при наличии) УЗИП должно еще оставаться под напряжением не менее 1 мин для проверки напряжения повторного возникновения разряда. После последней группы импульсов и по истечении 1 минуты УЗИП продолжает оставаться при U_{CPV} не менее чем 30 секунд с последующими 15 минутами для проверки стабильности. С этой целью нагрузочная способность по току короткого замыкания силового источника (при U_{CPV}) может быть понижена до 5 А.

УЗИП испытывают тремя группами по пять положительных импульсов, соответствующих U_{OC}.

Схема временных интервалов приведена на рисунке 6.

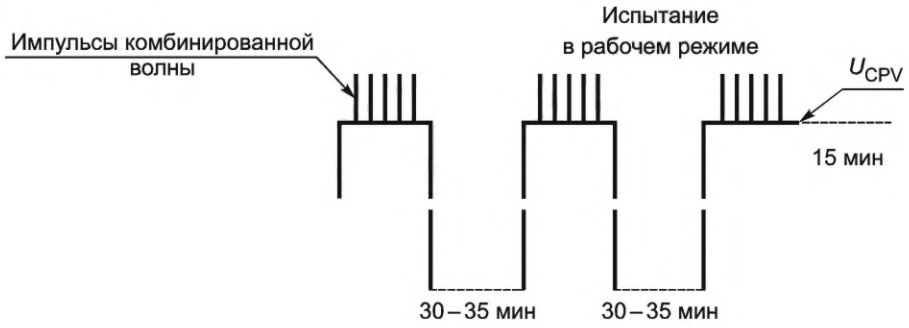


Рисунок 6 — Схема временных интервалов для испытаний класса III в рабочем режиме

Интервал между отдельными импульсами составляет 50—60 с, интервал между группами импульсов — 30—35 мин.

В интервале между группами импульсов подача питания к испытуемому образцу не требуется.

Ток следует записывать при каждом импульсе, и при испытании не должно быть пробоев или перекрытий в образцах.

7.4.2.7 Критерии соответствия для всех испытаний класса I в рабочем и дополнительном режиме.

Применяют критерии соответствия A, B, C, D, E, F, G и M согласно таблице 5.

7.4.3 Разъединители и безопасная работоспособность УЗИП при перегрузке

7.4.3.1 Испытание на термостойкость

УЗИП выдерживают в нагревательной камере 24 часа при температуре 80 °C ±5 K.

Применяют критерии соответствия C и G согласно таблице 5.

7.4.3.2 Испытание на тепловую стабильность

7.4.3.2.1 Параметры испытания

Данная процедура предназначена для УЗИП двух видов конструкций:

- УЗИП, содержащие только ограничивающие компоненты, подлежат процедуре a).
- УЗИП, содержащие ограничивающие и коммутирующие компоненты, подлежат процедуре b).

7.4.3.2.2 Подготовка образцов

Для УЗИП, имеющего нелинейные элементы, включенные параллельно, данное испытание должно выполняться для каждого пути тока УЗИП, имеющего секцию раздельных и независимых разъедини-

телей, при отсоединении/отключении всех остальных токовых путей. Если элементы одного и того же типа и с одними и теми же параметрами соединены параллельно, и идентичные части и конструкция используются для каждого отдельной секции разъединителей, относящейся к каждому из указанных компонентов, испытание любых трех из указанных идентичных путей тока может выполнять требование к трем образцам.

Любой коммутирующий напряжение элемент, соединенный последовательно с ограничивающим напряжение элементом, должен быть накоротко замкнут медной проволокой такого диаметра, чтобы она не расплавилась в ходе испытания.

Изготовитель должен предоставить образцы, подготовленные в соответствии с вышеуказанными требованиями.

a) Процедура испытания для УЗИП, имеющего только ограничивающие элементы

Испытуемые образцы подсоединяют к стабилизирующему линейному источнику питания постоянного тока.

Напряжение должно быть достаточно высоким, чтобы через УЗИП проходил ток. Для этого испытания ток устанавливают на постоянное значение. Допуск для испытательного тока составляет ±10 %. Испытание начинают с 2 мА постоянного тока для первого образца или при U_{CPV}, если остаточный ток при U_{CPV} уже превышает 2 мА постоянного тока.

Затем данное значение тока поэтапно повышают либо на 2 мА, либо на 5 % от предыдущего значения регулируемого испытательного тока, выбирая большее значение.

Для двух оставшихся образцов стартовую точку меняют с 2 мА на ток, соответствующий значению, на пять этапов ниже того, при котором был отсоединен первый образец.

Каждый этап продолжают до достижения тепловой стабильности (т. е. изменения температуры в самой горячей точке менее чем на 2 К в течение 10 минут).

Во время испытания постоянно измеряют температуру на поверхности в самой горячей точке УЗИП (только для УЗИП со свободным доступом) и ток, проходящий через УЗИП.

Самую горячую точку УЗИП можно определить пробным испытанием либо измерением температуры в нескольких точках.

Испытание прерывают, если все испытуемые нелинейные элементы отключены. Напряжение далее не должно повышаться во избежание выхода из строя разъединителей.

Примечание 1 — Разлом элементов сам по себе не считают отсоединением.

Если напряжение на выводах УЗИП становится на 10 % ниже, чем U_{CPV} в процессе испытания, испытуемый образец отсоединяют от источника питания и подсоединяют при U_{CPV} к высокоамперному источнику питания постоянного тока с номинальным током короткого замыкания, установленным изготовителем, составляющим максимум 5 кА. Переход от определения снижения напряжения до подсоединения испытуемого источника к высокоамперному источнику питания постоянного тока не должен превышать 100 мс. Образец остается подсоединенным к высокоамперному источнику питания постоянного тока в течение 15 минут.

