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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC/TR 62368-2— 2014

АУДИО-, ВИДЕОАППАРАТУРА, ОБОРУДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ СВЯЗИ

Часть 2

Пояснительная информация к IEC 62368-1

(IEC/TR 62368-2:2011, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-технический центр сертификации электрооборудования «ИСЭП» (АНО «НТЦСЭ «ИСЭП»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 июля 2014 г. № 68-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	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 ноября 2014 г. № 1511-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC/TR 62368-2—2014 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 сентября 2015 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному документу IEC/TR 62368-2:2011 Audio/video, information and communication technology equipment — Part 2: Explanatory information related to IEC 62368-1 (Аудио-, видео-, оборудование информационных технологий и техники связи. Часть 2. Пояснительная информация к IEC 62368-1).

Международный стандарт разработан Международной электротехнической комиссией (IEC).Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, и международные стандарты, на которые даны ссылки имеются в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Перевод с английского языка (en).

Степень соответствия — идентичная (IDT)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2015

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

0 Введение — Принципы безопасности изделий, устанавливаемые настоящим стандартом 1
1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 4
4 Общие требования 6
5 Электрические травмы 9
6 Возгорание, вызванное электричеством 45
7 Химические травмы 80
8 Механические травмы 84
9 Тепловой ожог 95
10 Излучение 103
Приложение B Испытания при нормальных и ненормальных условиях эксплуатации и при условиях единичной неисправности 104
Приложение D Испытательные генераторы 105
Приложение E Условия проведения испытаний для оборудования, оснащенного усилителями звуковой частоты 105
Приложение F Маркировки оборудования, инструкции и указания по защите 106
Приложение G Компоненты 107
Приложение H Нормы для телефонных вызывных сигналов 112
Приложение J Изолированные провода обмоток для использования без межслоевой изоляции . . . 114
Приложение K Защитные блокировки 114
Приложение L Отключающие устройства 114
Приложение M Батареи и топливные элементы 115
Приложение O Измерение путей утечки и зазоров 116
Приложение P Защита от попадания посторонних предметов и жидкостей в оборудование и разливов жидкостей внутри него 116
Приложение Q Подключение к электропроводке здания 116
Приложение R Испытание на ограниченное короткое замыкание 116
Приложение S Испытания на устойчивость к нагреву и огнестойкость 117
Приложение T Испытания на механическую прочность 118
Приложение U Механическая прочность ЭЛТ и защита от последствий направленного внутрь взрыва 119
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам 120
Библиография 123

Введение

Международная электротехническая комиссия (МЭК) — это Всемирная организация по стандартизации, объединяющая все национальные комитеты (национальные комитеты МЭК). Деятельность МЭК направлена на развитие международного сотрудничества по всем вопросам стандартизации в области электротехники и электроники. В связи с этим и в дополнение к иной деятельности МЭК публикует международные стандарты, технические спецификации, технические отчеты, общедоступные спецификации и справочники (далее публикации МЭК). Их подготовка возложена на технические комитеты. Любой национальный комитет МЭК, заинтересованный данным вопросом, может участвовать в этой подготовительной работе. Международные, правительственные и неправительственные организации, сотрудничающие с МЭК, также участвуют в подготовительной работе. МЭК тесно сотрудничает с Международной организацией по стандартизации (ИСО) на условиях, определяемых соглашением между этими двумя организациями.

Официальные решения или соглашения МЭК по техническим вопросам отражают, насколько это возможно, международное согласованное мнение по этим вопросам, поскольку в каждый технический комитет входят представители всех заинтересованных национальных комитетов.

Публикации МЭК имеют форму рекомендаций для международного использования и утверждаются национальными комитетами МЭК именно в таком качестве. Несмотря на то что МЭК со своей стороны делает все возможное, чтобы обеспечить правильность своих публикаций в техническом плане, МЭК не может нести ответственность за способ их использования или их ошибочную трактовку конечным пользователем.

В целях содействия международной унификации национальные комитеты МЭК обязуются, насколько это возможно, использовать публикации МЭК в качестве основы при разработке национальных и региональных публикаций. Любое расхождение между публикациями МЭК и соответствующими национальными или региональными публикациями должно быть ясно обозначено в последних.

МЭК не занимается сертификацией на соответствие. Независимые сертификационные организации предоставляют услуги по сертификации на соответствие, а в некоторых районах имеют право проставлять на сертифицируемой продукции знаки соответствия стандартам МЭК. При этом МЭК не несет ответственности за услуги, предоставляемые независимыми сертификационными органами.

Все пользователи должны удостовериться, что располагают самой последней версией публикации.

МЭК, ее руководство, сотрудники и представители, включая индивидуальных экспертов, членов технических и национальных комитетов, не несут ответственности за физический, материальный и какой-либо другой ущерб, прямой или косвенный, или за расходы (в том числе судебные издержки) и затраты, связанные с изданием или использованием этой и других публикаций МЭК.

Следует обращать особое внимание на нормативные документы, ссылки на которые приведены в этой публикации. Использование ссылочных публикаций необходимо для правильного использования данной публикации.

Необходимо обратить внимание на то, что некоторые элементы данной публикации МЭК могут представлять собой субъекты патентного права. МЭК не несет ответственности за выявление любого такого патентного права.

Основная задача технических комитетов МЭК состоит в подготовке международных стандартов. Тем не менее технический комитет может предложить опубликовать технический отчет, когда он собрал данные, отличающиеся от тех, которые обычно публикуются в виде международного стандарта (например, «современное состояние»).

Технический отчет IEC 62368-2 был подготовлен подкомитетом ТК 108: безопасность электронной аудио/видеоаппаратуры и оборудования информационных и коммуникационных технологий.

Текст настоящего технического отчета разработан на основе следующих документов:

Предварительная версия документа для исследования	Протокол результатов голосования
108/439/DTR	108/452/RVC

Полная информация о голосовании по утверждению настоящего технического отчета содержится в протоколе результатов голосования, приведенном в таблице выше.

Настоящая публикация разработана в соответствии с директивами ISO/IEC, часть 2.

Список всех частей серии стандартов IEC 62368 находится на сайте МЭК под общим заглавием «Аудио/видеоаппаратура и оборудование информационных и коммуникационных технологий».

В настоящий документ включены только те пункты, для которых требуется дополнительная справочная информация или пояснения для читателей. Поэтому в настоящем документе упомянуты не все пронумерованные пункты. Если не указано иное, все разделы, пункты, приложения, рисунки и таблицы, упоминаемые в настоящем документе, относятся к стандарту IEC 62368-1:2010.

Комитет принял решение, что содержание настоящей публикации останется неизменным до даты окончания сопровождения настоящей публикации. Эта дата указана на сайте МЭК по адресу: gost.e-ecolog.ru среди другой информации о публикации. По прошествии этой даты публикация будет:

- подтверждена,
- отозвана,
- заменена переработанным изданием
- или дополнена.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

АУДИО-, ВИДЕОАППАРАТУРА, ОБОРУДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ СВЯЗИ

Часть 2

Пояснительная информация к IEC 62368-1

Audio/video, information and communication technology equipment.
Part 2. Explanatory information related to IEC 62368-1

Дата введения — 2015—09—01

0 Введение — Принципы безопасности изделий, устанавливаемые настоящим стандартом

Раздел 0 является информационным и служит основой нормативных разделов стандарта.

0.5.7 Средства защиты оборудования при эксплуатации, осуществляемой квалифицированным лицом

Цель: Разъяснение смысла требований, предъявляемых для обеспечения защиты от опасности при непроизвольной реакции.

Обоснование: Квалифицированное лицо обладает образованием и опытом, необходимым для выявления всех источников энергии класса 3, воздействию которых оно может подвергнуться. Тем не менее, при обслуживании одного источника энергии класса 3, находящегося в одном месте, квалифицированное лицо может подвергнуться воздействию другого источника класса 3, находящегося в другом месте.

В такой ситуации возможно два варианта развития событий. В первом случае контакт квалифицированного лица с источником энергии класса 3, находящимся в другом месте, возникает вследствие непроизвольной реакции. Во втором случае вероятность непреднамеренного контакта с этим источником энергии повышается тогда, когда квалифицированное лицо оказывается в тесном месте с ограниченным свободным пространством.

При таких обстоятельствах настоящий стандарт может требовать средства защиты оборудования исключительно для обеспечения безопасности квалифицированного лица, выполняющего обслуживание.

1 Область применения

Цель: Определение назначения и пределов применения настоящего стандарта, а также установление вопросов, не охватываемых настоящим стандартом.

Обоснование: В настоящий стандарт не включены требования по функциональной безопасности. Функциональная безопасность рассматривается в IEC 61508-1. Поскольку область применения настоящего стандарта охватывает компьютеры, которые могут управлять системами обеспечения безопасности, требования по функциональной безопасности обязательно должны включать требования, предъявляемые к ком-

пьютерным процессам и программному обеспечению. Эксперты из ТК 108 являются экспертами по безопасности аппаратного обеспечения и практически не имеют знаний и опыта, необходимых для выработки правильных требований по функциональной безопасности.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяется только указанное издание ссылочного документа, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

IEC/TS 61201:2007 Use of conventional touch voltage limits — Application guide (Использование нормированного предельного напряжения прикосновения. Руководство по применению)

IEC 61204-7 Low-voltage power supplies, d.c. output — Part 7: Safety requirements (Источники питания низковольтные, вырабатывающие постоянный ток. Часть 7. Требования безопасности)

IEC 61293 Marking of electrical equipment with ratings related to electrical supply — Safety requirements (Оборудование электротехническое. Маркировка с указанием параметров и характеристик источника питания. Требования безопасности)

IEC 61427 Secondary cells and batteries for photovoltaic energy systems (PVES) — General requirements and methods of test (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи для солнечных фотоэлектрических энергосистем. Общие требования и методы испытания)

IEC/TS 61430 Secondary cells and batteries — Test methods for checking the performance of devices designed for reducing explosion hazards — Lead-acid starter batteries (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи. Методы испытаний для проверки рабочих характеристик устройств, предназначенных для снижения опасности взрыва. Батареи свинцовые для стартеров)

IEC 61434 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Guide to designation of current in alkaline secondary cell and battery standards (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Руководство к обозначению тока в стандартах на щелочные аккумуляторы и аккумуляторные батареи)

IEC 61558-1:2005 Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products — Part 1: General requirements and tests (Трансформаторы силовые, источники питания, реакторы и аналогичные изделия. Безопасность. Часть 1. Общие требования и методы испытаний)

IEC 61558-2 (all parts) Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products ((все части) Трансформаторы силовые, источники питания, реакторы и аналогичные изделия. Безопасность)

IEC 61810-1:2008 Electromechanical elementary relays — Part 1: General requirements (Реле элементарные электромеханические. Часть 1. Общие требования)

IEC 61959 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Mechanical tests for sealed portable secondary cells and batteries (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Механические испытания для портативных герметичных аккумуляторов и аккумуляторных батарей)

IEC 61960 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Secondary lithium cells and batteries for portable applications (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Аккумуляторы и аккумуляторные батареи литиевые для портативного применения)

IEC 61965:2003 Mechanical safety of cathode ray tubes (Механическая безопасность электронно-лучевых трубок)

IEC 61984 Connectors-Safety requirements and tests (Соединители. Требования безопасности и испытания)

IEC 62133 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Требования безопасности для портативных герметичных аккумуляторов и батарей из них при портативном применении)

IEC 62282-2 Fuel cell technologies — Part 2: Fuel cell modules (Технологии производства топливных батарей. Часть 2. Модули топливных батарей)

IEC/TS 62393 Portable and hand-held multimedia equipment — Mobile computers — Battery run-time measurement (Переносное и ручное оборудование для систем мультимедиа. Мобильные компьютеры. Измерение времени работы батарей)

IEC 62471:2006 Photobiological safety of lamps and lamp systems (Фотобиологическая безопасность ламп и ламповых систем)

IEC 62485-2 Safety requirements for secondary batteries and battery installations — Part 2: Stationary batteries (Батареи аккумуляторные и установки батарейные. Требования безопасности. Часть 2. Стационарные батареи)

ISO 178 Plastics — Determination of flexural properties (Пластмассы. Определение свойств при изгибе)

ISO 179-1 Plastics — Determination of Charpy impact properties — Part 1: Non-instrumented impact test (Пластмассы. Определение ударной прочности по Шарпи. Часть 1. Неинструментальный метод испытания на удар)

ISO 180 Plastics — Determination of Izod impact strength (Пластмассы. Определение ударной прочности по Изоду)

ISO 306 Plastics — Thermoplastic materials — Determination of Vicat softening temperature (VST)(Пластмассы. Термопластичные материалы. Определение температуры размягчения по методу Вика (VST))

ISO 527 (all parts) Plastics — Determination of tensile properties ((все части) Пластмассы. Определение механических свойств при растяжении)

ISO 871 Plastics — Determination of ignition temperature using a hot-air furnace (Пластмассы. Определение температуры возгорания с использованием печи на горячем воздушном дутье)

ISO 3864 (all parts) Graphical symbols — Safety colours and safety signs ((все части) Символы графические. Цвета и знаки безопасности)

ISO 3864-2 Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 2: Design principles for product safety labels (Символы графические. Цвета и знаки безопасности. Часть 2. Принципы проектирования для этикеток безопасности на изделиях)

ISO 4046-4:2002 Paper, board, pulps and related terms — Vocabulary — Part 4: Paper and board grades and converted products (Бумага, картон, целлюлоза и относящиеся к ним термины. Словарь. Часть 4. Сорта бумаги и картона и продукты переработки)

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 4892-2:2006[1] 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)

ISO 4892-4 Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 4: Open-flame carbon-arc lamps (Пластмассы. Методы экспонирования под лабораторными источниками света. Часть 4. Пламенные угольные дуговые лампы открытого типа)

ISO 7000:2004[2] Graphical symbols for use on equipment — Index and synopsis (Графические символы, наносимые на оборудование. Перечень и сводная таблица)

ISO 7010 Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Safety signs used in workplaces and public areas (Символы графические. Цвета и знаки безопасности. Знаки безопасности, используемые в рабочих зонах и в общественных местах)

ISO 8256 Plastics — Determination of tensile-impact strength (Пластмассы. Определение предела прочности на растяжение при ударных нагрузках)

ISO 9772 Cellular plastics — Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame (Пластмассы ячеистые. Определение характеристик горения мелких образцов, ориентированных в горизонтальном положении, под действием небольшого пламени)

ISO 9773 Plastics — Determination of burning behaviour of thin flexible vertical specimens in contact with a small-flame ignition source (Пластмассы. Определение горючести тонких гибких образцов в вертикальном положении при контакте с источником возгорания со слабым пламенем).

---

[1] Заменен на ISO 4892-2:2013 «Пластмассы. Методы испытаний на воздействие лабораторных источников света. Часть 2. Ксеноновые дуговые лампы».

[2] Заменен на ISO 7000:2014 «Обозначения условные графические, наносимые на оборудование. Зарегистрированные символы».

Примечание — Для ссылок на стандарты, в которых указан год издания, последующие поправки к любой из данных публикаций или пересмотры любой из них не применимы. Для ссылок на стандарты, в обозначении которых не указан год издания, необходимо использовать самое последнее издание нормативного ссылочного документа (включая все его изменения).

3 Термины и определения

Обоснование приведено для определений, которые отличаются от определений МЭС или от определений первой редакции стандарта.

3.3.2.1 Электрический кожух

Источник: IEV 195-06-13

Цель: Поддержка используемой в настоящем стандарте концепции защиты.

Обоснование: В МЭС используется определение «защита», под которым подразумевается действие, направленное на обеспечение безопасности. Это понятие было изменено, поэтому в настоящем стандарте под словом «защита» понимают физический объект. Настоящий стандарт устанавливает требования, касающиеся физической защиты и ее использования. Защита предотвращает травмы, которые могут возникнуть при эксплуатации оборудования.

3.3.5.1 Основная изоляция

Источник: IEV 195-06-06

Цель: Поддержка используемой в настоящем стандарте концепции защиты.

Обоснование: В МЭС используется определение «защита», под которым подразумевается действие, направленное на обеспечение безопасности. Это понятие было изменено, поэтому в настоящем стандарте под словом «защита» понимают физический объект. Настоящий стандарт устанавливает требования, касающиеся физической защиты и ее использования. Защита предотвращает травмы, которые могут возникнуть при эксплуатации оборудования.

3.3.5.2 Двойная изоляция

Источник: IEV 195-06-08

Цель: Поддержка используемой в настоящем стандарте концепции защиты.

Обоснование: См. 3.3.5.1, основная изоляция.

3.3.5.5 Сплошная изоляция

Источник: IEC 60664-1:2007, 3.4

Цель: Поддержка концепции, согласно которой защиту помещают между источником энергии и частью тела.

Обоснование: IEC 60664-1 определяет изоляцию как материал, помещаемый между двумя проводящими частями. Определение, приведенное в IEC 60664-1, было снабжено дополнительным указанием о том, что изоляцию также помещают «между проводящей частью и частью тела». В целях обеспечения безопасности сплошную изоляцию помещают не только между проводниками, но также и между проводником и частью тела. Например, сплошная изоляция в оборудовании класса II используется именно таким способом.

3.3.5.6 Дополнительная изоляция

Источник: IEV 195-06-07

Цель: Поддержка используемой в настоящем стандарте концепции защиты.

Обоснование: См. 3.3.5.1, основная изоляция.

3.3.6.6 Зона ограниченного доступа

Источник: IEV 195-04-04

Цель: Использование понятий «обученные лица» и «квалифицированные лица» согласно настоящему стандарту.

Обоснование: Приведенные в МЭС определения «обученный электрический персонал» и «квалифицированный электрический персонал» были заменены определениями «обученные лица» и «квалифицированные лица».

3.3.7.8 Обоснованно предсказуемое неправильное использование

Источник: Руководство ISO/IEC 51:1999, определение 3.14

Цель: Пояснение того, что в стандарте не рассматривается предсказуемое неправильное использование.

Обоснование: Предсказуемое неправильное использование, которое может привести к травмам, не относится к области применения настоящего стандарта. Характер неправильного использования определяется личными целями, личными представлениями о функционировании и устройстве оборудования и возможными способами его использования (не предусмотренными изготовителем), позволяющими добиться этих личных целей. В область применения настоящего стандарта входит самое разнообразное оборудование, от небольших ручных устройств до крупногабаритных стационарных установок. Оборудование не имеет общих черт, на основе которых можно было бы легко предсказать действия человека, приводящие к неправильному использованию оборудования и получению травм. Изготовителям предлагается рассмотреть обоснованно предсказуемое неправильное использование и предусмотреть защиту для предотвращения травм, если при неправильном использовании существует опасность их возникновения. (Обоснованно предсказуемое неправильное использование не во всех случаях вызывает травмы и не всегда создает условия, способствующие их получению.)

3.3.8.1 Обученное лицо

Источник: IEV 826-18-02

Цель: Использование терминов настоящего стандарта.

Обоснование: Приведенное в МЭС определение было изменено с целью использования терминов «источники энергии», «квалифицированное лицо» и «предупредительная защита». Определение было сделано более жестким за счет использования термина «обученный» вместо «проинформированный».

3.3.8.3 Квалифицированное лицо

Источник: IEV 826-18-01

Цель: Использование терминов настоящего стандарта.

Обоснование: Приведенное в МЭС определение было изменено с целью использования выражения «снизить риск». В стандарте IEC 62368-1 не используется слово «опасность».

3.3.14.5 Ожидаемое напряжение от прикосновения

Источник: IEV 195-05-09

Цель: Правильное распознавание напряжений источников энергии, при которых возможно поражение электрическим током.

Обоснование: Из определения, приведенного в МЭС, было удалено слово «животное». Слово «человек» было также удалено, поскольку все требования стандарта относятся к людям.

3.3.14.10 Рабочее напряжение

Источник: IEC 60664-1:2007, определение 3.5

Цель: Установление различия между среднеквадратичным рабочим напряжением и пиковым рабочим напряжением.

Обоснование: Из определения, приведенного в IEC 60664-1, было удалено слово «среднеквадратичный». В стандарте IEC 62368-1 используются оба термина, «среднеквадратичное рабочее напряжение» и «пиковое рабочее напряжение», и для каждого из них приведено определение.

3.3.15.2 Конструкция класса II

Источник: IEC 60335-1:2001, 3.3.11

Цель: Несмотря на то что термин не используется в стандарте, для полноты было решено сохранить данное определение.

Обоснование: Слово «прибор» было заменено на «оборудование».

Раздел 4 Общие требования

Цель: Разъяснение того, как разобраться и определить, нарушена ли безопасность.

Обоснование: Чтобы установить, нарушена ли безопасность, цепи и конструкции исследуют для определения того, приводит ли возникновение условий неисправности к травмам. Безопасность нарушена, если возникновение условия единичной неисправности создает риск получения травм.

Если возникновение условия неисправности создает риск получения травм, часть, материал или устройство, повреждение которого было сымитировано, может составлять защиту.

Обоснование приведено для восполнения пробелов в некоторых традиционных требованиях, приведенных в других стандартах безопасности, а также для дальнейшего разъяснения новых понятий и требований настоящего стандарта.

Функциональная изоляция

Цель: Разъяснение причин, по которым в стандарте отсутствуют требования к функциональной изоляции.

Обоснование: В настоящий стандарт не включены требования к функциональной изоляции. По своим свойствам функциональная изоляция не обеспечивает защиту от поражения электрическим током или от возгорания, обусловленного воздействием электричества, и потому может иметь дефекты.

Очевидно, вся функциональная изоляция не может быть поврежденной, поскольку это потребовало бы чрезвычайно много времени. Поиск поврежденных участков функциональной изоляции необходимо проводить путем физического осмотра оборудования с использованием электрических схем.

Необходимо обратить внимание на то, что основная и усиленная изоляции также могут служить в качестве функциональной изоляции, и в этом случае изоляция не является поврежденной.

Функциональные компоненты

Цель: Установление условий, позволяющих рассматривать функциональные компоненты в качестве защиты.

Обоснование: В настоящий стандарт не включены требования к функциональным компонентам. По своим свойствам отдельные функциональные компоненты не обеспечивают защиту от поражения электрическим током или от возгорания, обусловленного воздействием электричества, и поэтому могут быть кандидатами на проведение испытания на отказ. Очевидно, все функциональные компоненты не могут быть неисправными, поскольку это потребовало бы чрезвычайно много времени.

Поиск кандидатов на проведение испытания на отказ необходимо проводить путем физического осмотра оборудования с использованием электрических схем. При этом следует учитывать, создает ли неисправность компонента условия для поражения электрическим током, воспламенения и распространения огня, получения тепловых травм и т. д.

Как и при всех испытаниях на отказ (раздел В.4), при неисправности функционального компонента не должно возникать никаких последствий для защиты (например, даже неопасных), а основная, дополнительная и усиленная защита должна оставаться эффективной.

В некоторых случаях пара функциональных компонентов может составлять защиту. Если один из компонентов способен компенсировать отказ второго, такие два компонента можно считать двойной защитой. Например, если два диода подключены последовательно для защиты батареи от обратного заряда, то компоненты должны составлять двойную защиту. При этом она должна включать компоненты того изготовителя и тех моделей, которые уже прошли испытания. В качестве второго примера можно привести конденсатор класса X и разрядный резистор. Если разрядный резистор размыкается при отказе, конденсатор класса X не разряжается.

Следовательно, параметры конденсатора класса X не должны превышать параметров для заряженного конденсатора, установленных для ИЭЭ2. В этом случае два компонента снова составляют двойную защиту, а параметры каждого компонента должны быть ограничены пределами, установленными для ИЭЭ1, при нормальных условиях эксплуатации, и пределами, установленными для ИЭЭ2, при условиях единичной неисправности.

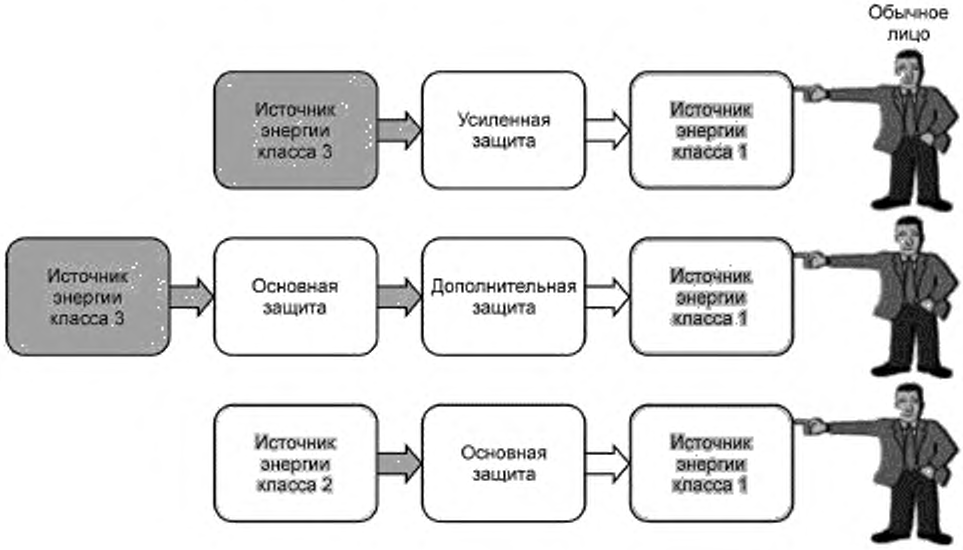
4.1.1 Применение требований и допустимые материалы, компоненты и узлы

Цель: Признание допустимости использования компонентов в качестве защиты.

Обоснование: Настоящий стандарт включает требования к защитным компонентам. Защитный компонент — это компонент, сконструированный и изготовленный по заданным функциональным и защитным параметрам. Примерами защитных компонентов являются конденсаторы, соответствующие требованиям стандарта IEC 60384-14 и других стандартов IEC на компоненты.

4.3.2 Защита для обеспечения безопасности обычного лица

Требования, предъявляемые к защите для обычного лица



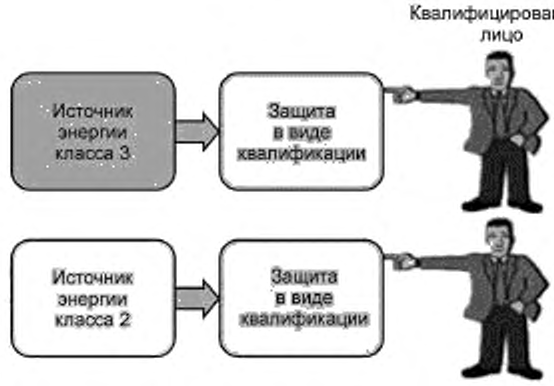
4.3.3 Защита для обеспечения безопасности обученного лица

Требования, предъявляемые к защите для обученного лица



4.3.4 Защита для обеспечения безопасности квалифицированного лица

Требования, предъявляемые к защите для квалифицированного лица



4.4.3 Структура защиты

Цель: Описание критериев проектирования и конструирования одиночной защиты (основной, дополнительной или усиленной), состоящей из нескольких элементов, например, компонентов или устройств.

Обоснование: Защита необязательно должна представлять собой один однородный компонент. В некоторых частях настоящего стандарта встречается требование, согласно которому одиночная защита должна состоять из двух или более элементов. Например, чтобы тонколистовую изоляцию можно было отнести к дополнительной изоляции, она должна состоять не менее чем из двух слоев. Другим примером служит защитное соединение и защитное заземление, в составе каждого из которых имеются провода, клеммы, винты и т. д.

Если защита состоит из двух или более элементов, то функционирование защиты не должно нарушаться при повреждении одного из ее элементов. Например, если винт, служащий для закрепления провода защитного заземления, ослабнет, токопропускная способность цепи защитного заземления может снизиться, в результате чего ее надежность окажется под сомнением.

4.4.4 Надежность защиты

Цель: Предъявление требования надежности к защите.

Обоснование: Защита должна быть достаточно надежной, чтобы выдерживать ожидаемые жесткие условия эксплуатации на всем протяжении срока службы оборудования. Требования по надежности приведены в разных разделах.

Раздел 5 Электрические травмы

Цель: В разделе 5 приведена классификация источников электрической энергии и описаны критерии определения класса источника электрической энергии для каждой проводящей части. Критерии классификации источников электрической энергии включают вольтамперную характеристику, длительность протекания тока и емкость. Каждая проводящая часть, независимо от того, является ли она токонесущей и заземленной, должна быть отнесена к классу ИЭЭ1, ИЭЭ2 или ИЭЭ3 относительно земли, а также относительно любой другой аналогичным образом доступной проводящей части.

5.2.1 Классификация источников электрической энергии

Источник: IEC/TS TS 60479-1 и IEC 61201

Цель: Разграничение опасных и неопасных источников электрической энергии при нормальных и ненормальных условиях эксплуатации.

Обоснование: Воздействие, которое источник электрической энергии оказывает на человека, зависит от тока, протекающего через человеческое тело. Эффекты описаны в IEC/TS 60479-1.

Цель: ИЭЭ1 может быть доступен обычному лицу при отсутствии защиты.

Обоснование: IEC/TS 60479-1:2005 (см. рисунки 20 и 22, таблицы 11 и 13); зоны AC-1 и DC-1; реакция обычно отсутствует (рисунки 1 и 2, таблицы 1 и 2 настоящего стандарта)

Цель: ИЭЭ2 может быть доступен обученному лицу при отсутствии защиты и обычному лицу при неисправности основной защиты.

Обоснование: IEC/TS 60479-1:2005 (см. рисунки 20 и 22, таблицы 11 и 13); зоны AC-2 и DC-2; опасные физиологические эффекты обычно отсутствуют (см. рисунки 1 и 2, таблицу 1 настоящего стандарта).

Цель: ИЭЭ3 не доступен ни обычному, ни обученному лицу при нормальных условиях и в случае неисправности защиты. Части и цепи, отнесенные к ИЭЭ3, могут быть доступны квалифицированному лицу.

Обоснование: IEC/TS 60479-1; зоны AC-3 и DC-3; опасные физиологические эффекты могут иметь место (см. рисунки 1 и 2, таблицы 1 и 2 настоящего стандарта)

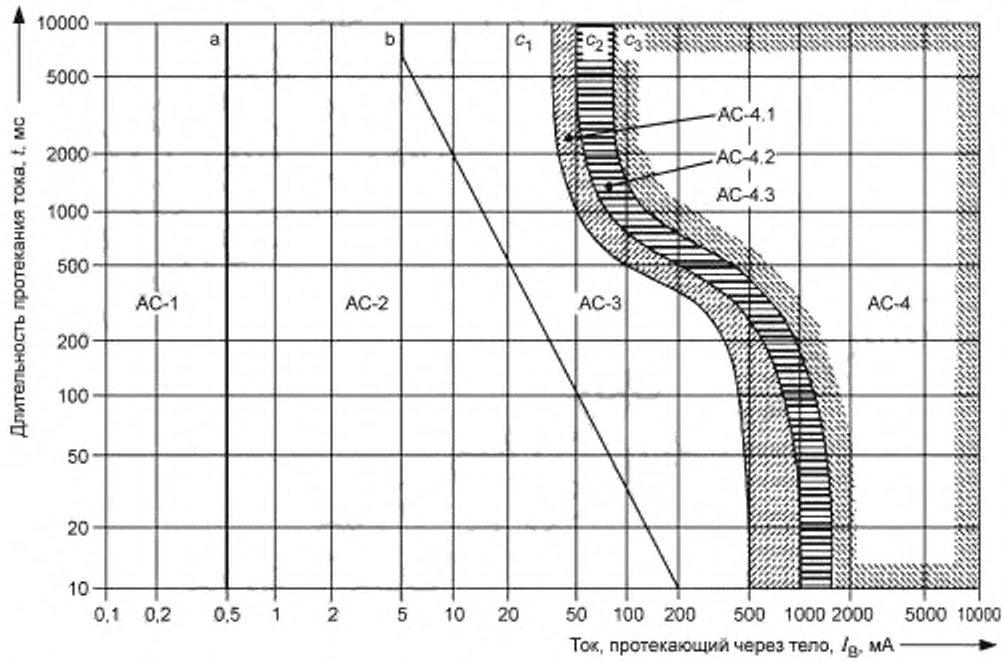


Рисунок 1 — Условные зоны на графике «время/ток», описывающие воздействие переменного тока (15—100 Гц) на человека для пути протекания тока «левая рука — ноги» (IEC/TS 60479-1:2005, рисунок 20)

Таблица 1 — Зоны на графике «время/ток» для переменного тока частотой 15—100 Гц в случае его протекания по пути «рука — ноги» (см. IEC/TS 60479-1:2005, таблица 11)

Зоны	Границы	Физиологические эффекты
AC-1	до 0,5 мА, кривая *a*	Воздействие может ощущаться, однако реакции вздрагивания обычно не возникает
AC-2	0,5 мА, до кривой *b*	Существует вероятность ощущения воздействия и возникновения непроизвольных мышечных сокращений, однако электрический ток не вызывает опасных физиологических эффектов.
AC-3	Кривая *b* и выше	Сильные непроизвольные мышечные сокращения. Затрудненное дыхание. Обратимые нарушения сердечной деятельности. Может возникнуть обездвиживание. Воздействие усиливается при увеличении тока. Органических повреждений обычно не ожидается
AC-4[a)]	Над кривой c_1	Могут возникнуть такие патофизиологические эффекты, как остановка сердца, остановка дыхания, ожоги или другие клеточные повреждения. Вероятность возникновения фибрилляции желудочков возрастает при увеличении тока и с течением времени
	$c_1 - c_2$	AC-4.1 Вероятность возникновения фибрилляции желудочков возрастает на величину до 5 %.
	$c_2 - c_3$	AC-4.2 Вероятность возникновения фибрилляции желудочков возрастает на величину до 50 %.
	За кривой c_3	AC-4.3 Вероятность возникновения фибрилляции желудочков превышает 50 %

[a)] В случае если длительность протекания тока составляет менее 200 мс, фибрилляция желудочков возникает только в течение уязвимого периода, если превышены соответствующие пороговые значения. Что касается фибрилляции желудочков, этот рисунок иллюстрирует эффекты, возникающие при протекании тока по пути «левая рука — ноги». В случае протекания тока по другому пути следует учитывать коэффициент тока в сердце.

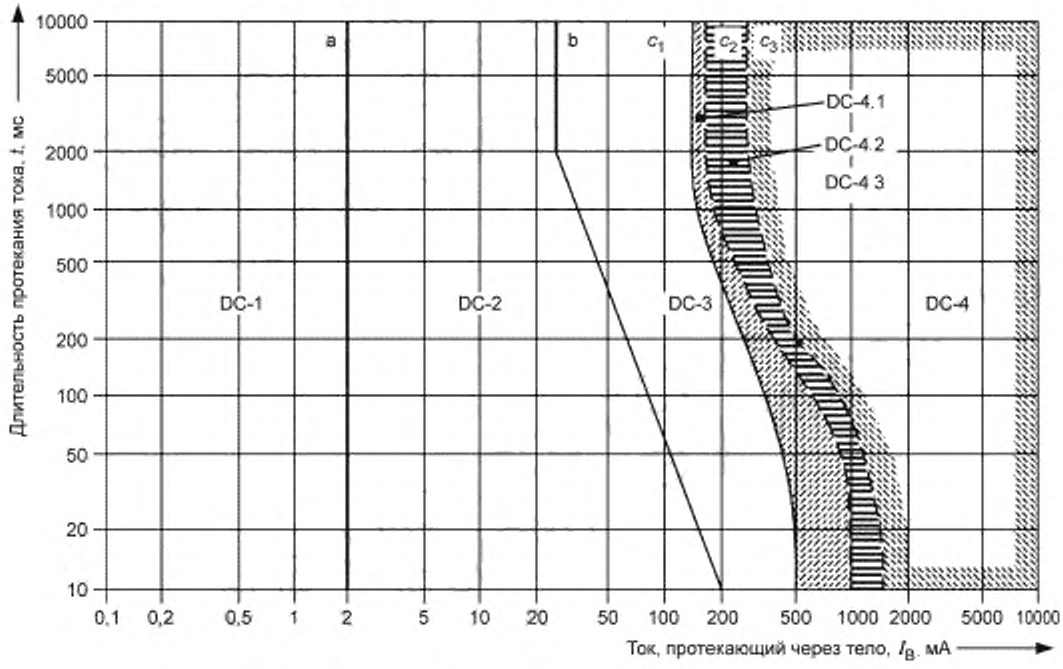


Рисунок 2 — Условные зоны на графике «время/ток», описывающие воздействие постоянного тока на человека для пути протекания тока снизу вверх (IEC/TS 60479-1:2005, рисунок 22)

Таблица 2 — Зоны на графике «время/ток» для постоянного тока в случае его протекания по пути «рука — ноги» (IEC/TS 60479-1:2005, таблица 13)

Зоны	Границы	Физиологические эффекты
DC-1	До 2 мА, кривая *a*	При установлении, прекращении или быстром изменении тока возможно легкое покалывание
DC-2	2 мА, до кривой *b*	Существует вероятность возникновения непроизвольных мышечных сокращений, особенно при установлении, прекращении или быстром изменении тока, однако опасные физиологические эффекты обычно отсутствуют
DC-3	кривая *b* и выше	Могут возникнуть сильные непроизвольные мышечные сокращения, а также обратимые нарушения в формировании и проводимости сердечных импульсов, усиливающиеся при увеличении тока и с течением времени. Органических повреждений обычно не ожидается
DC-4[a)]	Над кривой c_1	Могут возникнуть такие патофизиологические эффекты, как остановка сердца, остановка дыхания, ожоги или другие клеточные повреждения. Вероятность возникновения фибрилляции желудочков возрастает при увеличении тока и с течением времени.
	c_1 — c_2	DC-4.1 Вероятность возникновения фибрилляции желудочков возрастает на величину до 5 %.
	c_2 — c_3	DC-4.2 Вероятность возникновения фибрилляции желудочков возрастает на величину до 50 %.
	За кривой c_3	DC-4.3 Вероятность возникновения фибрилляции желудочков превышает 50 %

[a)] В случае если длительность протекания тока составляет менее 200 мс, фибрилляция желудочков возникает только в течение уязвимого периода, если превышены соответствующие пороговые значения. Что касается фибрилляции желудочков, этот рисунок иллюстрирует эффекты, возникающие при протекании тока по пути «левая рука — ноги» и снизу вверх. В случае протекания тока по другому пути следует учитывать коэффициент тока в сердце.

Воздействие, приводящее к травмам, усиливается непрерывно, когда происходит передача энергии телу. Для иллюстрации этого принципа рисунки 1 и 2 настоящего стандарта (IEC/TS 60479-1:2005, рисунки 20 и 22) были преобразованы в график: эффекты = (f) энергии (см. рисунок 3 настоящего стандарта).

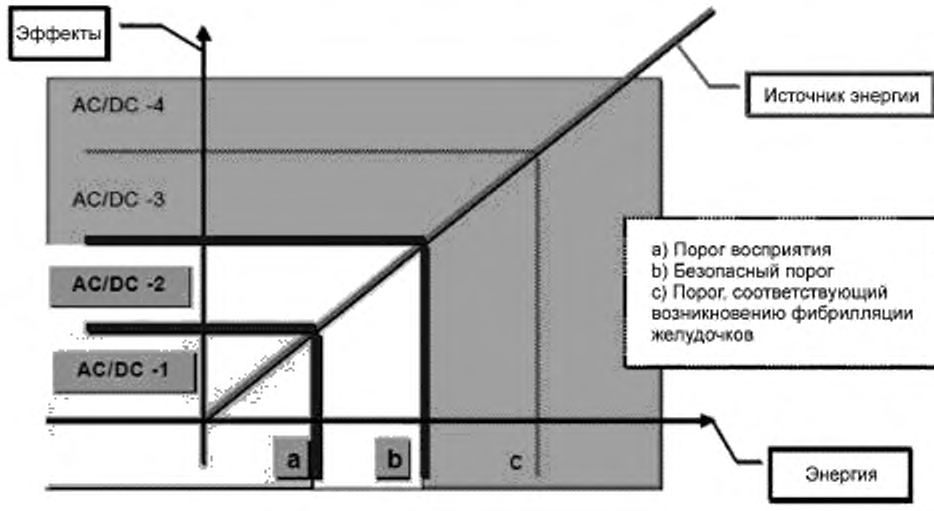


Рисунок 3 — Иллюстрация, демонстрирующая, что предельные значения зависят как от напряжения, так и от тока

В настоящем стандарте приведены только предельные значения для зоны 1 и зоны 2.

На кривой *a* (ограничивающей зону 1) находятся точки, соответствующие предельным значениям для частей, которые доступны для обычного лица при нормальном использовании.

На кривой *b* (ограничивающей зону 2) находятся точки, соответствующие предельным значениям для частей, которые доступны для обычного лица во время (или после) единичной неисправности.

Было обнаружено, что достижение предельных значений зоны 3 или 4 недопустимо.

В настоящем стандарте три (3) зоны описаны как источники электрической энергии.

Эти источники классифицируют следующим образом:

- источник электрической энергии 1 (ИЭЭ1): предельные значения не превышают значений, лежащих на кривой *a* (порог восприятия), которая показана на рисунках 1 и 2 настоящего стандарта (см. IEC/TS 60479-1:2005, рисунки 20 и 22);

- источник электрической энергии 2 (ИЭЭ2): предельные значения превышают значения, лежащие на кривой *a*, но не превышают значений, лежащих на кривой *b* (безопасный порог), которые показаны на рисунках 1 и 2 настоящего стандарта (см. IEC/TS 60479-1:2005, рисунки 20 и 22);

- источник электрической энергии 3 (ИЭЭ3): предельные значения превышают значения, лежащие на кривой *b*, которая показана на рисунках 1 и 2 настоящего стандарта (см. IEC/TS 60479-1:2005, рисунки 20 и 22).

5.2.2.2 Предельные значения установившегося напряжения и тока

Таблица 4 — Предельные значения постоянного тока и низкочастотного переменного тока для источников электрической энергии

Источник: IEC/TS 60479-1, Dalziel, Effect of Wave Form on Let-Go Currents (Дэлзил, Влияние формы сигнала на безопасные токи); AIEE Transactions, Dec 1943, Vol 62.

Цель: Значения токов для источников ИЭ.

Обоснование: Предельные значения тока, приведенные в строках таблицы 1 и 2 таблицы 40, получены с помощью кривых *a* и *b*, показанных на рисунках 1 и 2 настоящего стандарта (см. IEC/TS 60479-1:2005, рисунки 20 и 22).

Предельные значения переменного и постоянного тока от прикосновения для комбинированных источников установлены на основе работы Дэлзила, в которой приведены открытые данные для мужчин, женщин и детей. Поскольку в настоящем стандарте речь идет о приборах широкого потребления, необходимо обеспечить защиту для детей, случаи с которыми обычно считают наиболее серьезными.

Формулы, приведенные в таблице 4 стандарта IEC 62368-1:2010, получены по результатам исследований Дэлзила.

Таблица 5 — Предельные значения напряжений постоянного и низкочастотного переменного тока для источников электрической энергии

Источник: IEC 60950-1 и IEC 61201:2007 (см. таблицу 3 настоящего стандарта)

Цель: Значения напряжений для источников ИЭ.

Обоснование: Большинство источников электропитания представляют собой источники напряжения. Поэтому для проектирования и испытания электрооборудования целесообразно указывать предельные значения напряжения.

В таблице приведены значения только для сухих условий.

Более крупные люди обычно имеют более низкое внутреннее сопротивление тела, что объясняется большей площадью поперечного сечения. Люди с небольшими размерами тела обычно имеют более высокое внутреннее сопротивление. Некоторые измерения полного сопротивления тела показали, что масса тела не слишком сильно влияет на него. Поэтому точная корреляция между массой тела (детей или взрослых) и значениями физиологического тока, соответствующими определенным эффектам, отсутствует.

- Предельные значения напряжений для ИЭЭ1 и ИЭЭ2 взяты из IEC 60950-1 и получены на основе опыта.

- Предельные значения напряжения для ИЭЭ1 соответствуют предельным значениям для цепей БСНН, приведенным в стандарте IEC 60950-1, и значениям, приведенным в таблице А.1 IEC/TS 61201:2001 для условий окружающей среды 3 (сухие условия).
- Предельные значения напряжения для ИЭЭ2 соответствуют предельным значениям для цепей НТС, приведенным в стандарте IEC 60950-1, и значениям, приведенным в таблице А.1 IEC/TS 61201:2001 для условий окружающей среды 3 (сухие условия) и «единичной неисправности».
- Предельные значения переменного и постоянного тока от прикосновения для комбинированных источников установлены на основе работы Дэлзила, в которой приведены открытые данные для мужчин, женщин и детей. Поскольку в настоящем стандарте речь идет о приборах широкого потребления, необходимо обеспечить защиту для детей, случаи с которыми обычно считают наиболее серьезными. Формулы, приведенные в таблице 5 стандарта IEC 62368-1:2010, получены по результатам исследований Дэлзила.

Таблица 3 — Предельные значения установившихся напряжений (см. IEC 61201:2007)

Условия окружающей среды	Неисправности отсутствуют	Единичная неисправность	Две неисправности
1	0 В	0 В	16 В переменного тока
			35 В постоянного тока
2	16 В переменного тока	33 В переменного тока	Не применяется
	35 В постоянного тока	70 В постоянного тока[b)]	
3	33 В переменного тока[a)]	55 В переменного тока[a)]	Не применяется
	70 В постоянного тока[b)]	140 В постоянного тока[b)]	
4	Специальные применения		

[a)] Для любой части, которую нельзя схватить, с площадью контактной поверхности менее 1 см^2 предельные значения составляют 66 и 80 В соответственно.

[b)] Предельные значения для заряда батареи составляют 75 и 150 В.

Таблица 6 — Предельные значения напряжения и тока средней и высокой частоты для источников электрической энергии

Источник: IEC/TS 60479-2 и IEC/TS 60479-1

Цель: Значения напряжений для источников ИЭ с высокими частотами.

Обоснование: Воздействие переменного тока высоких частот (свыше 100 Гц) описано в IEC/TS 60479-2. При увеличении частоты возрастающий ток оказывает такое же воздействие на человеческое тело (рисунки 9 и 12, IEC/TS 60479-2:2007). Высокочастотные токи величиной около 100 мА могут вызвать ожоги. Поэтому максимальное значение высокочастотного тока ограничено величиной 100 мА. Формула, использованная для расчета предельных значений высокочастотного тока для ИЭЭ1, уже использовалась в стандартах IEC 60215 и IEC 60950-1. Полное сопротивление тела падает с увеличением частоты. Этот эффект описан в IEC/TS 60479-1. Поэтому формула для расчета предельных значений напряжения отличается от формулы для расчета значений тока.

5.2.2.3 Предельные значения емкости

Таблица 7 — Предельные значения параметров источника электрической энергии в виде заряженного конденсатора

Источник: IEC 61201:2007 (приложение А)

Цель: Предельные значения для конденсаторов.

Обоснование: Если источником электрической энергии является конденсатор, такой источник классифицируют с учетом напряжения заряда и емкости. Предельные значения емкости определяют согласно IEC 61201:2007.
Значения для ИЭЭ2 определяют согласно таблице А.2 (IEC 61201:2007).
Значения для ИЭЭ1 рассчитывают делением значений из таблицы А.2 (IEC 61201:2007) на два.
Несмотря на то что в таблице 4 для конденсатора емкостью 0,133 нФ приведено значение 60 кВ, оно было снижено до 50 кВ, поскольку при 60 В энергия конденсатора (рассчитываемая по формуле ½ CV^2) достигает 350 мДж.

Таблица 4 — Предельные значения доступной емкости (болевой порог) (IEC 61201:2007)

U,В	С,мкФ	U,кВ	С,нФ
70	42,4	1	8,0
78	10,0	2	4,0
80	3,8	5	1,6
90	1,2	10	0,8
100	0,58	20	0,4
150	0,17	40	0,2
200	0,091	60	0,133
250	0,061		
300	0,041		
400	0,028		
500	0,018		
700	0,012		

5.2.2.4 Предельные значения параметров одиночных импульсов

Таблица 8 — Предельные значения напряжения для одиночных импульсов

Таблица 9 — Предельные значения тока для одиночных импульсов

Источник: IEC/TS 60479-1:2005

Цель: Значения параметров для источников ИЭ в виде одиночных импульсов.

Обоснование: Предельные значения напряжения для одиночного импульса класса ИЭЭ1 не должны превышать предельных значений установившегося напряжения постоянного тока для ИЭЭ1.
Предельные значения напряжения для ИЭЭ2 были рассчитаны с использованием значений постоянного тока, лежащих на кривой *b*, которая показана на рисунке 2 настоящего стандарта (IEC/TS 60479-1:2005, рисунок 22), и значений сопротивления из графы для 5 % населения в таблице 10 (см. таблицу 5 настоящего стандарта).
Предельные значения тока одиночных импульсов, приведенные в таблице 9 для ИЭЭ1 и ИЭЭ2, получены по кривым *a* и *b*, показанным на рисунке 2 настоящего стандарта (IEC/TS 60479-1:2005, рисунок 22).

Таблица 5 — Общее сопротивление тела R_T для постоянного тока, протекающего по пути «рука — рука», в случае больших площадей поверхности контакта в сухих условиях

Напряжение от прикосновения.В	Максимальное общее сопротивление тела, R_T, Ом		
	5 % населения	50 % населения	95 % населения
25	2 100	3 875	7 275
50	1 600	2 900	5 325
75	1 275	2 275	4 100
100	1 100	1 900	3 350
125	975	1 675	2 875
150	875	1 475	2 475
175	825	1 350	2 225
200	800	1 275	2 050
225	775	1 225	1 900
400	700	950	1 275
500	625	850	1 150
700	575	775	1 050
1 000	575	775	1 050
Асимптотическое значение	575	775	1 050

Примечания

1 Некоторые измерения показывают, что общее сопротивление тела R_T для пути протекания тока «рука — нога» несколько ниже, чем для пути «рука — рука» (на 10 %—30 %).

2 Для человека значения R_T соответствуют продолжительности протекания тока в 0,1 с. При большей продолжительности значения R_T могут снизиться (примерно на 10 %—20 %), а после полного разрушения кожи R_T достигает первоначального сопротивления тела R_0.

3 Значения R_T округлены с точностью 25 Ом.

5.2.2.5 Предельные значения параметров повторяющихся импульсов

Таблица 10 — Предельные значения параметров источника электрической энергии в виде повторяющихся импульсов

Источник: IEC/TS 60479-2 и IEC/TS 60479-1

Цель: Установление предельных значений тока и напряжения для повторяющихся импульсов

Обоснование: Для повторяющихся импульсов, интервал между которыми составляет менее 3 с, используются установившиеся пиковые значения из таблицы 4.
Для повторяющихся импульсов, интервал между которыми превышает 3 с, используются предельные значения для одиночных импульсов из таблицы 8 (напряжение) и таблицы 9 (ток).

5.2.2.6 Вызывные сигналы

Источник: EN 41003

Цель: Предельные значения параметров вызывных сигналов, генерируемых в аналоговой телефонной сети

Обоснование: Подробное обоснование приведено в приложении Н. Согласно приложению Н, источник энергии, представляющий собой вызывной сигнал, генерируемый в аналоговой телефонной сети, относится к классу ИЭЭ2 (см. IEC 60950-1:2005, приложение М).

5.2.2.7 Звуковые сигналы

Источник: IEC 60065:2001; IEC 62368-1:2010, приложение Е

Цель: Установление предельных значений напряжения от прикосновения для звуковых сигналов

Обоснование: Предлагаемые предельные значения напряжения от прикосновения на аудиосоединителях, с которыми люди могут вступать в контакт, были без изменений взяты из IEC 60065:2001. Ссылка: IEC 60065:2001, 9.1.1.1a). При условиях единичной неисправности пункт 10.1 стандарта IEC 60065:2001 не допускает возрастания допустимых предельных значений напряжения от прикосновения.

Предлагаемые предельные значения превышают допустимые пределы, приведенные в таблицах 5 и 6, однако не считаются опасными по следующим причинам:

- выходное напряжение измеряют при отсоединенной нагрузке (наихудший случай в отношении нагрузки);
- площадь поверхности контакта соединителей и проводов очень сложно определить из-за их сложной формы. Конструкция соединителей позволяет считать площадь поверхности контакта небольшой;
- как правило, в руководстве по эксплуатации, поставляемом в комплекте с оборудованием, пользователю рекомендуется подключать все кабели только тогда, когда питание оборудования отключено. В этом случае пользователя можно считать обученным лицом;
- для достижения предлагаемых предельных значений включенное оборудование должно проигрывать какие-либо программы при высоком уровне выходного напряжения и отсоединенной нагрузке (несмотря на то что это возможная ситуация, вероятность ее возникновения крайне мала). Исторически неизвестно о случаях получения травм, связанных с усилителями, среднеквадратичное значение неискаженного выходного напряжения которых составляет менее 71 В;
- Национальные электротехнические нормы безопасности (США) разрешают доступ к соединителям, среднеквадратичное значение максимального выходного напряжения составляет 120 В.

5.3.2 Обеспечение безопасности обычного лица

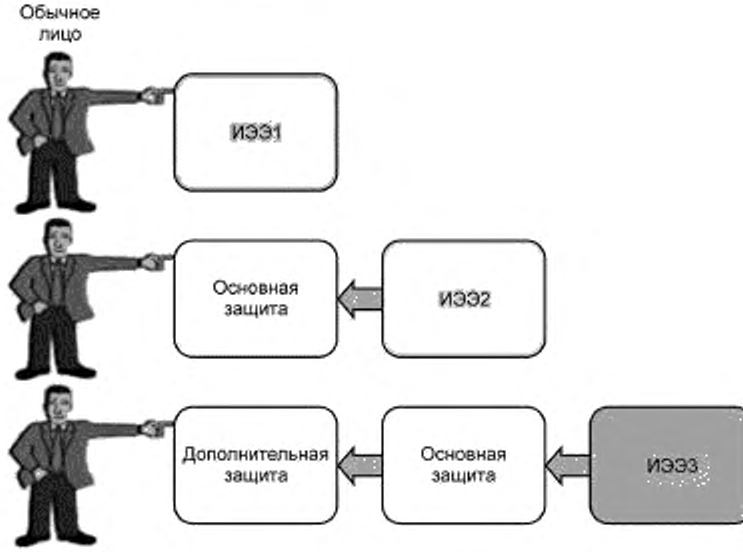


Рисунок 4 — Защита, помещаемая между источником энергии и обычным лицом

5.3.2.1 Защита, помещаемая между ИЭЭ1 и обычным лицом

Источник: IEC/TS 60479-1

Цель: Требования к защите отсутствуют.

Обоснование: Поскольку человеческое тело обычно не реагирует на соприкосновение с ИЭЭ1, доступ к такому источнику энергии не запрещен (IEC/TS 60479-1; зоны AC-1 и DC-1). См. рисунок 4 настоящего стандарта.

5.3.2.2 Защита, помещаемая между ИЭЭ2 и обычным лицом

Источник: IEC/TS 60479-1

Цель: По крайней мере одно средство защиты оборудования.

Обоснование: Поскольку человеческое тело может отреагировать на соприкосновение с ИЭЭ2, требуется защита. Тем не менее, одного средства защиты достаточно, поскольку при соприкосновении с ИЭЭ2 обычно не возникает опасных физиологических эффектов (IEC/TS 60479-1; зоны AC-2 и DC-2). См. рисунок 4 настоящего стандарта.

5.3.2.3 Защита, помещаемая между ИЭЭ3 и обычным лицом

Источник: IEC/TS 60479-1

Цель: По крайней мере два средства защиты, одно средство основной защиты и одно средство дополнительной защиты.

Обоснование: Поскольку при соприкосновении с ИЭЭ3 могут возникнуть опасные физиологические эффекты (IEC/TS 60479-1; зоны AC-3 и DC-3), требуется защита, которая должна оставаться эффективной в том числе и при неисправности одного из средств защиты. См. рисунок 4 настоящего стандарта.

5.3.3 Обеспечение безопасности обученного лица

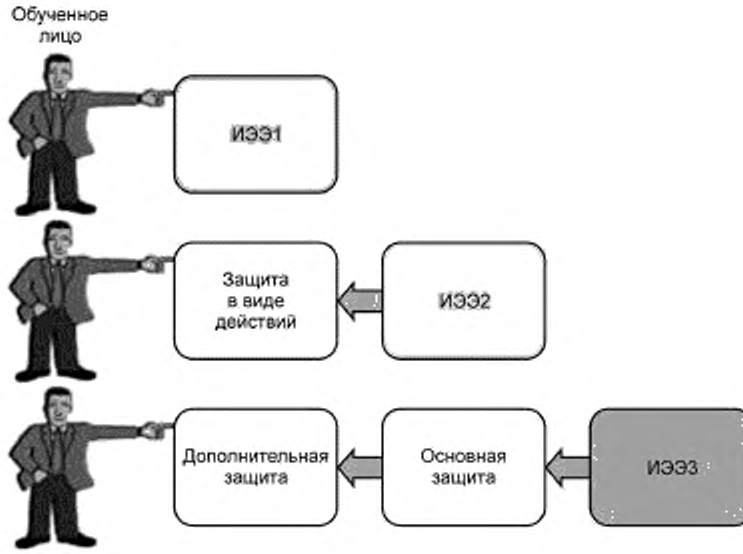


Рисунок 5 — Защита, помещаемая между источником энергии и обученным лицом

5.3.3.1 Защита, помещаемая между ИЭЭ1 или ИЭЭ2 и обученным лицом

Источник: IEC/TS 60479-1

Цель: Требования к защите отсутствуют.

Обоснование: Для ИЭЭ1: поскольку человеческое тело обычно не реагирует на соприкосновение с ИЭЭ1, доступ к такому источнику энергии не запрещен (IEC/TS 60479-1; зоны AC-1 и DC-1). (См. рисунок 5 настоящего стандарта.)
Для ИЭЭ2: обученное лицо инструктируют, что человеческое тело может отреагировать на соприкосновение с ИЭЭ2, однако опасных физиологических эффектов при этом не возникает (IEC/TS 60479-1; зоны AC-2 и DC-2). (См. рисунок 5 настоящего стандарта.)

5.3.3.2 Защита, помещаемая между ИЭЭ3 и обученным лицом

Источник: IEC/TS 60479-1

Цель: По крайней мере два средства защиты, одно средство основной защиты и одно средство дополнительной защиты.

Обоснование: Поскольку при соприкосновении с ИЭЭ3 могут возникнуть опасные физиологические эффекты (IEC/TS 60479-1; зоны AC-3 и DC-3), требуется защита, которая должна оставаться эффективной в том числе и при неисправности одного из средств защиты. (См. рисунок 5 настоящего стандарта.)

5.3.4 Обеспечение безопасности квалифицированного лица

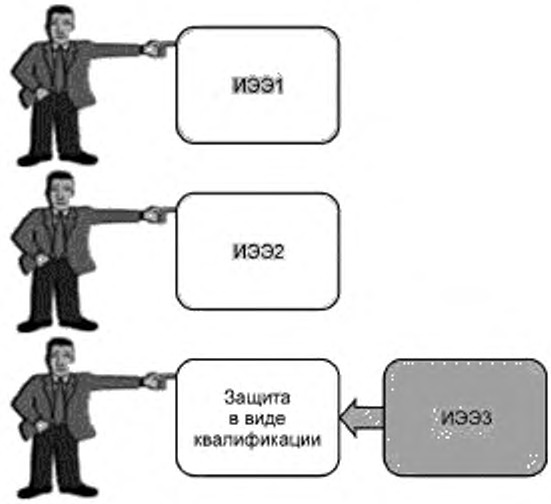


Рисунок 6 — Защита, помещаемая между источниками энергии и квалифицированным лицом

5.3.4.1 Защита, помещаемая между ИЭЭ1 или ИЭЭ2 и квалифицированным лицом

Источник: IEC/TS 60479-1

Цель: Требования к защите отсутствуют.

Обоснование: Для ИЭЭ1: поскольку человеческое тело обычно не реагирует на соприкосновение с ИЭЭ1, доступ к такому источнику энергии не запрещен (IEC/TS 60479-1; зоны AC-1 и DC-1). (См. рисунок 6 настоящего стандарта.)
Для ИЭЭ2: обученное лицо инструктируют, что человеческое тело может отреагировать на соприкосновение с ИЭЭ2, однако опасных физиологических эффектов при этом не возникает (IEC/TS 60479-1; зоны AC-2 и DC-2). (См. рисунок 6 настоящего стандарта.)

5.3.4.2 Защита, помещаемая между ИЭЭ3 и квалифицированным лицом

Цель: Предотвращение случайного контакта.

Обоснование: Квалифицированное лицо располагает информацией о том, что при соприкосновении с ИЭЭ3 могут возникнуть опасные физиологические эффекты. (См. рисунок 6 настоящего стандарта.)

5.3.5 Защита, помещаемая между источниками энергии

5.3.5.2 Защита, помещаемая между ИЭЭ1, ИЭЭ2 и ИЭЭ3

Цель: По крайней мере одно средство основной защиты между ИЭЭ1 и ИЭЭ2.

Обоснование: ИЭЭ1 может быть доступен обычному лицу; следовательно ИЭЭ2 не должен быть доступен обычному лицу, и в данном случае применяют такую же защиту, как и для предотвращения опасного воздействия ИЭЭ2 (см. 5.3.2.2).

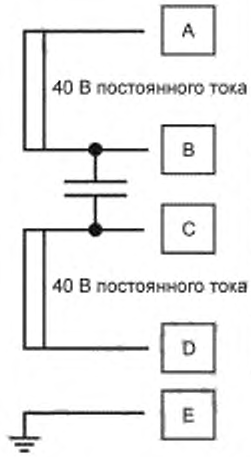
Цель: По крайней мере два средства защиты между ИЭЭ1 и ИЭЭ3, одно средство основной защиты и одно средство дополнительной защиты.

Обоснование: ИЭЭ1 может быть доступен обычному лицу; следовательно ИЭЭ3 не должен быть доступен обычному лицу, даже после возникновения единичной неисправности и в данном случае применяют такую же защиту, как и для предотвращения опасного воздействия ИЭЭ3 (см. пункт 5.3.2.3).

Цель: Пример определения того, относятся ли соединенные друг с другом источники к классу ИЭЭ1.

Обоснование: Следует проверить ток и напряжение в цепях ИЭЭ1 как при нормальных условиях эксплуатации, так и при условиях единичной неисправности. Если напряжение не превышает предела, установленного для ИЭЭ1, а при условиях единичной неисправности не превышает предела, установленного для ИЭЭ2, ток измерять не требуется. Приведено несколько примеров.

Пример А, нормальные условия эксплуатации

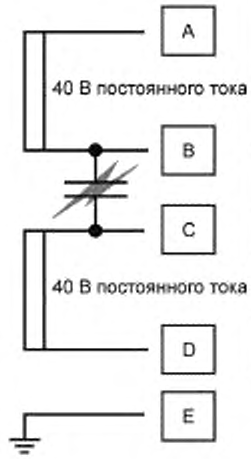


ПРИМЕР А
нормальные условия эксплуатации

	Постоянный ток, В				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
A	0	40	0	0	–
B	40	0	0	0	–
C	0	0	0	40	–
D	0	0	40	0	–
E	–	–	–	–	–

Все напряжения не превышают пределов установленных для ИЭЭ1. Клеммы A, B, C, D и E могут быть доступными. При подсоединении A, B, C или D к E результат будет одинаковым

Пример B, условия единичной неисправности (короткое замыкание конденсатора)



ПРИМЕР B
условия единичной неисправности

	Постоянный ток, В				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
A	0	40	40	*80*	–
B	40	0	0	40	–
C	40	0	0	40	–
D	*80*	40	40	0	–
E	–	–	–	–	–

Все напряжения, которые превышают предельные значения, установленные для ИЭЭ1, не превышают пределов для ИЭЭ2 (выделены курсивом, а также синим шрифтом, если доступна цветная версия), поэтому оба источника относятся к классу ИЭЭ1.

Конденсатор не должен выполнять роль защиты.

Клеммы A, B, C, D и E могут быть доступными. При подсоединении A, B, C или D к E результат будет одинаковым.

5.3.5.3 Защита ИЭЭ2 от воздействия ИЭЭ3

Цель: По крайней мере два средства защиты между ИЭЭ2 и ИЭЭ3, одно средство основной защиты и одно средство дополнительной защиты.

Обоснование: ИЭЭ2 может быть доступен обычному лицу, и после возникновения единичной неисправности — обычному лицу; следовательно ИЭЭ3 не должен быть доступен ни обычному, ни обученному лицу даже после возникновения единичной неисправности. Поэтому в данном случае применяют такую же защиту, как и для предотвращения опасного воздействия ИЭЭ3 (см. 5.3.2.3 и 5.3.3.2).

5.3.6.2 Требования по допустимости контакта

Источник: IEC 61140:2001, 8.1.1; IEC 62368-1:2010, 4.3

Цель: Определение доступности частей для детей и взрослых. Испытания приведены в стандарте IEC 62368-1:2010, приложение V.

Обоснование: Согласно закону Пашена для пиковых напряжений до 420 В (среднеквадратичных напряжений до 300 В) пробоя зазора не происходит.

5.3.6.3 Проверка соответствия

Причина применения разных требований к компонентам состоит в том, что поставщик может изготовить разные компоненты для каждого конечного применения.

5.3.6.4 Клеммы для подсоединения неизолированного провода

Источник: IEC 60065

Цель: Предотвращение контакта с частями ИЭЭ2 или ИЭЭ3.

Обоснование: Утвержденные конструкции используются при производстве аудио/видеотехники на протяжении многих лет.

5.4 Изоляционные материалы и требования

Обоснование: Требования, методы проведения испытаний и критерии соответствия выработаны на основе актуальных результатов деятельности ТК 108/ГТ 2 (ранее РГ 6), а также ТК 108/ГТ 1.
- При выборе и применении изоляционных материалов следует учитывать необходимую электрическую и механическую прочность, размеры, частоту рабочего напряжения и условия эксплуатации (температура, давление, влажность и степень загрязнения).
- Электрическая, термическая, механическая прочность, размеры и другие параметры компонентов должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.
- Требования зависят от степени защиты (основная, дополнительная, усиленная защита).
- Компоненты, соответствующие требованиям стандартов на эти компоненты (например, IEC 60384-14 для конденсаторов), необходимо проверять на возможность их применения для выполнения определенной функции.
- Компоненты, перечисленные в данном пункте, имеют функцию разделения.

5.4.1.1 Изоляция

Источник: IEC 60664-1 (IEC 62368-1:2010, 5.4.2 и 5.4.3)

Цель: Обеспечение надежной защиты.

Обоснование: Сплошная основная, дополнительная и усиленная изоляция должна быть способна надежно выдерживать электрические, механические, тепловые нагрузки и воздействие окружающих условий на протяжении всего предполагаемого срока службы оборудования.

5.4.1.4 Частота

Источник: IEC 60664-4

Цель: Рассмотрение требований к изоляции для частот выше 30 кГц.

Обоснование: Для частот выше 30 кГц в IEC 60664-4 описаны механизмы износа изоляции, в связи с чем необходимо рассмотреть возникающие эффекты.

5.4.1.5 Максимальные рабочие температуры для изоляционных материалов

Источник: IEC 60085, IEC 60364-4-43, ISO 306, IEC 60695-10-2

Цель: Предельные значения температуры, приведенные в таблице 14:
- предельные значения для изоляционных материалов, в том числе для систем электроизоляции, включая междуобмоточную изоляцию (классы A, E, B, F, H, N, R и C), взяты из IEC 60085 (см. IEC 62368-1:2010, G.7);
- предельные значения для изоляции внутренней и внешней проводки, в том числе для шнуров электропитания с отметками температуры, приведены в маркировках или указаны в виде класса, присвоенного изготовителем (компонента);
- предельные значения для изоляции внутренней и внешней проводки, в том числе для шнуров электропитания с отметкой температуры 70 °C, приведены в IEC 60364-4-43 для температуры окружающей среды 25 °C;

- предельные значения для изоляции из термопластичных материалов (см. 5.4.1.4) выработаны на основе:
• данных, полученных при проведении испытания по методу Вика (ISO 306, метод B50);
• испытания вдавливанием шарика, выполняемого согласно IEC 60695-10-2;
• анализа физических характеристик материала, из которого ясно, что он соответствует критериям прохождения испытания;
• результатов работы частей в цепи, питаемой от сети, при температуре 125 °С.

5.4.1.6 Степени загрязнения

Источник: IEC 60664-1

Цель: Использование такого же описания, как и в источнике.

Обоснование: Значения для степени загрязнения 4 (загрязнение, при котором возникает устойчивая проводимость) не указаны, поскольку вероятность возникновения подобных условий при эксплуатации изделий, относящихся к области применения настоящего стандарта, крайне мала.

5.4.1.7 Изоляция в трансформаторах с изменяющимися размерами

Источник: IEC 60950-1

Цель: Учет фактического рабочего напряжения вдоль длины обмотки.

Обоснование: Описание метода, используемого для определения соответствия сплошной изоляции требованиям вдоль длины обмотки трансформатора.

5.4.1.8 Изоляция в цепях, генерирующих пусковые импульсы

Источник: IEC 60950-1, IEC 60664-1

Цель: Для зазоров: a) величину зазора можно определить согласно требованиям 5.4.2.7; b) испытание на электрическую прочность может быть проведено по обычному методу с использованием испытательного напряжения, приведенного в 5.4.11.1; c) для имитации генерируемой в цепи последовательности импульсов используют внешний генератор импульсов, который выдает импульсы с пиковым значением не ниже пикового значения испытательного напряжения, приведенного в 5.4.11.1, и шириной не менее ширины пускового импульса.

5.4.1.9 Определение рабочего напряжения

Источник: IEC 60664-1:2007 3.5; IEC 60950-1

Обоснование: При определении рабочего напряжения не учитывают сигналы короткой длительности, например при переходных процессах. Учитывают повторяющиеся пиковые напряжения. (Перенапряжения при переходных процессах входят в величину требуемого выдерживаемого напряжения). Вызывные сигналы не связаны с внешними переходными процессами.

5.4.1.9.1 Общие положения

Функциональная изоляция не рассматривается в разделе 5, поскольку она не обеспечивает защиту от поражения электрическим током. Требования к функциональной изоляции приведены в разделе 6, в котором описывается защита от возгораний, обусловленных воздействием электричества.

5.4.1.9.2 Среднеквадратичное рабочее напряжение

Источник: IEC 60664-1:2007, 3.5

Цель: Среднеквадратичное рабочее напряжение используют для определения минимального пути утечки.

Обоснование: См. IEC 60664-1:2007, 3.5.

5.4.1.9.3 Пиковое рабочее напряжение

Источник: IEC 60664-1:2007, 3.8

Цель: Пиковое рабочее напряжение используется для определения требуемого выдерживаемого импульсного напряжения для минимальных зазоров и испытательных напряжений для проведения испытаний на электрическую прочность.

Обоснование: В других стандартах безопасности изделий определение «цепь, питаемая от сети» использовалось вместо определения «первичная цепь», а «цепь, изолированная от сети электропитания» — вместо определения «вторичная цепь».
Внешней цепью считают цепь, внешнюю по отношению к оборудованию. ИЭЭ1 может быть внешним по отношению к оборудованию.
Для внешней цепи уровня ИЭЭ2, находящейся в пределах здания, напряжение при переходных процессах составляет 0 В. Поэтому в данном случае необходимо учитывать пиковое напряжение вызывных сигналов.

5.4.1.11 Термопластичные части, непосредственно на которых закреплены проводящие металлические части

Источник: ISO 306 и серия IEC 60695-2

Цель: Температура термопластичных частей при нормальных условиях эксплуатации должна быть на 15 К ниже температуры размягчения неметаллической части.
Температура несущих частей в цепи, питаемой от сети, должна быть не ниже 125 °С.

Обоснование: См. 5.4.1.4 настоящего стандарта.

5.4.2 Зазоры

5.4.2.1 Общие положения

Источник: Величину зазора определяют на основе требуемого выдерживаемого импульсного напряжения для этого зазора. Понятие взято из стандарта IEC 60664-1:2007, пункт 5.1.

Цель: Обеспечение надежной защиты.

Обоснование: В оборудование могут проникать перенапряжения и переходные процессы, пиковые напряжения, вырабатываемые в оборудовании, не должны пробивать зазоры (IEC 60664-1:2007, 5.1.5 и 5.1.6).
Минимальные зазоры защитных компонентов должны соответствовать требованиям, приведенным в соответствующих стандартах безопасности компонентов.
Зазоры между внешними изоляционными поверхностями соединителей и проводящими частями с напряжением уровня ИЭЭ3 должны соответствовать требованиям только для основной изоляции, если соединители закреплены на оборудовании, находятся внутри внешнего электрического кожуха оборудования и становятся доступными только после снятия узла, который необходим для нормального функционирования оборудования.
Считают, что одновременное снятие узла и возникновение перенапряжения при переходных процессах маловероятно и потенциально опасно.

5.4.2.2 Проверка соответствия

Источник: IEC 60664-1:2007, 5.1.1

Обоснование: Рисунки, приведенные в стандарте IEC 62368-1:2010, приложение О, аналогичны рисунку стандарта IEC 60664-1.
Во время испытаний, приведенных в приложении Т стандарта IEC 62368-1:2010, имитируют возникновение механических сил:
- силу величиной 10 Н прикладывают к компонентам и частям, с которыми возможен контакт во время эксплуатации или обслуживания. Случайное соприкосновение имитируют с помощью пальца или части руки;
- силу величиной 30 Н прикладывают к внутренним кожухам и перегородкам, которые доступны для обычных лиц. Случайное соприкосновение имитируют с помощью части руки;
- силу величиной 100 Н прикладывают к внешним кожухам переносного и ручного оборудования. При проведении испытания имитируют воздействие ожидаемой силы в процессе эксплуатации или перемещения;
- силу величиной 250 Н прикладывают к внешним кожухам (за исключением перечисленных в Т.4).
Воздействие ожидаемой силы имитируют прикладыванием части тела к поверхности оборудования. Не ожидают, что сила такой величины будет действовать на нижнюю поверхность тяжелого оборудования (> 18 кг).
Во время испытаний с приложением силы металлические поверхности не должны вступать в контакт с частями, находящимися под опасным напряжением.

5.4.2.3 Порядок определения минимальных зазоров

Источник: Стандарт серии IEC 60664-2, руководство по применению

Обоснование: Метод выработан на основе IEC 60664-2, руководство по применению.

5.4.2.4.1 Определение напряжения при переходных процессах в сети электропитания переменного тока

Источник: IEC 60664-1:2007, 4.3.3.3

Обоснование: Таблица 15 составлена на основе таблицы 1, приведенной в IEC 60664-1:2007.
В IEC 60664-1 используется термин «номинальное импульсное напряжение». Изделия, охваченные стандартом IEC 62368-1, также подвержены воздействию переходных процессов со стороны внешних цепей, поэтому необходимо использовать другой термин, который бы отражал тот факт, что источник в данном случае иной.

5.4.2.4.3 Определение напряжений при переходных процессах во внешних цепях

Источник: МСЭ-Т, рекомендация К.21

Цель: Переходные процессы воздействуют на цепи и изоляцию, поэтому необходимо учитывать переходные процессы во внешних цепях. Переходные процессы необходимо рассматривать только для правильного определения размеров защиты. Переходные процессы не следует использовать для классификации источников энергии (ИЭЭ1, ИЭЭ2 и т. д.).

Обоснование: Используемый на практике подход.

Цель: Предполагают, что из источников за пределами здания во внешние цепи поступает напряжение при переходных процессах с пиковым значением 1,5 кВ и формой сигнала 10/700 мс.

Обоснование: Ожидаемые переходные процессы не зависят от типа сетей (телекоммуникационная, ЛВС и т. д.). Поэтому считают, что во все цепи поступает одинаковое напряжение при переходных процессах. Значения 1,5 кВ и 10/700 мс взяты из МСЭ-Т, рекомендация К.21.

Цель: Предполагают, что во внешние цепи, в составе которых имеется заземленный коаксиальный кабель, из источников за пределами здания не проникают переходные процессы, которое следовало бы учитывать.

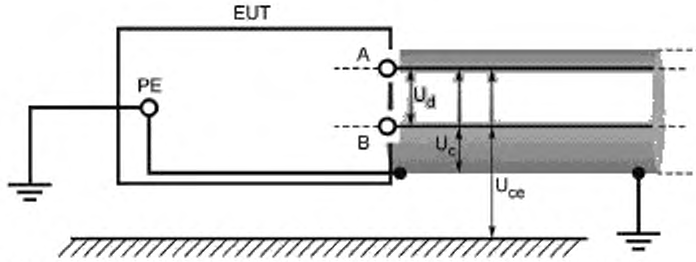
Обоснование: Переходный процесс во внешнем кабеле гасится заземленным экраном коаксиального кабеля на входе в здание.

Цель: Предполагают, что для внешних цепей, находящихся в одном здании, учитывать переходные процессы не требуется.

Обоснование: Используемый на практике подход, какие-либо реальные технические данные отсутствуют.