Примечание 2 — Характеристики стабилизирующего источника питания должны быть таковыми, чтобы при внезапном повышении тока из-за отказа ограничивающего элемента выходное напряжение падало ниже значения UCPV.

b) Процедура испытания для УЗИП, содержащего коммутирующие элементы, включенные последовательно с другими элементами

УЗИП подсоединяют при U_{CPV} к высокоамперному линейному источнику питания постоянного тока с нагрузочной способностью по току короткого замыкания, который не ограничивал бы ток до тех пор, пока не сработает один из разъединителей.

Наибольшее значение тока не должно превышать значение номинального тока короткого замыкания, установленное изготовителем.

Если протекает незначительный ток, применяют процедуру испытания a).

Примечание 3 — Под «незначительным током» подразумевают, что УЗИП не вошло в состояние проводимости (т. е. остается в состоянии тепловой стабильности).

7.4.3.2.3 Критерии соответствия

Применяют критерии соответствия C, I и M по таблице 5. Более того, применяют критерии соответствия H и J для УЗИП, классифицированных согласно — (с видом отказа «обрыв цепи») и критерии

соответствия P и Q для УЗИП, классифицированных согласно — (с видом отказа «короткое замыкание цепи»).

Кроме того, превышение температуры поверхности УЗИП для внутренней установки во время и после испытания должно быть менее 120 К и менее 80 К спустя 5 минут после отключения всех испытуемых нелинейных компонентов.

7.4.4 Испытание в режиме повреждения УЗИП

7.4.4.1 Подготовка образцов

7.4.4.1.1 Общие положения

Изготовитель должен предоставить образцы, подготовленные в следующем порядке, для компонентов, подключенных между любыми видами защиты: положительная клемма — отрицательная клемма, отрицательная клемма — вывод PE или положительная клемма — вывод PE.

7.4.4.1.2 Общая информация

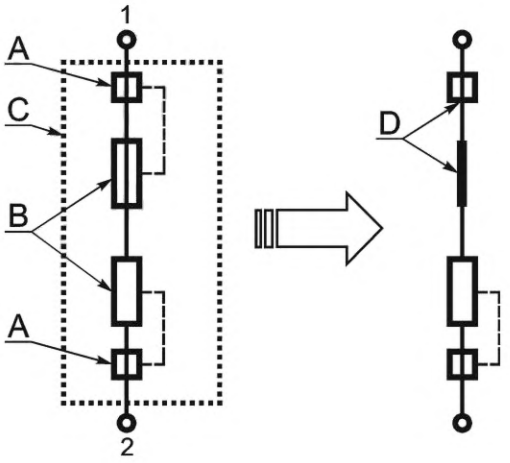
Если УЗИП имеет только один ограничивающий элемент или несколько элементов, соединенных последовательно, данные элементы необходимо заменить элементами такого же типа, но со значением U_{1mA}, равным 50 % — 60 % исходного значения.

Все прочие характеристики элементов-заменителей, например, параметры импульсов, размеры, должны быть такими же, кроме характеристик, связанных с выбором напряжения U_{1mA}. Другие части УЗИП, например, разъединители, клеммы, разводки должны оставаться без изменений.

7.4.4.1.3 Альтернатива 1

Если УЗИП содержит два идентичных ограничивающих элемента, соединенных последовательно, один из указанных элементов должен быть заменен на соответствующий медный блок (см. рисунок 7).

Отдельная партия, состоящая из трех образцов, необходима для каждого ожидаемого тока. Если ограничивающие элементы испытуемого вида защиты, включая их внутренние соединения и поперечное сечение, окружающие материалы (например, смолы) и упаковку, не являются идентичными, испытание должно быть повторено посредством короткого замыкания одного из других ограничивающих элементов.



1—2: точка соединения с испытуемым видом защиты;
A: разъединитель, при наличии;
B: последовательно соединенное устройство ограничения напряжения, например, металоксидный варистор;
C: УЗИП без изменений;
D: цепь короткого замыкания

Рисунок 7 — Пример подготовки образца для проверки поведения УЗИП при повреждении

7.4.4.1.4 Альтернатива 2

Использование неизмененного образца, но включенного при испытательном напряжении, указанном в 7.4.4.2.1 или 7.4.4.3.1, равном 2 U_{CPV}/1,2 или даже выше, по согласованию с изготовителем.

7.4.4.2 Испытания УЗИП с видом отказа «обрыв цепи»

7.4.4.2.1 Испытательная установка и процедура проведения испытания

УЗИП и разъединители, если указаны изготовителем, монтируются в соответствии с инструкциями изготовителя и подсоединяют к проводникам тока с максимальным поперечным сечением в соответствии с инструкциями изготовителя.

УЗИП следует подсоединять к источнику питания в соответствии с 7.2.3. Испытание проводят для каждого из следующих ожидаемых токов короткого замыкания.

Если используется испытательный источник питания PV_4:

- $I_{кзPV}$ (0/+5 %);
- 10 А (0/+5 %), но исключительно при $I_{кзPV}$ выше 10 А.

Если используется испытательный источник питания DC_3:

- 2,7 $I_{SкзCPV}$ (0/+5 %);
- $I_{кзPV}$ (0/+5 %);
- 10 А (0/+5 %), но исключительно при $I_{кзPV}$ выше 10 А.

При использовании источника питания DC_3 для испытания с ожидаемым током короткого замыкания, равным 2,7 $I_{кзPV}$, плавкий предохранитель подсоединяется последовательно к испытуемому образцу в целях обнаружения. Данный плавкий предохранитель должен иметь интегральное значение плавления I^2t не выше значения плавкого предохранителя с характеристикой gPV и номинальный ток, равный $I_{кзPV}$. Изготовитель УЗИП может предоставить информацию о более низком значении плавкого предохранителя.

Примечание — Характеристики плавких предохранителей gPV по IEC 60269-6.

Для УЗИП, не соответствующих временным критериям соответствия, испытание может быть повторено с увеличенным испытательным напряжением. Если временные критерии соответствия снова не достигнуты, данная процедура может быть повторена.

Кроме того, напряжение запускающего сигнала, создаваемое генератором импульсного напряжения, описанного в 8.1.3 IEC 61643-11:2011, достаточно высокое для приведения любых последовательно соединенных коммутирующих элементов в состояние проводимости подается на фактический испытуемый вид защиты.

Если коммутирующий элемент не поддерживает состояние проводимости, испытание может быть повторено с использованием одного из следующих вариантов:

- короткое замыкание коммутирующего элемента, или
- использование ограничивающего элемента с более низким U_{1mA}, или
- повышение испытательного напряжения.

7.4.4.2.2 Критерии соответствия

Ток источника питания отключается внутренним или внешним разъединителем УЗИП:

- менее чем за 60 секунд при использовании PV_4 с $I_{кзPV}$ или DC_3 с 2,7 $I_{кзPV}$. В процессе испытаний с использованием DC_3 с 2,7 $I_{кзPV}$ плавкий предохранитель для обнаружения не приводится в действие;
- менее чем за 5 минут при использовании DC_3 с ожидаемым током короткого замыкания, равным $I_{кзPV}$;
- менее чем за 20 минут при использовании PV_4 или DC_3 с ожидаемым током короткого замыкания 10 А.

Применяются критерии соответствия C, H, I, J, L и M согласно таблице 5.

7.4.4.3 Испытания для УЗИП с видом отказа «короткое замыкание цепи»

7.4.4.3.1 Испытательная установка и процедура проведения испытания

УЗИП монтируют в соответствии с инструкциями изготовителя и подсоединяют проводниками с максимальным поперечным сечением, указанным в инструкциях изготовителя.

УЗИП должно подсоединяться к источнику питания в соответствии с 7.2.3. Испытание проводят для каждого из следующих ожидаемых токов короткого замыкания.

Если используется испытательный источник питания PV_4:

- $I_{кзPV}$ (0/+5 %);
- 10 А (0/+5 %), но исключительно при $I_{кзPV}$ выше 10 А.

Для УЗИП, не соответствующих временным критериям соответствия, испытание может быть повторено с увеличенным испытательным напряжением. Если временные критерии соответствия снова не достигнуты, данная процедура может быть повторена.

Кроме того, напряжение запускающего сигнала, создаваемое генератором импульсного напряжения, описанного в 8.1.3 IEC 61643-11:2011, достаточно высокое для приведения любых последовательно соединенных коммутирующих элементов в состояние проводимости подается на фактический испытуемый вид защиты.

Если коммутирующий элемент не поддерживает состояние проводимости, испытание может быть повторено с использованием одного из следующих вариантов:

- использование ограничивающего элемента с более низким U_{1mA}, или
- повышение испытательного напряжения.

7.4.4.3.2 Критерии соответствия

Для УЗИП, для которых производитель указывает режим короткого замыкания как вид отказа УЗИП, данный режим должен достигаться:

- менее чем за 60 секунд при использовании PV_4 с ожидаемым током короткого замыкания $I_{кзPV}$;
- менее чем за 20 минут при использовании PV_4 с ожидаемым током короткого замыкания 10 А.

Применяются критерии соответствия C, I, M, L, P и Q согласно таблице 5.

7.4.5 Электрическая прочность изоляции

7.4.5.1 Общие положения

УЗИП наружной установки испытывают между выводами без встроенных частей. В ходе испытания УЗИП подвергают обрызгиванию согласно 9.1 IEC 60060-1:2010.

УЗИП внутренней установки испытывают согласно перечислениям a) и b) пункта 8.3.6 IEC 61643-11:2011.

УЗИП испытывают напряжением постоянного тока согласно таблице 8. Начиная с половины указанного значения, напряжение повышают в течение 30 секунд до полного значения, которое затем выдерживают в течение 1 мин.

Таблица 8 — Электрическая прочность изоляции

Длительное рабочее давление УЗИП, В	Испытательное напряжение постоянного тока, кВ
$U_{CPV} \leq 100$	1,1
$100 < U_{CPV} \leq 200$	1,7
$200 < U_{CPV} \leq 450$	2,2
$450 < U_{CPV} \leq 600$	3,3
$600 < U_{CPV} \leq 1200$	4,2
$1200 < U_{CPV} \leq 1500$	5,8

7.4.5.2 Критерии соответствия

При испытании не должно происходить образование дуги или пробоя, однако допускаются частичные разряды, если изменение напряжения при разряде составляет менее 5 %.

Источник питания, применяемый при испытании, после того как он был отрегулирован на испытательное напряжение при разомкнутых выводах, должен обеспечивать ток короткого замыкания порядка 200 мА при замкнутых накоротко выводах. Реле максимального тока, если имеется, должно срабатывать, если ток испытательной цепи превысит 100 мА. Устройство для измерения испытательного напряжения должно иметь погрешность не более ±3 %.

7.4.6 Длительный ток I_{CPV}

7.4.6.1 Общие положения

Измерения выполняют при использовании источника питания постоянного тока при U_{CPV} между положительной и отрицательной клеммами УЗИП.

Записывают постоянные токи, протекающие (исключая пульсирующую компоненту постоянного тока) через положительную и отрицательную клемму.

7.4.6.2 Критерии соответствия

Измеренные значения потребления длительного тока не должны превышать значения, указанные изготовителем согласно 6.1.1.

7.5 Механические испытания

7.5.1 Проверка воздушных зазоров и пути утечки

УЗИП бытового и аналогичного назначения должны быть рассчитаны на среду степенью загрязнения 2.

УЗИП для применения в среде с более жесткими условиями могут потребовать специальных мер, например, специальный корпус или дополнительная оболочка, которая сможет гарантировать для УЗИП защиту от степени загрязнения 2.