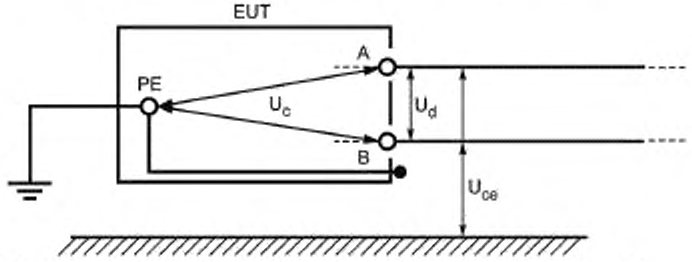
Напряжения при переходных процессах для интерфейсов определяют для тех соединителей, напряжение на которых установлено. В большинстве случаев соответствующими напряжениями являются синфазное (U_c) и дифференциальное (U_d) напряжения на интерфейсе. Для ручных частей и других частей, находящихся в длительном контакте с человеческим телом, таких как телефонные трубки, искомым напряжением может быть напряжение относительно локального уровня земли (U_{ce}). На рисунке 7 настоящего стандарта проиллюстрировано определение различных напряжений для интерфейсов сдвоенных проводов.

Напряжение при переходных процессах для интерфейсов коаксиальных кабелей представляет собой напряжение между центральным проводников и экраном (U_d) кабеля, если экран заземлен внутри оборудования. Если экран изолирован от земли внутри оборудования, важное значение имеет напряжение экрана относительно земли (U_s). Заземление экрана может быть реализовано в виде подсоединения экрана к защитному заземлению, функциональному заземлению внутри оборудования или сразу же за его пределами. Считают, что все заземления соединены друг с другом. На рисунке 8 настоящего стандарта проиллюстрировано определение различных напряжений для интерфейсов коаксиальных кабелей.



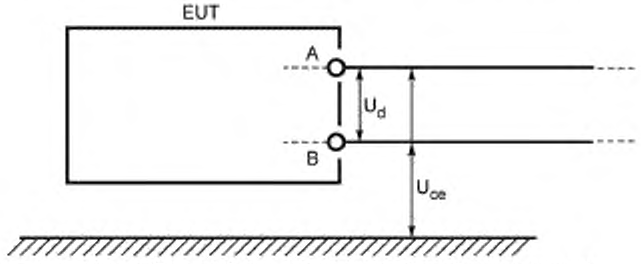
Локальное заземление (бетонный пол, металлический трубопровод и т.д.)

Интерфейс сдвоенного провода – экранированный кабель



Локальное заземление (бетонный пол, металлический трубопровод и т.д.)

Интерфейс сдвоенного провода – неэкранированный кабель

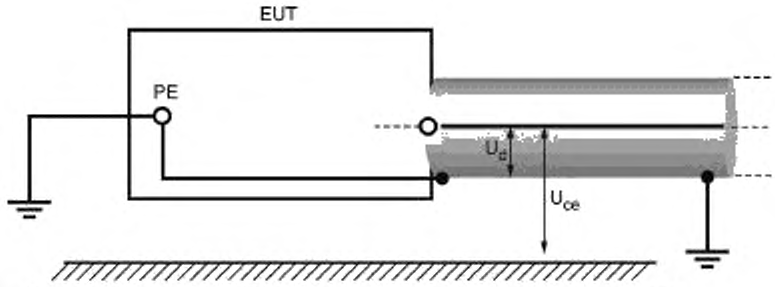


Локальное заземление (бетонный пол, металлический трубопровод и т.д.)

Интерфейс сдвоенного провода – без заземления

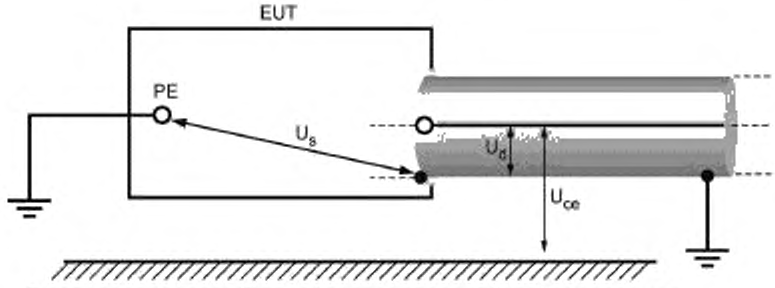
EUT — испытуемое оборудование; PE — защитное заземление.

Рисунок 7 — Напряжения при переходных процессах, возникающие во внешних цепях, состоящих из сдвоенных проводов



Локальное заземление (бетонный пол, металлический трубопровод и т.д.)

Интерфейс коаксиального кабеля – заземление на обоих концах



Локальное заземление (бетонный пол, металлический трубопровод и т.д.)

Интерфейс коаксиального кабеля – заземление на входе в здание или на стороне другого оборудования, не заземлен на стороне оборудования

EUT — испытуемое оборудование; PE — защитное заземление

Рисунок 8 — Напряжения при переходных процессах, возникающие во внешних цепях, состоящих из коаксиальных кабелей

Таблица 16 — Напряжения при переходных процессах во внешних цепях

Цель:	Переходные процессы оказывают влияние, если система распределения электропитания постоянного тока выходит за пределы здания.
Обоснование:	Когда система распределения электропитания постоянного тока находится за пределами здания, можно ожидать возникновения перенапряжений при переходных процессах. Переходные процессы отсутствуют, если система распределения электропитания постоянного тока подсоединена к защитному заземлению и полностью находится в одном здании.
5.4.2.5.1	**Напряжения при переходных процессах в сети электропитания**
Источник:	IEC 60950-1 и IEC 60664-1:2007 (3.1)
Обоснование:	Указания выработаны в соответствии с IEC 60664-1.

5.4.2.5.2 Напряжения при переходных процессах в источнике питания постоянного тока

Обоснование: Перенапряжения при переходных процессах подавляются емкостным фильтром.

5.4.2.5.4 Комбинация напряжений при переходных процессах

Обоснование: На величину зазора влияет наибольшее из определенных напряжений при переходных процессах. Одновременное возникновение этих переходных процессов весьма маловероятно.

5.4.2.6 Измерение уровней напряжения при переходных процессах

Обоснование: Метод проведения испытания взят из IEC 60950-1:2005, приложение G.

5.4.2.7 Определение минимальных зазоров

Источник: IEC 60664-1:2007, таблица F.2, случай A (неоднородное поле) и случай B (однородное поле)

Обоснование: Значения, приведенные в таблицах 18 и 17, взяты из IEC 60664-1:2007, таблица F.2, случай A (неоднородное поле) и случай B (однородное поле), и включают явно указанные значения для усиленной изоляции. Зазоры для усиленной изоляции были рассчитаны согласно требованиям 5.1.6 стандарта IEC 60664-1:2007. Согласно требованиям 5.1.6 при определении зазоров для усиленной изоляции следует использовать номинальное импульсное напряжение на одну ступень выше, если оно входит в ряд предпочтительных напряжений. Если напряжения не входят в ряд предпочтительных, для определения зазора используют величину, составляющую 160 % от требуемого выдерживаемого напряжения для основной изоляции. При определении требуемого выдерживаемого напряжения согласно требованиям 5.4.2.7, допускается использовать интерполяцию, если напряжения повторяющихся пиковых импульсов, генерируемых внутри оборудования, превышают пиковые значения сетевого напряжения или если требуемое выдерживаемое напряжение выше значений напряжения при переходных процессах в сети электропитания.
Значения для степени загрязнения 4 (загрязнение, при котором возникает устойчивая проводимость) не указаны, поскольку вероятность возникновения подобных условий при эксплуатации изделий, относящихся к области применения настоящего стандарта, крайне мала.
Значения, приведенные в таблице 19 для частот выше 30 кГц, совпадают со значениями таблицы 1 стандарта IEC 60664-4:2005.

5.4.2.8 Минимальные зазоры, основанные на испытании на электрическую прочность

Источник: IEC 60664-1:2007, таблица F.5

Цель: Испытания проводят с использованием как импульсного напряжения, так и напряжения переменного тока со значениями, приведенными в таблице 21.

Обоснование: Значения импульсного испытательного напряжения, приведенные в таблице 21, взяты из IEC 60664-1:2007, таблица F.5. Среднеквадратичные значения напряжения переменного тока, а также значения постоянного тока рассчитывают на основе значений, приведенных в таблице A.1 стандарта IEC 60664-1:2007. (Более подробные разъяснения приведены в таблице 6 настоящего стандарта.)
Данное испытание не подходит для однородных полей. Оно рассчитано на реальную конструкцию, параметры которой укладываются в пределы для однородного и неоднородного поля.

Рассчитанное значение падения напряжения на воздушном промежутке во время испытания на электрическую прочность можно округлить до следующего большего значения с точностью 0,1 мм. В случае если рассчитанное значение выше, чем значение в следующей строке, можно использовать значение из следующей строки.

Материал эмалевого покрытия: наиболее широко используемым материалом является полиэфирная смола или полиэфир.

Диэлектрическая проницаемость полиэфира: 5 (может меняться).

Диэлектрическая проницаемость воздуха: 1

Формула, используемая для расчета (напряжение обратно пропорционально диэлектрической проницаемости)

Напряжение при переходных процессах = 2 500 В = 2 500 (толщина эмалевого покрытия/5 + величина воздушного промежутка/1) = 2 500 (0,04/5 + 2/1 для 2-мм воздушного промежутка) = 2 500 (0,008 + 2) = (10 В на эмалевом покрытии + 2 490 В на воздушном промежутке).

Таблица 6 — Падение напряжения на зазоре и расположенной за ним сплошной изоляции

Толщина эмалевого покрытия, мм	Воздушный промежуток, мм	Напряжение при переходных процессах для системы с напряжением 240 В	Напряжение при переходных процессах на воздушном промежутке	Напряжение при переходных процесссах на эмалевом покрытии	Пиковое значение импульсного испытательного напряжения из таблицы 21 для пикового значения напряжения при переходных процессах 2 500 В	Испытательное напряжение на воздушном промежутке	Испытательное напряжение на эмалевом покрытии
Материал: полиэфир, диэлектрическая проницаемость = 5							
0,04	2	2 500	2 490	10	2 950	12	2 938
0,04	1	2 500	2 480	20	2 950	24	2 926
0,04	0,6	2 500	2 467	33	2 950	39	2 911
Для пикового значения импульсного напряжения 2 500 В (напряжение при переходных процессах для системы с напряжением 230 В) расстояние в однородном поле составляет 0,6 мм (см. таблицу А.1 стандарта IEC 60664-1:2007). Согласно таблице 21 пиковое значение испытательного напряжения для пикового значения 2 500 В составляет 2 950 В. Это означает, что для того, чтобы пройти испытание, которое проводится с использованием импульсного напряжения 2 950 В, минимальное расстояние в однородном поле должно составлять 0,79 мм, что дает запас в (0,19/0,6) × 100 = 3,2 %. На практике расстояние всегда будет больше, поскольку поле не является в точности однородным. Поэтому проверять соответствие согласно таблице 20 не требуется — безопасность заведомо будет гарантирована.							
Материал: полиамид, диэлектрическая проницаемость = 2,5							
0,04	2	2 500	2 480	20	2 950	23	2 927
0,04	1	2 500	2 460	40	2 950	46	2 904
0,04	0,6	2 500	2 435	65	2 950	76	2 874
Для пикового значения импульсного напряжения 2 500 В (напряжение при переходных процессах для системы с напряжением 230 В) расстояние в однородном поле составляет 0,6 мм (см. таблицу А.1 стандарта IEC 60664-1:2007). Согласно таблице 21 пиковое значение испытательного напряжения для пикового значения 2 500 В составляет 2 950 В. Это означает, что для того, чтобы пройти испытание, которое проводится с использованием импульсного напряжения 2 950 В, минимальное расстояние в однородном поле должно составлять 0,79 мм, что дает запас в (0,18/0,6) × 100 = 3,0 %. На практике расстояние всегда будет больше, поскольку поле не является в точности однородным. Поэтому проверять соответствие согласно таблице 20 не требуется — безопасность заведомо будет гарантирована.							

5.4.2.9 Умножающие коэффициенты для высот более 2 000 м над уровнем моря

Источник: IEC 60664-1, кривая 2 для случая А (испытание с использованием импульсного напряжения).

Цель: Испытания проводят с использованием как импульсного напряжения, так и напряжения переменного тока со значениями, приведенными в таблице 22, и умножающими коэффициентами для высот более 2 000 м над уровнем моря.

Обоснование: Таблица 22 составлена с использованием рисунка А.1 из стандарта IEC 60664-1:2007, кривая 2 для случая А (испытание с использованием импульсного напряжения).

5.4.3 Пути утечки

Источник: IEC 60664-1:2007, 3.3

Цель: Предотвращение перекрытия поверхности или пробоя изоляции.

Обоснование: Сохранение целостности защиты.
В таблице F.4 стандарта IEC 60664-1:2007 графы 2 и 3 для печатных плат удалены, поскольку нет никакого объяснения, по какой причине пути утечки для печатной проводки в графах 2 и 3 имеют такие маленькие значения (единственное объяснение заключается в том, что такие значения приведены в первой редакции стандарта IEC 60664-1).
В то же время нет никакого объяснения того, что пути утечки для плат с печатным монтажом и других изоляционных материалов различаются при одних и тех же условиях (одинаковых степенях загрязнения и СИТ).
Кроме того пути утечки для печатных плат в графах 2 и 3 не соответствуют требованиям пункта G.18.3 (печатные платы с покрытием). Вследствие этого значения напряжения до 455 В в таблице G.12 были заменены.
Пути утечки между внешними изоляционными поверхностями соединителей и проводящими частями с напряжением уровня ИЭЭЗ должны соответствовать требованиям только для основной изоляции, если соединители закреплены на оборудовании, находятся внутри внешнего электрического кожуха оборудования и становятся доступными только после снятия узла, который необходим для нормального функционирования оборудования.
Считают, что одновременное снятие узла и возникновение перенапряжения при переходных процессах маловероятно и потенциально опасно.

5.4.3.2.1 Условия проведения испытания

Источник: IEC 60664-1:2007, 3.2

Цель: Измерение пути утечки.

Обоснование: Сохранение целостности защиты после проведения механических испытаний.
Рисунки приложения О аналогичны рисункам стандартов IEC 60950-1 и IEC 60664-1.
Во время испытаний, приведенных в приложении Т, имитируют возникновение механических сил:
- силу величиной 10 Н прикладывают к компонентам и частям, с которыми квалифицированное лицо может соприкоснуться во время обслуживания, если смещение части приводит к уменьшению пути утечки. Случайное соприкосновение имитируют с помощью пальца или части руки;
- силу величиной 30 Н прикладывают к внутренним кожухам и перегородкам, которые доступны для обычных лиц. Случайное соприкосновение имитируют с помощью части руки;
- силу величиной 100 Н прикладывают к внешним кожухам переносного и ручного оборудования. При проведении испытания имитируют воздействие ожидаемой силы в процессе эксплуатации или перемещения;

- силу величиной 250 Н прикладывают к внешним кожухам (за исключением перечисленных в пункте Т.4). Воздействие ожидаемой силы имитируют, прислоняясь к поверхности оборудования. Не ожидают, что сила такой величины будет действовать на нижнюю поверхность тяжелого оборудования (> 18 кг).
Пути утечки измеряют после выполнения испытаний с приложением силы, приведенных в приложении Т.

5.4.3.2.2 Группа материала и СИТ

Источник: IEC 60112

Обоснование: Классификация согласно IEC 60112.

5.4.3.3 Проверка соответствия

Источник: IEC 60664-1:2007, таблица F.4; IEC 60664-4 для частот свыше 30 кГц

Обоснование: В таблице 23 приведены такие же значения, как и в таблице F.4 стандарта IEC 60664-1:2007.
Значения в таблице 24 совпадают со значениями в таблице 2 стандарта IEC 60664-4.

5.4.4 Сплошная изоляция

Источник: IEC 60950-1, IEC 60664-1

Цель: Предотвращение пробоя сплошной изоляции.

Обоснование: Сохранение целостности защиты.
Исключение эмалевых покрытий на основе растворителей из применения в качестве защитной изоляции основано на практическом опыте. Тем не менее с появлением новых изоляционных материалов они могут быть сочтены приемлемыми в будущем при прохождении соответствующих испытаний.
За исключением печатных плат (см. G.18), сплошная изоляция должна в зависимости от конкретных условий соответствовать требованиям 5.4.4.4—5.4.4.7.

5.4.4.2 Минимальное расстояние через изоляцию

Источник: IEC 60950-1

Цель: Минимальное расстояние через изоляцию величиной 0,4 мм для дополнительной и усиленной изоляции.

Обоснование: Некоторые ранее изданные стандарты требовали, чтобы в единых системах изоляции расстояние через изоляцию составляло 2 мм для усиленной изоляции и 1 мм для дополнительной изоляции. Если эта изоляция также использовалась в качестве внешнего кожуха для изделий класса II, она должна была выдерживать испытание на механическую прочность, выполняемое с помощью молотка, момент силы при ударе которым должен составлять 5 Н · м.
Стандарты на провода не разделяли изоляцию на классы и требовали, чтобы для изоляционного материала на основе ПВХ расстояние составляло 0,4 мм. Приведенное значение было признано достаточным для защиты от поражения электрическим током при соприкосновении с поврежденной изоляцией. Этот подход также был введен в стандарте VDE 0860 (который был преобразован IEC 60065), где значение 0,4 мм обсуждалось впервые. Для IT-апаратуры указанное значение сначала было принято считать допустимым только для недоступной изоляции.
В стандарт VDE на телекоммуникационное оборудование (VDE 0804) не входили требования по толщине, однако согласно этому стандарту параметры изоляции должны были соответствовать функции, которую она выполняла.

В 1976 году в стандарт VDE 0730 для бытового оборудования с электродвигателями было включено требование, устанавливающее величину толщины изоляции между входными и выходными обмотками трансформатора 0,5 мм.
Кроме того в стандарте VDE 0110 (стандарт по координации изоляции, позднее преобразованный в серию стандартов IEC 60664), была приведена минимальная толщина изоляции 0,5 мм для напряжения питания 250 В, необходимая для компенсации ее пробоя.
Затем в стандарте IEC 60950-1 0,5 мм были заменены на 0,4 мм (со ссылкой на VDE 0860 [IEC 60065], где это значение уже использовалось).
Значение 0,31 мм, получаемое по таблице 2А стандарта IEC 60950-1:2005, также имеет отношение к 0,4 мм. По данным специалистов с предприятий по производству проводов 0,31 мм — это минимальная толщина изоляции при среднем значении толщины 0,4 мм.

5.4.4.3 Изоляционный компаунд, образующий сплошную изоляцию

Источник: IEC 60950-1

Цель: Минимальное расстояние через изоляцию величиной 0,4 мм для дополнительной и усиленной изоляции.

Обоснование: К расстоянию через изоляцию применяют такие же требования, как и для сплошной изоляции (см. 5.4.4.2). Изоляция должна выдерживать испытание на воздействие циклически меняющейся температуры (см. 5.4.7), воздействие влаги (см. 5.4.10) и испытание на электрическую прочность (см. 5.4.11). Изоляцию осматривают на наличие трещин и пустот.

5.4.4.4 Сплошная изоляция в полупроводниковых устройствах

Источник: IEC 60950-1, UL 1577

Цель: Требования к минимальной толщине сплошной изоляции отсутствуют.

Обоснование: Метод a) [типовое испытание, приведенное в 5.4.11.1 (испытание на электрическую прочность, выполняемое с использованием напряжения, составляющего 160 % от нормального значения, после испытания на воздействие циклически меняющейся температуры и обработки влажностью), и периодическое испытание на электрическую прочность, приведенное в 5.4.11.2] используется на протяжении многих лет, особенно в Северной Америке.
Метод b) приведен в G.16. Испытания с использованием этого метода проводят согласно стандарту IEC 60747-5-5.

5.4.4.5 Изоляционный компаунд, образующий скрепленные стыки

Источник: IEC 60950-1

Цель: Рассматриваются три вида стыков:
a) если расстояния вдоль канала соответствуют требованиям в части зазоров и путей утечки для степени загрязнения 2, проводить испытание не требуется;
b) если расстояния вдоль канала соответствуют требованиям в части зазоров и путей утечки для степени загрязнения 1, необходимо провести испытание для степени загрязнения 1 (см. 5.4.8);
c) если расстояния вдоль канала меньше расстояний для степени загрязнения 2, применяют требования для расстояния через изоляцию, приведенные в 5.4.4.3.
Образцы должны выдерживать испытания, приведенные в 5.4.11 (испытание на электрическую прочность, выполняемое с использованием напряжения, составляющего 160 % от нормального значения, после испытания на воздействие циклически меняющейся температуры и обработки влажностью).

Обоснование: a) расстояния вдоль канала соответствуют требованиям для степени загрязнения 2 независимо от типа стыка;
b) применяют при наличии защиты, обеспечивающей поддержание среды со степенью загрязнения 1;
c) применяют в случае, если рассматривается такая среда, как сплошная изоляция, требования к зазорам и путям утечки не предъявляют;
d) и c) не применяют к печатным платам, температура которых ниже 90 °С, поскольку риск расслоения платы при такой температуре принято считать низким.

5.4.4.6.1 Общие требования

Источник: IEC 60950-1, IEC 61558-1:2005

Цель: Как и в стандарте IEC 61558-1:2005, к тонколистовому материалу, используемому в качестве основной изоляции, не предъявляют требований по размерам или структуре.
Дополнительную или усиленную изоляцию должны образовывать два слоя, защищенных от внешнего механического воздействия. При этом к минимальной толщине слоев требований не предъявляют.
Каждый слой проверяют с использованием полной величины напряжения для дополнительной или усиленной изоляции.

Обоснование: Требования выработаны на основе комплексных испытаний тонколистового материала, выполненных изготовителями и испытательными центрами, участвовавшими в работе IEC ТК 74 (в настоящее время ТК 108).

5.4.4.6.2 Разделяемый тонколистовой материал

Источник: IEC 60950-1

Цель: Если изоляция состоит из двух слоев, каждый из них подвергают испытанию на электрическую прочность для используемого класса изоляции согласно требованиям 5.4.11. Если изоляция состоит из трех слоев, все возможные комбинации из двух слоев подвергают испытанию на электрическую прочность для используемого класса изоляции согласно требованиям 5.4.11.
Каждый слой проверяют с использованием полной величины напряжения для дополнительной или усиленной изоляции.

Обоснование: Требования выработаны на основе комплексных испытаний тонколистового материала, выполненных изготовителями и испытательными центрами, участвовавшими в работе IEC ТК 74 (в настоящее время ТК 108).

5.4.4.6.3 Неразделяемый тонколистовой материал

Источник: IEC 60950-1

Обоснование: Все неразделяемые слои, используемые для проведения испытания, должны быть изготовлены из одного и того же материала и иметь одинаковую толщину. Образцы со слоями из разных материалов следует подвергать испытанию для разделяемых слоев, приведенному в 5.4.4.6.2. Испытание неразделяемых слоев проводят по такому же принципу, как и испытание разделяемых слоев.
При испытании двух разделяемых слоев каждый из них подвергают воздействию требуемого испытательного напряжения. Два слоя подвергаются воздействию удвоенного требуемого испытательного напряжения, поскольку требуемое испытательное напряжение прикладывают к каждому слою. При испытании двух неразделяемых слоев полное испытательное напряжение должно оставаться таким же, т.е. составлять, например, удвоенное требуемое испытательное напряжение. Таким образом два неразделяемых слоя подвергают испытанию с использованием напряжения, составляющего 200 % от требуемого испытательного напряжения.

При испытании трех разделяемых слоев каждую комбинацию из двух слоев подвергают воздействию требуемого испытательного напряжения. Таким образом один слой подвергается воздействию половины требуемого испытательного напряжения, а три слоя подвергаются воздействию напряжения, составляющего 150 % от требуемого испытательного напряжения.

5.4.4.6.4 Стандартный порядок проведения испытаний для неразделяемых тонколистовых материалов

Источник: IEC 60950-1

Цель: Испытательное напряжение составляет 200 % от $U_{исп}$, если используется два слоя.
Испытательное напряжение составляет 150 % от $U_{исп}$, если используется три или более слоев.

Обоснование: См. обоснование для 5.4.4.6.3. Порядок проведения испытания применяют как в случае разделяемых, так и в случае неразделяемых слоев, если все слои имеют одинаковую толщину и изготовлены из одного и того же материала.

5.4.4.6.5 Испытание на оправке

Источник: IEC 61558-1:2005, 26.3.3

Цель: Это испытание предназначено для обнаружения разрыва внутреннего слоя неразделенной фольги.

Обоснование: Метод проведения испытания взят из стандарта IEC 61558-1:2005, 26.3.3. Испытательное напряжение должно составлять 150 % от $U_{исп}$ или 5 кВ (среднеквадратичное значение) в зависимости от того, какая из этих цифр больше.

Примечание — Требования аналогичны приведенным в IEC 60950-1:2005 и IEC 60065:2001.

5.4.4.7 Сплошная изоляция в намоточных компонентах

Источник: IEC 60950-1, IEC 61558-1

Цель: Установление требований к структуре изоляции проводов обмотки и изоляции между обмотками.

Обоснование: Требования на протяжении многих лет использовались в IEC 60950-1 и совпадают с требованиями IEC 61558-1.

5.4.4.9 Требования, предъявляемые к сплошной изоляции при частотах свыше 30 кГц

Источник: IEC 60664-4

Цель: Установить требования к сплошной изоляции, которая подвергается воздействию напряжений с частотами свыше 30 кГц.

Обоснование: Требования сформулированы на основе данных, приведенных в приложении С IEC 60664-4:2005. Испытание сплошной изоляции допускается выполнять при частоте напряжения сети питания, как подробно описано в пункте 6.2 IEC 60664-4:2005.

5.4.5 Изоляция антенных клемм

Источник: IEC 60065

Цель: Предотвращение пробоя изоляционной защиты.

Обоснование: Изоляция должна выдерживать броски напряжения, обусловленные перенапряжениями на клеммах антенны. Речь идет о перенапряжениях, вызванных накоплением электростатического заряда, а не ударами молний. Максимальное напряжение принимают равным 10 кВ. Во время соответствующего испытания, которое приведено в пункте G.14.3.2, имитируют указанную ситуацию, пропуская испытательное напряжение величиной 10 кВ через конденсатор емкостью 10 нФ.

5.4.6 Изоляция внутреннего провода, используемая в качестве части дополнительной защиты

Источник: IEC 60950-1

Цель: Установление требований к конструкции доступной внутренней проводки.

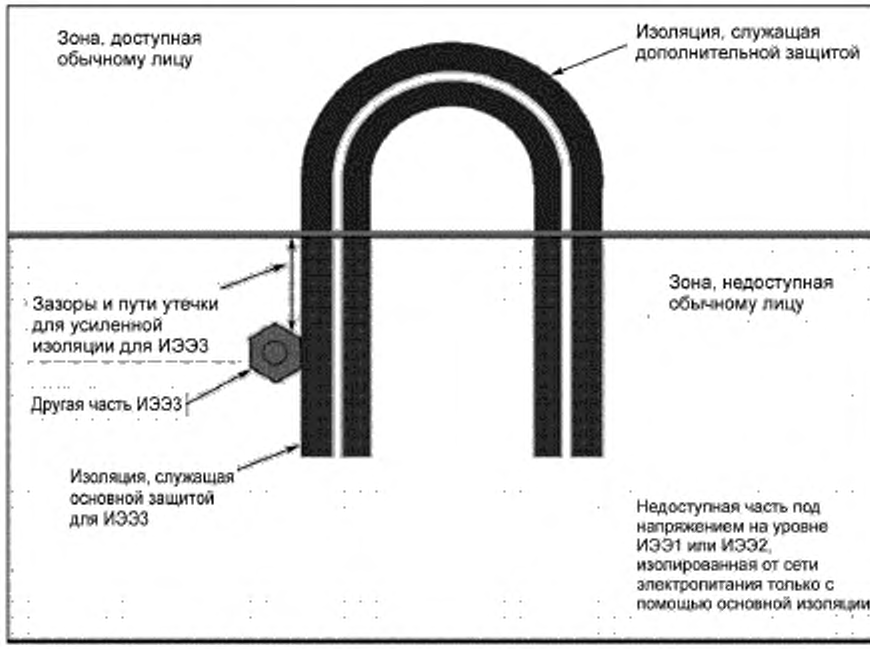


Рисунок 9 — Пример доступной внутренней проводки

Обоснование: Для доступной внутренней проводки, изолированной от ИЭЭ3 с помощью основной изоляции, необходима только дополнительная изоляция. Для случаев, когда проводка проложена на безопасном расстоянии, так что обычное лицо не сможет прикасаться к ней, IEC 60950-1 допускает, чтобы толщина дополнительной изоляции составляла менее 0,4 мм. Однако изоляция по-прежнему должна иметь определенную минимальную толщину, а также обладать требуемой сопротивляемостью пробивному напряжению. Указанные значения на протяжении многих лет успешно использовались для изделий, охватываемых настоящим стандартом (см. рисунок 9 настоящего стандарта).

5.4.7 Порядок проведения испытания на воздействие циклически меняющейся температуры

Источник: IEC 60950-1; Альтернативный источник: IEC 60664-1:2007, 6.1.3.2

Цель: Имитация старения материалов на протяжении срока службы.

Обоснование: Предотвращение пробоя изоляции на протяжении ожидаемого срока службы изделия.

5.4.8 Испытания для среды со степенью загрязнения 1 и изоляционного компаунда

Источник: IEC 60950-1

Цель: Имитация среды со степенью загрязнения 1. Последовательность: воздействие циклически меняющейся температуры, обработка влажностью, испытание на электрическую прочность.

Обоснование: Предотвращение образования трещин или пустот в изоляционном материале и сохранение его целостности.

5.4.9 Испытания для полупроводниковых компонентов и скрепленных стыков

Источник: IEC 60950-1

Цель: Имитация нагрузок на прилегающие материалы, возникающих в течение срока службы.
Последовательность: воздействие циклически меняющейся температуры.
Один образец: испытание на электрическую прочность под напряжением, составляющим 160 % от испытательного напряжения.
Два образца: обработка влажностью, испытание на электрическую прочность под напряжением, составляющим 160 % от испытательного напряжения.
Обнаружение дефектов путем воздействия на образцы повышенных испытательных напряжений после обработки.

Обоснование: Предотвращение образования пустот, разрывов или трещин в изоляционном материале, а также расслоения многослойных печатных плат.

5.4.10 Обработка влажностью

Источник: IEC 60950-1 и IEC 60065 или IEC 60664-1:2007, 6.1.3.2.

Цель: Подготовка материала к испытанию на электрическую прочность.

Обоснование: Необходимое условие для проведения дальнейших испытаний.

5.4.11 Испытание на электрическую прочность

Источник: Значения испытательных напряжений определяют по таблице F.5, приведенной в IEC 60664-1:2007, однако длительность испытания составляет 60 с.

Цель: Подача испытательного напряжения не должна приводить к протеканию тока.

Обоснование: Предотвращение пробоя изоляции.
Указанный метод успешно использовался для изделий, относящихся к области применения настоящего стандарта, на протяжении многих десятилетий.
Испытание напряжением постоянного тока, значение которого равно пиковому значению напряжения переменного тока, не полностью эквивалентно испытанию напряжением переменного тока, поскольку характеристики устойчивости сплошной изоляции для этих напряжений различаются.
Тем не менее, когда воздействие обусловлено только напряжением постоянного тока, допускается проводить испытание напряжением постоянного тока. Во время такого испытания используют обе полярности.

Таблица 31 — Напряжения для проведения испытаний на электрическую прочность, полученные на основе напряжений при переходных процессах

Источник: IEC 60664-1

Цель: Напряжения для проведения испытаний на электрическую прочность, полученные на основе перенапряжений при переходных процессах.

Обоснование: Рассмотрение выдерживаемых напряжений и учет перенапряжений при переходных процессах.

Основная и дополнительная изоляция должна выдерживать испытательное напряжение, равное пиковому напряжению при переходных процессах. Испытательное напряжение для усиленной изоляции должно быть равно следующему значению напряжения при переходных процессах в ряду предпочтительных значений.

Согласно требованиям пункта 5.1.6 IEC 60664-1:2007, использование величины, составляющей 160 % от испытательного напряжения для основной изоляции, в качестве испытательного напряжения для усиленной изоляции допускается только в том случае, если используются значения, не входящие в ряд предпочтительных.

Функциональную изоляцию не рассматривают, поскольку она, как принято считать, не обеспечивает защиту от поражения электрическим током.

Таблица 32 — Напряжения для проведения испытаний на электрическую прочность, полученные на основе пиковых рабочих напряжений

Источник: IEC 60664-1

Цель: Испытание на электрическую прочность.

Обоснование: Вследствие большей нагрузки на изоляцию значения в столбце B учитывают повторяющиеся рабочие напряжения и требуют более высоких испытательных напряжений.

Повторяющиеся пиковые напряжения (IEC 60664-1, 5.3.3.2.3) следует принимать во внимание в тех случаях, когда они превышают временные перенапряжения или если речь идет о цепях, отделенных от сети электропитания.

Если повторяющиеся пиковые напряжения превышают временные перенапряжения, следует использовать их, умножая на коэффициент, приведенный в IEC 60664-1, 5.3.3.2.3 (1,32 × U_p для основной изоляции или 1,65 × U_p для усиленной изоляции).

Таблица 33 — Напряжения для проведения испытаний на электрическую прочность, полученные на основе временных перенапряжений

Источник: IEC 60664-1

Цель: Испытание на электрическую прочность.

Обоснование: Следует принимать во внимание временные перенапряжения (IEC 60664-1, 5.3.3.2.2), поскольку они могут присутствовать до 5 с.

Пример — Рассматриваемая изоляция представляет собой часть цепей, подсоединенных к сети электропитания:

a) среднеквадратичное значение номинального сетевого напряжения ниже 150 В: Временное перенапряжение составляет U_n + 1 200 В = 1 320 В (среднеквадратичное значение) или 1 910 В (пиковое значение) для сетевого напряжения 150 В;

b) среднеквадратичное значение номинального сетевого напряжения свыше 150 В: Временное перенапряжение составляет U_n + 1 200 В = 1 440 В (среднеквадратичное значение) или 2 110 В (пиковое значение) для сетевого напряжения свыше 150 В.

5.5.2.1 Общие требования

Источник: Соответствующие стандарты МЭК на компоненты

Цель: Изоляция компонентов должна удовлетворять соответствующим требованиям к изоляции, приведенным в 5.4.1, или требованиям безопасности соответствующего стандарта МЭК.

Обоснование: Требования безопасности соответствующего стандарта принято считать применимыми, если они подходят для данных устройств, например для конденсаторов Y2 в случае IEC 60384-14.

5.5.2.3 Защита от разряда конденсаторов

Источник: IEC/TS 61201:2007, приложение А

Цель: Через 2 с напряжение от прикосновения на контактных штырях соединителя не должно превышать уровней, установленных для ИЭЭ1 или ИЭЭ2, для обычных или обученных лиц соответственно.

Обоснование: Временная задержка в 2 с представляет собой типичное время, за которое человек получает доступ к контактным штырям после отсоединения соединителя.

5.5.2.7 Резисторы, используемые в качестве основной и дополнительной защиты

Источник: IEC 60950-1

Цель: Резисторы должны выдерживать специальные испытания высоким напряжением, а также иметь основную изоляцию между выводами.
Испытания, см. G.14.

Обоснование: Инженерная практика.

5.5.2.8 ОПН, используемые в качестве основной защиты

Источник: IEC 61051-1 и IEC 61051-2

Цель: МОВ должен соответствовать требованиям G.10, при этом на одном конце он должен быть надежно заземлен.

Обоснование: Инженерная практика.

5.5.2.9 Другие компоненты, используемые в качестве основной защиты между ИЭЭ1 и ИЭЭ2

Цель: Компоненты следует использовать в соответствии с их номинальными характеристиками, минимум два компонента.

Обоснование: Вероятность отказа этих двух компонентов сравнима с вероятностью отказа какого-либо отдельного компонента, обычно используемого в качестве основной защиты (одинаковый допустимый риск).

5.5.3.1 Общие требования

Источник: Соответствующий стандарт безопасности МЭК.

Цель: Изоляция компонентов должна удовлетворять требованиям к усиленной изоляции, приведенным в 5.4.1, или требованиям безопасности соответствующего стандарта МЭК.

Обоснование: В большинстве случаев допускают использование усиленной изоляции. Требования безопасности соответствующего стандарта принято считать применимыми, если они подходят для данных устройств, например для конденсаторов Y1 в случае IEC 60384-14.

5.5.3.6 Резисторы

Источник: IEC 60950-1

Цель: Резисторы должны выдерживать специальные испытания высоким напряжением, а также иметь основную изоляцию между выводами.
Испытания G.14.

Обоснование: Инженерная практика.

5.5.4 Изоляция между сетью электропитания и внешней цепью, состоящей из коаксиального кабеля

Источник: IEC 60065

Цель: Резисторы должны выдерживать испытание перенапряжением или импульсным напряжением, приведенное в G.14.2.

Обоснование: Инженерная практика.

5.6 Защитный проводник

Общие сведения о проводнике защитного заземления и проводнике защитного соединения приведены на рисунке 10 настоящего стандарта.



Рисунок 10 — Общие сведения о защитных проводниках

5.6.1 Общие требования

Источник: IEC 60364-5-54, IEC 61140, IEC 60950-1

Цель: Отсутствие чрезмерного сопротивления и достаточная токопропускная способность

Обоснование: Должны выдерживать ток при неисправности и поддерживать напряжение от прикосновения на низком уровне.

Цель: Не должны содержать в себе выключателей или устройств защиты от перегрузок по току.

Цель: Отсутствие возможности разорвать проводник.

Цель: При срабатывании защитного контактора или отсоединении не должно происходить разрыва проводников, подключенных к другим частям.

Обоснование: Поддержание целостности заземления.

Цель: Контакты проводников защитного соединения должны замыкаться раньше и размыкаться позже, чем контакты соединений для подачи питания.

Обоснование: Поддержание целостности заземления.

Цель: Неподверженность сильной коррозии (см. приложение N).

Обоснование: Поддержание целостности заземления.

5.6.3 Цвет изоляции

Источник: IEC 604461[1]

Цель: Изоляция должна быть желто-зеленого цвета.

Обоснование: Для четкой идентификации.

5.6.4 Испытание защитных проводников, рассчитанных на протекание малого тока

Источник: IEC 60950-1

Цель: Максимальный ток равняется максимальному достигаемому току, умноженному на 1,5.

Обоснование: Демонстрация допустимой нагрузки по току, отсутствие опасности возгорания.

5.6.5.2 Защитные проводники, через которые протекает ток при неисправности

Источник: IEC 60364-5-52

Обоснование: Демонстрация допустимой нагрузки по току при неисправности.

5.6.6 Защитные проводники, используемые в качестве дополнительной защиты

5.6.6.1 Общие положения

Источник: IEC 60364-5-52

Обоснование: Демонстрация допустимой нагрузки по току при неисправности, а также способности прерывать ток.

5.6.6.2 Размер проводников защитного заземления и клемм

Источник: IEC 60950-1

Обоснование: Демонстрация допустимой нагрузки по току при неисправности, а также способности прерывать ток.

5.6.6.3 Размер проводников защитного соединения и клемм

Источник: IEC 60950-1

Обоснование: Демонстрация допустимой нагрузки по току при неисправности, а также способности прерывать ток.

[1] Данная публикация была отменена.

5.6.6.4 Сопротивление защитных проводников и их выводов

Источник: IEC 60998-1, IEC 60999-1, IEC 60999-2, IEC 60950-1

Обоснование: Демонстрация допустимой нагрузки по току при неисправности, а также способности прерывать ток.

5.6.7 Проводники защитного заземления, служащие двойной или усиленной защитой

Источник: IEC 60364-5-54, IEC 60950-1, IEC 60227, IEC 60245

Цель: Защитный проводник, служащий усиленной защитой, и его вывод должны быть достаточно надежными, чтобы разрыв защитного проводника был исключен при любых условиях (разрыв не допускается).

Обоснование: См. также 5.6.6.
Постоянно подключенное оборудование обеспечивает надежное заземление.
Размер должен быть таким же, как у PEN-проводника (проводник, совмещающий функции защитного заземляющего проводника и нейтрального проводника) (> 10 мм^2) (см. IEC 60364-5-54) или как у проводника защитного заземления, входящего в состав шнура питания в оболочке. Для надежного соединения с землей обеспечивают механическую защиту.
Оборудование, подключаемое соединителем типа B, также относится к оборудованию с типом вилок, соответствующих требованиям IEC 60309. Они являются более надежными и всегда имеют заземление, поскольку оно смонтировано электриком. Согласно МЭК подкомитет SC23H промышленные вилки и розетки подвергают следующим испытаниям:
- 5 000 (для вилок и розеток, рассчитанных на 16 А) циклов подключения-отключения (при отсутствии тока на контакте заземления), за которыми следуют приведенные ниже испытания:
- испытание на нагрев (выполняют также для контакта заземления) и
- испытание на извлечение вилки для проверки надежности соединения.
Толщина оболочки шнура должна превышать 0,6 мм, а экран должен соответствовать требованиям серии стандартов IEC 60227 или IEC [гибкий шнур в ПВХ-оболочке для эксплуатации в тяжелых условиях должен соответствовать требованиям IEC 60227 (обозначение IEC 60227; IEC 53, IEC 54 и IEC 57), гибкий шнур в резиновой оболочке для эксплуатации в тяжелых условиях должен соответствовать требованиям IEC 60245 (обозначение IEC 60245; IEC 53, IEC 54 и IEC 57)].
Выводы проводников, соответствующие таблице 36, служили надежными средствами соединения для изделий, удовлетворяющих требованиям IEC 60950-1, на протяжении многих лет.

5.6.8 Надежное заземление

Источник: IEC 60309 (промышленные вилки и розетки)

Цель: Описание надежного заземления, которое обеспечивается постоянно подключенным оборудованием, оборудованием, подключаемым соединителем типа B, и оборудованием, подключаемым соединителем типа A, в случае опасности со стороны сети электропитания или внешней цепи.

Обоснование: Принято считать, что постоянно подключенное оборудование обеспечивает надежное подключение к земле в случае опасности со стороны сети электропитания или внешней цепи.
Только заземление оборудования, подключаемого соединителем типа B, принято считать надежным постоянным подключением к земле при возникновении опасности со стороны сети электропитания. При отключении от земли также происходит отключение от сети электропитания. См. также 5.6.7.1.

Если опасность для оборудования, стационарно подключаемого соединителем типа A или B, возникает со стороны внешней цепи, для надежного заземления такого оборудования необходим отдельный заземляющий провод, подсоединяемый к заземлению здания (поскольку при отключении оборудования происходит отключение от земли).

5.7 Ожидаемое напряжение от прикосновения, ток от прикосновения и ток защитного проводника

Источник: IEC 60990

Цель: Предельные значения тока приведены в 5.2.2.

5.7.5 Заземленные доступные проводящие части

На рисунке 11 настоящего стандарта показан пример типичной испытательной схемы для определения тока от прикосновения, поступающего с однофазного оборудования в систему TN или TT с соединением звездой. Информация о других системах распределения приведена в IEC 60990.

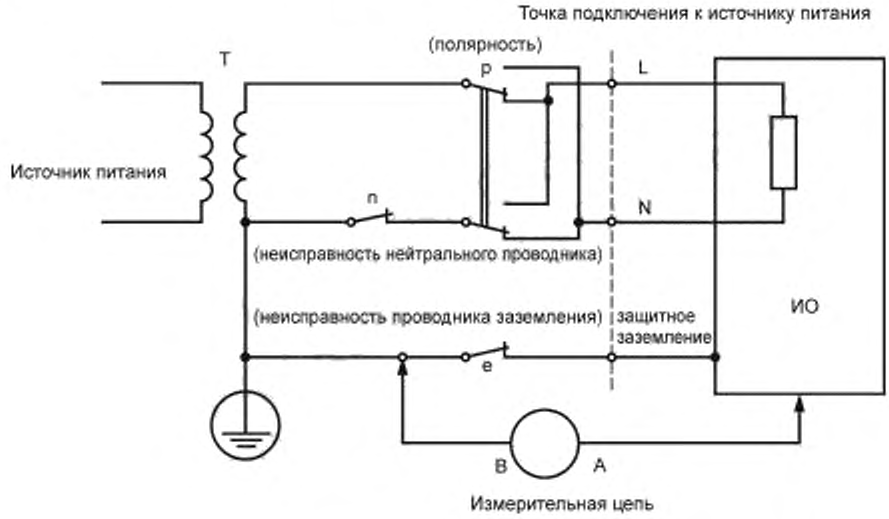


Рисунок 11 — Пример типичной схемы для измерения тока от прикосновения

5.7.6 Ток защитного проводника

Источник: IEC 61140, IEC 60950-1

Цель: Ток защитного проводника не должен превышать 5 % от измеренного входного тока.

Обоснование: Величину 5 % принято считать приемлемой. На протяжении долгого времени она использовалась в IEC 60950-1. Величина 5 % также представляет собой максимальную допустимую величину тока защитного проводника (7.5.2.2 IEC 61140:2001).

5.7.7 Ожидаемое напряжение от прикосновения и ток от прикосновения, обусловленные внешними цепями

Источник: IEC 60728-11, требования безопасности для кабельных сетей для телевизионных сигналов, звуковых сигналов и интерактивных услуг.

5.7.8 Суммирование токов от прикосновения, обусловленных внешними цепями

Источник: IEC 60950-1

Цель: Предотвращение возникновения чрезмерных токов от прикосновения при соединении нескольких внешних цепей.

Обоснование: При ограничении величины тока от прикосновения для каждой внешней цепи можно соединить больше цепей, прежде чем будет достигнут предел по току от прикосновения, что позволяет лучше использовать ресурсы.

Раздел 6 Возгорание, вызванное электричеством

Обоснование: Возгорание, вызванное электричеством, возникает из-за преобразования электрической энергии в тепловую энергию, которая нагревает горючий материал, в результате чего при наличии кислорода происходит пиролиз твердого вещества с образованием огнеопасного газа. Получившаяся смесь нагревается дальше до температуры воспламенения, после чего происходит воспламенение горючего материала. Если такое горение является экзотермическим или происходит с притоком дополнительной тепловой энергии, в которую преобразуется электрическая энергия, поступающая из источника, оно может стать устойчивым, что приводит к воспламенению находящихся рядом горючих материалов и, следовательно, распространению огня.

В трехблочной модели (см. 0.7.2, рисунок 5) вызванного электричеством возгорания (внутри оборудования) потенциальные источники воспламенения рассматриваются отдельно от легковоспламеняющихся материалов. Кроме того, модель также может описывать воспламенившийся горючий материал и защиту, помещенную между воспламенившимися горючими материалами и находящимися рядом с ними горючими материалами или ограждающую горючие материалы, находящиеся вне оборудования.

6.2 Классификация источников электропитания (ИЭП) и потенциальных источников воспламенения (ПИВ)

Обоснование: Первый этап в применении этого раздела заключается в определении того, какие источники энергии содержат потенциальные источники воспламенения, требующие использовать защиту. Сначала можно оценить мощность, доступную для каждой цепи, чтобы определить имеющуюся в цепи энергию. Затем каждую точку или компонент в цепи можно подвергнуть испытанию, чтобы определить мощность, которая станет доступна в случае неисправности компонента. На основе этой информации каждую часть компонентов изделия, являющихся источниками энергии, можно классифицировать либо как определенный источник воспламенения, либо как компонент источника питания.

В этом разделе выражение «снизить вероятность воспламенения» используется вместо слов «предотвратить» или «исключить».

6.2.2 Классификация цепей источников электропитания

Источник: IEC 60950-1, IEC 60065

Обоснование: Согласно данной классификации источники электропитания выделяют начиная с самой низкой доступной энергии, требуемой для возникновения электронного возгорания (ИЭП1). В классификацию входит промежуточный уровень (ИЭП2), когда возгорание возможно, однако распространение огня может быть локализовано путем эффективного контроля материала или с помощью изоляционной защиты. Самый высокий уровень энергии (ИЭП3) предполагает как возгорание, так и потенциальное распространение огня за пределами источника воспламенения. Параметры защиты зависят от типа источника, который подает электропитание в цепь.

Требования, согласно которым проводят такое измерение мощности и классификацию источников, аналогичны требованиям по проведению испытаний ИОМ, приведенным в IEC 60950-1, однако их применяют независимо, а критерии ограничены доступной мощностью в противоположность требованию комбинировать критерии в IEC 60950-1.

Все цепи и устройства, подключенные или предназначенные для подключения к каждому измеряемому источнику электропитания в качестве нагрузки, классифицируют как части этих источников электропитания.

Данный метод проведения испытания позволяет определить максимальную мощность, обеспечиваемую источником электропитания в любой подключенной к нему цепи.

Точки замера при испытаниях для классификации источника электропитания изготовитель указывает по своему усмотрению. Наиболее очевидными точками являются выводы внутренних цепей источника электропитания, соединители, порты и межплатные соединители. Однако такие измерения могут быть проведены в любой точке цепи.

При определении того, к какому классу ИЭП относится оборудование (периферийные устройства), подсоединенное с помощью кабеля или кабелей к порту оборудования, можно учитывать полное сопротивление любого соединительного кабеля. Следовательно, допускается проводить измерение на соединителе питания или после ввода кабеля на стороне дополнительного устройства.

Местоположение ваттметра важно, поскольку полную мощность, генерируемую источником электропитания (это не мощность, доступная при неисправности), следует измерять при каждой неисправности. Поскольку токи при некоторых неисправностях ограничены устройством защиты, следует учитывать временные и токовые характеристики срабатывания устройства защиты, если оно влияет на измеряемое значение.

Такой метод проведения испытания предполагает наличие единичной неисправности либо в источнике электропитания, либо в цепях нагрузки классифицируемой цепи. Метод допускает выполнение обоих условий:

a) неисправность в классифицируемой сети;

b) любая неисправность в источнике, который подает питание в классифицируемую цепь.

Перечисления a) и b) применяют независимо.

В качестве значения, на основе которого цепь относят к определенному классу ИЭП, используют наиболее высокую измеренную мощность.

6.2.2.2 Измерение мощности при наихудшем случае неисправности цепи нагрузки

Обоснование: Данный метод проведения испытания позволяет определить максимальную мощность, которую источник электропитания, работающий при нормальных условиях эксплуатации, обеспечивает в любой подключенной к нему цепи в предположении, что в классифицируемой цепи выполнено условие единичной неисправности.

Такое измерение мощности предполагает, что нормальные условия эксплуатации установились перед вводом единичной неисправности любого устройства или изоляции в цепи нагрузки, чтобы можно было определить максимальную мощность, доступную в цепи при неисправности.

Этот подход отличается от измерения мощности потенциального источника воспламенения, где измеренная доступная мощность представляет собой мощность в месте возникновения неисправности.

6.2.2.3 Измерение мощности в наихудшем случае неисправности источника электропитания

Обоснование: Данный метод проведения испытания позволяет определить максимальную доступную мощность источника электропитания на нормальной нагрузке в предпо-

ложении, что он имеет любую единичную неисправность. Неисправность источника электропитания может привести к увеличению мощности, потребляемой цепью нагрузки, работающей при нормальных условиях эксплуатации.

6.2.2.4 ИЭП1

Источник: IEC 60065, IEC 60695, IEC 60950-1

Обоснование: Принято считать, что источник ИЭП1 обладает слишком маленькой энергией, чтобы вызвать возгорание в электронных цепях и компонентах.

Для минимизации возможности возгорания требуют, чтобы длительная доступная мощность была ниже 15 Вт. Приведенное значение использовалось в качестве нижнего порога мощности, по достижении которого происходит возгорание электронных компонентов, во многих стандартах, включая IEC 60950-1 и IEC 60065. Этот факт также был в обычном порядке продемонстрирован во время испытаний источников электропитания ограниченной мощности в электронных цепях.

- Для того чтобы упростить измерения, было решено проверять, не превышает ли мощность 15 Вт, через 3 с. Величина 3 с была выбрана для упрощения измерений. Также рассматривались короткие интервалы в 100 мс и длительные интервалы в 5 с. Быстрое установление предельного значения 15 Вт (менее чем за 1 с) неудобно для проведения испытаний. Такую ситуацию не принимают в расчет при рассмотрении типичного воспламенения горючего материала. Общепризнанное стандартное время воспламенения термопластичных материалов при непосредственном воздействии небольшого пламени составляет 10 с (методы проведения маломасштабных испытаний материалов, IEC 60695).

Значение 500 Вт было выбрано как правдоподобное кратковременное значение для цепей, которые обычно работают на уровне не выше 15 Вт. Вопросом первостепенной важности сочли ограничение первоначальных уровней мощности, выбор значения был не критичен. Самые маленькие источники электропитания, мощность которых в противном случае ограничена 15 Вт, как ожидают, не будут иметь очень высокую начальную мощность.

Измерения следует делать периодически (например, каждую секунду) на протяжении 3 с, ожидая, что по истечении 3 с после этого мощность «никогда» не превысит 15 Вт.

Исторически телекоммуникационные цепи (таблица 16, номера 11—14) ограничены по мощности сетью здания до уровней ниже 15 Вт. Цепи, подсоединенные к ним, относят к ИЭП1 (IEC 60950-1).

6.2.2.5 ИЭП2

Источник: IEC 60695-11-10, IEC 60950-1

Обоснование: Энергия источника электропитания класса 2 приобретает такие значения, при которых возможно возгорание, и потому для него требуется защита. Распространение огня за пределы первоначально загоревшегося компонента ограничено вследствие того, что неисправность возникает под воздействием небольшого количества энергии, а также защитой, которая контролирует устойчивость находящихся рядом горючих материалов к воспламенению.

Главное требование состоит в том, что мощность, доступная для таких цепей, должна быть ограничена до уровня не выше 100 Вт. Данное значение охватывает как энергию, доступную при нормальных условиях эксплуатации, так и энергию, доступную при любом условии единичной неисправности.

- Данное значение было использовано в IEC 60950-1 для аналогичной цели, в случае когда возгорание внутренних компонентов возможно, однако противопожарные кожухи не требуются.

Значение 100 Вт часто используется в некоторых зданиях или приводится в нормах пожарной безопасности для обозначения того, что проводка для подвода питания может быть проложена вне кожуха, за пределы которого огонь не распространяется.

Это значение представляет собой 2 х 50 Вт, что может быть связано с энергией стандартных источников воспламенения пламенем (испытательное пламя, IEC 60695-11-10), на которой основано разделение материалов на классы воспламеняемости V, осуществляемое по результатам маломасштабных испытаний. Общеизвестно, что в процессе преобразования электрической энергии в тепловую в нее превращается далеко не 100 % электрической энергии, поэтому приведенное значение согласуется с параметрами, на которые рассчитана защита для цепей ИЭП2, которые обычно представляют собой изоляцию или имеют в своем составе горючие материалы, относящиеся к определенному классу воспламеняемости V.

Благодаря длительности измерения 5 с для ИЭП2 доступные предельные значения доступной мощности ограничены и удобны для проведения измерения. Значение также используется в серии стандартов IEC 60950, как указано выше. Устанавливать кратковременные пределы не требуется, поскольку возможное воспламенение связывают с компонентами в этих цепях с ограничением мощности, отмечая, что пиролиз термопластичного материала, как правило, занимает не менее 10 с при непосредственном воздействии небольшого пламени мощностью 50 Вт.

Надежность устройств защиты от перегрузок по току (таких, как упомянутые в серии стандартов IEC 60950) не имеет решающего значения, поскольку эти цепи находятся внутри изделия или в непосредственной близости от него (не имеют такого широкого распространения, как цепи ИОМ стандарта IEC 60950-1, используемые для подсоединения к источнику электропитания здания). Оценка надежности цепей ИЭП2, которые предназначены для распределения по проводке здания, рассматривается для внешних цепей далее в настоящем стандарте.

6.2.2.6 ИЭП3

Обоснование: Цепи ИЭП3 — это цепи, которые не отнесены к классу ИЭП1 или ИЭП2. Проводить классификационные испытания для них не требуется, поскольку эти цепи могут иметь неограниченную мощность. Если параметры цепи не измерены, она может быть отнесена к классу ИЭП3.

6.2.3 Классификация потенциальных источников воспламенения

Обоснование: Для каждого источника электропитания можно проанализировать точки и компоненты цепи с целью последующего установления потенциальных источников воспламенения. Эти источники воспламенения относят либо к ПИВ в виде электрической дуги в случае источников дугового разряда, либо к резистивным ПИВ в случае источников резистивного нагрева. Параметры защиты зависят от типа рассматриваемого ПИВ.

Источники воспламенения классифицируют по их способности образовывать электрическую дугу или рассеивать избыточное тепло (при резистивном нагреве). Важно различать типы источников воспламенения, поскольку расстояния через воздух до частей, образующих дугу, и других резистивных источников воспламенения могут отличаться, так как при излучении энергии в тепло уходит большая ее доля по сравнению с непосредственным воздействием пламени на легковоспламеняющийся горючий материал или его резистивным нагревом.

6.2.3.1 ПИВ в виде электрической дуги

Источник: IEC 60065

Обоснование: Принято считать, что ПИВ в виде электрической дуги представляет собой источник тепловой энергии, который образуется в результате преобразования электрической энергии в электрическую дугу, которая может непосредственно или опосредованно воздействовать на горючий материал.

Мощность ниже 15 Вт (ИЭП1) принято считать слишком низкой для того, чтобы она могла привести к возгоранию в электронных цепях, вызываемому электричеством. Это значение используется в IEC 60065 (см. также 6.2.1).

Согласно IEC 60065 и результатам экспериментов, для образования электрической дуги требуется определенное минимальное напряжение (50 В).

В случае низких напряжений неисправность, которая вызывает нагрев электрической дугой, возникает, как правило, при ослаблении соединений, например при нарушении паяных соединений, соединений холодной пайкой, ослаблении контактов соединителей, из-за неправильно обжатого провода, недостаточно плотно затянутого винтового соединения и т. д. Поскольку пробой воздуха не происходит, если среднеквадратичное значение напряжения ниже 300 В (закон Пашена), в случае низких напряжений нагрев электрической дугой в основном имеет место при непосредственном контакте с горючим материалом. Для напряжений свыше 300 В дуговой разряд может пробить воздух.

Измерение напряжения и тока, необходимое для выявления ПИВ в виде электрической дуги, связано с энергией, доступной при неисправности (не равняется энергии, генерируемой источником электропитания). Приведенная величина ($V_p \times I_{rms}$) не измеряется в Вт или В·А, а представляет собой рассчитанное число, которое отражает пиковое значение напряжения и среднеквадратичное значение тока. Ее не измеряют непосредственно.

Образование электрической дуги при напряжениях ниже 300 В происходит, как правило, при отсоединении токонесущих соединений, а не при отсоединении ответных разъемов или подсоединении потенциально токонесущих соединений.

Если требования, касающиеся основных параметров напряжения и мощности, выполнены, защита необходима в трех случаях:

- если электрическая дуга может образоваться при нормальных условиях эксплуатации,
- для всех выводов, для которых наиболее вероятным результатом электрических неисправностей является нагревание,
- для любого электрического разделения, которое может возникнуть при условиях единичной неисправности (например, при размыкании печатного проводника).

6.2.3.2 Резистивный ПИВ

Источник: IEC 60065

Обоснование: Потенциальные резистивные источники воспламенения могут возникнуть в результате неисправности, которая вызывает уменьшение полного сопротивления какой-либо части цепи в результате перегрева, что в ином случае не приводит к срабатыванию устройства защиты от перегрузок по току. Такое может произойти в любой цепи, где мощность, подаваемая на источник резистивного нагрева, превышает 15 Вт (см. выше).

Перед определением того, может ли какая-либо часть представлять собой резистивный ПИВ, при условиях единичной неисправности должны быть выполнены два условия. Во-первых, для компонента должна быть доступна достаточная энергия короткого замыкания. Во-вторых, должно быть возможно воспламенение части или находящихся рядом с ней материалов.

Требование, предъявляемое к резистивному ПИВ при нормальных условиях эксплуатации, касается не доступной мощности, а скорее рассеяния мощности части при нормальных условиях эксплуатации.

Величина 30 с была использована в IEC 60065. Исторически было показано, что она является достаточной. Значение 100 Вт было использовано в IEC 60065. Было показано, что оно является приемлемым.

6.3 Защита от возгорания при нормальных и ненормальных условиях эксплуатации

Обоснование: Основная защита при нормальных и ненормальных условиях эксплуатации должна снижать вероятность воспламенения путем ограничения температуры горючих материалов. Это возможно за счет обеспечения того, чтобы в процессе преобразования любой доступной электрической энергии в тепловую температура любой части не превышала температуру ее воспламенения.

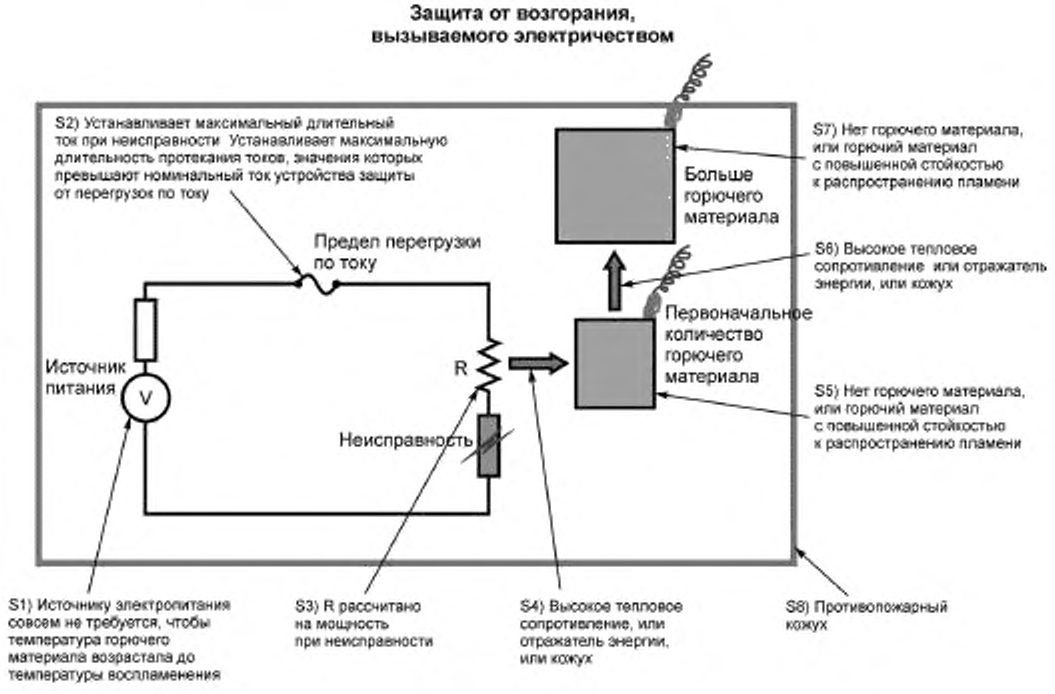


Рисунок 12 — Возможная защита от возгорания, вызываемого электричеством

Существует несколько типов основной и дополнительной защиты от возгорания, вызываемого электричеством при ненормальных условиях эксплуатации и условиях единичной неисправности (см. рисунок 12, таблицы 7 и 8 настоящего стандарта). К ним относятся следующие типы защиты, однако их полный диапазон не ограничивается приведенными ниже:

S1) недостаток мощности для увеличения температуры горючего материала до температуры воспламенения;

S2) ограничение максимального длительного тока при неисправности; ограничение максимальной длительности протекания токов при неисправности, превышающих максимальный длительный ток при неисправности (например, с помощью плавкого предохранителя или аналогичного автоматического отключающего устройства защиты от перегрузок по току);

S3) выбор номинальных характеристик компонентов с учетом условий неисправности, а не нормальных условий эксплуатации (для предотвращения перегрева компонентов);

S4) обеспечение высокого теплового сопротивления пути, по которому тепловая энергия передается от ее источника (снижение температуры и скорости передачи энергии горючему материалу, так чтобы его температура не могла достичь температуры воспламенения), или использование перегородки из невоспламеняющегося материала;

S5) использование исходного горючего материала, который находится ближе всего к ПИВ в виде электрической дуги или резистивному ПИВ и допустимая температура которого превышает температуру источника (для предотвращения воспламенения горючего материала), или горючего материала с повышенной стойкостью к распространению пламени (для предотвращения устойчивого горения и распространения огня внутри оборудования), или невоспламеняющегося материала (например, металла или керамики).

S6) обеспечение высокого теплового сопротивления пути, по которому тепловая энергия передается от исходного горючего материала к дополнительному горючему материалу, или изоляция горящего исходного горючего материала от дополнительного горючего материала (для предотвращения распространения огня внутри оборудования);

S7) использование в качестве дополнительного материала либо невоспламеняющегося материала (например, металла или керамики), либо материала с повышенной стойкостью к распространению пламени (для предотвращения устойчивого горения и распространения огня внутри оборудования);

S8) использование кожуха, за пределы которого огонь не распространяется (для сдерживания огня внутри оборудования), или кожуха, регулирующего поступление кислорода (для гашения путем его подавления);

S9) использование надежных электрических соединений;

S10) использование нереверсивных соединений компонентов и батарей;

S11) использование механической защиты (например, перегородок, сетки и т. п.) с ограниченными по размеру отверстиями;

S12) использование понятных инструкций по эксплуатации, указаний по защите, предупреждений.

Методы обеспечения безопасности

A) Обеспечение безопасности при нормальных условиях эксплуатации

Температуры материалов и компонентов не должны превышать их температуры самовоспламенения.

B) Обеспечение безопасности при ненормальных условиях эксплуатации и условиях единичной неисправности

Существует два метода обеспечения безопасности. Каждый из них можно применять к разным цепям одного и того же оборудования при следующих условиях:

Предотвращение воспламенения: оборудование сконструировано так, что при ненормальных условиях эксплуатации и условиях единичной неисправности ни одна из его частей не воспламеняется.

Контроль распространения огня: подбор и использование таких компонентов, проводки, материалов, а также конструкционных способов, которые снижают вероятность распространения огня; при необходимости использование противопожарного кожуха.

Использование значений температуры размягчения термопластика или относительных температурных индексов (ОТИ) было сочтено нецелесообразным, поскольку они не связаны непосредственно со свойствами воспламенения горючих материалов.

Следует провести оценку надежности каждого устройства, выполняющего функции защиты при нормальном функционировании (если оно остается в цепи). Устройство, удаляемое из цепи во время испытаний в нормальных условиях эксплуатации, не относят к защите.

Ненормальные условия эксплуатации, которые не приводят к возникновению единичной неисправности, анализируют во многом так же, как и нормальные условия эксплуатации, поскольку после устранения ненормальных условий должно восстанавливаться нормальное функционирование.

Однако ненормальные условия эксплуатации, которые приводят к возникновению условия единичной неисправности, следует рассматривать согласно требованиям 6.4, а не 6.3. Блок-схема пунктов, касающихся возгораний, приведена на рисунке 13 настоящего стандарта.

Таблица 7 — Примеры применения разной защиты

Основание	Методы предотвращения/обеспечения безопасности	Защита
Начало возгорания при нормальных условиях эксплуатации	Ограничение температуры легковоспламеняющегося материала	Основная
Начало возгорания при ненормальных условиях эксплуатации и условиях единичной неисправности	Выбор метода предотвращения воспламенения или контроля распространения огня	Дополнительная
Цепь ИЭП1	Низкая доступная мощность снижает вероятность воспламенения	S1
Цепь ИЭП2 или ИЭП3	Снижение вероятности воспламенения	S1, S2, S3, S5
	Использование устройств защиты	S2
	Достаточное расстояние между любым легковоспламеняющимся материалом и каждым потенциальным источником воспламенения или помещение между ними сплошной перегородки	S4(S6)
Цепь ИЭП2	Ограничение доступной мощности	S1, S2
	Достаточное расстояние между любым легковоспламеняющимся материалом и каждым потенциальным источником воспламенения или помещение между ними сплошной перегородки	S4, S6
	Использование горючего материала с повышенной стойкостью к распространению пламени или невоспламеняющегося материала	S5
Цепь ИЭП3	Использование всех возможностей ИЭП2, а также:	
	-использование кожухов, за пределы которых огонь не распространяется	S8
	-использование горючего материала с повышенной стойкостью к распространению пламени или аналогичного материала	S7
Внутренняя и внешняя проводка	Надежная конструкция	S9
	Ограничение температуры провода и использование огнестойкой изоляции	
Возгорание, обусловленное попаданием посторонних объектов вовнутрь оборудования и последующим шунтированием электрических клемм в цепях ИЭП2 и ИЭП3	Предотвращение попадания посторонних объектов вовнутрь оборудования	S11
Сетевые шнуры питания	Надежная конструкция	S9
	Ограничение температуры провода и использование огнестойкой изоляции	
Возгорание или взрыв, обусловленные ненормальными условиями эксплуатации батарей	Ограничение токов заряда/разряда	S1
	Ограничение токов короткого замыкания	S2
	Предотвращение использования неправильной полярности	S10

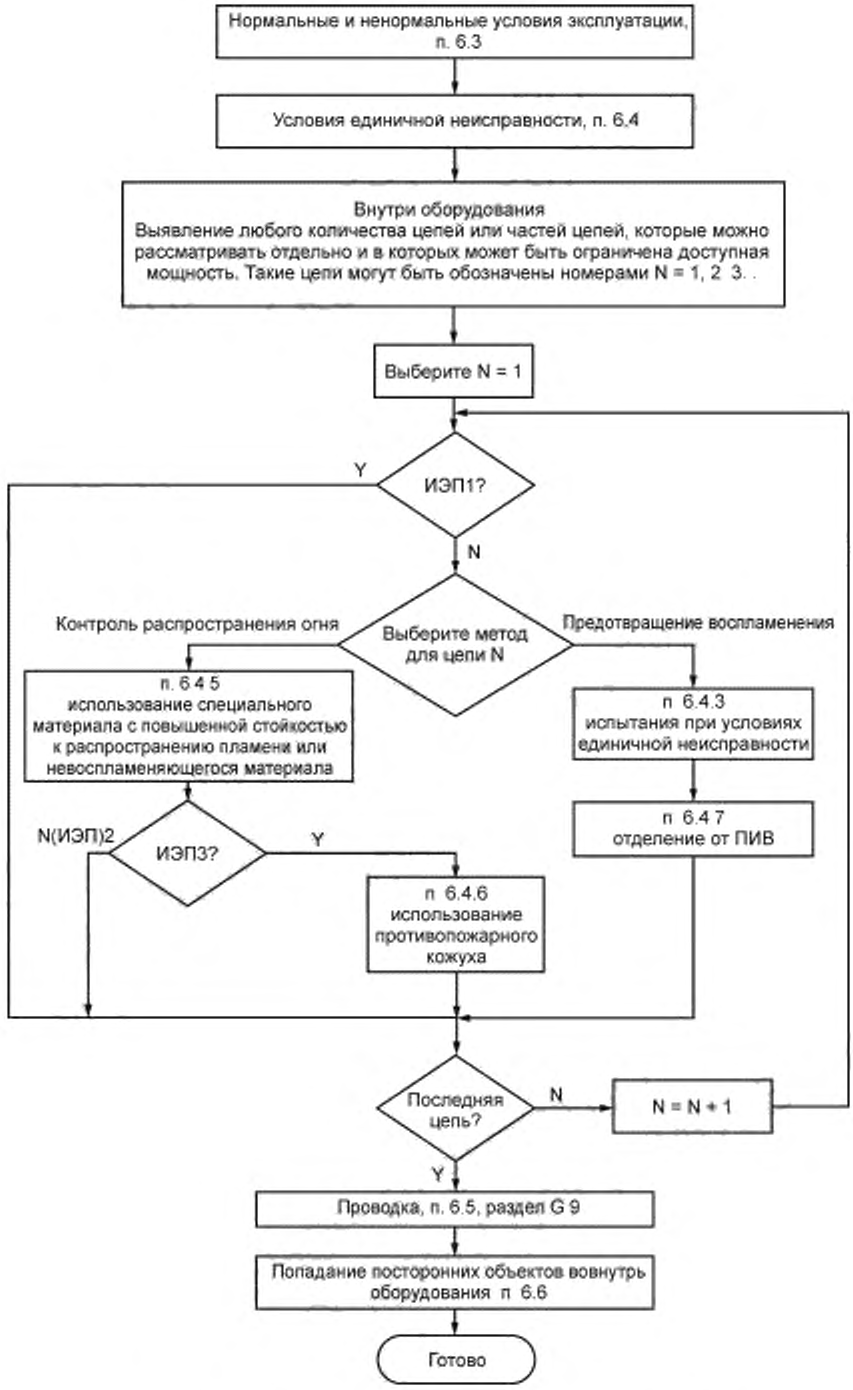


Рисунок 13 — Блок-схема разделов, касающихся возгораний

6.3.1 Требования

Источник: IEC 60950-1, ISO 871

Обоснование: В качестве температуры воспламенения горючих материалов была выбрана температура самовоспламенения, измеренная согласно ISO 871. Таблицы для конкретных материалов были заменены простым требованием или ссылкой на стандарт ASTM, касающийся температур самовоспламенения материалов.

Температура 300 °С для термопластичных материалов примерно на 10 % ниже минимальной температуры воспламенения материалов, которые обычно используются в оборудовании информационных и коммуникационных технологий и бытовой электронике.

Это значение также приведено в IEC 60950-1. Проектировщику разрешается использовать технические спецификации на материалы, для которых это значение выше, однако указанную в спецификации температуру самовоспламенения следует снизить на 10 %, для того чтобы покрыть отклонения при измерениях и погрешности.

Применительно к возгоранию ненормальные условия эксплуатации (заблокированные вентиляционные отверстия, перегрузку соединителей и т. п.) следует рассматривать как нормальные условия эксплуатации, если ненормальные условия эксплуатации не приводят к возникновению условий единичной неисправности.

В рамках проверки на соответствие прежде всего следует убедиться, что с помощью спецификаций на используемые материалы можно оценить результаты измерений превышения температуры.

Таблица 8 — Основная защита от возгорания при нормальных и ненормальных условиях эксплуатации

Нормальные и ненормальные условия эксплуатации		
Цель данного пункта состоит в установлении требований, выполнение которых необходимо для снижения вероятности воспламенения при нормальных и ненормальных условиях эксплуатации		
ИЭП1	6.3.1	Воспламенение не должно возникать
ИЭП2 ИЭП3		T_{max} ≤ 90 % от температуры самовоспламенения, согласно ISO 871, или T_{max} ≤ 300 °С
		- Легковоспламеняющиеся материалы, из которых изготовлены компоненты и другие части, находящиеся вне противопожарных кожухов (в том числе и электрические и механические кожухи, и декоративные части), должны иметь класс воспламеняемости не ниже следующего: - HB75, если наименьшая используемая репрезентативная толщина материала не превышает 3 мм, или - HB40, если наименьшая используемая репрезентативная толщина материала составляет не менее 3 мм, или - HBF. Примечание — Если кожух также выполняет функции противопожарного кожуха, применяют требования для противопожарных кожухов. Указанные требования не применяют к следующим компонентам: - к частям с объемом менее 1 750 мм^3; - к вспомогательным и расходным материалам, носителям информации и материалам для записи; - к частям, которые должны обладать определенными свойствами для выполнения предусмотренных функций, например к валикам из синтетического каучука и трубкам для подачи краски; - к шестерням, кулачкам, ремням, подшипникам и другим частям, которые обычно плохо горят, включая шильдики, монтажные лапы, крышки клавиш, регуляторы и т. п.

6.3.2 Проверка соответствия

Обоснование: При измерениях температуры свыше 300 °С в установившемся состоянии необходимо большее допустимое отклонение превышения из-за трудностей в достижении устойчивого показания.
Тем не менее, значение, приведенное в B.1.7, было сочтено приемлемым, поскольку такие значения обычно не продолжают расти, а меняются циклически. Величина 3 °С за 15 мин также рассматривалась в контексте измерения таких очень высоких температур, однако не была использована, чтобы обеспечить единообразное изложение во всех разделах.
Использование ограничивающей температуру защиты при нормальных и ненормальных условиях эксплуатации допускается только в тех случаях, когда защиту или устройство считают надежным средством контроля температуры.

6.4 Защита от возгораний при условиях единичной неисправности

6.4.1 Общие положения

Источник: IEC 60065, IEC 60950-1

Обоснование: В предыдущем пункте рассматривалось ограничение вероятности воспламенения горючих материалов при нормальных и ненормальных условиях эксплуатации с помощью основной защиты. В процессе использования температура всех горючих материалов должна быть ниже их температуры воспламенения. Они должны быть отделены от частей, образующих электрическую дугу.
Требования данного пункта заключаются в ограничении вероятности воспламенения или распространения огня при условиях единичной неисправности путем использования дополнительной защиты (см. таблицу 9 настоящего стандарта). Существует два подхода, которые могут быть использованы совместно или независимо:
- метод 1 заключается в минимизации возможности воспламенения путем использования защиты в каждой потенциальной точке воспламенения;
- метод 2 предполагает, что внутри оборудования происходит воспламенение горючих материалов, количество которых ограничено, и поэтому требует использовать защиту, которая ограничивает распространение огня за пределы точки источника первоначального воспламенения или (при более высоких энергиях) кожуха оборудования.

Таблица 9 — Дополнительная защита от возгораний при условиях единичной неисправности

Условия единичной неисправности	
Существует два метода обеспечения безопасности. Каждый из них можно применять к разным цепям одного и того же оборудования (6.4.1).	
Метод 1 Снижение вероятности воспламенения	Оборудование сконструировано так, чтобы при условиях единичной неисправности ни одна из его частей не воспламенялась. Этот метод можно использовать для любой цепи, доступная мощность в которой в установившемся состоянии не превышает 4 000 Вт. Соответствующие требования и испытания подробно описаны в 6.4.2 и 6.4.3.
Метод 2 Контроль распространения огня	Подбор и использование таких средств дополнительной защиты компонентов, проводки, материалов, а также конструкционных способов, которые снижают вероятность распространения огня; при необходимости использование второго средства дополнительной защиты, например противопожарного кожуха. Этот метод можно использовать для оборудования любого типа. Соответствующие требования подробно описаны в 6.4.4, 6.4.5 и 6.4.6.