Примечание — Корпуса УЗИП без вентиляционных отверстий считают обеспечивающими адекватную защиту, достаточно ограничивающую загрязнение и позволяющую удовлетворить требованию к степени загрязнения 2 в части внутренних путей утечки.

К УЗИП для наружной установки и недоступных УЗИП применяют степень загрязнения 4. Для внутренних путей утечки она может быть понижена до степени загрязнения 3 при условии применения соответствующей оболочки, обеспечивающей условия степени загрязнения 3.

Расстояния между электродами искровых разрядников не считают воздушными зазорами или путями утечки.

7.5.2 Критерии соответствия

Воздушные зазоры и пути утечки не должны быть меньше значений, указанных в таблицах 9 и 10, и применяются к пунктам 1), 2) и 3) таблицы 9 и классификации материалов, указанной в таблице 11, ранее распространявшейся на соответствующие части УЗИП как исходный параметр для таблицы 10.

Примечание — Для высот свыше 2000 м см. IEC 60664-1, таблица F.2 и при определении требуемых воздушных зазоров в качестве входного параметра для граф случая А — условия однородного поля — применяют U_{max}. В любом случае по механическим причинам следует соблюдать минимальные требования по таблице 9 настоящего стандарта.

Таблица 9 — Воздушные зазоры для УЗИП

U_{max}	≤ 2000 В[a)]	≤ 4000 В	> 4000 В до 6000 В	> 6000 В до 8000 В
	Воздушные зазоры в миллиметрах			
1) Между токоведущими частями разной полярности	1,5	3	5,5	8
2) Между токоведущими частями и				
- винтами и другими устройствами для крепления крышек, отсоединяемых при монтаже УЗИП	1,5	3	5,5	8
- крепежными поверхностями (примечание 2)	3	6	11	16
- винтами или другими устройствами для крепления УЗИП (примечание 2)	3	6	11	16
- корпусами (примечания 1 и 2)	1,5	3	5,5	8
3) Между металлическими частями механизма разъединителя и				
- корпусами (примечание 1)	1,5	3	5,5	8
- винтами или другими устройствами для крепления УЗИП	1,5	3	5,5	8

Примечание 1 — Для определения корпуса см. 8.3.6, перечисление а) IEC 61643-11:2011.

Примечание 2 — Если воздушные зазоры между частями устройства, находящимися под напряжением, и металлическим экраном или поверхностью, на которой установлено УЗИП, зависят только от конструкции УЗИП и не могут быть уменьшены, когда УЗИП установлено в самом неблагоприятном положении (даже в металлической оболочке), тогда достаточны значения строки 1).

[a)] Данная колонка применяется исключительно к УЗИП с U_{CPV}, ниже или равным 180 В.

Таблица 10 — Пути утечки для УЗИП

Напряжение постоянного тока[b) c)], В	Минимальные пути утечки, мм								
	Материал печатных схем		Степень загрязнения						
	Степень загрязнения								
	1	2	1	2			3		
	Все группы материалов	Все группы материалов, кроме III b	Все группы материалов	Группа материалов[a)]			Группа материалов[a)]		
				I	II	III	I	II	III[d)]
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4	1	1	1
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	4,42	4,42	1,0	1,05	1,05
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45	1,1	1,1	1,1
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,2	1,2	1,2
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5	1,2	1,25	1,25
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4	1,8	2	2,2
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6	2	2,2	2,5
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2	2,5	2,8	3,2
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2	4	4,5	5
400	1	2	1	2	2,8	4	5	5,6	6,3
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5	6,3	7,1	8
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8	9	10
800	2,4	4	2,4	4	5,6	8	10	11	12,5
1000	3,2	5	3,2	5	7,1	10	12,5	14	16
1250	—	—	4,2	6,3	9,0	12,5	16,0	18	20,0
1600	—	—	5,6	8,0	11,0	16,0	20,0	22,0	25,0

Если фактическое напряжение отличается от значений, указанных в таблице, допускается интерполирование значений для промежуточных напряжений. Применяют линейную интерполяцию, а значения округляют до числа знаков значений, взятых из таблицы.

[a)] Для получения дальнейшей информации о группах материалов см. таблицу 11.

[b)] Данное напряжение предназначено для:

- функциональной изоляции, эксплуатационного напряжения;
- основной и дополнительной изоляции цепи, питаемой непосредственно от сетевого источника, напряжение, обоснованное в таблице F.3a IEC 60664-1:2011, основано на номинальном напряжении оборудования или номинальном напряжении изоляции;
- основной и дополнительной изоляции систем, оборудования и внутренних цепей, не питаемых непосредственно от сети, наибольшее действующее напряжение, которое может установиться в системе, оборудовании или внутренней цепи, питаемой при номинальном напряжении при самом неблагоприятном сочетании условий эксплуатации в пределах параметров оборудования.

[c)] Для главной цепи защиты данная графа соответствует U_{CPV}.

[d)] Материалы группы III b не применяют в назначениях со степенью загрязнения 3 свыше 630 В.

Таблица 11 — Соответствие групп материалов их классификации по сравнительному индексу трекингостойкости (СИТ)

Группа материалов I	600 ≤ СИТ
Группа материалов II	400 ≤ СИТ < 600
Группа материалов III a	175 ≤ СИТ < 400
Группа материалов III b	100 ≤ СИТ < 175
Примечание — Соответствие групп материалов классификации по СИТ приведено по IEC 60112 (значения СИТ при использовании раствора А).	

Измерения проводят без проводников, а также с проводниками наибольшего сечения, указанного изготовителем. Гайки и винты с эксцентричными головками считают самыми неудобными для затягивания.