Пользователь стандарта или проектировщик изделия выбирает метод для каждой цепи (предотвращение воспламенения или контроль распространения огня).
Метод можно выбрать для изделия в сборе, его части или цепи.
Уровень мощности 4 000 Вт был выбран для того, чтобы можно было использовать методы защиты от воспламенения для аппаратуры, подключенной к сетям электропитания низкой мощности (с параметрами ниже 240 В х 16 А), что часто встречается в домах и офисах, а также обеспечить корректное и практически применимое разделение типов изделий. Принято считать, что эта величина не является типичной для доступных токов при неисправности, однако она подходит и, как правило, используется для разделения, основанного на оборудовании, подключаемом к обычным домашним и офисным сетевым цепям, практический опыт использования защиты от потенциальных источников воспламенения для которых носит более распространенный характер.
Предельные значения ниже 4 000 Вт создают ненамеренную проблему практически для всего домашнего и офисного оборудования, в случае если его питание осуществляется от сети переменного тока. Наиболее целесообразно использовать величину мощности источника 4 000 Вт, выработанную на основе сетевого напряжения и номинального тока устройства защиты от перегрузок по току. Таким образом защита всего оборудования, подключаемого соединителем типа А, может быть эффективно обеспечена с помощью любого из доступных методов, а для источников энергии с очень высокой мощностью ограничена только контролем распространения огня.
Целесообразность применения величины 4 000 Вт для отдельных цепей можно проверить путем испытаний, однако для разъяснения того, какие типы изделий относят к менее мощным без проведения испытаний, добавлено примечание. Расчет произведения номинального сетевого напряжения и номинального тока устройства защиты от перегрузок по току в сети не является общепринятым инженерным методом, а выполняется для проверки того, что произведение двух величин не превышает 4 000 (см. далее).

Примечание — Принято считать, что для всего оборудования, подключаемого соединителем типа А, мощность не превышает установившегося значения 4 000 Вт. Считают, что для оборудования, подключаемого соединителем типа В, и постоянно подключенного оборудования мощность всегда ниже этого установившегося значения, если произведение номинального сетевого напряжения и номинального тока защиты устройства защиты от перегрузок по току, которым оснащена установка, не превышает 4 000.

Метод, который заключается в предотвращении воспламенения, описывает требования к защите, выполнение которых способствует предотвращению воспламенения. Эти требования выработаны преимущественно на основе испытаний на отказ, а также при выборе таких компонентов и конструкций, которые снижают вероятность устойчивого горения. Если ПИВ установлен, требуется добавочная защита, которая предполагает использование материалов, которые относятся к классу невоспламеняющихся, для перегородок и зон «недосягаемости» конусов пламени (см. таблицу 10 и рисунок 14 настоящего стандарта).
Метод, который заключается в предотвращении воспламенения, используется в IEC 60065 для случаев, когда преобладает подключение аппаратуры к сетевым цепям низкой мощности (< 16 А). Для более крупных сетевых цепей этот метод не принято считать достаточно эффективным, поскольку размер конуса пламени недостаточно точно соответствует размерам более крупных источников воспламенения, которые обычно встречаются в цепях более высокой мощности.
Такой подход ограничивает использование методов, которые заключаются в предотвращении воспламенения, в случае такой аппаратуры, источники воспламенения внутри которой характеризуются конусами пламени и условиями единичной неисправности, описанными в 6.4.7.

Таблица 10 — Метод 1: снижение вероятности воспламенения

Метод 1: снижение вероятности воспламенения при условиях единичной неисправности		
ИЭП1 (≤ 15 Вт через 3 с и ≤ 500 Вт ≤ 3 с)	6.4.2	Для защиты от воздействия ИЭП1 дополнительная защита не требуется. Принято считать, что ИЭП1 не обладает достаточной энергией, для того чтобы довести температуру материалов до температуры воспламенения.
ИЭП2 (> мощности ИЭП1 и ≤ 100 Вт через 5 с) и ИЭП3 (> мощности ИЭП2 и ≤ 4 000 Вт)	6.4.3	Цель данного пункта состоит в установлении требований к дополнительной защите, необходимой для снижения вероятности воспламенения в цепях ИЭП2 и ИЭП3 при условиях единичной неисправности, если доступная мощность в этих цепях не превышает 4 000 Вт.
		Устойчивое горение длительностью свыше 5 с не допускается.
		Отделение от ПИВ в виде электрической дуги и резистивного ПИВ осуществляется согласно требованиям 6.4.7. - Расстояния должны соответствовать приведенным на рисунках 41—44, или - если расстояние между ПИВ и легковоспламеняющимся материалом меньше указанного на рисунках 41—44, - масса легковоспламеняющегося материала < 4 г, или, - защита от ПИВ с помощью противопожарной перегородки; - требования по воспламеняемости: материал класса V-1, VTM-1 или HF-1, или прохождение испытания игольчатым пламенем (см. раздел S.2), или соответствующий стандарт IEC на компонент
		Использование устройств защиты, соответствующих требованиям разделов G.2—G.5 или соответствующих стандартов IEC на компоненты для таких устройств
		Использование компонентов, соответствующих требованиям разделов G.7 и G.8 или соответствующих стандартов IEC на эти компоненты
		Компоненты, связанные с сетью электропитания, должны соответствовать следующим требованиям: - требованиям соответствующих стандартов IEC на компоненты; - требованиям других разделов IEC 62368-1

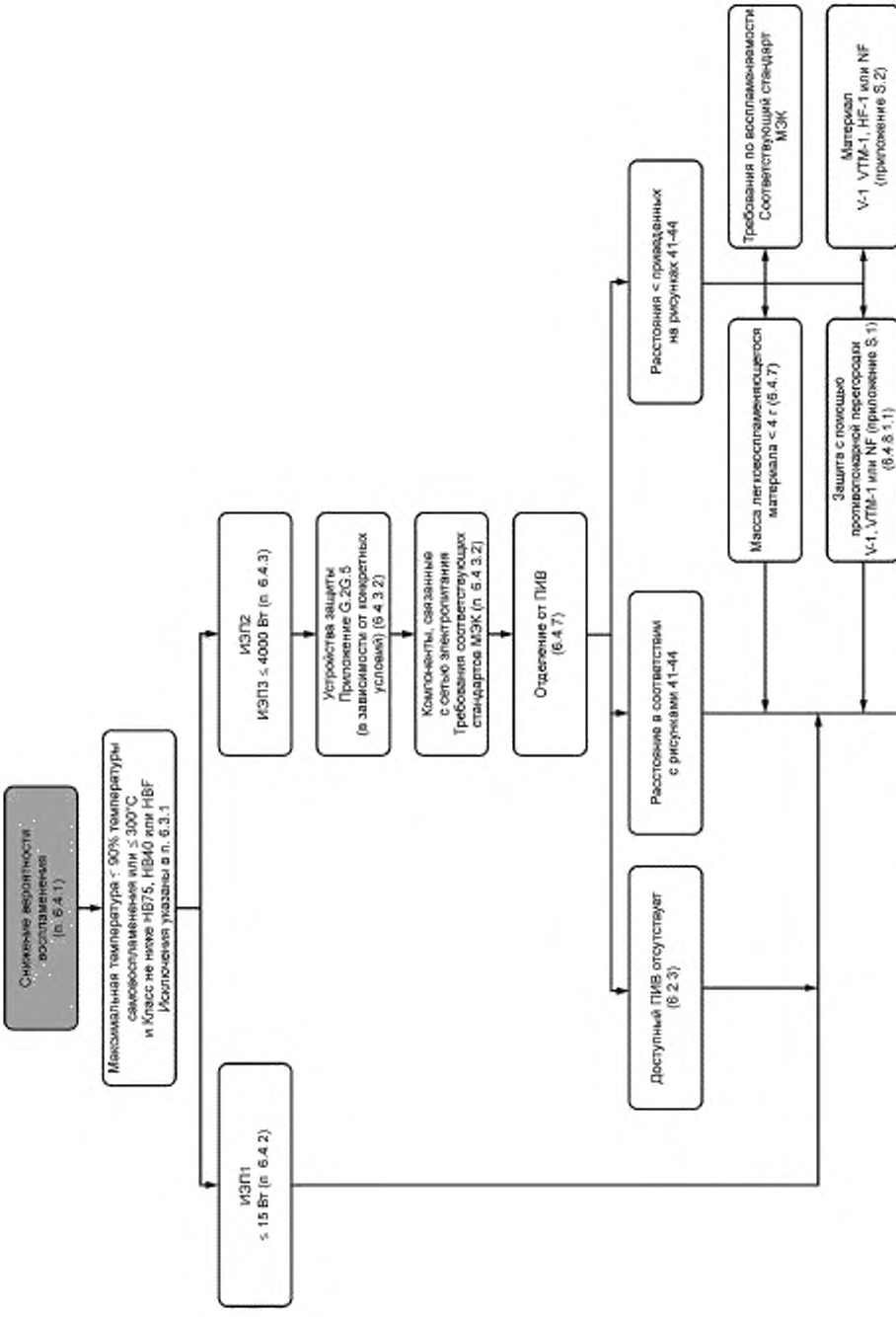


Рисунок 14 — Блок-схема метода, который заключается в предотвращении воспламенения

Метод, который заключается в контроле распространения огня описывает требования к защите, которая необходима для предотвращения распространения огня от установленных источников воспламенения. Такой подход предполагает весьма ограниченные испытания (без условий единичной неисправности). Защита в этом случае специально предназначена для того, чтобы минимизировать распространение огня как внутри изделия, так и вне противопожарного кожуха. Приведенные требования к защите выработаны с учетом уровня мощности. Для источников с более высокой мощностью необходима усиленная защита (см. рисунки 15 и 16 и таблицу 11 настоящего стандарта).

На основе такого разделения по мощности (4 000 Вт) также устанавливают параметры защиты для материалов противопожарных кожухов (V-1 и 5V) при использовании метода, который заключается в контроле распространения огня. В IEC 60950-1 для определения параметров противопожарных кожухов всегда использовалась масса. Было отмечено, что использование доступной мощности более уместно и в целом отражает текущую практику.

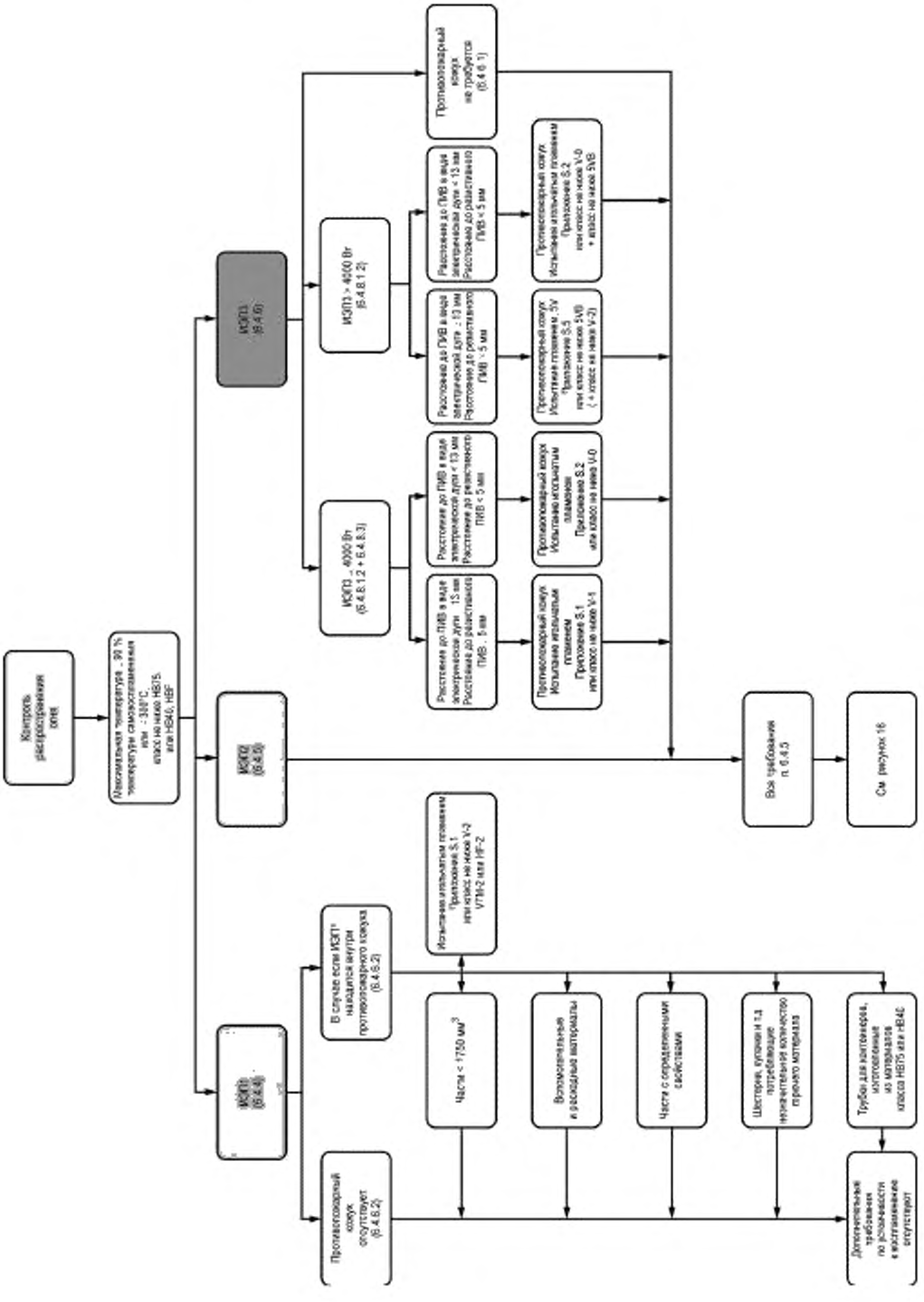


Рисунок 15 — Сводная информация по контролю распространения огня

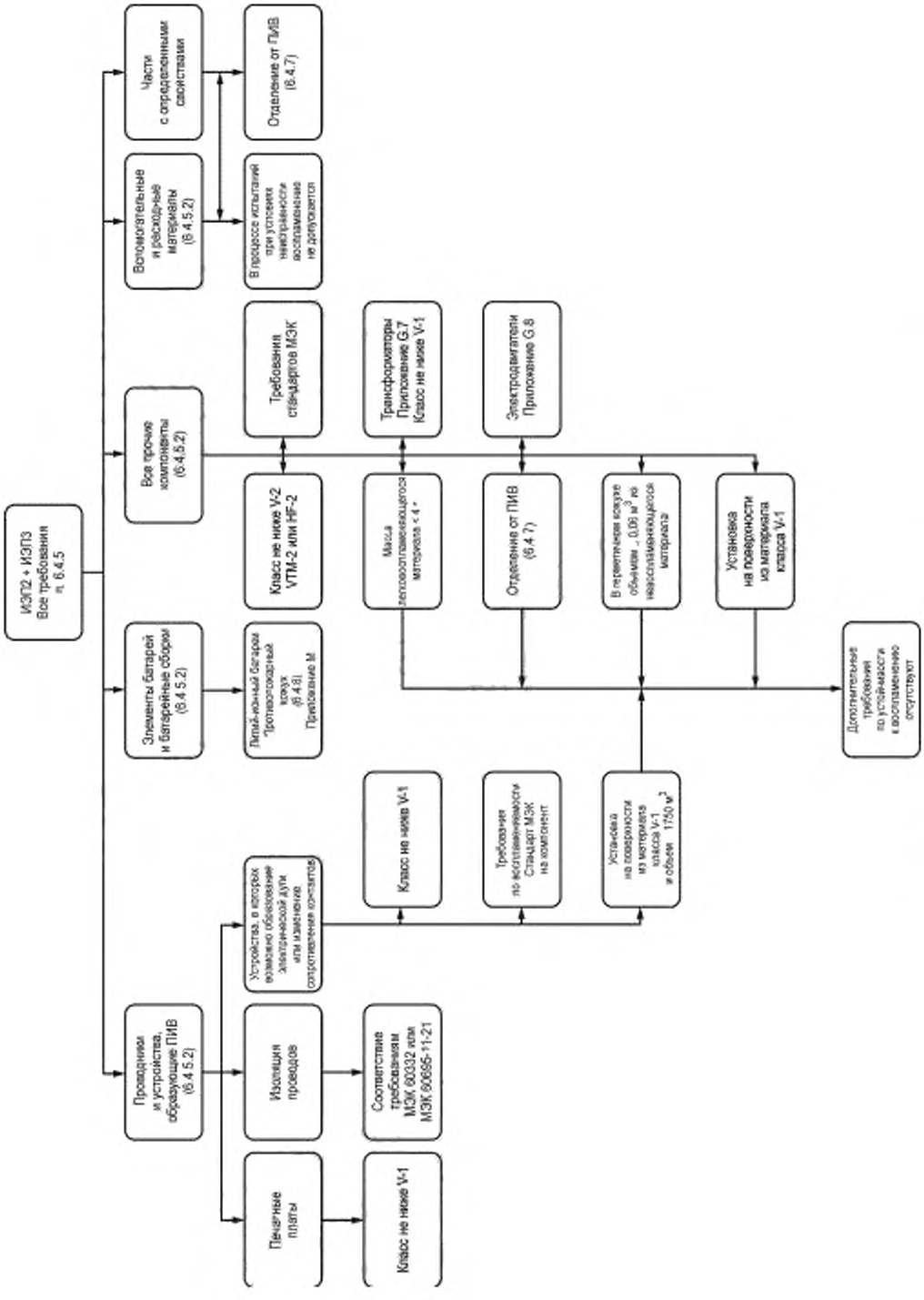


Рисунок 16 — Сводная информация по контролю распространения огня (2)

6.4.2 Снижение вероятности воспламенения в цепях ИЭП1 при условиях единичной неисправности

Обоснование: Низкая доступная мощность предотвращает воспламенение — величину 15 Вт принимают за нижний предел мощности, при которой возможно возгорание, для электронных изделий. Ограничение мощности не относят к основной защите, а считают характеристикой рассматриваемой цепи.
Данное определение приведено в рамках классификации источников электропитания.

6.4.3 Снижение вероятности воспламенения в цепях ИЭП2 и ИЭП3 при условиях единичной неисправности.

Обоснование: Для выявления всех потенциальных источников воспламенения следует проанализировать возможность воспламенения всех цепей и компонентов в составе цепей ИЭП2 и ИЭП3.
Источники воспламенения, образующиеся в цепях ИЭП2 или ИЭП3, принято считать эквивалентными. Размеры возникающего пламени и время горения в цепях ИЭП2 и ИЭП3 одинаковы, если доступная мощность не очень велика (например, не превышает 4 000 Вт).
В случае очень больших источников (с мощностью свыше 4 000 Вт) описанную защиту, предназначенную для предотвращения воспламенения в потенциальных источниках воспламенения, не считают эффективной. Вместо нее следует применять метод, который заключается в контроле распространения огня (обоснование использования величины 4 000 Вт приведено в 6.4.1).

6.4.3.2 Требования

Источник: IEC 60065, IEC 60695-2-13, IEC 60950-1

Обоснование: Воспламенение горючего материала при условиях единичной неисправности допустимо только в тех случаях, если количество горючего материала очень мало и он быстро вспыхивает (как, например, в случае плавкого резистора). Чтобы классифицировать событие как «искру» или кратковременное «возгорание в виде вспышки» при условиях единичной неисправности в электронных цепях, вводят величину временного интервала, который составляет 5 с. Энергию, выделяющуюся в ходе этого кратковременного процесса, считают недостаточной для воспламенения других частей. Это значение, соответствующее IEC 60695-2-13, было использовано ТК 89 на практике для времени воспламенения от раскаленной проволоки. Этот временной интервал необходим для описания ожидаемых вспышек/кратковременных воспламенений, которые часто возникают в результате неисправностей. Эта величина составляет половину от временного интервала 10 с, по истечении которого, как принято считать на основании общего опыта, происходит воспламенение термопластичных материалов при непосредственном воздействии пламени. Общеизвестно, что в других стандартах используются короткие временные интервалы величиной 2 с.
Безопасность обеспечивают путем выявления всех ПИВ и такого ограничения температуры частей, чтобы при условиях единичной неисправности она не достигала температуры самовоспламенения, минимизации количества огнеопасного материала вблизи ПИВ, отделения легковоспламеняющихся материалов от ПИВ с помощью перегородок и использования надежных устройств защиты для ограничения температуры легковоспламеняющихся частей.
Несмотря на то что испытания при условиях единичной неисправности не представляют ценности с точки зрения статистики, его проведение согласно IEC 60065 и IEC 60950-1 входит в общую практику.
Температуры, ограничивающие воспламенение, считают точками самовоспламенения материала или температурами вспышки для огнеопасных жидкостей и паров (это значение должно включать допуск величиной 10 % для учета условий

окружающей среды, лабораторных условий и условий эксплуатации оборудования). Также проверяют распространение огня на расположенные рядом части во время и после неисправности.

Разнесение легковоспламеняющегося материала и потенциального источника воспламенения на достаточно большое расстояние или установка сплошной перегородки между ними должна минимизировать опасность распространения огня далее горючих материалов, находящихся в непосредственном контакте с потенциальным источником воспламенения. Используют определяемые с помощью конуса пламени расстояния, которые были получены для IEC 60065 и сочтены приемлемыми. Настоятельно рекомендуеся использовать конус, поскольку это более надежный метод, чем испытания при условиях единичной неисправности. Так как они не являются репрезентативными, необходимо соблюдать некоторые требования к материалам и конструкциям (зона контроля горючих материалов или зона запрещенного доступа).

Использование надежных устройств защиты — Устройства, используемые для предотвращения воспламенения, должны удовлетворять требованиям по надежности. Таким образом допускается использовать только те устройства, которые соответствуют требованиям по надежности, приведенным в приложении G.

Компоненты, которые удовлетворяют требованиям соответствующих стандартов IEC на такие компоненты, также рассматриваются с учетом соответствия этим стандартам, в которых кроме того содержатся требования по защите от воспламенения. К ним также относятся те компоненты, которые практически всегда представляют собой часть потенциального источника воспламенения, поскольку они подключены к сети электропитания.

Размыкание проводника: размыкание проводника не допускается при условиях единичной неисправности, поскольку его не считают надежным устройством защиты для ограничения воспламенения. Однако в случае резистивного ПИВ оно может быть приемлемым, если печатная плата изготовлена из материала с повышенной стойкостью к распространению огня и при размыкании не образуется ПИВ в виде электрической дуги. Принято считать, что для гашения пламени в случае низких напряжений и предотвращения его распространения достаточно материала класса V-1. Материал указанного класса не обеспечивает эффективной защиты, если при размыкании образуется ПИВ в виде электрической дуги (< 50 В).

Отслоение любых проводников в результате проведения испытаний не должно приводить к возникновению каких-либо опасностей, связанных со смещением проводящих дорожек во время или после испытания, если они смещаются предсказуемым образом.

Во время испытаний при условиях единичной неисправности отслоение может приводить к пробою основной защиты, однако оно не должно вызывать отказ дополнительной или усиленной защиты.

6.4.3.3 Метод проведения испытания

Источник: IEC 60065, IEC 60127

Обоснование: Для определения того, какие компоненты могут выйти из строя, следует использовать значения доступной мощности и критерии классификации резистивных потенциальных источников воспламенения и потенциальных источников воспламенения в виде электрической дуги.

Если введенное условие единичной неисправности вызывает сбой в работе другого устройства или последующую неисправность, необходимо доказать, что последующая неисправность достоверна, еще два раза вводя условие единичной неисправности (всего три раза). Такой метод используется в IEC 60065.

Определение установившегося состояния для условий единичной неисправности связано с ростом температуры. Применяют такие же требования, как требования в отношении установившегося состояния, приведенные в приложении B, несмотря на то, что температуры воспламенения материалов (> 300 °C) гораздо выше

требуемых температур, указанных в других разделах (~25—100 °С). Рассматривались более короткие временные интервалы (15 мин), однако от них отказались для соблюдения единообразия с другими частями. Термин «установившееся состояние» должен учитывать температуры, которые материал испытывает во время испытания.

Следует рассматривать максимальную температуру, которой достигают материалы, окружающие источник тепла, если после обрыва тока температура продолжает расти.

Ограничение с помощью плавких предохранителей: необходимо обеспечить надежность устройств защиты, ограничивающих температуру и предотвращающих неисправность компонентов. Критерии, используемые в стандартах на компоненты, требования которых применяют к каждому из них, считают приемлемыми, если части используются по назначению. Приведенные требования предполагают, что наиболее широко используемым устройством является предохранитель типа, описанного в IEC 60127.

Методология проведения испытания ориентирована на обеспечение того, что величина доступной энергии, которую принимает на себя плавкая вставка, должна быть основана на токе, который она выдерживает, и ограничена условиями прерывания, определяемыми временной характеристики срабатывания, приведенной в IEC 60127. Согласно IEC 60127, допускается превышение тока срабатывания в 2,1 раза в течение 1 мин.

Чтобы установить, как плавкий предохранитель влияет на результаты введения условия единичной неисправности, предохранитель, если он срабатывает, заменяют перемычкой, после чего испытание повторяют. Существует три возможных соотношения между фактическим током, текущим через плавкий предохранитель, данными по преддуговому току и времени, содержащимися в технических спецификациях, предоставленных изготовителем плавкого предохранителя.

a) Если величина измеренного тока всегда оказывается ниже значения на преддуговой характеристике, предоставленной изготовителем плавкого предохранителя (т. е. измеренный ток ниже, чем номинальный ток плавкого предохранителя, умноженный на 2,1), плавкий предохранитель не считают надежной защитой и продолжают испытание при накоротко замкнутом плавком предохранителе, пока не будет достигнуто установившееся состояние, после чего измеряют максимальную температуру.

b) Если величина измеренного тока быстро становится выше значения на преддуговой характеристике плавкого предохранителя (т. е. измеренный ток существенно выше, чем номинальный ток плавкого предохранителя, умноженный на 2,1), то испытание повторяют с разрывом в цепи на месте плавкого предохранителя (предполагают, что плавкий предохранитель быстро разомкнет цепь, и его можно будет рассматривать как обрыв в ней) и регистрируют максимальную температуру.

c) Если величина измеренного тока превышает значение на преддуговой характеристике плавкого предохранителя лишь в некоторых случаях после введения неисправности, плавкую вставку заменяют шунтирующей перемычкой и повторяют испытание, измеряя температуру в тот момент, когда измеряемый ток начинает превышать значение на преддуговой характеристике плавкого предохранителя. Обычно считают, что измеренные значения тока, который протекает через шунтирующую перемычку, можно представить в графическом виде и сравнить с преддуговыми кривыми, приведенными изготовителем плавкого предохранителя в спецификации на предохранитель, для определения продолжительности испытаний.

6.4.4 Контроль над распространением огня в цепях ИЭП1

Обоснование: Низкая доступная мощность предотвращает воспламенение — величину 15 Вт принимают за нижний предел мощности для электронных цепей, при которой возможно воспламенение. Этот нижний предел мощности относят к характеристикам цепи, а не основной защиты.

Таблица 11 — Метод 2: контроль распространения огня

Метод 2: контроль распространения огня		
ИЭП1 (≤ 15 Вт по истечении 3 с ≤ 500 Вт ≤ 3 с)	6.4.4	Для защиты от воздействия ИЭП1 дополнительная защита не требуется. Принято считать, что ИЭП1 не обладает достаточной энергией, для того чтобы довести температуру материалов до температуры воспламенения
ИЭП2 (≤ 100 Вт по истечении 5 с)	6.4.5	В этом пункте описана дополнительная защита, требуемая для предотвращения распространения огня при возгораниях, возникающих в ПИВ в цепях ИЭП2, на расположенные рядом легковоспламеняющиеся материалы. Основной защитой, используемой для сведения к минимуму доступной энергии источника воспламенения, является ограничение энергии, доступной в цепях ИЭП2. Дополнительная защита необходима для контроля распространения огня из любого возможного ПИВ на другие части оборудования
		Для проводников и устройств с ПИВ применяют следующие требования: • печатные платы должны быть изготовлены из материала класса не ниже V-1; • изоляция проводов должна соответствовать требованиям серии стандартов IEC 60332 или стандарта IEC 60695-11-21; • устройства, в которых возможно возникновение дугового пробоя или изменение сопротивления контактов (например, подключаемые соединители), должны соответствовать одному из следующих требований: • устройства должны быть изготовлены из материала класса V-1; или • устройства должны соответствовать требованиям по воспламеняемости, приведенным в стандартах IEC на соответствующие компоненты; или • устройства должны быть установлены на поверхности из материала класса V-1 и иметь объем ≤ 1 750 мм^3
		Батареи и батарейные сборки должны соответствовать требованиям приложения M. Все прочие компоненты должны соответствовать следующим требованиям: • компоненты должны быть установлены на поверхности из материала класса V-1; или • компоненты должны быть изготовлены из материала класса V-2 или VTM-2, или из вспененного материала класса HF-2; или • масса легковоспламеняющихся материалов, входящих в состав таких компонентов, не должна превышать 4 г при условии, что, когда часть воспламеняется, огонь не распространяется на другую часть; или • компоненты должны быть отделены от ПИВ согласно требованиям 6.4.7; • расстояния должны соответствовать приведенным на рисунках 41—44; или • в случае если расстояния не соответствуют приведенным на рисунках 41—44, применяют следующие требования: • масса легковоспламеняющегося материала должна быть меньше 4 г, или • компоненты должны быть защищены от ПИВ с помощью противопожарной перегородки; или • компоненты должны соответствовать требованиям по воспламеняемости, т. е. должны быть изготовлены из материала класса V-1 или VTM-1 или из вспененного материала класса HF-1, или выдерживать испытание игольчатым пламенем, приведенное в IEC 60695-11-2, согласно требованиям раздела S.2; • компоненты должны соответствовать требованиям по воспламеняемости, приведенным в стандартах IEC на соответствующие компоненты, или требованиям разделов G.7 и G.8; • изоляционные материалы, используемые в трансформаторах и катушках, должны быть изготовлены из материала класса V-1;

Окончание таблицы 11

		• компоненты должны находиться в герметичном кожухе объемом не более 0,06 м^3, полностью состоящем из невоспламеняющегося материала и не имеющем вентиляционных отверстий. Следующие компоненты должны быть отделены от ПИВ согласно требованиям 6.4.7 либо не должны воспламеняться во время испытаний при условиях неисправности: • вспомогательные и расходные материалы, носители информации и материалы для записи; - части, которые должны обладать определенными свойствами для выполнения предусмотренных функций, например валики из синтетического каучука и трубки для подачи краски
ИЭП3 (> мощности ИЭП2)	В этом пункте описана дополнительная защита, требуемая для предотвращения распространения огня при возгораниях, возникающих в ПИВ в цепях ИЭП3, на расположенные рядом легковоспламеняющиеся материалы	
	6.4.6.2	Распространение огня в цепях ИЭП3 следует контролировать с использованием следующих способов: - использование противопожарного кожуха в соответствии с требованиями 6.4.8 и - применение всех требований для цепей ИЭП2 согласно 6.4.5. Указанные требования не применяют к следующим компонентам: • изоляции проводов и трубок, соответствующей требованиям серии стандартов IEC 60332 или IEC 60695-11-21; • компонентам, в том числе и соединителям, соответствующим требованиям 6.4.8.1.1 и заполняющим отверстие в противопожарном кожухе; • вилкам и соединителям, являющимся частью шнура электропитания или соответствующим требованиям 6.5 и разделов G.9 и G.21; • трансформаторам, соответствующим требованиям раздела G.7; - электродвигателям, соответствующим требованиям раздела G.8
	6.4.6.2 Для цепей ИЭП2 или ИЭП3 в противопожарном кожухе	См. все требования для ИЭП2 (6.4.5)
	6.4.6.2 Для цепей ИЭП1 в противопожарном кожухе	Легковоспламеняющиеся материалы: • должны выдерживать испытание игольчатым пламенем согласно требованиям раздела материал S.1 или иметь класс V-2, VTM-2 или HF-2. Указанные требования не применяют к следующим компонентам: • частям, имеющим объем менее 1 750 мм^3; • вспомогательным и расходным материалам, носителям информации и материалам для записи; • частям, которые должны обладать определенными свойствами для выполнения предусмотренных функций, например к валикам из синтетического каучука и трубкам для подачи краски; • шестерням, кулачкам, ремням, подшипникам и другим небольшим частям, которые обычно плохо горят, включая шильдики, монтажные лапы, крышки клавиш, регуляторы и т. п.; - трубкам в пневматических и гидравлических системах, емкостям для порошков или жидкостей и частям из пенопласта при условии, что они изготовлены из материала класса HB75, если наименьшая репрезентативная толщина материала не превышает 3 мм, или из материала класса HB40, если наименьшая репрезентативная толщина материала составляет не менее 3 мм, или из вспененного материала класса HBF

6.4.5 Контроль над распространением огня в цепях ИЭП2

Источник: IEC 60950-1

Обоснование: Ограничение величины доступной мощности (100 Вт) в цепях ИЭП2 и контроль находящихся рядом с ними горючих материалов снижает опасность распространения огня при условии, что воспламенение компонентов может возникнуть. Ограничение уровня мощности минимизирует размеры источника воспламенения и его воздействие на находящиеся рядом горючие материалы, которые входят в состав цепей ИЭП2.

В этом разделе описаны способы, позволяющие установить контроль над горючими материалами, входящими в состав цепей, в которых возможно воспламенение, или находящимися рядом с ними. Поскольку цепи ИЭП2 не подвергают испытаниям в условиях неисправности, принято считать, что возгорание может возникнуть в любой точке цепи. Эти способы защиты должны быть основаны на характеристиках воспламеняемости материалов, из которых изготовлены компоненты и которые предотвращают распространение огня из первоначального источника воспламенения на внутренние материалы, которые его окружают.

В этом разделе допустимой признается только конструктивная защита, не выходящая за рамки требований IEC 60950-1, которые показали себя эффективными с течением времени.

Рассматриваются только такие горючие материалы, которые хорошо горят.

6.4.5.2 Требования

Источник: IEC 60065, IEC 60950-1

Обоснование: Требования, касающиеся проводников и устройств, имеющих части, в которых возможно возникновение дугового разряда, или подверженных резистивному нагреву, являются наиболее жесткими требованиями в отношении устойчивого горения и защиты проводки и печатных плат.

- Установка на материале с повышенной стойкостью к распространению пламени для ограничения развития возгорания. Установку на поверхности из материала класса V-1 считают важным требованием, поскольку такой материал ограничивает количество горючих материалов, поддерживающих устойчивое горение, а также не способствует развитию больших пожаров или пожаров разлития. Распространение огня при воспламенении небольших частей может сдерживать более крупная печатная плата. Такая оговорка необходима для использования существующего положения стандарта IEC 60950-1, которое касается небольших устройств, закрепленных непосредственно на печатных платах. На практике используется величина 1 750 мм^3, что отражено в IEC 60065.
- Использование проводки с повышенной стойкостью к распространению пламени соответствует требованиям к внутренней и внешней проводке, приведенным в разделе 6.
- Допускается применение действующих требований к компонентам по отношению к устройствам, на которые распространяются отдельные требования (стандартов МЭК или приложений настоящего стандарта).
- Достаточно большое расстояние или сплошная огнестойкая перегородка между любым легковоспламеняющимся материалом и потенциальными источниками воспламенения. (ЗАПРЕТНЫЕ ЗОНЫ или ЗОНЫ ОГРАНИЧЕННОГО ДОСТУПА).

Для защиты всех прочих компонентов (тех, которые не являются непосредственными источниками дугового разряда и не подвержены резистивному нагреву) применяют ограниченное количество способов по сравнению с частями, воспламенение которых более вероятно. Эти способы перечислены ниже:

- Частям, которые не подвержены возникновению дугового разряда и резистивному нагреву, достаточно иметь класс V-2. Кроме того, требование IEC 60950-1, применяемое к частям в цепях с ограничением мощности. Устойчивое горение

материалов класса V-2 сходно с устойчивым горением материалов класса V-1 при маломасштабных испытаниях. Допускается также использование материалов класса VTM-2 или HF-2.

- Ограничение массы легковоспламеняющегося горючего материала вблизи устройств, входящих в состав цепи ИЭП2. Предельное значение 4 г было выработано на основе определения мелких частей, приведенного вместе с требованиями к ПИВ, которые перечислены в этом разделе и первоначально были использованы в IEC 60065.
- В качестве альтернативы компоненты и цепи могут быть отделены от горючих материалов в соответствии с требованиями, которые определяются конусом пламени, описанным для изоляции горючих материалов от потенциальных источников воспламенения.
- Заключение частей в небольшой огнеупорный корпус, ограничивающий доступ кислорода к частям. На практике используется величина 0,06 $м^2$, что отражено в стандарте IEC 60950-1. Она достаточно мала для подавления роста возгорания, возникающего в источнике низкой мощности.

Перечисленные выше компоненты, к которым не применяют указанные требования, отобраны по наличию общих конструктивных элементов из материала, который обычно не содержит огнестойких добавок или в который они не могут быть введены по функциональным соображениям. Испытания при условиях единичной неисправности должны демонстрировать, что такие компоненты не будут воспламеняться при эксплуатации. В противном случае их необходимо изолировать от каждого ПИВ.

6.4.5.3 Соответствие требованиям

Обоснование: Соответствие требованиям по воспламеняемости материала проверяют проведением испытаний, приведенных в приложении S, сопоставлением со стандартом на компонент или просмотром технических спецификаций на материал.

6.4.6 Контроль над распространением огня в цепях ИЭП3

Источник: IEC 60950-1

Обоснование: Для контроля над распространением огня в цепях ИЭП3 должны быть выполнены два основных требования:

а) заключение компонентов в противопожарный кожух, который ограничивает распространение огня. В эту категорию входят такие же требования, как и для компонентов в цепях ИЭП2, а также требование из IEC 60950-1, касающееся всех легковоспламеняющихся материалов, которые находятся внутри противопожарного кожуха;

б) использование кожухов, за пределы которых огонь не распространяется. Кожухи изделий должны иметь такую конструкцию, которая предотвращает распространение огня при возгораниях, возникающих в цепях ИЭП3. Этот критерий для противопожарных кожухов выработан на основе величины доступной мощности.

6.4.6.2 Требования

Источник: IEC 60950-1

Обоснование: Цепи, в состав которых входит источник ИЭП3, могут содержать существенное количество энергии. При условиях единичной неисправности защита, обеспечивающая регулирование параметров горючих материалов, рядом с которыми происходит неисправность или находится источник последующего возгорания, может не выдержать доступную мощность. Поэтому противопожарный кожух является необходимой частью дополнительной защиты. Противопожарный кожух и средства регулирования параметров материалов составляют необходимую дополнительную защиту, требуемую для цепей ИЭП3.

Следует использовать подходящие материалы, в стандартном порядке выбирая невоспламеняющиеся или огнестойкие материалы для печатных плат и компонентов, входящих в состав ИЭП3 или расположенных рядом с ним. Рассматриваются только такие горючие материалы, которые хорошо горят, что подразумевает соответствие всем требованиям для цепей ИЭП2 и, кроме того, применение кожуха, за пределы которого огонь не распространяется.

Требования по воспламеняемости всех материалов внутри противопожарного кожуха содержатся в этом пункте. Эта модель используется в IEC 60950-1 для контроля количества и типа горючего материла, который может воспламениться при крупном возгорании. Поскольку для данного метода не существует испытания при условиях единичной неисправности, возгорание, возникшее в крупном источнике воспламенения, может затронуть другие горючие материалы внутри противопожарного кожуха. В цепях ИЭП3, особенно в тех из них, которые характеризуются высоким уровнем мощности, могут возникать крупные внутренние возгорания, особенно если в процессе таких возгораний происходит воспламенение находящихся рядом с цепью легковоспламеняющихся материалов, которые не входят непосредственно в ее состав. Если средства по ослаблению таких возгораний не используются, противопожарные кожухи, применение которых допускается настоящим стандартом, могут не выдержать воздействие огня. При выработке способов контроля воспламеняемости горючих материалов внутри кожуха следует в существенной мере руководствоваться опытом, описанным в IEC 60950-1.

Перечисленные в этом пункте мелкие части, к которым не применяют указанные требования, т.е. расходные материалы и т. д., которые находятся внутри противопожарного кожуха, а также механические компоненты, которые не могут иметь повышенной стойкости к распространению пламени, не подпадают под указанные требования вследствие требований к воспламеняемости материалов. Это существующая практика, отраженная в IEC 60950-1.

Принято считать, что компоненты, заполняющие отверстия в противопожарном кожухе и также относящиеся к классу V-1, соответствуют требованиям, поскольку на практике заключение этих устройств в дополнительный кожух не представляется возможным. На сегодняшний день такие конструкции широко используются в оборудовании информационных технологий и бытовой электронике.

Требования к проводке приведены в отдельной части этого пункта.

На электродвигатели и трансформаторы распространяются отдельные требования по воспламеняемости, вследствие чего отдельные кожухи для них не требуются. См. приложение G.

6.4.7 Отделение легковоспламеняющихся материалов от ПИВ

Обоснование: В случаях, когда потенциальные источники воспламенения выявлены путем классификации и по условиям единичной неисправности, для ограничения распространения огня при возгораниях, возникающих в источнике воспламенения, прибегают к отделению от источника воспламенения с помощью расстояния или перегородок, что также необходимо для предотвращения устойчивого горения.

6.4.7.2 Отделение с помощью расстояния

Источник: IEC 60065

Обоснование: Защита материалов, находящихся в пределах конуса пламени, включает контроль размера материалов (а также запрет на близкое расположение огнеопасных частей). В противном случае части, находящиеся в непосредственной близости от ПИВ, должны быть изготовлены из материала, имеющего класс воспламеняемости V-1, что ограничивает развитие устойчивого горения и распространение огня.

Мелкие части (массой менее 4 г) принято считать недостаточно большими для сильного распространения огня. Указанное значение также применяют для компонентов цепей ИЭП2 и ИЭП3. Оно успешно использовалось в IEC 60065.

Для тех случаев, когда требуемое расстояние поддержать не удается, в число требований включают прохождение испытания игольчатым пламенем при воздействии пламенем в течение 60 с. Данное требование выработано на основе более ранних требований IEC 60065. Испытанию игольчатым пламенем, которое представляет собой альтернативу указанным требованиям к расстоянию, можно подвергнуть перегородку, чтобы убедиться, что любые дополнительные отверстия, появляющиеся на ней в результате испытания игольчатым пламенем, по-прежнему соответствуют требованиям (т.е. будут ограничивать распространение огня через перегородку).

Соединения с резервированием: ПИВ в виде электрической дуги не может существовать на соединениях с резервированием или надежных соединениях, поскольку принято считать, что такие соединения не размыкаются и не разъединяются (что приводит к образованию электрической дуги).

Соединения с резервированием представляют собой два или более соединений любого типа, подключенных параллельно, при отказе одного из которых все остальные по-прежнему могут пропускать полную мощность. Принято считать, что электрическая дуга не может возникнуть на соединениях с резервированием, а также на любых соединениях, изменение сопротивления контактов которых по каким-либо другим причинам считают маловероятным на протяжении всего срока службы этих соединений. Некоторые примеры приведены в тексте стандарта, однако доказывать, что соединения являются надежными, предоставляется производителю. Определенных критериев, которые можно было бы перечислить, не существует:

- Полые заклепки или ушки, дополнительно закрепленные с помощью пайки, — это подразумевает, что при соединении заклепками сопротивление контактов сохраняется на соответствующем уровне, а пайка необходима для создания отдельного проводящего пути.
- Гибкие соединители, например гибкие выводы проводки или обжимные выводы устройства, которые снимают механическое напряжение (обусловленное нагреванием или возникающее при использовании) с паяного соединения между выводом и проводником печатной платы.
- Обжимные соединения или соединения накруткой, сделанные машинным способом или с помощью инструмента, — принято считать, что правильно сделанные механические обжимные соединения или соединения накруткой не разъединяются.
- Паяные соединения на печатных платах делают с помощью автоматических паяльных станков и автоматических паяльных станков с двумя ваннами для припоя, однако без дальнейшего обследования такие соединения не считают надежными. Это означает, что соединения на большинстве печатных плат подвергаются перепайке. Однако в некоторых случаях выводы компонентов и проводники печатной платы плохо соединены. В таких случаях допускается перепайка, которую работник должен выполнять вручную.

Компоненты из легковоспламеняющихся материалов, за исключением печатных плат из материалов класса V-1, следует отделять от каждого ПИВ с помощью расстояния, определенного по масштабам возгорания в ПИВ. Размеры конуса пламени 50 и 13 мм взяты из IEC 60065, где они успешно использовались на протяжении нескольких лет. Принято считать, что в зоне внутри конуса может существовать открытое пламя, поэтому в этой зоне необходимо контролировать параметры материалов.

Потенциальные источники воспламенения никогда не являются точечными объектами, один из которых показан на рисунке 45. В общем, они представляют собой трехмерные компоненты, однако на чертежах их изображают только как одномерные или двумерные объекты. Трехмерные чертежи трудны для понимания.

На рисунке 17 настоящего стандарта показано, как охватывать трехмерные потенциальные источники воспламенения. На рисунке не показана нижняя часть конуса пламени, однако для нее подход остается таким же.

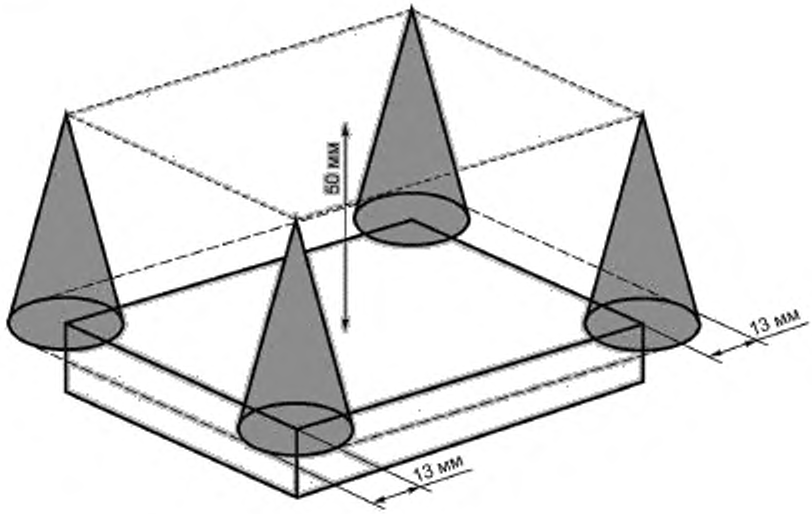


Рисунок 17 — Использование конуса пламени в случае крупного компонента

Конус пламени размещают в каждом углу. Внешние линии, соединяющие конусы, определяют тот объем, в котором не должны находиться легковоспламеняющиеся материалы.

Рисунок 45 — На этом рисунке, где изображен конус пламени и приведены его размеры, показан одномерный, точечный источник воспламенения на плоскости. Также показана огибающая поверхность (перевернутый рожок для мороженого) пламени при возникновении возгорания в потенциальном источнике воспламенения. Для наглядности этот ПИВ изображен в виде точечного источника, однако такие ПИВ гораздо чаще представляют собой трехмерные компоненты, к которым относятся проводники и упаковка устройств.

Рисунок 46 — Источник воспламенения изображен в виде двумерного объекта для большей наглядности.

Рисунок 47 — На этом рисунке показано, как меняется конус пламени при наличии принудительного потока воздуха, когда, например, изделие оснащено вентилятором. Это необходимо для компенсации изменения формы и колебаний пламени, вызванных движением принудительного потока воздуха. В качестве приемлемого значения был выбран угол 45°.

6.4.7.3 Отделение с помощью противопожарной перегородки

Источник: IEC 60065

Обоснование: Необходимо использовать печатные платы из материала с повышенной стойкостью к распространению пламени, поскольку горючий материал и источник электрической энергии постоянно находятся в прямом контакте. Было показано, что для этой цели подходит материал класса V-1.

Сами печатные платы обычно способствуют возникновению ПИВ в виде электрической дуги и поэтому не могут быть использованы в качестве перегородок. Маленькие отверстия или дырочки в них могут увеличиться, в результате чего электрическая дуга пройдет сквозь плату.

Печатная плата может служить перегородкой, отделяющей от ПИВ в виде электрической дуги, при условии, что ПИВ не находится непосредственно на этой плате.
В случае резистивного ПИВ допускается использовать печатные платы при условии, что они изготовлены из материала класса V-1 или выдерживают испытание, приведенное в разделе S.1. Чтобы минимизировать возможность падения огнеопасного материала на поддерживающую поверхность или его контакта с легковоспламеняющимися горючими материалами (что приводит к пожарам разлития), подходят любые горючие материалы класса V-1 или горючие материалы с меньшей воспламеняемостью. Если ПИВ возникает в компоненте, который установлен на печатной плате, питание этого компонента должен обеспечивать источник класса ИЭП2 или ИЭП3. Однако цепи ИЭП2 или ИЭП3 не должны находиться рядом с ПИВ, поскольку это может привести к возникновению неисправностей вследствие нагревания ПИВ, которое при иных условиях не рассматривают.
Рисунок 44 — На этом рисунке показано, как меняется конус пламени при использовании противопожарной перегородки для отделения легковоспламеняющегося материала от потенциального источника воспламенения. Этот рисунок приведен в качестве примера только для двух углов. Несмотря на то что можно привести множество примеров, по практическим соображениям были выбраны только два из них. Анализ большого количества рисунков, изображающих перегородки под разными углами, может вызвать затруднения. Группа, отвечающая за пожарную безопасность, приняла решение оставить только два типичных рисунка с наклонной перегородкой для иллюстрации.

6.4.8 Противопожарные кожухи и перегородки

Обоснование: Защитная функция противопожарного кожуха и противопожарной перегородки состоит в том, чтобы предотвращать распространение огня (см. таблицу 12 настоящего стандарта).

Таблица 12 — Требования по воспламеняемости, предъявляемые к противопожарным перегородкам и противопожарным кожухам

Требования по воспламеняемости		
Противопожарная перегородка	6.4.8.1.1	Противопожарная перегородка должна соответствовать следующим требованиям: - противопожарная перегородка должна быть изготовлена из невоспламеняющегося материала; или - перегородка должна выдерживать испытание игольчатым пламенем, приведенное в разделе S.1, или быть изготовлена из материала класса не ниже V-1 или VTM-1
	6.4.8.3	Отделение противопожарной перегородки от ПИВ: - расстояние до ПИВ в виде электрической дуги ≥ 13 мм; - расстояние до резистивного ПИВ ≥ 5 мм. Допускаются меньшие расстояния при условии, что часть противопожарной перегородки соответствует одному из следующих требований: - часть перегородки должна выдерживать испытание игольчатым пламенем в соответствии с требованиями раздела S.2, при этом после испытания в перегородке не должно остаться отверстий, размер которых больше указанного в 6.4.8.2.3 и 6.4.8.2.4; или - часть перегородки должна быть изготовлена из материала класса не ниже V-0.

Окончание таблицы 12

Противопожарный кожух	6.4.8.1.2	Материалы противопожарного кожуха должны: - относиться к категории невоспламеняющихся; или - для ИЭПЗ с мощностью ≤ 4 000 Вт — выдерживать испытание игольчатым пламенем в соответствии с требованиями раздела S.1 или иметь класс не ниже V-1; - для ИЭПЗ с мощностью > 4 000 Вт — выдерживать испытание игольчатым пламенем в соответствии с требованиями раздела S.5 или иметь класс не ниже 5VB
		Материалы компонентов, заполняющих отверстие в противопожарном кожухе или предназначенных для установки в таком отверстии, должны: - удовлетворять требованиям по воспламеняемости, приведенным в соответствующих стандартах МЭК на такие компоненты; или - иметь класс не ниже V-1; или - выдерживать испытание игольчатым пламенем, приведенное в разделе S.1
	6.4.8.3	Отделение противопожарного кожуха от ПИВ: - расстояние до ПИВ в виде электрической дуги ≥ 13 мм; - расстояние до резистивного ПИВ ≥ 5 мм. Допускаются меньшие расстояния при условии, что часть противопожарного кожуха соответствует одному из следующих требований: - часть кожуха должна выдерживать испытание игольчатым пламенем в соответствии с требованиями раздела S.2, при этом после испытания в кожухе не должно остаться отверстий, размер которых больше указанного в 6.4.8.2.3 и 6.4.8.2.4; или - часть кожуха должна быть изготовлена из материала класса не ниже V-0

6.4.8.1.1 Требования, предъявляемые к противопожарным перегородкам

Источник: IEC 60065, IEC 60950-1

Обоснование: Перегородки, используемые для отделения ПИВ от огнеопасных горючих материалов, должны препятствовать контакту пламени с огнеопасными материалами при возникновении возгорания в ПИВ. Этого можно добиться путем использования материалов с повышенной стойкостью к распространению пламени, которые выдерживают испытание в условиях эксплуатации, приведенное в разделе S.1, или проходят предварительный отбор как материалы класса воспламеняемости V-1

Испытание, приведенное в разделе S.1, выработано на основе испытания игольчатым пламенем, которое согласно IEC 60950-1 и IEC 60065 в настоящее время является возможным способом проверки кожухов.

6.4.8.1.2 Требования, предъявляемые к противопожарным кожухам

Источник: IEC 60065, IEC 60950-1

Обоснование: Класс воспламеняемости V-1 был выбран как минимальный допустимый предел, который прошел проверку временем, а также был утвержден по результатам недавних испытаний, проводившихся при выработке требований для возгораний, вызываемых внешними причинами.

IEC 60950-1 — Прежние требования, согласно которым материалы должны были иметь класс 5V, основывались на массе изделия и имели слабое обоснование. В настоящем стандарте они были усовершенствованы и привязаны к мощности, доступной при неисправности.

IEC 60065 — Во время проведения крупномасштабных испытаний группа, отвечающая за пожарную безопасность, выявила несоответствия в поведении различных материалов, относящихся к классу V-2, в условиях эксплуатации. Поскольку предрасположенность материалов класса V-2 приводить к возникновению пожаров «разлития» также отрицательно влияет на характеристики противопожарного кожуха, их не признают годными, пока готовый продукт не пройдет испытания.
Помимо требований по предварительному отбору в стандарте упоминаются испытания готового продукта (испытания материала) со ссылкой на разделы S.1 (для мощности < 4 000 Вт) и S.5 (для мощности > 4 000 Вт). Это испытание выработано на основе испытания игольчатым пламенем, которое согласно IEC 60950-1 и IEC 60065 в настоящее время является возможным способом проверки кожухов.
На основе такого разделения по мощности (4 000 Вт) также устанавливают параметры защиты для материалов противопожарных кожухов (V-1 и 5V) при использовании метода, который заключается в контроле распространения огня. В стандарте IEC 60950-1 для определения параметров противопожарных кожухов исторически использовалась масса. Было отмечено, что использование доступной мощности более уместно и в целом отражает текущую практику.
Для оборудования с мощностью свыше 4 000 Вт допустимым считают как класс 5VA, так и класс 5 VB, что соответствует современной практике, отраженной в стандарте IEC 60950-1.

6.4.8.1.3 Соответствие требованиям

Обоснование: Для каждого случая разработано испытание в условиях эксплуатации и приведены критерии конструирования (предварительного отбора). Соответствие материала требованиям по воспламеняемости следует проверять для минимальной толщины используемого противопожарного кожуха или противопожарной перегородки.

6.4.8.2 Требования, предъявляемые к конструкции противопожарных кожухов и противопожарных перегородок

Обоснование: Требования к отверстиям в перегородках и противопожарных кожухах должны способствовать ограничению распространения огня через эти отверстия. Противопожарный кожух ограничивает распространение огня за пределы оборудования и может иметь отверстия (параметры которых укладываются в установленные пределы).

6.4.8.2.1 Отверстия в противопожарных кожухах и противопожарных перегородках

Обоснование: Приведенные требования направлены на ограничение распространения огня через противопожарный кожух или перегородку при внутреннем воспламенении горючего материала.
На параметры отверстий накладывают ограничения в соответствии с местоположением каждого потенциального источника воспламенения, используя конусы пламени, или с целью контроля распространения огня в первую очередь для всех цепей ИЭП3.

6.4.8.2.2 Размеры противопожарных перегородок

Обоснование: Края воспламеняются легче, чем сплошная поверхность. Размеры противопожарной перегородки также должны быть достаточно велики, чтобы воспламенение на ее краях было исключено.
Края перегородок, изготовленных из невоспламеняющихся материалов, должны выступать за пределы конуса пламени, соответствующего каждому потенциальному источнику воспламенения. Принято считать, что края перегородки, которые не выступают за пределы конуса пламени, могут воспламениться.

6.4.8.2.3 Верхние отверстия и их параметры

Источник: IEC 60065

Обоснование: Рисунки, на которых показаны верхние отверстия, ограничены областями, находящимися по бокам источника воспламенения и над ним, в которых, вероятнее всего, будет распространяться пламя.

К верхним отверстиям также относят такие отверстия, которые ранее называли боковыми, т.е. отверстия, расположенные над горизонтальной плоскостью, содержащей источник воспламенения.

Контролю подлежат только те верхние/боковые отверстия, которые находятся в пределах показанного на рисунке конуса пламени (рисунок 45) с допуском 2 мм. Определение расстояний до отверстий с помощью размеров конуса пламени проводилось в IEC 60065. Было показано, что использование этих размеров оправданно.

Контролировать отверстия над конусом пламени также необязательно, так как перенос тепла (конвекция) осуществляется в направлении движения потока газов, проходящего через эти отверстия, и переносимого количества теплоты будет недостаточно для воспламенения находящихся рядом материалов. Если отверстия закрыть, путь конвекции будет заблокирован, что ограничит передачу тепла объекту, закрывающему отверстие.

Отверстия, находящиеся сбоку от конуса пламени, в итоге были исключены из рассмотрения, поскольку вбок от источника воспламенения через них уходит лишь небольшая доля тепла. Переносимое при этом количество теплоты принято считать недостаточно большим для воспламенения находящихся рядом материалов с учетом прогнозируемых размеров пламени и длительности возгорания в аудио- и видеоаппаратуре и оборудовании информационных и коммуникационных технологий.

Предложенный возможный метод проведения испытания подразумевает такой вариант, как непосредственное воздействие игольчатым пламенем с расстояния в 7 мм от отверстия. Испытание (S.1), упомянутое в этом разделе, подразумевает такой способ проведения, который подходит для отверстий, не соответствующих предписанным критериям. Ведется работа по определению того, как применять эти требования к перегородкам или кожухам, ориентированным вертикально.

Марля используется в качестве индикатора распространения пламени из-за ее мягкости (обеспечивает простоту в использовании) и способности быстро воспламеняться.

Конус пламени представляет собой огибающую поверхность для точечного источника. При определении фактического вида конуса и оценке влияния потока воздуха необходимо учитывать фактическую форму ПИВ, не считая его точечным. За источник принимают верхний край рассматриваемого компонента, который очень редко представляет собой точку на практике.

В процессе проведения испытаний было определено, что отверстия с размерами 5 мм и 1 мм являются в достаточной мере ограничительными для охлаждения горючих газов, которые проходят через них. Поэтому вероятность распространения пламени через отверстия с такими размерами невелика. Параметры верхних отверстий определены на основе результатов испытаний с использованием открытого пламени (спирт в чашке Петри), которые проводила группа, отвечающая за пожарную безопасность. Эти испытания показали, что указанные размеры отверстий являются приемлемыми.

6.4.8.2.4 Нижние отверстия и их параметры

Источник: IEC 60065, IEC 60950-1

Обоснование: Местоположение отверстий для перегородок, попадающих вовнутрь конуса пламени, показанного на рисунке 46, и кожухов ограничено конусом и областью непосредственно под ним для защиты от огнеопасных капель, образующихся при горении термопластичных материалов. Определение расстояний до отверстий с помощью размеров конуса пламени проводилось в IEC 60065. Исторически было показано, что использование этих размеров оправдано.

Существует несколько вариантов проверки соответствия параметров отверстий требованиям (см. таблицу 13 настоящего стандарта). В настоящее время в оборудовании информационных и коммуникационных технологий редко применяются горящие масла и лаки. В IEC 60950-1 описано испытание в условиях эксплуатации, выработанное на основе испытания горячим пылающим маслом. Оно подразумевает другие варианты проверки соответствия параметров отверстий необходимым требованиям и ориентировано на материалы с более низкой вязкостью (в процессе горения). Они гораздо чаще встречаются в оборудовании информационных и коммуникационных технологий (благодаря которому и выработаны дополнительные варианты).

В разделе S.3 (испытание горячим пылающим маслом) описан основной вариант испытания в условиях эксплуатации. Этот метод проведения испытания (испытание горячим пылающим маслом) показал себя целесообразным для нижних отверстий.

Значения и таблицы перечислений b) и c), а также таблица 39 взяты непосредственно из IEC 60950-1, в котором продемонстрировано их соответствие результатам испытаний в условиях эксплуатации, приведенного в разделе S.3, и отражен тот факт, что эти данные показали себя приемлемыми. Значения, приведенные в таблице 39, получены на основе всесторонних испытаний горячим пылающим маслом. Было показано, что они являются приемлемыми. Принято считать, что потенциально огнеопасные материалы, которые могут иметь жидкую форму, обладают меньшей вязкостью, чем масла, которые использовались для определения значений, приведенных в таблице 39.

Метод, который применялся для проверки соответствия верхних отверстий требованиям, также был признан пригодным для нижних отверстий, находящихся под материалами с любыми свойствами (пазы размером 3 мм и 1 мм). Это менее строгое требование, чем то, которое приведено в IEC 60950-1. Согласно последнему не допускается никаких отверстий, если они не проходят проверку соответствия требованиям, которая предусмотрена для отверстий в другом конструктивном исполнении (раздел S.2, сетка, металлические экраны).

Контроль над отверстиями, которые находятся под материалами класса V-1 (или соответствуют требованиям раздела S.1), осуществляется тем же способом, что и в IEC 60950-1. Этот способ был признан приемлемым, однако допускается также дополнительный вариант, который подразумевает использование пазов шириной 2 мм неограниченной длины.

Максимальный размер 6 мм соответствует максимальной площади квадратного отверстия 36 мм^2 или круглого отверстия 29 мм^2. Согласно требованиям IEC 60950-1 максимальная площадь должна составлять 40 мм^2, что соответствует максимальному диаметру 7 мм для круглого отверстия и максимальному размеру 6,3 мм для некруглого отверстия.

Огнеопасные жидкости используют только для проведения испытания горячим пылающим маслом (раздел S.3).

Вариант для оборудования, устанавливаемого в специальных условиях, к которым относится использование невоспламеняющегося пола (защита, обеспечиваемая условиями эксплуатации), может устранять потребность в защите днища оборудования. Это существующая практика, которая нашла свое отражение в IEC 60950-1, где описано оборудование для эксплуатации в «зонах ограниченного доступа».

Таблица 13 — Сводная информация — Требования к противопожарным перегородкам и противопожарным кожухам

Параметры		Противопожарная перегородка	Противопожарный кожух	
			Потребляемая мощность < 4 000 Вт	Потребляемая мощность > 4 000 Вт
Легковоспламеняющийся материал	Отделение от ПИВ	Не менее 13 мм от ПИВ в виде электрической дуги Не менее 5 мм от резистивного ПИВ Примечание — Возможны исключения		
	Размеры	Достаточные для предотвращения воспламенения краев	Не применяется	
	Воспламеняемость	a) Испытание S.1; или b) класс V-1; или c) класс VTM-1	a) Испытание S.1; или b) класс V-1	a) Испытание S.5; или b) класс 5VA; или c) класс 5VB
Невоспламеняющийся материал		Пригоден для применения		
Верхние отверстия		См. 6.4.8.2.3		
Нижние отверстия		См. 6.4.8.2.4		

6.4.8.2.5 Целостность противопожарного кожуха

Источник: IEC 60950-1

Обоснование: В этом пункте приведены меры по обеспечению того, чтобы противопожарный кожух, если его использование необходимо, гарантированно оставался на месте в составе изделия благодаря средству защиты оборудования или защите, обеспечиваемой определенными действиями. Такой мерой служит защита в виде условий эксплуатации для обычных лиц, которая обеспечивает установку противопожарного кожуха (если его использование необходимо) на место перед началом эксплуатации оборудования. Требование о применении такой защиты также содержится в IEC 60950-1.

6.4.8.2.6 Соответствие требованиям

Обоснование: Для каждого случая разработано испытание в условиях эксплуатации и приведены критерии конструирования (предварительного отбора).

6.4.8.3 Отделение ПИВ от противопожарного кожуха или противопожарной перегородки

Источник: IEC 60065, IEC 60950-1

Обоснование: Использования неметаллических противопожарных кожухов и противопожарных перегородок может быть недостаточно для ограничения распространения огня, если кожух находится рядом или в непосредственном контакте с потенциальным источником воспламенения.

Расстояния 13 мм и 5 мм были использованы в IEC 60065 как предотвращающие передачу большого количества энергии от источника воспламенения перегородкам из материалов класса V-1 с повышенной стойкостью к распространению пламени. Размещение кожухов и перегородок на таких расстояниях призвано снижать вероятность проплавления или прогорания перегородки или кожуха.

Для тех случаев когда требуемое расстояние поддержать не удается, в число требований включают прохождение испытания игольчатым пламенем при воздействии пламенем в течение 60 С. Данное требование выработано на основе более ранних требований IEC 60065.

Обсуждались следующие критерии, которым должны соответствовать отверстия после проведения испытания игольчатым пламенем:
a) отсутствие дополнительных отверстий,
b) сохранение размеров существующих отверстий,
c) соответствие требованиям, предъявляемым к отверстиям в противопожарных кожухах.
Вследствие периодичности проведения испытаний принято считать, что критерий перечисления a) наиболее легко воспроизвести.
Вариант использования материалов класса V-0 или 5V без соблюдения требований в части расстояния или толщины основан на установившейся практике, отраженной в IEC 60065 и IEC 60950-1, где не содержится требований в части расстояния.
Требования к толщине материала, которые необходимо соблюдать в тех случаях, когда источники воспламенения находятся в непосредственной близости от шлагбаума, по результатам обсуждений в ТК 108 не вошли в стандарт. Их применение — это существующая практика для кожухов, соответствующих требованиям IEC 60950-1. Некоторые результаты испытаний на огнестойкость (испытания перегородок из IEC 60065) показывают, что перегородки толщиной 2 мм (и более) из материалов класса V-0 и 5VA обладают достаточной огнестойкостью для минимизации опасности возникновения отверстий при использовании в непосредственном контакте с ПИВ. Результаты хороших испытаний на возгорание от сильноточного дугового разряда и от нагретого провода, по которым можно было бы определить достаточные расстояния между источниками воспламенения и противопожарными кожухами и перегородками, отсутствуют в международном доступе. В качестве заменяющего испытания группа по выработке требований пожарной безопасности выбрала испытание игольчатым пламенем (проводится тем же способом, что и испытание для перегородок).

6.5 Внутренняя и внешняя проводка

6.5.3 Проверка соответствия

Источник: IEC 60332-1-2, IEC 60332-2-2

Обоснование: В стандарт вошли рекомендации по воспламеняемости всех типов проводки (внешней и внутренней).
Соответствие требованиям IEC 60332-1-2 для проводов большого сечения и требованиям IEC 60332-2-2 для проводов малого сечения было подтверждено для сетевых проводов. Эти стандарты содержат отдельные требования по воспламеняемости материалов (см. таблицу 14 настоящего стандарта).
Требования IEC/TS 60695-11-21 также считают корректными, поскольку требования по распространению пламени в случае испытаний с расположением образцов по вертикали являются более строгими, чем требования серии стандартов IEC 60332.

Таблица 14 — Другие требования по воспламеняемости

Другие требования по воспламеняемости		
Внутренняя и внешняя проводка	6.5	Изоляция проводов в цепях ИЭП2 и ИЭП3 должна соответствовать требованиям серии стандартов IEC 60332 или стандарта IEC/TS 60695-11-21.

Критерии соответствия требованиям выработаны по результатам применения указанных выше методов проведения испытаний. Они согласуются с требованиями международных стандартов на проводку. Требования национальных стандартов могут быть более строгими.

6.5.4 Требования по подключению к проводке здания

Источник: IEC 60950-1

Обоснование: Изделие может подавать во внешние цепи, которые предназначены для подключения оборудования к незащищенной проводке здания, такую мощность, которой достаточно для возникновения воспламенения и распространения огня на стены здания, потолок или подключенное удаленное оборудование. Приведенные требования ограничивают мощность, доступную на соединителях/в цепях, предназначенных для подключения к определенным типам проводки, защиту которой обеспечивает изделие.

Если цепь предназначена для подключения к аппаратуре, которая находится непосредственно рядом с оборудованием, то, согласно требованиям 6.7 необходимо использовать соответствующую защиту и учитывать предельные значения параметров для ИЭП2 и ИЭП3.

Телекоммуникационная проводка также должна быть спроектирована с учетом предполагаемой мощности, поступающей из сети. Требования IEC 60950-1 были признаны корректными и включены в настоящий стандарт. Такая проводка должна состоять из кабелей диаметром 0,4 мм (26 AWG) и выдерживать максимальный ток 1,3 А. Это значение используется в IEC 60950-1 для телекоммуникационной проводки из кабелей меньшего диаметра.

В некоторых странах защиту от воздействия источников ИЭП2 и ИЭП3 не считают пригодной для подключения к некоторым типам проводки в зданиях, которая проложена вне кабель-каналов или других защитных противопожарных кожухов. Требования, приведенные в этом пункте, выработаны непосредственно на основе требований IEC 60950-1:2005, 2.5 для цепей с ограничением мощности. Целесообразность применения данных требований в этой сфере была доказана в случае подключения оборудования информационных технологий к проводке здания.

Используемые значения, а также требования по защите, входящие в IEC 60950-1 и приложение Q, взяты из строительных норм и норм пожарной безопасности, содержащих требования по такой защите.

Указанные требования не применяют к соединителям/цепям, предназначенным для подключения периферийных устройств, устанавливаемых рядом с оборудованием.

Данное требование также имеет большое значение в случае эксплуатации оборудования информационных и коммуникационных технологий в условиях, которые соответствуют электротехническим правилам и нормам, например стандарту NFPA 70 Национальной ассоциации пожарной безопасности, согласно которому, прокладка проводки низкой мощности допускается вне предотвращающих распространение пожара устройств.

Приложение Q опирается на требования IEC 60950-1, которые выработаны для соответствия требованиям к источникам питания во внешних цепях, необходимым для соблюдения указанных выше электротехнических правил и норм.

6.6 Вероятность возникновения возгорания из-за попадания вовнутрь оборудования посторонних объектов

Обоснование: Этот пункт устанавливает требования к отверстиям, минимизирующие риск попадания вовнутрь оборудования объектов, которые могут шунтировать части в составе цепей ИЭП2 или ИЭП3 или между цепями ИЭП, что может привести к возгоранию. Их применяют как для метода 1, так и для метода 2.

Если речь идет о переносном оборудовании, то защиту, предписанную IEC 60950-1, необходимо проверить и при необходимости включить в настоящий стандарт. Задачи ГТ2 в отношении переносного оборудования заключались в специальном рассмотрении оборудования, работающего от батарей, которое может воспламениться при транспортировке.

6.7 Защита от возгораний, обусловленных подсоединением вспомогательного оборудования

Источник: IEC 60950-1

Обоснование: В этом пункте рассматривается потенциальная опасность возникновения возгораний в результате подключения вспомогательного оборудования к источникам питания неизвестного класса. Поскольку возможность подключения наиболее широко используемых низковольтных периферийных устройств к ИЭПЗ не рассматривается, необходимо идентифицировать источники питания. Это требование стандарта IEC 60950-1, которое применяют в настоящее время.
Если известно, какие устройства подключаются (требования к устройствам должны согласовываться с параметрами соответствующего источника питания), применять это требование необязательно.

Раздел 7 Химические травмы

Обоснование: Основная часть химических травм возникает при вдыхании или проглатывании химических веществ в виде паров, газов, пыли, дымовых газов или аэрозолей или при контакте этих веществ с кожей (см. таблицу 15 настоящего стандарта). Степень риска при обращении с данным веществом зависит от силы и продолжительности воздействия. Травмы также могут быть острыми или хроническими.
Многие смолы и полимеры являются относительно инертными и неядовитыми при обычном использовании, однако при нагревании или механической обработке они могут разлагаться на ядовитые побочные продукты.
Токсичность — это способность материала наносить травмы или причинять вред, когда концентрация вещества на определенном участке тела становится достаточно высокой.
К потенциально опасным химическим веществам, применяемым в оборудовании, относятся:
- вещества, содержащиеся в расходных материалах, таких как картриджи для принтеров, тонеры, бумага, чистящие жидкости, батареи;
- побочные продукты, образующиеся при нормальных условиях эксплуатации в результате нормального функционирования устройства (например, пыль в системах обработки бумаги, озон при печати и ксерокопировании, конденсат в системах кондиционирования/осушения воздуха);
- вещества, образующиеся при ненормальных условиях эксплуатации в результате неисправностей.
Необходимо принимать следующие меры:
- определять, каково относительное содержание веществ, которые присутствуют внутри оборудования или могут образовываться при нормальных условиях эксплуатации; и
- минимизировать вероятность получения травм при взаимодействии человека с этими веществами.

Примечание — Химические вещества опасны не только своей потенциальной токсичностью. Их утечка может привести к повреждению защиты против возгорания, поражения электрическим током или травмам или способствовать этому.

Поскольку в многочисленном оборудовании, которое относится к области применения настоящего стандарта, может использоваться большое количество различных химических веществ, рассмотреть все возможные опасности, которые эти вещества представляют для человека, в рамках настоящего стандарта не представляется возможным. Производители оборудования должны запрашивать у поставщиков материалов информацию об опасностях, связанных с их продукцией, и ее соответствии национальным нормам и/или государственными постановлениям по использованию и утилизации таких материалов.

Источник энергии:

Источником энергии в случае большинства химических травм в конечном итоге является способность материала непосредственно или опосредованно вступать в химическую реакцию с тканями человеческого тела. К исключениям можно отнести инертные вещества, которые могут вызвать повреждение тканей, нарушая их функционирование путем ограничения некоторых жизненно важных химических реакций. В качестве примера можно привести некоторые типы пыли, которая не вступает в реакцию с легочной тканью, но затрудняет попадание воздуха в систему кровообращения. Реакция на воздействие химических веществ может протекать очень быстро, с сильными повреждениями, как, например при попадании кислоты на кожу, или медленно, когда химические вещества постепенно накапливаются в тканях человеческого тела.

Механизм передачи энергии:

Передача энергии происходит только тогда, когда химическая энергия вступает в контакт с тканями человеческого тела. Контакт осуществляется через кожу [или любую другую внешнюю оболочку, например через глаза или слизистую оболочку носа] (поглощение), через желудочно-кишечный тракт (переваривание) или легкие (вдыхание). Способ проникновения химического вещества в ткани в основном зависит от того, какую форму оно имеет — жидкую, твердую или газообразную.

Травма:

Травмы могут быть острыми или хроническими. К острым относятся травмы с быстро проявляющимися серьезными последствиями (например, попадание концентрированной кислоты в легкие) или легкие травмы, сопровождающиеся раздражением и головной болью. К хроническим травмам относятся травмы с долгосрочными последствиями, которые могут быть такими же серьезными, как последствия острых травм (например, результаты долгосрочного воздействия растворителей для очистки).

В большинстве случаев различия в степени воздействия обусловлены количеством и поражающим действием токсичного вещества. Большое количество ацетона может привести к смерти; небольшое его количество может вызвать только головную боль. Многие химические соединения, жизненно необходимые в небольших количествах (например, цинк, калий и никель), могут быть смертельно опасны в больших количествах. Человеческое тело по-разному реагирует на воздействие различных опасных химических веществ. Предельно допустимый уровень воздействия многих химических веществ могут определять государственные органы. Если использования опасных химических веществ в оборудовании избежать нельзя, должна быть предусмотрена защита, снижающая вероятность превышения предельно допустимых уровней воздействия.

Различные типы химических опасностей приведены в таблице 15 ниже, а также на блок-схеме (рисунок 18 настоящего стандарта), иллюстрирующей иерархию способов контроля опасности.