Если имеется перегородка, то воздушный зазор измеряют через перегородку; если перегородка состоит из двух частей, не соединенных вместе, воздушный зазор измеряют через разделительный зазор. Расстояния через щели или отверстия в наружных частях вне изоляционного материала измеряют по металлической фольге по касательной поверхности; для этого фольгу не заправляют в отверстия, но заправляют в углы с помощью испытательного щупа согласно IEC 60529.

В случае если на пути утечки встречается углубление, его профиль принимают во внимание только в том случае, когда его ширина не менее 1 мм; углубления менее 1 мм учитывают только по ширине.

Если имеется перегородка, состоящая из двух частей, не склеенных вместе, пути утечки измеряют через разделительный зазор. Если воздушный просвет между частью, находящейся под напряжением, и перегородкой с монтируемыми поверхностями менее 1 мм, то принимают во внимание расстояние только через разделяющую поверхность, которую тогда считают путем утечки. Если же нет, то полное расстояние, иными словами, суммарное значение воздушного просвета и расстояния по разделяющей поверхности считают воздушным зазором. Если металлические части покрыты самоотвердевающей смолой слоем толщиной 2 мм или изолированы, то пути утечки и воздушные зазоры испытанию напряжением по 7.4.5 не подвергают.

Литье или смола не должна выходить за край пресс-формы, литьевая масса должна плотно прилегать к стенкам полости и металлическим частям в ней.

Испытание проводят попыткой отделить литьевую массу или смолу без помощи инструмента.

7.6 Испытания на соответствие требованиям к условиям окружающей среды и материалам

7.6.1 Испытание на продолжительность работы в условиях влажного тепла

Испытание проводят в соответствии с IEC 60068-2—78 для каждого вида защиты образца.

Образцы помещают в климатическую камеру с установленной температурой 40 °С ± 2 К и относительной влажностью 93 % (± 3 %) на 500 ч (± 1 ч). Каждый вид защиты подсоединяют к испытательному источнику с ожидаемым током короткого замыкания минимум 100 мА и регулируют согласно напряжению постоянного тока U_{CPV} на протяжении всего испытания.

7.6.2 Критерии соответствия

Один час ± 10 минут после удаления образцов из климатической камеры. Применяют критерии соответствия С, Е и G согласно таблице 5.

7.7 Дополнительные испытания специальных конструкций УЗИП

7.7.1 Испытание одновводных УЗИП с раздельными вводными/выводными выводами

7.7.1.1 Номинальный ток нагрузки (I_L)

К УЗИП подают питание при напряжении U_{CPV} с допуском +0/−5 % при температуре окружающего воздуха с использованием кабеля номинального сечения, указанного в таблице 12. Испытание проводят с номинальным током и при активной нагрузке до достижения тепловой стабильности. Дополнительное охлаждение УЗИП не допускается.

Таблица 12 — Испытательные проводники для испытания при номинальном токе нагрузки

	Испытательный ток, А																				
Более	0	8	12	15	20	25	32	50	65	85	100	115	130	150	175	200	225	250	275	300	350
Менее или равно	8	12	15	20	25	32	50	65	85	100	115	130	150	175	200	225	250	275	300	350	400
Поперечное сечение, мм^2	1,0	1,5	2,5	2,5	4,0	6,0	10	16	25	35	35	50	50	70	95	95	120	150	185	185	240
Поперечное сечение по Американскому калибру проводов (AWG)	17	16	16	14	12	10	8	6	4	2	2	1/0	1/0	2/0	3/0	3/0	4/0	300 MCM	350 MCM	350 MCM	500 MCM
В некоторых странах стандартизованы другие сечения проводников, в этом случае для испытания необходимо выбрать наиболее близкое значение.																					

7.7.1.2 Критерии соответствия

Применяют критерии соответствия C, F и G согласно таблице 5 и следующие дополнительные критерии соответствия.

Превышение температуры поверхностей, доступных при нормальной эксплуатации, в ходе испытаний не должно выходить за пределы значений, указанных в приложении G IEC 61643-11:2011.

7.7.2 Испытание УЗИП наружного исполнения на соответствие требованиям к условиям окружающей среды

См. приложение F IEC 61643-11:2011. Проведение данных испытаний или применение других соответствующих процедур проведения испытаний согласовывается изготовителем и пользователем.

7.7.3 УЗИП с раздельными изолированными цепями

Сопротивление изоляции между главными цепями и раздельными изолированными цепями испытывают в соответствии с 8.3.6 IEC 61643-11:2011.

Электрическую прочность изоляции между главными цепями и раздельными изолированными цепями испытывают в соответствии с:

- 7.4.5, если раздельные цепи рассчитаны на постоянный ток, и/или
- 8.3.7 IEC 61643-11:2011, если раздельные цепи рассчитаны на переменный ток.

8 Контрольные и приемо-сдаточные испытания

8.1 Контрольные испытания

В процессе производства проводят соответствующие испытания для выявления соответствия УЗИП требованиям к его работоспособности. Изготовитель устанавливает методы испытаний.

8.2 Приемо-сдаточные испытания

Приемо-сдаточные испытания проводят по соглашению между изготовителем и заказчиком. Если заказчик указывает приемо-сдаточные испытания в соглашении о покупке, число образцов для испытаний должно составлять корень третьей степени от числа поставленных образцов, округленное до ближайшего целого числа. Любое изменение числа испытательных образцов или вида испытаний подлежит соглашению между изготовителем и заказчиком.

Если не установлено иное, в качестве приемочных испытаний проводят следующие испытания:

- проверка идентификации в соответствии с 6.1.1;
- проверка маркировки осмотром в соответствии с 6.1.2;
- проверка электрических параметров согласно применимому пункту (например, измеренное предельное напряжение согласно 8.3.3 IEC 61643-11:2011).