Таблица 15 — Контроль химических опасных факторов

Механизм передачи	Предотвращение/защита
Проглатывание, вдыхание, контакт с кожей или другое воздействие потенциально опасных химических веществ	Иерархия способов контроля опасности: 1 Устранение химических опасных факторов путем исключения использования химических веществ. 2 Снижение химической опасности путем использования менее опасного химического вещества. 3 Минимизация потенциального воздействия химического вещества путем его изоляции, использования вентиляции или сокращения количества химиката. 4 Использование индивидуального защитного снаряжения (ИЗС). 5 Предоставление информации по использованию и указаний по защите

Окончание таблицы 15

Механизм передачи	Предотвращение/защита
Воздействие высокой концентрации озона при функционировании оборудования	Иерархия способов контроля опасности: 1 По возможности сведение к минимуму использования тех функций, выполнение которых сопровождается образованием озона. 2 Обеспечение достаточной вентиляции в помещении. 3 Отфильтровывание озона
Взрыв, вызванный химической реакцией в процессе эксплуатации	Иерархия способов контроля опасности: 1 Устранение взрывчатой смеси. 2 Снижение количества взрывчатой смеси до минимально возможного. 3 Минимизация опасности за счет использования отводных каналов. 4 Предоставление информации по использованию и указаний по защите

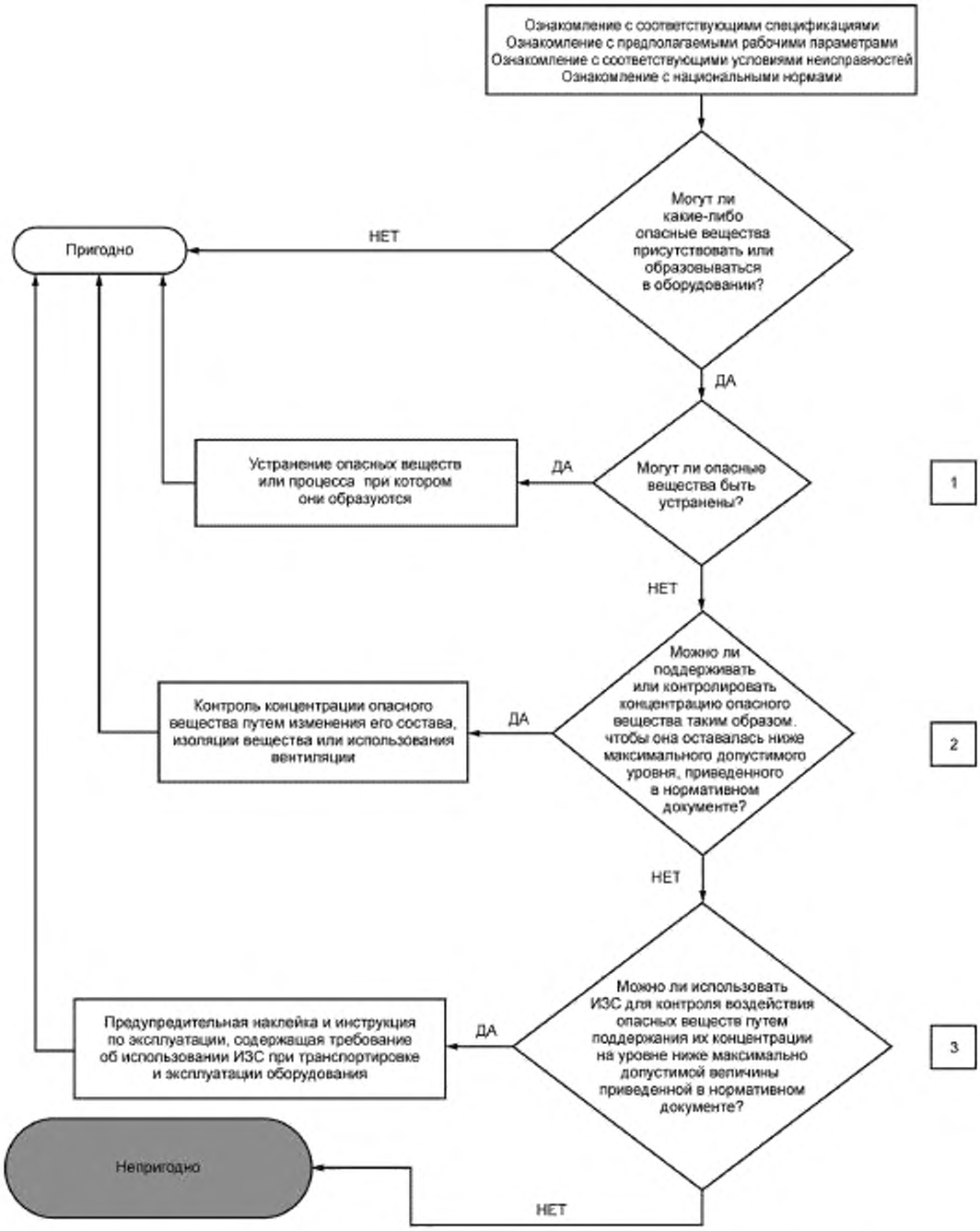


Рисунок 18 — Блок-схема, иллюстрирующая иерархию способов контроля опасности

Воздействие опасных химических веществ также может привести к ухудшению качеств защиты, используемой против других опасностей, например огня или поражения электрическим током, или ее разрушению (например, агрессивное воздействие озона на электрическую изоляцию или коррозия металлических частей). Утечки и выбросы химических веществ также могут создавать другие опасности, такие как опасность поражения электрическим током или возникновения возгорания, что зависит от места утечки и близости к нему электрических цепей. Для защиты от утечек жидкостей следует использовать те же методы, что и для контроля вредного воздействия химических веществ.

На рисунке 19 настоящего стандарта с использованием инженерного подхода, основанного на анализе опасных факторов, показаны опасности для здоровья и механизмы их воздействия.



Рисунок 19 — Модель получения химических травм

Раздел 8 Механические травмы

8.2 Классификация источников механической энергии

Цель: Разграничение уровней источников механической энергии для нормальных и ненормальных условий эксплуатации, а также условий единичной неисправности по отношению к каждой категории лиц.

8.2.1 Общая классификация

Таблица 40 — Классификация различных категорий источников механической энергии

Строка 3 — Вращающиеся лопасти вентилятора

Обоснование: Критерии соответствия вырабатывают на основе любого количества факторов, таких как местоположение, однако ключевым фактором для оценки соответствия является коэффициент K, который выражает соотношение между массой (m) в кг, радиусом (r) в мм и частотой вращения лопастей вентилятора (N) в мин$^{-1}$. Это соотношение может быть использовано для определения коэффициента K для вентилятора. Вентиляторы с низким коэффициентом K и низкой частотой вращения принято считать более безопасными. Предельные значения параметров ИМЭ1 показаны на рисунке 47. Для вентиляторов, которые относятся к классу ИМЭ2, помимо ограничения величины коэффициента K и частоты вращения, требуется указание по защите. Необходимость использования соответствующей защиты зависит от класса вентилятора. Формула для расчета коэффициента K взята из стандарта UL для вентиляторов UL 507 (который разработан на основе исследования электродвигателей вентиляторов, проведенного Университетом Уотерлу).
Стандартные параметры вентиляторов, используемых в составе изделий, которые относятся к области применения настоящего стандарта:

масса вентилятора (m) = около 25 г, или 0,025 кг;
диаметр вентилятора (r) = 33 мм;
частота вращения лопастей вентилятора (N) = 6 000 мин$^{-1}$. (скорость максимальна, когда система разогрета сильнее всего, и становится ниже, когда система остывает).

8.2.2 ИМЭ1

Обоснование: Безопасен для прикосновения. Защита не требуется.

8.2.3 ИМЭ2

Обоснование: Контакт с таким источником энергии может быть болезненным, однако возникающие при этом травмы не требуют профессиональной медицинской помощи и обычно ограничиваются, например небольшими порезами, ссадинами или синяками. Защита требуется для обеспечения безопасности обычного лица.

8.2.4 ИМЭ3

Обоснование: Может возникнуть опасная травма, требующая профессиональной медицинской помощи. К таким травмам, например относятся порезы, требующие наложения швов, переломы и необратимые повреждения глаз. Двойная или усиленная защита требуется для обеспечения безопасности обычного и обученного лица.

8.3 Защита от воздействия источников механической энергии

Цель: Определение количества средств защиты, которые необходимо поместить между лицом определенной категории и источником энергии соответствующего класса.

8.3.2 Обеспечение безопасности обычных лиц

Обоснование: Между обычным лицом и ИМЭ2 необходимо установить одно средство защиты оборудования. Между обычным лицом и ИМЭ3 необходимо установить два средства защиты оборудования.
В случае если обход средства защиты оборудования позволяет обычным лицам получить доступ в место расположения частей ИМЭ2 для выполнения обслуживания, может быть использовано указание по защите, описывающее меры по предотвращению опасности. Указание по защите должно включать требование о восстановлении функционирования средства защиты оборудования по завершении обслуживания и перед подключением питания. При использовании указания по защите также требуется предупреждение, указывающее на скрытые опасности.

8.3.3 Обеспечение безопасности обученного лица

Обоснование: Для ИМЭ2 использовать средства защиты оборудования не требуется. Однако в дополнение к инструкциям, которые получают обученные лица, необходимо использовать указание по защите в виде предупреждающей маркировки для напоминания о местоположении опасных объектов, которые не являются хорошо заметными. Между обученным лицом и ИМЭ3 устанавливают три средства защиты оборудования.

8.3.4 Обеспечение безопасности квалифицированных лиц

Цель: Как правило для ИМЭ3 использовать средства защиты оборудования не требуется.

Обоснование: Квалифицированное лицо имеет защиту в виде квалификации, т.е. обучено обращению с опасными объектами класса ИМЭ3. Однако в дополнение к инструкциям, которые получают квалифицированные лица, необходимо использовать указание по защите в виде предупреждающей маркировки для напоминания о местоположении опасных объектов, которые не являются хорошо заметными.

При этом необходимо установить средство защиты оборудования в зоне обслуживания крупногабаритного оборудования с несколькими источниками энергии уровня 3, вовнутрь которого может влезть голова, рука, нога или все тело квалифицированного лица. Такая защита предназначена для предотвращения случайного контакта квалифицированного лица с другим источником энергии уровня 3 вследствие непроизвольной реакции вздрагивания внутри оборудования при обслуживании определенных частей.

Непроизвольная реакция может возникнуть по разным причинам, например из-за неожиданного громкого шума, вспышки дуги или удара электрическим током, в связи с чем человек отскакивает от источника энергии или обслуживаемой детали. Съемные средства защиты оборудования, имеющего несколько источников энергии уровня 3, некоторые из которых могут требовать одновременного обслуживания, должны иметь такую конструкцию, чтобы те источники энергии уровня 3, обслуживание которых при этом не выполняется, оставались по-прежнему закрытыми для доступа. Поэтому средства защиты оборудования должны предотвращать только контакт с большой площадью поверхности тела, поскольку при возможном непроизвольном отскакивании в движении будет участвовать конечность или все тело, а не его небольшие части.

8.4 Защита от частей с острыми кромками и углами

Цель: Необходимо использовать инженерную оценку для классификации источника механической энергии как ИМЭ1, ИМЭ2 или ИМЭ3 и обеспечить соответствующую защиту согласно требованиям 8.4. Если ИМЭ2 или ИМЭ3 нельзя полностью закрыть для доступа без нарушения функционирования оборудования, доступ к ним должен быть закрыт настолько, насколько это возможно. Такой источник энергии не должен быть доступен для детей, а его местоположение должно быть очевидно для взрослых. Необходимо предусмотреть указания по защите для предупреждения людей о возможном контакте с источником энергии. Такие указания должны описывать меры, которые следует предпринять для предотвращения случайного контакта.

Обоснование: Классификация источников энергии основана на инженерной оценке, поскольку тип кромки или угла или конкретные величины зависят от слишком большого количества параметров в сочетании с приложенной силой и направлением движения при контакте.

8.5 Защита от движущихся частей

Обоснование: Кожухи и перегородки, закрывающие доступ к опасным подвижным частям. Исключения, связанные с требованиями, применяемыми к частям, которые не должны быть полностью закрыты, чтобы оборудование могло выполнять свои функции, приведены в пункте 8.5.2.

8.5.1 Требования

Обоснование: Источники энергии ИМЭ2 или ИМЭ3 должны быть защищены от случайного попадания в них кистей и стоп, а также украшений, волос, одежды и т. д. Возможность доступа к частям определяют с помощью соответствующего щупа согласно требованиям приложения V. Никакие дополнительные испытания не требуются. Хотя в некоторых случаях существует техническая возможность попадания украшений и волос в отверстия, которые по размеру меньше испытательного щупа, нити украшений для этого должны быть очень тонкими и гибкими (как несколько отдельных волосинок). Фактически, если они попадут в механическое устройство, возможны болевые ощущения, однако возникновение травм согласно настоящему стандарту маловероятно. Остаточный риск главным образом можно считать связанным с источником энергии ИМЭ2.

8.5.4.1 Крупногабаритное оборудование для хранения данных

Обоснование: Дополнительные требования для оборудования такого типа приведены в IEC 60950-23. В этом пункте указано, какие изменения необходимо внести в настоящий стандарт, чтобы он мог заменить IEC 60950-1. Следующий выпуск стандарта IEC 60950-23 может быть переработан в соответствии с анализом опасных факторов.

8.5.4.2 Оборудование с электромеханическим приспособлением для уничтожения носителей информации

Источник: UL/CSA 60950-1, второй выпуск [национальные отличия]

Обоснование: Недавнее масштабное внедрение уничтожителей носителей информации в качестве техники для эксплуатации в домашних условиях привело к росту травм у детей, которые просовывали пальцы в отверстия уничтожителей. По результатам исследования этих несчастных случаев был сконструирован новый щуп, позволяющий смоделировать доступ ребенка к оборудованию. Новый щуп/клин предназначен как для приложения с силой к отверстиям уничтожителя, так и для проверки того, могут ли взрослые и дети получить доступ к подвижным частям ИМЭЗ. Его конструкция отличается от конструкции существующих щупов для проверки доступности, описанных в стандартах UL и МЭК, поскольку шарнирный щуп для проверки доступности UL не предназначен для приложения с силой, а используемые в настоящее время щупы, описанные в стандартах МЭК, хоть и изготавливаются в версии без шарниров для приложения с силой, все же позволяют достоверно смоделировать доступ как ребенка, так и взрослого.

Поскольку уничтожители с перекрестным типом резки воздействуют на носители информации с большей силой, чем уничтожители с продольным типом резки, в числе требований оговорено приложение разной по величине силы к устройствам с этими двумя разными конструкциями. Величина силы зависит от стандартной силы для устройств с продольным и перекрестным типом резки и учитывает данные, полученные Комиссией по проблемам безопасности потребительских товаров США, по типичной величине растягивающей силы для этих устройств.

Размеры нового щупа/клина основаны на данных, полученных при конструировании шарнирного щупа для проверки доступности UL. Однако размеры шарнирного щупа для проверки доступности UL были определены с учетом причинно-обусловленного обращения с изделиями. Из-за этого для определения параметров шарнирного щупа для проверки доступности UL были использованы 95 % данных. Толщина и длина предложенного нового щупа/клина были определены по всем данным. Шарнирные сочленения аналогичны сочленениям шарнирного щупа для проверки доступности UL.

8.5.5.1 Защита от частей ИМЭЗ

Источник: IEC 60950-1

Цель: Защита от разрушения вращающихся твердых носителей информации и ламп высокого давления, разлетающиеся частицы которых могут иметь достаточную энергию для того, чтобы нанести глазам травмы, требующие профессиональной медицинской помощи.

Источник: IEC 61965, IEC 60950-1 и IEC 60065

Цель: Защита от разлетания осколков стекла при его разрушении, поражающих уязвимые части тела.

Обоснование: Сведения о получении травм при разрушении электронно-лучевых трубок (ЭЛТ), размер диагонали экрана которых не превышает 160 мм, отсутствуют. Их относят к ИМЭ1. Электронно-лучевым трубкам с такой диагональю быстро приходят на смену дисплеи, работающие на основе других технологий.
ЭЛТ с диагональю, максимальный размер которой превышает 160 мм, относят к ИМЭ3. Такие ЭЛТ требуют усиленной защиты, соответствующей требованиям приложения U.

8.5.5.2.1 Требования к механическим кожухам для вращающихся твердых носителей информации

Цель: Защита глаз от поражения разлетающимися фрагментами носителей информации.

Обоснование: Исследования показывают, что на осколки в оборудовании разбиваются чаще всего твердые носители информации, такие как диски CD-ROM, вращающиеся с частотой свыше 8 000 мин$^{-1}$ (т. е. с частотой свыше 40X, если принимать 200 мин$^{-1}$ за 1X). Исследования дают достоверную информацию о том, что причина этого явления связана с дефектами носителей CD-ROM (воспроизводимыми), которые по-видимому обусловлены следующими факторами:
- обращением (или неправильным обращением) пользователей с носителями, условиями их хранения, например воздействием прямого солнечного света через окно и другими источниками прямого нагрева и т. д.;
- неправильным использованием носителей, например, их сгибанием или размещением на них других предметов, что может привести к образованию трещин, расходящихся от края отверстия в центре носителя.
Для разлетания осколков носителя информации существует две возможности. При столкновении осколков с передней дверцей она либо отходит, либо гнется так, что осколки могут вылететь наружу. Для предотвращения этого проводят два испытания. Рассматривались испытания как статической, так и динамической силой, однако было высказано мнение, что результаты испытания статической силой легче оценить, а кроме того, оно обеспечивает достаточный запас надежности для удовлетворения всех требований.
После анализа размеров осколков при разрушении множества CD-дисков в качестве наихудшего показателя, возможного на практике, была выбрана величина 25 % от массы носителя. Пример для диска, вращающегося с частотой 52X:

$$F = mv^2/R_o \times 0{,}25 = 0{,}016 \times 66^2 \times 0{,}25/0{,}06 = 290{,}4 \text{ Н},$$

где F — сила, которую необходимо приложить, ± 10 %;
m — масса носителя информации;
v — скорость движения внешнего края носителя информации;
R_o — внешний радиус носителя информации.

8.6 Устойчивость оборудования

Источник: IEC 60950-1 и IEC 60065

Цель: Применение существующей практики в отношении источников энергии ИМЭ1, ИМЭ2 и ИМЭ3 (см. таблицу 16 настоящего стандарта).

Обоснование: Оборудование массой свыше 25 кг относят к ИМЭ3 независимо от того, устанавливается ли оно на полу или крепится над полом.
Оборудование массой от 7 до 25 кг относят к ИМЭ2, если оно является напольным, и к ИМЭ3, если оно крепится над полом.
Оборудование массой менее 7 кг относят к ИМЭ1, если оно является напольным, однако, если такое оборудование крепится над полом, оно может относиться как к ИМЭ2, так и к ИМЭ3. См. также оборудование, устанавливаемое на тележки или подставки или монтируемое на стене или потолке.

Таблица 16 — Сводная информация по 8.6

	Транспортируемое, передвигаемое и перемещаемое в процессе эксплуатации оборудование				Оборудование с дисплеями с движущимся изображением, с которым контактируют дети, или устройства с доступными элементами управления	
	Испытание 1	Испытание 2	Испытание 3		Испытание 4	Испытание 5
	Статическая устойчивость		Испытание на устойчивость при перемещении		Испытание на скольжение по стеклу	Испытание оборудования, не являющегося напольным, с приложением горизонтальной силы
	Пункт		Пункт		Пункт	
	8.6.2.2	8.6.2.2	8.6.2.3	8.6.2.3	8.6.3.1	8.6.3.2
Изменения области применения	Напольное оборудование	Напольное оборудование с опорой менее 1 м в высоту	Оборудование, перемещаемое или передвигаемое обычным лицом в процессе использования по назначению и монтажа	Оборудование, перемещаемое или передвигаемое обученным или квалифицированным лицом в процессе использования по назначению и монтажа	Дисплеи с движущимся изображением, оборудование с доступными элементами управления над уровнем пола за исключением напольного оборудования	Дисплеи с движущимся изображением, оборудование с доступными элементами управления над уровнем пола
Источник энергии	ИМЭ2/ ИМЭ3	ИМЭ3	ИМЭ2/ИМЭ3	ИМЭ2/ИМЭ3	ИМЭ2/ИМЭ3	ИМЭ2/ИМЭ3
Положение дверец, крышек, роликов, ножек и т. д.	Положение, которое, согласно условиям эксплуатации и инструкциям для «любых» категорий лиц, максимально уменьшает устойчивость	Дверцы закрыты — «как при эксплуатации»	Положение, которое, согласно нормальным условиям эксплуатации и инструкциям для обычных лиц, максимально уменьшает устойчивость	Дверцы закрыты — «как при эксплуатации»	Не указано	Положение, которое, согласно нормальным условиям эксплуатации и инструкциям для обычных лиц, максимально уменьшает устойчивость

Окончание таблицы 16

	Транспортируемое, передвигаемое и перемещаемое в процессе эксплуатации оборудование				Оборудование с дисплеями с движущимся изображением, с которым контактируют дети, или устройства с доступными элементами управления	
	Испытание 1	Испытание 2	Испытание 3		Испытание 4	Испытание 5
	Статическая устойчивость		Испытание на устойчивость при перемещении		Испытание на скольжение по стеклу	Испытание оборудования, не являющегося напольным, с приложением горизонтальной силы
	Пункт		Пункт		Пункт	
	8.6.2.2	8.6.2.2	8.6.2.3	8.6.2 3	8.6.3.1	8.6.3.2
Цель	Оборудование должно оставаться в устойчивом положении, когда его (преднамеренно или случайно) наклоняют или толкают при перемещении, передвигании или обслуживании в условиях эксплуатации	Оборудование не должно становиться неустойчивым (в результате чего пользователь может упасть), когда пользователь непреднамеренно опирается на него как на приступку	Оборудование не должно становиться неустойчивым в результате предполагаемого физического контакта с ним (преднамеренного или случайного)	Оборудование не должно становиться неустойчивым в результате предполагаемого физического контакта с ним (преднамеренного или случайного)	Изделия, оснащенные дисплеем с движущимся изображением, которое привлекает детей, не должны опрокидываться, когда на них взбираются	Оборудование с доступными элементами управления или дисплеем с движущимся изображением не должно становиться неустойчивым, когда его передвигают (тянут, толкают) дети
Испытание и критерии соответствия	Воздействие горизонтальной силой, составляющей 20 % от веса устройства, но не более 250 Н, которую прикладывают до тех пор, пока устройство не отклонится на 15° или не продемонстрирует устойчивость при отклонении на 15°	Воздействие вертикальной силой величиной 800 Н	Устойчивость при отклонении на 10°	Устойчивость при отклонении на 10°	Испытание на скольжение по стеклу при наклоне на 10°	Воздействие горизонтальной силой, составляющей не более 13 % от веса устройства, но не более 100 Н, или демонстрация устойчивости при отклонении на 15° для ИМЭЗ

8.6.2.2 Испытание на статическую устойчивость

Цель: Оценка устойчивости оборудования при эксплуатации по назначению путем приложения силы горизонтально и в направлении вниз к поверхностям, которые могут быть использованы в качестве приступки или подставки для других объектов.

8.6.2.3 Испытание на устойчивость при перемещении

Источник: IEC 60950-1 и IEC 60065

Обоснование: Отклонение на 10° в процессе испытания имитирует потенциальное воздействие горизонтальной силы, которую прикладывают к оборудованию случайно или при его перемещении. Помимо этого, оно имитирует перемещение оборудования вверх по пандусу при транспортировке.

8.6.3 Оборудование, не являющееся напольным и имеющее элементы управления, доступ к которым осуществляется в процессе нормальной эксплуатации, или оснащенное дисплеем с движущимся изображением

Источник: IEC 60065

Обоснование: Детей, как и следовало ожидать, привлекает движущееся изображение, и они могут пытаться прикоснуться к изображению или схватить его, для чего тянут на себя оборудование или взбираются на него. Испытания, приведенные в этом пункте, проводятся для оценки как статической устойчивости, так и сцепления со скользкой поверхностью, с такой как стекло. Дети также могут неправильно использовать легко доступные элементы управления.

8.6.3.1 Испытание на скольжение по стеклу

Источник: IEC 60065:2005: Изменение 2 (2010)

Цель: Оценка опасности того, что оборудование с движущимся изображением соскользнет с гладкой поверхности, когда ребенок попытается взобраться на него.

Обоснование: Обеспечение того, чтобы дисплей не скользил слишком свободно по гладкой поверхности и в результате не мог упасть на ребенка с высоты, на которой он установлен.

8.6.3.2 Испытание с приложением горизонтальной силы

Цель: Имитация ситуации, когда ребенок взбирается на оборудование, оснащенное дисплеем с движущимся изображением.

Обоснование: Данные по эксплуатации изделий и результаты исследований, проведенных в США, показывают, что детей в возрасте от двух до пяти лет привлекает изображение на дисплее, в результате чего ребенок может взобраться на дисплей, чтобы прикоснуться/быть ближе к изображению. Из-за этого оборудование может опрокинуться и придавить ребенка. Кроме того принято считать, что дети с большой вероятностью могут трогать изделия с доступными элементами управления или высотой менее 1 м.

- Данные были собраны в период с 1986 по 1998 год для телевизоров с ЭЛТ, диагональ которых составляла от 48,26 до 68,58 см [19—27 дюймов]. Средняя величина горизонтальной силы составляла 13 % от веса устройств.
- Испытание на отклонение на 15° [дополнительные 5° по сравнению с испытанием на статическую устойчивость] обеспечивает повышенную безопасность.

8.7 Оборудование, монтируемое на стене или потолке

Источник: IEC 60065 и серия IEC 60950

Цель: В этом пункте описаны меры по минимизации вероятности получения травм при падении оборудования из-за поломки приспособлений для монтажа.

Обоснование: Для испытания используется сила, эквивалентная четырехкратному весу. Она обеспечивает стандартный запас надежности, который учитывает используемые материалы, вибрацию, старение материалов, способ монтажа и т. д., при этом приложение минимальной силы величиной 50 Н имитирует случайный контакт.

8.8 Метод проведения испытания рукоятки на прочность

Источник: IEC 60065 и IEC 60950-1

Обоснование: Участок шириной 75 мм используют в качестве имитации руки. Запас надежности учитывает силы, создающие ускорение, и дополнительные нагрузки на верхнюю часть оборудования при его подъеме. Запас надежности не рассчитан на больший вес (ИМЭ3), поскольку оборудование следует поднимать медленнее, снижая величину силы, вызывающей ускорение, а увеличение веса перед подъемом менее вероятно, поскольку при этом был бы превышен нормальный вес, который один человек может поднять без использования вспомогательных средств. Оборудование класса ИМЭ1 с несколькими рукоятками можно использовать в качестве подставки для других объектов. Его необходимо подвергнуть испытаниям.

8.8.2 Проверка соответствия и метод проведения испытания

Обоснование: Оборудование класса ИЭМ1 с одной рукояткой не подвергают испытаниям. Наличие двух рукояток облегчает транспортировку оборудования, в то время как переноска дополнительных объектов увеличивает нагрузку на рукоятки.

8.9 Требования по подсоединению колесиков или роликов

Цель: Проверка прочности подсоединения колесиков или роликов к оборудованию.

Источник: UL 1667

Цель: Снижение вероятности того, что при использовании колесиков оборудование на тележке или подставке опрокинется при перемещении из одного помещения в другое, в процессе чего колесики могут наехать на разнообразные препятствия, например край ковра, лежащего на твердой поверхности (для таких препятствий характерно изменение силы трения), кабели и дверные порожки.

Обоснование: Минимальный размер колесика 100 мм был признан достаточным для переезда через эти препятствия без резких остановок, которые могут привести к опрокидыванию тележки или подставки или соскальзыванию с нее оборудования.

8.10 Тележки, подставки и другие подобные несущие устройства

Источник: UL 60065

Обоснование: Для предотвращения опрокидывания проводят испытание с приложением вилы величиной 20 Н, которое имитирует неожиданную блокировку колесиков в процессе движения.

8.10.1 Общие положения

Обоснование: Данное требование взято из IEC 60065. Оно обосновывается тем, что колесики диаметром минимум 100 мм, как ожидают, смогут переезжать через обычные препятствия, такие как электрические шнуры, косяки дверей и т. д., без неожиданных остановок.

8.10.2 Маркировка и инструкции

Обоснование: Допускается применять различные способы маркировки в зависимости от того, каким образом оборудование соотносят с определенной тележкой, подставкой или аналогичным несущим устройством.

8.10.3 Испытание тележки, подставки или несущего устройства под нагрузкой и проверка соответствия

Цель: Проверка того, что тележка или подставка сможет выдержать предполагаемую перегрузку без создания опасной ситуации.

Источник: IEC 60065

Обоснование: Сила величиной 220 Н имитирует вес маленького ребенка в возрасте около пяти лет, который может попытаться влезть на тележку или подставку. Цилиндр круглого сечения диаметром 30 мм имитирует ступню ребенка. По приблизительным оценкам высота 750 мм соответствует росту пятилетнего ребенка. Дополнительное испытание силой 440 Н имитирует потенциальное воздействие дополнительных материалов или оборудования, которые могут быть размещены на тележке или подставке. Дополнительная силы величиной 100 Н имитирует перегрузку со стороны пользователя. Длительность проведения испытания ограничена временным промежутком 1 мин, поскольку опыт показал, что неудача при испытаниях вероятна как раз в течение этого времени.

8.10.4 Ударное испытание тележки, подставки или несущего устройства под нагрузкой

Цель: Проверка того, что тележка или подставка сможет выдержать предполагаемое ударное воздействие без создания опасной ситуации.

Источник: IEC 60065 и серия стандартов IEC 60950

Обоснование: Ударное воздействие величиной 7 Дж имитирует преднамеренный и случайный контакт с оборудованием. Это значение взято из лункта Т.9.2, в котором описаны испытания кожухов.

8.10.5 Устойчивость к механическому воздействию

Цель: Проверка того, что тележка или подставка остается устойчивой при определенной нагрузке.
Крепление оборудования, установленного на тележке, может ослабнуть, однако оборудование не должно упасть с тележки.

Обоснование: Испытательную силу снижают до 13 % от веса оборудования, если оно начинает перемещаться по тележке или подставке, как если бы оборудование рассматривалось отдельно от тележки или подставки. Если оборудование не движется в процессе испытания с приложением силы, то их рассматривают как единое целое.

8.10.6 Температурная стабильность термопластичных материалов

Источник: IEC 60065 и IEC 60950-1

Обоснование: Предотвращение усадки, механической релаксации или коробления материалов, которые могут подвергаться воздействию опасных факторов.

8.11 Приспособления для монтажа оборудования в стойке

8.11.1 Требования

Источник: UL/CSA 60950-1, второй выпуск

Обоснование: Обоснование: потенциально опасным источником энергии является изделие, обладающее значительной массой и установленное на направляющих рельсах в стойке. Специальная совместная американско-канадская группа Adhoc провела исследования и выработала данные требования на основе анализа опасных факторов и испытаний на их воздействие.

В качестве точки приложения силы, направленной вниз, был выбран центр тяжести, поскольку, как правило, при выборе местоположения новых направляющих/рельсов и их монтаже в процессе установки нового оборудования в стойке ранее установленное оборудование аналогичного размера/массы, скорее всего будет установлено в сервисное положение (т. е. полностью выдвинуто) и использовано в качестве подставки для нового оборудования. При этом маловероятно, что новое оборудование будет существенно смещено относительно центра установленного оборудования, на котором его размещают.

8.11.2 Испытание на механическую прочность с приложением переменной силы

Цель: Имитация временного размещения нового сервера при его монтаже сверху уже установленного. Поэтому при проведении испытания прикладывают направленную вниз силу.

Обоснование: Величина 150 % от массы оборудования взята с учетом 50 %-ного допуска на различия в изготовлении рельсов, который дает достаточный запас безопасности.
Дополнительная сила величиной 330—530 Н имитирует воздействие оборудования, которое при монтаже в стойке размещают на ранее установленном оборудовании, которое временно используется в качестве полки или рабочей поверхности. Максимальный вес оборудования, которое гарантированно могут поднять два человека без применения механических подъемных устройств, составляет по оценкам 530 Н. Оборудование, вес которого превышает 530 Н, будет иметь механические подъемные приспособления, поэтому вероятность того, что устанавливаемое оборудование окажется на уже установленном оборудовании, крайне мала.

8.11.3 Испытание на механическую прочность с приложением силы 250 Н при наличии концевых ограничителей

Цель: Моделирование технического обслуживания сервера путем прикладывания к нему небольшой силы, которая, как ожидается, будет воздействовать на него при замене узлов, карт и т. д. Таким образом эти испытания также направлены на проверку боковой устойчивости направляющих рельсов. Необязательно еще раз проводить испытание на воздействие силы, направленной вертикально вниз, если оно уже было проведено в соответствии с требованиями 8.11.2, однако при выработке плана проведения испытаний необходимо исходить из практики.
Прокатывание оборудования по направляющим рельсам вперед и назад после испытания гарантирует, что рельсы не погнуты, и следовательно они не рассыплются после проведения обслуживания.

Источник: UL/CSA 60950-1, второй выпуск

Обоснование: Принято считать, что воздействия силой, величина которой составляет 250 Н, характерны при обслуживании оборудования и выполнении обычных операций рядом с ним. Эта величина была выработана частично на основе положений IEC 60950-1:2005, 4.1, и частично на основе исследования сил, которые обычно действуют на вилки модулей оборудования от разных производителей. Приложение силы, когда оборудование находится в наиболее неблагоприятном положении, имитирует надавливание или наталкивание полностью выдвинутого оборудования в процессе его обслуживания на выдвинутую единицу оборудования и учитывает другие обоснованно предполагаемые условия, которые могут возникнуть.

Раздел 9 Тепловой ожог

9.1 Общие положения

Обоснование: **А Общие положения**

Ожог может возникнуть при подводе к части тела тепловой энергии, вызывающей повреждение эпидермиса. В зависимости от теплоемкости объекта, длительности контакта и достигаемой при этом температуре, реакция тела может варьироваться от ощущения тепла до ожога.

Энергия передается в тепловой форме путем физического контакта с частью тела. Вероятность получить тепловое повреждение зависит от нескольких параметров, характеризующих процесс передачи тепловой энергии. К ним относятся следующие параметры:

- разница температур между частью и телом;
- теплопроводность (или тепловое сопротивление) между горячей частью и телом;
- масса горячей части;
- удельная теплоемкость материала, из которого изготовлена часть;
- площадь контакта;
- длительность контакта.

В Модель, объясняющая механизм получения ожогов

Ожог кожи возникает в том случае, когда тепловая энергия воздействует на кожу и повышает ее температуру. Возникновение ожога зависит от нескольких параметров. Трехблочная модель возникновения ожога (рисунок 20 настоящего стандарта), основанная на анализе опасных факторов, учитывает не просто температуру источника, а его общее количество тепловой энергии, которое зависит от температуры источника (относительно кожи), и его полную теплоемкость. Модель также учитывает механизм передачи энергии, который зависит от теплопроводности между телом и тепловым источником, а также от площади и длительности контакта. Возникновение ожога и его серьезность зависят от количества переданной тепловой энергии.

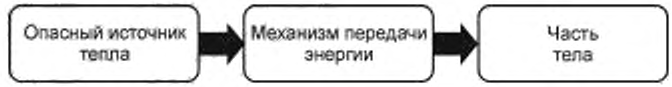


Рисунок 20 — Модель получения ожогов

Как правило механизм передачи энергии от источника энергии части тела представляет собой непосредственный контакт с частью тела. При достаточной длительности контакта части тела передается такое количество тепловой энергии, которое вызывает ожог. Чем выше температура теплового источника и чем эффективнее механизм передачи энергии, тем меньше продолжительность контакта, требуемая для возникновения ожога. Это нелинейная функция, зависящая от типа материала, температуры и эффективности передачи тепла. Приведенные далее примеры иллюстрируют роль этого нелинейного соотношения при возникновении контактных ожогов при непродолжительном контакте/более высокой температуре и длительном контакте/менее высокой температуре.

Пример 1 — Доступный металлический теплоотвод при температуре 60 °С может обладать энергией, достаточной для того, чтобы вызвать ожог при контакте длительностью около 5 с. При температуре 65 °С ожог может возникнуть при контакте длительностью всего лишь 1,5 с (см. ISO 13732-1:2006, рисунок 2). С увеличением температуры металлической поверхности длительность контакта, требуемая для получения ожога, быстро сокращается.

Пример 2 — Рассмотрим тепловой источник со средней теплопроводностью, например пластиковый кожух. При температуре 48 С передача количества тепловой энергии, достаточного для получения ожога, может занять до 10 мин. При температуре 60 °С ожог может возникнуть при контакте длительностью всего лишь 1 мин (см. ISO 13732-1:2006, таблица 1). Несмотря на то что температура источника увеличилась только на 25%, минимальная длительность контакта, требуемая для получения ожога, снизилась на 90%.

На практике фактическое количество тепловой энергии и длительность воздействия, требуемая для получения ожога, также зависят от площади контакта и состояния кожи. Исходя из прошлой практики, для упрощения модели предполагают, что площадь контакта не превышает 10 % от всей площади поверхности тела, а контакт происходит со здоровой кожей взрослого человека (см. ISO 13732-1:2006, таблица 1).

Как правило низкотемпературные устройства способны вызывать нагревание или создавать болевые ощущения перед появлением существенного ожога у большинства обычных лиц (см. ISO 13732-1:2006, 5.7.3, примечание). Требования для лиц с неврологическими нарушениями не рассматриваются в настоящем стандарте, однако могут быть рассмотрены в дальнейшем.

Примечания

1 Влияние площади поверхности контакта в данный момент не рассматривается в настоящем документе и представляет собой возможный предмет исследования в будущем. Рассмотрение больших поверхностей контакта, как у медицинских грелок, которые закрывают свыше 10 % площади поверхности тела, не входит в настоящий стандарт, поскольку подобные устройства относятся к области применения стандартов на медицинскую аппаратуру.

2 Давление при контакте теплового источника с частью тела может влиять на передачу тепловой энергии. Исследования показали, что этот эффект проявляется при высоком давлении. Для типичного давления при случайном контакте, которое не превышает 20 Н, эффект оказался пренебрежимо мал. Поэтому величина давления при контакте в настоящем стандарте не рассматривается (см. ATSM C 1055, X1.2.3.4, ASTM C 1057,7, примечание 10).

3 Ожоги, вызываемые источниками инфракрасного (ИК), видимого, ультрафиолетового и радиочастотного излучения, не рассматриваются в разделе 9, который посвящен тепловым ожогам.

С Типы ожогов

Ожоги обычно разделяют на ожоги первой, второй и третьей степени в порядке возрастания серьезности:

Ожог первой степени — реакция на воздействие, интенсивность или длительность которого недостаточна для того, чтобы вызвать полный некроз эпидермиса. Нормальной реакцией на такой уровень воздействия является расширение поверхностных кровеносных сосудов (покраснение кожи). Пузырей не возникает. (См.: ASTM C1057).

Ожог второй степени — реакция на воздействие, интенсивность и длительность которого достаточны для того, чтобы вызвать полный некроз эпидермиса, но при котором не возникает существенного повреждения дермы. Нормальной реакцией на такое воздействие является отслоение эпидермиса с образованием пузырей. (См.: ASTM C1057).

Ожог третьей степени — реакция на воздействие, при котором возникает выраженный некроз дермы. Результатом такого ожога является обширный некроз с 75 % уничтоженной дермой. При этом образуются открытые раны, после заживления которых остаются рубцы. (См.: ASTM C1057).