Приложение А
(обязательное)

Испытания по определению наличия коммутационной составляющей и величины сопровождающего тока УЗИП

А.1 Общие положения

Данные испытания проводит изготовитель с целью получения информации, требующейся согласно 6.1.1, перечисление 1) и/или 6.1.1, перечисление 2) и 7.2.3.2.

А.2 Испытание по определению наличия коммутационной составляющей

Данное испытание проводят, если внутреннее устройство УЗИП не известно. Испытание проводят на новом образце.

Стандартный импульс тока 8/20 подают для испытаний УЗИП класса I и класса II с пиковым значением согласно I_n или I_{imp}, как решит изготовитель. Для испытания УЗИП класса III применяют генератор комбинированной волны с напряжением открытой цепи, равным U_{OC}, установленным изготовителем.

К УЗИП подают один импульс. На осциллографе снимают запись напряжения на выводах УЗИП.

Если запись формы волны напряжения показывает резкое изменение, значит УЗИП содержит коммутационный («шунтирующий») элемент.

А.3 Испытание по определению величины сопровождающего тока

Это испытание определяет, выше или ниже 5А лежит пиковое значение сопровождающего тока.

Если внутренняя конструкция и пиковое значение сопровождающего тока УЗИП известны, следующее предварительное испытание УЗИП не требуется.

a) Испытание выполняют на отдельном образце.

b) Тип источника питания — линейный источник питания постоянного тока.

c) Ожидаемый ток короткого замыкания должен 100 А (0/+5). Испытательная цепь должна обладать индуктивностью, равной или превышающей 100 мкГн.

d) Напряжение, измеренное на выводах УЗИП, должно быть равно U_{CPV} (0 % — 5 %).

e) Сопровождающий ток должен инициироваться импульсным током 8/20 или комбинированной волной.

f) Пиковое значение испытательного импульса должно соответствовать I_n или I_{imp} или U_{OC}.

g) Полярность импульса должна совпадать с полярностью напряжения источника питания.

h) Измеряют и записывают пиковое значение сопровождающего тока.

Приложение В
(справочное)

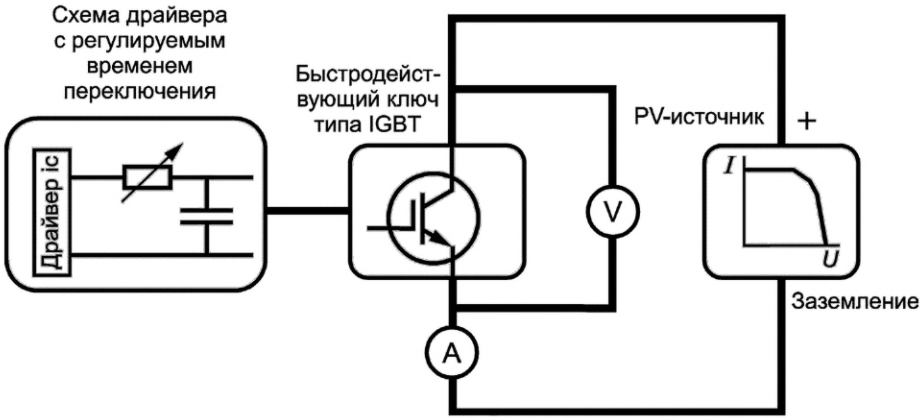
Поведение имитатора фотоэлектрической батареи в переходном режиме

В.1 Поведение имитатора фотоэлектрической батареи в переходном режиме согласно 7.2.3.1

В целях получения сопоставимых результатов при использовании имитатора фотоэлектрической батареи для испытаний в рабочем режиме и режиме отказа необходимо разработать процедуру для точного определения поведения имитатора фотоэлектрической батареи.

Характеристика *I*/*U* имитатора фотоэлектрической батареи в переходном режиме зависит от рабочего времени отключения t_{OFF} и отличается от характеристики линейного источника питания с таким же напряжением холостого хода и током короткого замыкания.

В.2 Испытательная установка с использованием полупроводникового переключателя для определения поведения имитатора фотоэлектрической батареи в переходном режиме



На рисунке В.1 показана испытательная установка для определения поведения имитатора фотоэлектрической батареи в переходном режиме

Рисунок В.1 — Испытательная установка с использованием регулируемого полупроводникового переключателя для определения поведения имитатора фотоэлектрической батареи в переходном режиме

Полупроводниковый переключатель регулируют таким образом, чтобы имитатор фотоэлектрической батареи выключался в течение 50—100 мкс (рисунок В.2).

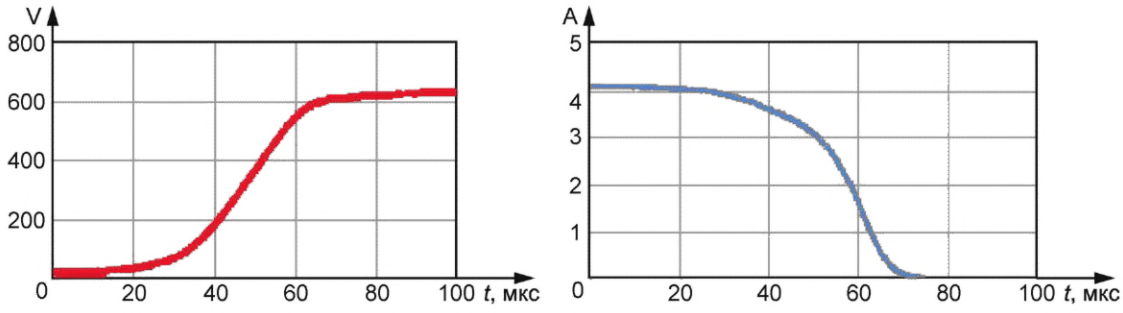


Рисунок В.2 — Характер изменения напряжения и тока во времени в течение рабочего времени отключения полупроводникового переключателя при I_{SC} имитатора фотоэлектрической батареи, равном 4 А, и напряжении холостого хода, равном 640 В

Масштабирование экспериментальных кривых *i*(*t*) и *u*(*t*) до 100 % позволяет определить диаграмму нормализованного времени отключения, которая не зависит от напряжения холостого хода и I_{SC} имитатора фотоэлектрической батареи (рисунок В.3).

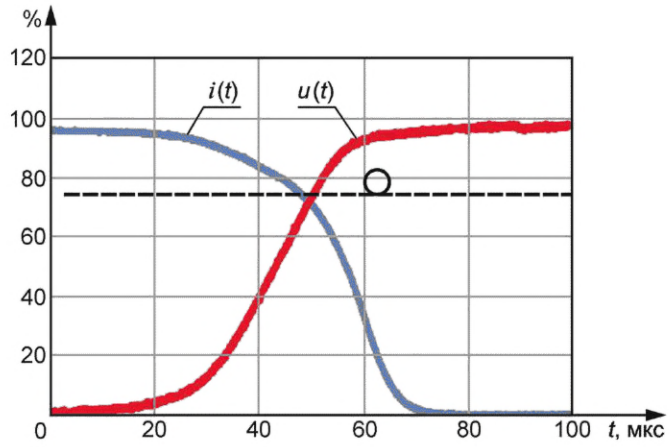


Рисунок В.3 — Поведение при отключении полупроводника (нормализованное) с точкой пересечения $i(t)/u(t)$

Точка пересечения между масштабированными кривыми $i(t)$ и $u(t)$ должна быть равна или превышать 70 %.

При рабочем времени отключения t_{OFF} свыше 50 мкс рассчитанная характеристика i/u фотоэлектрического испытываемого источника питания должна соответствовать статическому поведению $i = f(u)$ имитатора фотоэлектрической батареи (рисунок В.4).

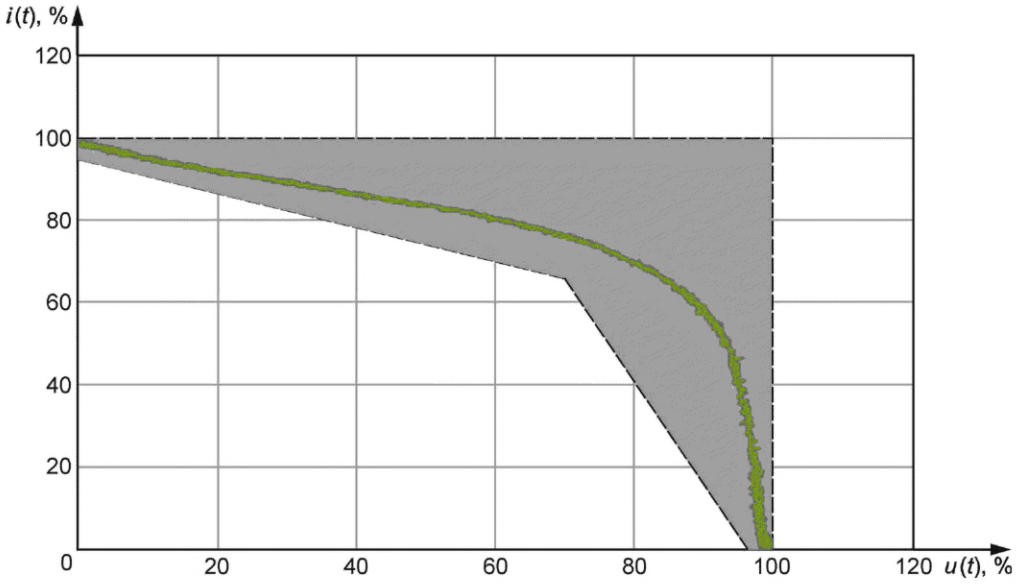


Рисунок В.4 — Характеристика I/U имитатора фотоэлектрической батареи, рассчитанная на основании нормализованных значений тока и напряжения, указанных на рисунке В.3

В.3 Альтернативная испытательная установка с использованием плавкого предохранителя

Альтернативой для испытательной установки, указанной в 7.2.3, является испытательная установка, схема которой приведена на рисунке В.5, с использованием специального плавкого предохранителя, предназначенного для работы в фотоэлектрическом оборудовании и рассчитанного на $0{,}1I_{кзPV}$, для определения вольт-амперной характеристики, формируемой имитатором фотоэлектрической батареи.

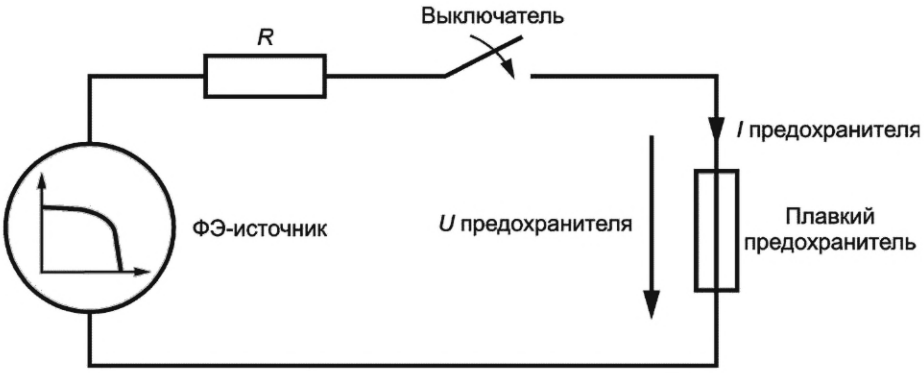


Рисунок В.5 — Испытательная установка с использованием плавкого предохранителя для определения поведения имитатора фотоэлектрической батареи в переходном режиме