В ISO 13732-1:2006, 3.5 приведена следующая классификация ожогов:

Поверхностный ожог с частичным поражением кожи по толщине — при всех ожогах, кроме самых поверхностных, наблюдается полное уничтожение эпидермиса, однако волосяные фолликулы, а также сальные и потовые железы остаются неповрежденными.

Глубокий ожог с частичным поражением кожи по толщине — происходит уничтожение значительной части дермы и всех сальных желез, и остаются только глубоко залегающие в коже части волосяных фолликулов и потовых желез.
Ожог с поражением кожи на всю толщину — происходит полное уничтожение кожи вместе со всеми эпителиальными элементами.

Несмотря на то что классификации, приведенные в ASTM C1057 и ISO13732-1:2006, частично перекрываются, между отдельными классификациями нет точного соответствия. Кроме того следует отметить, что приведенная здесь классификация ожогов не ориентирована на классификацию отдельных тепловых источников (ИТЭ1, ИТЭ2 и ИТЭ3), приведенную далее в настоящем стандарте.

D Модель защиты от тепловых ожогов

Для предотвращения травм, вызываемых воздействием тепла, между частью тела и источником энергии помещают защиту. Для выполнения требований по защите от опасности, связанной с возникновением ожогов, может потребоваться несколько средств защиты.
Для предотвращения травм, вызываемых воздействием тепла, между частью тела и источником энергии помещают защиту (см. рисунок 21 настоящего стандарта). Для выполнения требований по защите от опасности, связанной с возникновением ожогов, может потребоваться несколько средств защиты.



Рисунок 21 — Модель защиты от тепловых ожогов

Общее описание типов защиты
В этом разделе приведены примеры различных типов защиты, которые можно использовать.
a) Термическая опасность отсутствует
Первая модель, проиллюстрированная на рисунке 22 настоящего стандарта, предполагает контакт обычного лица с поверхностью при отсутствии термической опасности. В этом случае защита не требуется.



Рисунок 22 — Модель защиты в условиях отсутствия термической опасности

b) Термическая опасность присутствует, используется физическая защита
Вторая модель, показанная на рисунке 23 настоящего стандарта, предполагает контакт обычного лица с поверхностью. Параметры источника тепловой энергии превышают пороговые значения, требуемые для возникновения ожогов (таблица 42), однако между источником энергии и частью тела установлена защита, которая снижает скорость передачи тепловой энергии, так что температура поверхности в течение ожидаемого времени контакта не будет превышать пороговых значений. Примером физической защиты является теплоизоляция.

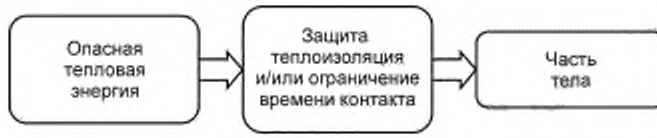


Рисунок 23 — Модель защиты при использовании физической защиты в условиях термической опасности

c) Термическая опасность присутствует, используется защита, обеспечиваемая определенными действиями

Третья модель, показанная на рисунке 24 настоящего стандарта, предполагает возможность контакта обычного лица с тепловым источником или частью. Температура превышает пороговое значение, однако время воздействия ограничено ожидаемыми условиями эксплуатации или указаниями для пользователя по предотвращению контакта или ограничению его длительности до безопасного уровня. Время контакта и продолжительность воздействия не будут превышать порогового значения. Дополнительная защита может не требоваться.

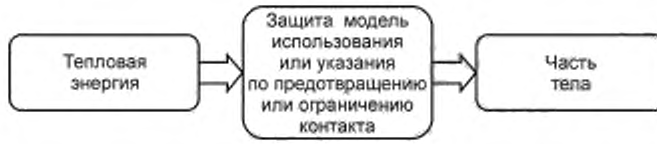


Рисунок 24 — Модель защиты при использовании защиты, обеспечиваемой определенными действиями, в условиях термической опасности

9.2 Классификация источников тепловой энергии

Обоснование: Поверхности, доступные для прикосновения, классифицируют как источники тепловой энергии ИТЭ1, ИТЭ2 или ИТЭ3. При этом к ИТЭ1 относят источники с самым низким уровнем энергии, а к ИТЭ3 — с самым высоким. Тип требуемой защиты определяется классом каждой поверхности.

Оценка опасности получения ожогов сложна и, как обсуждалось при описании модели получения ожогов, приведенной выше, проводится на основе нескольких факторов. К важным аспектам относятся полная теплоемкость источника, его температура относительно тела, теплопроводность контакта и др. Рассматривая простую модель для оценки опасности определенной поверхности, предполагают, что полная теплоемкость и теплопроводность остаются постоянными.

Таким образом источники тепловой энергии классифицируют только по материалу поверхности, ее относительной температуре и длительности контакта. Обычно для заданного типа материала температура и длительность контакта с большой долей вероятности являются единственными переменными, которые имеют значение при оценке риска возникновения ожогов.

9.2.2 ИТЭ1

Обоснование: Источником с самым низким уровнем тепловой энергии является ИТЭ1. Он характеризуется таким уровнем тепловой энергии, который обычно не вызывает ожогов. При ненормальных условиях эксплуатации, когда обычному лицу понятно, что оборудование работает со сбоями, для поверхностей ИТЭ1 можно применять предельные значения температуры, достигающие предельных значений для

ИТЭ2 в случае кратковременного контакта. При этом пользователь будет предупрежден о повышении температуры, так что контакт считают маловероятным. Если контакт все же происходит, то за счет того, что превышение предельных значений для ИТЭ2 не отмечается, ожоги за время нормальной реакции не возникают. Примером такой ситуации служит неработающий компьютерный монитор, на экране которого отсутствует изображение. В этом случае следует применять предельные значения для поверхностей ИТЭ2 для кратковременного контакта. Однако в том случае, когда компьютер продолжает работать с отказавшим вентилятором системы охлаждения, пользователь может не замечать неисправности, и тогда на соответствующие поверхности по-прежнему продолжают распространяться предельные значения, установленные для ИТЭ1. В таблице 42 приведены верхние предельные значения для поверхностей ИТЭ1 при нормальных условиях эксплуатации.

9.2.3 ИТЭ2

Обоснование: Источник тепловой энергии ИТЭ2 обладает достаточным количеством энергии, чтобы при определенных условиях вызывать ожоги. Возникновение ожога при воздействии источника ИТЭ2 в большой степени зависит от длительности контакта. Значение имеют время контакта, площадь контакта, материал, с которым происходит контакт, и другие параметры, однако источник ИТЭ2 не способен вызывать травму, требующую профессиональной медицинской помощи. В таблице 42 приведены верхние предельные значения для поверхностей ИТЭ2.

9.2.4 ИТЭ3

Обоснование: Источник тепловой энергии ИТЭ3 обладает достаточным количеством энергии, чтобы вызывать ожоги сразу же при контакте с поверхностью. В стандарте отсутствует таблица с данными о предельных значениях для поверхностей ИТЭ3, поскольку любую поверхность, параметры которой превышают предельные значения, установленные для ИТЭ2, относят к классу ИТЭ3. Если длительность контакта, площадь контакта, материал, с которым происходит контакт, и другие параметры соответствуют указанным, источник ИТЭ3 может вызвать травму, требующую профессиональной медицинской помощи. Поверхности ИТЭ3 требуют максимального уровня защиты, определенного настоящим стандартом. Все поверхности можно рассматривать как ИТЭ3, если они не отнесены к другому классу.

9.2.5 Уровни температуры при контакте (таблица 42 — предельные значения температуры при контакте)

Источник: Предельные значения, приведенные в таблице 42, преимущественно были определены на основе данных ISO 13732-1:2006.

Обоснование: Температура кожи и время, за которое возрастает температура, представляют собой основные параметры, определяющие возникновение ожога кожи. На практике трудно измерить температуру кожи в точности в момент контакта с горячей поверхностью. Поэтому предельные значения, приведенные в таблице 42, не соответствуют температуре кожи. Это значения температуры поверхности, которые, как установлено, вызывают ожог кожи при контакте с поверхностью, если он длится дольше указанного допустимого времени. (См. ISO 13732-1:2006, примечание пункта 4.1.)

Критерии разделения источников тепловой энергии на классы включают температуру источника, его теплоемкость и теплопроводность, а также вероятную длительность и площадь контакта. Поскольку теплоемкость и теплопроводность какой-либо поверхности обычно остаются постоянными, здесь приведены предельные значения в градусах Цельсия для стандартных материалов и длительности контакта.

Для очень длительного контакта (>10 мин) температура, ниже которой ожог не возникает, стремится к 43 °С для большинства материалов (см. ISO 13732-1:2006, таблица 1). Исследования, проведенные с использованием переносного оборудования информационных технологий, показали, что при длительном контакте с телом температура снижается на величину от 5 °С до 12 °С вследствие охлаждающего эффекта, который обусловлен циркуляцией крови. Исходя из этого и учитывая вероятность того, что при длительном контакте тело обычно отделено от поверхности одеждой или какой-либо другой изоляцией, предельное значение температуры для ИТЭ1 в случае контакта длительностью свыше 1 мин, приведенное в таблице 42, с запасом выбрано равным 48 °С для всех материалов.

К изделиям, длительность контакта с поверхностями которых предположительно должна составлять свыше 1 мин, относятся, например, джойстики, мыши, мобильные телефоны и КПК. В эту категорию также входят ручки, регуляторы и рукоятки оборудования, контакт с которыми при обычном использовании может длиться дольше 1 мин.

В случаях, когда длительность соприкосновения с поверхностью не превышает 1 мин, на максимальную температуру, при которой не возникают ожоги, влияет тип материала и другие параметры. Из-за меньшей длительности контакта на передачу тепла, вызывающую описанный выше охлаждающий эффект, не хватает времени, поэтому он не учитывается при определении предельных значений. Предельные значения температуры для ИТЭ1 в случае контакта длительностью менее 1 мин, приведенные в таблице 42, взяты непосредственно из ISO 13732-1:2006, таблица 1.

К поверхностям, контакт с которыми длится менее 1 мин, относятся поверхности ручек и рукояток, которые в основном используются для перемещения или настройки оборудования. В эту категорию также входят круглые регуляторы и другие элементы управления, время контакта с которыми предположительно составляет менее 1 мин.

С такими поверхностями, как, например, поверхности нажимных кнопок/переключателей, регуляторов громкости, клавиш компьютерной или телефонной клавиатуры, возможен даже более кратковременный контакт. Прикосновение к таким поверхностям обычно длится не более 10 с. Предельные значения температуры для ИТЭ1 для таких поверхностей, приведенные в таблице 42, получены на основе пороговых значений температуры, при которой возникает ожог, для времени контакта менее 10 с из ISO 13732-1:2006 (см. ISO 13732-1:2006, рисунки 2, 5, 6 и 7).

Длительность контакта с доступными поверхностями, прикасаться к которым в процессе эксплуатации оборудования не требуется, принимают не превышающей 1 с. Минимальное время реакции для здоровых взрослых можно принять за 0,5 с. В более общих случаях время реакции увеличивают до 1 с (см. ISO 13732-1:2006, 5.5.2.1). Предельные значения температуры для ИТЭ1 для таких поверхностей, приведенные в таблице 42, получены на основе пороговых значений температуры, при которой возникает ожог, для времени контакта менее 1 с из ISO 13732-1:2006 (см. ISO 13732-1:2006, рисунки 2, 5, 6 и 7). Для металла и стекла значения из ISO 13732-1:2006 взяты с запасом на случай сокращения времени реакции при контакте с поверхностью, имеющей высокую тепловую энергию и характеризующейся высокой теплопроводностью.

К таким частям относятся, например, основные кожухи оборудования, доступные печатающие головки матричных принтеров или любые внутренние поверхности, которые становятся доступными при плановом техническом обслуживании. Учитывают также и случайные контакты, без намерения взяться за поверхность или прикоснуться к ней.

При возникновении неисправности соприкосновение пользователя с оборудованием менее вероятно и любой контакт с доступными поверхностями скорее всего будет очень кратковременным. Поэтому в таких случаях допускается использование более высоких предельных значений по сравнению с разрешенными ISO 13732-1.

Для металлических и стеклянных поверхностей предельная температура составляет 100 °С (IEC 60065:2010, таблица 3). Для всех пластиковых и деревянных поверхностей применяют предельные значения, установленные для ИТЭ2.

Для случаев, когда длительность контакта составляет от 1 до 10 с, в ISO 13732-1:2006 приведены не точные предельные значения, а диапазоны температуры, при которой может возникнуть ожог. Благодаря этому учитывается неопределенность, которая существует относительно возникновения ожогов в течение более коротких периодов (см. ISO 13732-1:2006, 4.1). Структура поверхности также может влиять на возникновение ожога. Предельные значения, приведенные в ISO 13732-1:2006, определены без учета этого фактора (см. ISO 13732-1:2006, 7.5.1). Поскольку большинство поверхностей оборудования информационных технологий имеет небольшой рельеф, были выбраны значения на верхнем конце диапазонов.

Когда контакт с поверхностью ИТЭ1 маловероятен вследствие ее ограниченного размера или затрудненного доступа к ней, допускается температура до 100 °С, в том случае если оборудование снабжено указанием по защите (см. IEC 60950-1:2005, таблица 4С, IEC 60065:2001, таблица 3).

В случае если поверхность должна быть горячей для выполнения своей функции, контакт с этой поверхностью и последующее возникновение ожога маловероятны, если пользователь проинформирован, что поверхность является горячей. Поэтому допускается температура до 100 °С и выше, если на корпусе оборудования имеется действующее указание по защите с предупреждением о горячей поверхности (см. IEC 60950-1:2005, таблица 4С, и IEC 60065:2001, таблица 3).

Для ожидаемых периодов контакта менее 1 мин допускается линейная интерполяция между более точными предельными значениями, приведенными в таблице 42 (см. ISO 13732-1:2006, 4.2.2).

Факторы, рассматриваемые при определении условий проведения испытаний

Для согласования с другими частями стандарта и отражения типичных условий эксплуатации используют условия окружающей среды, описанные в В.1.7.

Оценку защиты следует проводить при нормальных условиях эксплуатации изделия, при которых наблюдается повышение температуры поверхности. Выбранные условия эксплуатации должны быть типичными для использования изделия по назначению, так чтобы возможность преднамеренного неправильного использования или несанкционированной модификации изделия или изменения его рабочих параметров пользователем была исключена. Для какого-нибудь простого оборудования выполнить это условие нетрудно. Для более сложного оборудования необходимо учитывать несколько переменных, включая стандартную модель использования. Чтобы определить подходящую конфигурацию, изготовитель оборудования должен провести анализ.

Пример — Факторы, которые можно рассматривать при определении условий проведения испытаний для ноутбука:

- ***Режим работы***
- ***Переменная частота ЦП***
- ***Яркость ЖК-дисплея***
- ***Подключенные дополнительные принадлежности:***
  - ***Количество дисков***
  - ***USB-устройства***
  - ***Внешний жесткий диск***
- ***Установленное программное обеспечение:***
  - ***Игры***
  - ***Продолжительность непрерывного использования***
  - ***Вероятен ли длительный контакт?***
  - ***Другие специализированные приложения***
- ***Состояние батареи:***
  - ***Полностью заряжена/разряжена***
  - ***Подключена к источнику питания переменного тока***

9.3 Защита от воздействия источников тепловой энергии

9.3.2.1 Защита обычного лица от воздействия ИТЭ1

Обоснование: ИТЭ1 характеризуется неопасным уровнем энергии, и, следовательно, защита от его воздействия не требуется. Поскольку уровень энергии не опасен и получить травму невозможно, такой источник может быть доступен обычным лицам. Ограничения на длительность контакта с ним при нормальных условиях эксплуатации отсутствуют.

9.3.2.2 Защита обычного лица от воздействия ИТЭ2

Обоснование: ИТЭ2 обладает опасным количеством энергии, которое может вызвать ожог при достаточной длительности контакта. Поэтому для обеспечения безопасности обычного лица необходима защита. Поверхность ИТЭ2 не вызывает ожог непосредственно в момент контакта. Поскольку при контакте с поверхностью ИТЭ2 с большой вероятностью образуется только незначительный ожог, а его возникновению чаще всего предшествует боль или неприятные ощущения, физическая защита может не требоваться при наличии эффективных способов проинформировать обычное лицо об опасности контакта с горячей поверхностью.
Таким образом в качестве защиты от воздействия ИТЭ2 можно использовать:
физический барьер для предотвращения доступа или
указание по защите для ограничения времени контакта ниже порогового значения.

9.3.2.3 Защита обычного лица от воздействия ИТЭ3

Обоснование: ИТЭ3 обладает опасным количеством энергии, которое может вызвать ожог непосредственно в момент контакта. Поскольку поверхность ИТЭ3 в любых условиях может вызвать ожог сразу же или менее чем за предполагаемое время реакции, возникающей из-за боли или неприятных ощущений, необходимо использовать средство защиты оборудования.

9.3.3.1 Защита обученного лица от воздействия ИТЭ2

Обоснование: Обученные лица защищены контролем со стороны квалифицированного лица и могут эффективно использовать указания по защите. Поэтому средства защиты оборудования для источников энергии ИТЭ2 не требуются. Может потребоваться указание по защите.

9.3.3.2 Защита обученного лица от воздействия ИТЭ3

Обоснование: Источники энергии ИТЭ3 могут вызывать серьезные ожоги при очень кратковременном контакте. Поэтому одного указания по защите недостаточно для обеспечения безопасности обученного лица, требуется использовать средство защиты оборудования.

9.3.4 Обеспечение безопасности квалифицированного лица

Обоснование: Квалифицированные лица защищены своим образованием и опытом и способны избегать получения травм, вызываемых воздействием источников ИТЭ3. Поэтому для защиты от источников ИТЭ3 средства защиты оборудования не требуются. Так как даже квалифицированные лица в качестве реакции на боль могут совершать непроизвольные действия, для защиты от других источников энергии класса 3, находящихся рядом с источником энергии ИТЭ3, может потребоваться средство защиты оборудования или указание по защите.

9.4 Требования, предъявляемые к защите

9.4.1 Средство защиты оборудования

Обоснование: Задача средства защиты оборудования — ограничивать передачу опасной тепловой энергии. В качестве средства защиты оборудования может служить теплоизоляция или другой физический барьер.

9.4.2 Указание по защите

Обоснование: Указание по защите информирует людей о наличии опасного уровня тепловой энергии. Указания по защите могут иметь текстовый или графический формат и быть приведены на изделии или в документации для пользователя. При определении формата и местоположения защиты учитывают, для какой группы пользователей она предназначена, какова вероятность контакта и предполагаемый характер возникающих травм.

Раздел 10 Излучение

10.1 Общие положения

Обоснование: УФ-излучение может влиять на физические свойства термопластичных материалов, а значит, оно может оказывать влияние и на компоненты, защищающие части тела от воздействия ряда опасных источников энергии (см. таблицу 17 настоящего стандарта).

Таблица 17 — Защита от излучения

Источник энергии	Меры по предотвращению воздействия/защита
Неионизирующее излучение, воздействующее на людей	Ограничение воздействия излучения на людей
Ионизирующее излучение, воздействующее на людей	Ограничение воздействия излучения на людей
Ультрафиолетовое (УФ) излучение, воздействующее на части, неисправность которых может привести к травмам	Ограничение воздействия на материалы, чувствительные к УФ-излучению, или соблюдение требования по использованию материалов, устойчивых к воздействию УФ-излучения
Звуковое излучение	Ограничение воздействия звукового излучения на людей с помощью защиты

10.2 Классификация источников энергии излучения

Обоснование: При использовании устройства прежде всего определяют, какие источники энергии представляют собой потенциальные источники энергии излучения. Каждый источник энергии в составе изделия может быть классифицирован как источник излучения на основе доступной в цепи энергии, которая может быть использована для определения типа и количества требуемых средств защиты. При классификации источников энергии излучения выделяют источники энергии электромагнитного излучения.

10.2.3 ИЭИ3

Обоснование: К источникам энергии ИЭИ3 относятся такие источники, которые не классифицированы как ИЭИ1 или ИЭИ2. Классификационные испытания не требуются, поскольку такие источники могут иметь неограниченную энергию. Если параметры источника энергии не измеряются, его относят к классу ИЭИ3 для применения настоящего стандарта. Квалифицированное лицо должно использовать индивидуальное защитное снаряжение или принимать необходимые меры для снижения воздействия до безопасного уровня при работе в тех местах, где может находиться ИЭИ3.

10.3 Требования, предъявляемые к электромагнитному излучению

10.3.1.2 Неионизирующее излучение лазеров

Источник: IEC 60825-1 и IEC 60825-2

Обоснование: Лазерное излучение может создавать опасность получения ожогов или приводить к возгораниям. Предельные значения должны соответствовать определенному классу лазера. Эти требования также распространяются на оптические системы связи (где связь осуществляется по оптоволокну или через свободное пространство).
Для лазеров классов 2, 3 и 4 необходимы предупредительные или пояснительные наклейки. Оформление наклеек определяется уровнями мощности лазеров, приведенными в IEC 60825-1 и IEC 60825-2.
Лазеры классов 3B, 3R и 4 относят к ИЭИ3.
Лазерные диоды проверяют согласно IEC 60825-1:2007.

10.3.1.3 Неионизирующее оптическое излучение ламп и многоламповых систем (в том числе и светодиодов)

Источник: IEC 62471

Обоснование: Избыточное воздействие оптического излучения может привести к повреждению сетчатки и вызвать ухудшение зрения или слепоту. Предельные значения, приведенные в ссылочных стандартах, используются для снижения вероятности ухудшения зрения из-за воздействия источников оптического излучения.
В IEC 62471 источники ИЭИ1 исключены из рассмотрения, ИЭИ2 относятся к группам риска 1 и 2, а ИЭИ3 — к группе риска 3.
Чтобы светодиод был включен в рассмотрение, его параметры должны превышать предельные значения, приведенные в IEC 62471.

10.3.3 Защита людей от воздействия ионизирующего излучения (рентгеновского излучения)

Источник: IEC 60950-1 и IEC 60065

Обоснование: Длительное избыточное воздействие рентгеновского излучения может вызвать травмы. Предельные значения, приведенные в настоящем стандарте, были взяты из IEC 60950-1 и IEC 60065 для ограничения воздействия ниже опасных уровней.

10.4 Защита от воздействия источников акустической энергии

Источник: A11–EN 60065:2002

Обоснование: Требования к защите от звука находятся на рассмотрении и будут включены в последующее издание стандарта, в которое войдут требования к портативным персональным звуковым системам с гарнитурой или наушниками. В нем не будет рассматриваться шум окружающей среды или звук, генерируемый громкоговорителями. Вместе с тем стандарт предупреждает пользователей такого оборудования об опасности длительного прослушивания громкого звука, поскольку это может привести к нарушению слуха.

Приложение B Испытания при нормальных и ненормальных условиях эксплуатации и при условии единичной неисправности

B.1.7 Температурные условия проведения измерений

Источник: IEC 60950-1

Цель: Определение того, действительно ли равновесная температура части или материала превышает или не превышает предельное значение температуры для этой части или материала.

Обоснование: Тепловое равновесие считают достигнутым, если рост температуры не превышает 3 К за 30 мин. Если измеренная температура на 10 % меньше требуемой предельной температуры, тепловое равновесие считают достигнутым, если рост температуры не превышает 1 К за 5 мин.

Рост температуры описывается экспоненциальной кривой и асимптотически стремится к тепловому равновесию. Скорость роста температуры можно представить в виде функции времени и использовать для приблизительной оценки ее величины при тепловом равновесии. При этом достаточно такой точности, которая позволяет понять, будет ли установившееся значение превышать предел или нет.

B.2—B.3—B.4 Режимы работы

Обзор режимов работы представлен на рисунке 25 настоящего стандарта.

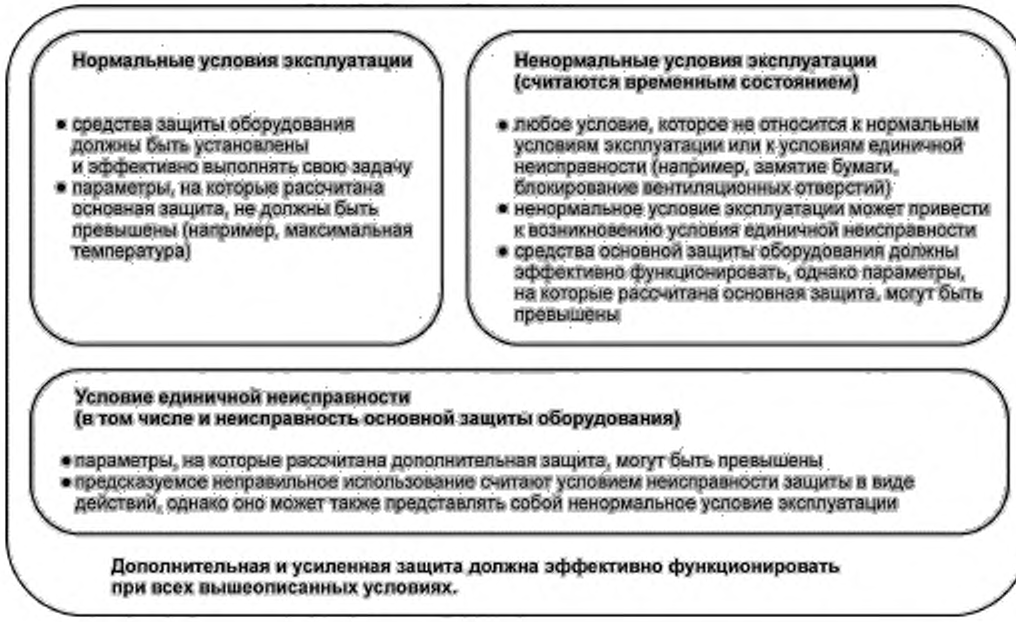


Рисунок 25 — Обзор режимов работы

Приложение D Испытательные генераторы

Источник: МСЭ-Т, рекомендация K.44

Обоснование: Перенапряжения в схеме 1, которая приведена в таблице D, представляют собой типичные напряжения, которые наводятся в длинных телефонных проводах и коаксиальных кабелях наружной прокладки при ударах молнии в их заземляющий экран.

Перенапряжения в схеме 2 представляют собой типичные скачки нулевого потенциала при ударах молнии в силовые кабели или при неисправностях таких кабелей.

Перенапряжения в схеме 3 представляют собой типичные напряжения, которые наводятся в проводке антенны при ударах молнии в землю рядом с ней.

На рисунке D.3 приведена электрическая схема для испытания ламп высокого давления с использованием высокоэнергетического импульса.

Приложение E Условия проведения испытаний для оборудования, оснащенного усилителями звуковой частоты

Источник: IEC 60065

Обоснование: Предлагаемые предельные значения напряжения от прикосновения на соединителях относятся в том числе и к аудиосоединителям, с которыми люди могут вступать в контакт, были без изменений взяты из IEC 60065:2001. Согласно пункту 11.1 IEC 60065:2001 при условиях единичной неисправности не допускается увеличение допустимых предельных значений напряжения от прикосновения.
Предлагаемые предельные значения по величине превышают допустимые пределы, приведенные в таблицах 5 и 6, однако не считаются опасными по следующим причинам:
- выходное напряжение измеряют при отсоединенной нагрузке (наихудший случай в отношении нагрузки);
- площадь поверхности контакта соединителей и проводов очень сложно определить из-за их сложной формы. Конструкция соединителей позволяет считать площадь поверхности контакта небольшой;
- как правило в руководстве по эксплуатации, поставляемом в комплекте с оборудованием, пользователю рекомендуется подключать все кабели только тогда, когда питание оборудования отключено. В этом случае пользователя можно считать обученным лицом;
- для достижения предлагаемых предельных значений включенное оборудование должно проигрывать какие-либо программы при высоком уровне выходного напряжения и отсоединенной нагрузке. Несмотря на то что это возможная ситуация, вероятность ее возникновения крайне мала. Неизвестно о случаях получения травм, связанных с усилителями, среднеквадратичное значение неискаженного выходного напряжения которых составляет менее 71 В;
- Национальные электротехнические нормы безопасности (США) разрешают доступ к соединителям, среднеквадратичное значение максимального выходного напряжения на которых составляет 120 В.

Приложение F Маркировки оборудования, инструкции и указания по защите

F.3 Маркировки оборудования

Источник: Систематизированные требования приведены в директивах ЕС, таких как Директива по машинам, механизмам и машинному оборудованию, приложение I, пункт 1.7.3, Маркировка; NFPA79:2002, пункт 17.4, Данные, указываемые на заводской табличке; Канадские электротехнические нормы безопасности CSA C22.1, раздел 2-100, Маркировка оборудования. Приведенные здесь требования в основном взяты из IEC 60065 и серии стандартов IEC 60950.

Обоснование: Четкое описание маркировок оборудования в данном пункте.

F.3.3.1 Оборудование без непосредственного подключения к сети электропитания

Источник: IEC 60950-1

Цель: Четкое разъяснение того, что оборудование, питаемое от сетевых цепей, но не имеющее непосредственного подключения к сети электропитания посредством стандартных вилок и соединителей, необязательно должно иметь маркировку с электрическими характеристиками.

Обоснование: Только оборудование, которое непосредственно подключено к сети электропитания с питанием от электроустановки здания, должно иметь маркировку с электрическими характеристиками, включающими полную нагрузку, которая может быть подключена к розетке питания здания. Если оборудование входит в состав гирляндной цепи или включает конфигурацию ведущий-ведомый, маркировка требуется только для ведущего устройства или для первого устройства в гирляндной цепи.

Приложение G Компоненты

G.1 Выключатели

Источник: IEC 61058-1

Обоснование: Контакты не должны создавать дугу, вызывающую их оплавление и повреждение при отключении выключателя, и привариваться при его включении, если выключатель находится на источнике энергии ИЭП2 или ИЭП3. Принято считать, что источник энергии ИЭП1 не обладает достаточной энергией, чтобы вызвать оплавление и повреждение контактов. Оба этих процесса (оплавление и повреждение) могут привести к сильному нагреванию, которое может вызвать возгорание. В отключенном состоянии между двумя контактами должен быть промежуток достаточной величины, который должен быть равен зазору для усиленной защиты, если цепь относится к классу ИЭЭ3, или зазору для основной защиты, если цепь относится к классу ИЭЭ2 или ИЭЭ1 (в цепи ИЭЭ1 может существовать ПИВ в виде электрической дуги или резистивный ПИВ), во избежание опасности поражения электрическим током и возникновения возгорания. Контакты не должны показывать износ или оплавление после проведения испытаний, имитирующих изнашиваемость в течение срока службы, и испытаний на перегрузку и должны нормально функционировать после таких испытаний.

G.2 Термовыключатели

Источник: Стандарты серии IEC 60730

G.3 Термоплавкие предохранители

Источник: IEC 60691

G.4 Терморезисторы с положительным температурным коэффициентом

Источник: IEC 60730-1

G.5 Устройства защиты от перегрузок по току

Обоснование: Устройства защиты от перегрузок по току должны соответствовать требованиям распространяющихся на них стандартов МЭК.

G.6 Устройства защиты, не рассматриваемые в разделах G.2–G.5

Обоснование: Устройства защиты должны иметь соответствующие номинальные характеристики, в том числе и отключающую способность.

G.7 Трансформаторы

Источник: IEC 61558-1, IEC 60950-1

Цель: Альтернатива: IEC 62368-1, G.7.1–G.7.3

Обоснование: Альтернативные требования на протяжении многих лет успешно используются для изделий, относящихся к области применения настоящего стандарта.

G.8 Электродвигатели

Источник: IEC 60950-1

Цель: Испытание на перегрузку, испытание с затормаживанием ротора.

Обоснование: Требования на протяжении многих лет успешно используются для изделий, относящихся к области применения настоящего стандарта.

G.9 Сетевые шнуры электропитания

Источник: IEC 60245 (изоляция из резины), IEC 60227 (изоляция из ПВХ), IEC 60364-5-54

Цель: Размер провода, соответствующий требованиям IEC 60364-5-54

Обоснование: Сетевые соединения обычно характеризуются высокой энергией, доступной при нормальных условиях эксплуатации и при неисправности за счет сетевых цепей. Необходимо также обеспечить соответствие требованиям по монтажу.
Нагрузка на сетевую клемму, которая может привести к возникновению источника воспламенения вследствие ослабления или поломки соединения, должна быть минимизирована.
Необходимо выполнение требований по размеру и конструкции клемм для обеспечения требуемой токопропускной способности и надежного соединения, так чтобы вероятность воспламенения была снижена.
Должны быть выполнены требования по воспламеняемости проводки для сокращения потенциального распространения огня при возникновении воспламенения.
Необходимо выполнение требований по размеру проводников для обеспечения требуемой токопропускной способности и надежного соединения, так чтобы вероятность воспламенения была снижена.

G.9.3—G.9.6 Анкерное крепление сетевых шнуров электропитания, вводы шнуров, защита от изгибания и замена шнура

Источник: IEC 60065 и IEC 60950-1

Цель: Требования по надежности анкерных креплений шнуров.

Обоснование: Требования к анкерным креплениям шнуров, вводам шнуров, защите шнуров от изгибания и их замене выработаны главным образом на основе 16.5 и 16.6 IEC 60065:2001 и 3.2.6 и 3.2.7 IEC 60950-1:2005.

G.11.1 Изоляция проводов в намоточных компонентах

Источники: Серия стандартов IEC 60317, IEC 60950-1

Цель: Провода обмотки с эмалевым покрытием допускается использовать в качестве основной изоляции между внешней цепью с напряжением на уровне ИЭЭ2 и ИЭЭ.

Обоснование: ИЭЭ1 превращается в ИЭЭ2 при условиях единичной неисправности. Провода обмотки с эмалевым покрытием последние 25 лет используются в телекоммуникационных трансформаторах для обеспечения основной изоляции между НТС и БСНН. Провод обмотки подвергают типовым испытаниям на электрическую прочность для основной изоляции в дополнение к испытаниям на соответствие требованиям серии стандартов IEC 60317. Эмалевое покрытие имеется как на проводах входной обмотки, так и на проводах выходной, и, следовательно, возможность наличия совмещенных микроотверстий сведена к минимуму. Готовый компонент подвергают периодическому испытанию на электрическую прочность с использованием соответствующего испытательного напряжения.

Источник: IEC 60950-1

Цель: Для напряжений, превышающих уровень ИЭЭ2:
- отсутствие расстояния через изоляцию для основной изоляции;
- толщина одного слоя дополнительной или усиленной изоляции 0,4 мм, соответствие требованиям 5.4.4.7 и приложения J;
- отсутствие расстояния через изоляцию для спирально намотанной ленты или прессованной изоляции проводов;
• для основной изоляции: один слой,
• для дополнительной изоляции: два слоя;
• для усиленной изоляции: три слоя.

G.11.1.3 Защита от механических напряжений в намоточных компонентах

Цель: Изоляционные трубки, прохождение испытания на износоустойчивость согласно требованиям G.11.3.

G.11.3 Испытание намоточных компонентов на износоустойчивость

Источник: IEC 60065:2001, 8.18

Цель: Испытание на износоустойчивость

Обоснование: Это испытание предназначено для проверки того, будут ли изолированные провода обмотки без дополнительной межслоевой изоляции выполнять функцию изоляции в течение своего предполагаемого срока службы. Испытание на износоустойчивость включает испытание на нагрев при длительной работе, испытание на воздействие вибрации и испытание на воздействие влаги. После этих испытаний компонент должен быть по-прежнему способен выдерживать испытание на электрическую прочность.

G.11.3.2 Проверка соответствия

Цель: Измерение выходного напряжения при номинальном входном напряжении и фиксированной нагрузке.

Обоснование: Любое изменение выходного напряжения указывает на неисправность межвитковой изоляции.

G.11.3.3 Испытание на нагрев при длительной работе

Обоснование: Значения в таблице G.6 приведены с точностью ± 5 °С. Точность приведенных выше значений предлагается считать такой же.

G.13 Интегральные ограничители тока

Источник: IEC 60730-1

Обоснование: Интегральные схемы на кристаллах с большим количеством компонентов используются прежде всего в источниках энергии классов 1 и 2 для обеспечения изоляции основной защиты и выполнения таких задач, как ограничение тока.
В серии стандартов IEC 60335 уже содержатся требования для «электронных устройств защиты», согласно которым такие интегральные схемы должны выдерживать испытания на воздействие определенных условий, например испытание на воздействие импульса электромагнитного поля. После таких испытаний проводится оценка функционирования основной защиты или проверка ограничения тока. Кроме того, интегральный ограничитель тока в цепи ИЭЭ2 обеспечивает сохранение зазоров и путей утечки для двойной и усиленной изоляции. Два контактных штыря, для которых выполняются вышеописанные условия, не замыкаются накоротко. Многие прикладные устройства, такие как интегральные схемы соединения с абонентской линией и ограничения тока (в цепях ИЭЭ2), не замыкаются накоротко в процессе проверки путем проведения испытаний на воздействие требуемых условий и определения величины зазоров и путей утечки с внешней стороны интегральной схемы. Внутреннюю схему проверяют, чтобы убедиться, что как минимум два компонента соединены последовательно. Было показано, что замыкание двух контактных штырей накоротко эквивалентно введению функциональной изоляции, и все такие ссылки должны быть исключены. Устройство с положительным температурным коэффициентом (устройство с двумя контактными штырями) не замыкают накоротко при испытаниях на соответствие требованиям IEC 60730-1.

G.14 Испытание резисторов, используемых в качестве защиты

Источник: IEC 60065

Цель: Испытание на воздействие влажного тепла, испытание перенапряжением, испытание импульсным напряжением. Изменение сопротивления < 20 %.

G.15 Конденсаторы и резистивно-емкостные блоки, служащие в качестве защиты, шунтирующей изоляцию

Источник: IEC 60384-14

Обоснование: Таблица G.7: значения испытательного напряжения совпадают со значениями, приведенными в IEC 60384-14 (таблицы 1, 2 и 10 IEC 60384-14:2005).
Таблицы G.8: минимальное количество конденсаторов Y определено на основе требуемого выдерживаемого напряжения, значения которого приведены в таблице 31 стандарта IEC 62368-1:2010.
Таблицы G.9: максимальное напряжение на конденсаторе Y получено на основе пикового рабочего напряжения, значения которого приведены в таблице 32 IEC 62368-1:2010.
Таблицы G.10: минимальное количество конденсаторов Y определено на основе испытательного напряжения (полученного с учетом временных перенапряжений), значения которого приведены в таблице 33 IEC 62368-1:2010.
Таблицы G.11: минимальное количество конденсаторов X (фаза-фаза или фаза-нейтраль) определено на основе выдерживаемого напряжения при переходных процессах в сети электропитания, значения которого приведены в таблице 15 IEC 62368-1:2010.
Все упомянутые выше значения соответствуют требованиям IEC 60384-14.