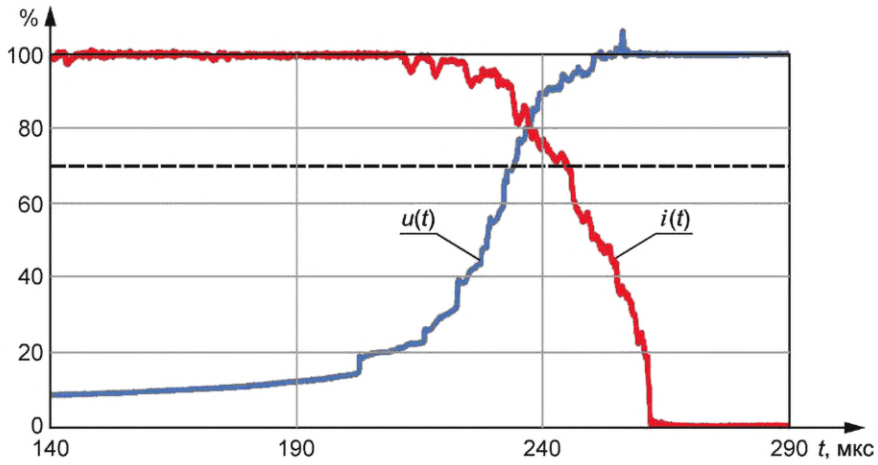


Рисунок В.6 — Нормализованное поведение при отключении во время функционирования плавкого предохранителя, рассчитанного на $0,1I_{кзPV}$, при использовании имитатора фотоэлектрической батареи с точкой пересечения $i(t)$ и $u(t)$

Точка пересечения между масштабированными кривыми $i(t)$ и $u(t)$ должна быть равна или превышать 70 %.

При времени отключения t_{OFF} свыше 50 мкс рассчитанная характеристика i/u имитатора фотоэлектрической батареи должна соответствовать статическому поведению $i = f(u)$ имитатора фотоэлектрической батареи (рисунок В.7).

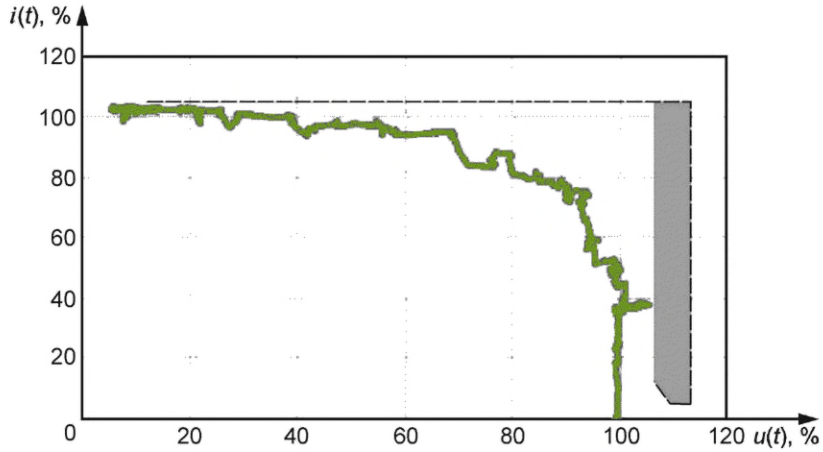


Рисунок В.7 — Характеристика I/U имитатора фотоэлектрической батареи, рассчитанная на основании нормализованных значений тока и напряжения, указанных на рисунке В.6

Приложение ДА
(обязательное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60060-1:2010	—	*
IEC 60068-2-78:2012	—	*
IEC 60529	—	*
IEC 60664-1:2007	IDT	ГОСТ Р МЭК 60664.1—2012 «Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах. Часть 1. Принципы, требования и испытания»
IEC 61000-6-3	IDT	ГОСТ IEC 61000-6-3—2016 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-3. Общие стандарты. Стандарт электромагнитной эмиссии для жилых, коммерческих и легких промышленных обстановок»
IEC 61180-1	—	*
IEC 61643-11:2011		ГОСТ IEC 61643-11—2013 «Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний»
IEC 62475:2010	—	*

* Соответствующий международный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

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

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

IEC 60112	Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials (Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения нормативного и сравнительного индексов трекингостойкости)
IEC 60364-5-51	Electrical installations of buildings — Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment — Common rules (Электроустановки низковольтные. Часть 5-51. Выбор и монтаж электрооборудования. Общие требования)
IEC 60950	Safety of information technology equipment[1)] (Оборудование информационных технологий. Безопасность)
IEC 61643-32	Low-voltage surge protective devices — Part 32: Surge protective devices connected to the d.c. side of photovoltaic installations — Selection and application principles (Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 32. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к стороне постоянного тока фотоэлектрических установок. Принципы выбора и применения)
ISO 4628-3	Paints and varnishes — Evaluation of degradation of coatings — Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance — Part 3: Assessment of degree of rusting (Лаки и краски. Оценка степени разрушения покрытий. Оценка количества и размера дефектов и интенсивности однородных изменений внешнего вида. Часть 3. Обозначение степени ржавления)
ISO 4892-1	Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 1: General guidance (Пластмассы. Методы экспонирования под лабораторными источниками света. Часть 1. Общие руководящие положения)
ISO 4892-2	Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 2: Xenon-arc lamps (Пластмассы. Методы экспонирования под лабораторными источниками света. Часть 2. Лампы с ксеноновой дугой)
ASTM G151	(Общепринятая методика экспонирования неметаллических материалов в устройствах для ускоренных испытаний, использующих лабораторные источники света)

[1)] Относится к интернет-базе данных ИСО.

УДК 621.316.923.1:006.354 МКС 29.120.50 IDT

Ключевые слова: предохранители плавкие, вставки плавкие, характеристики, полупроводниковое устройство, преобразователь

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 03.11.2023. Подписано в печать 24.11.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,12. Уч-изд. л. 4,50.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru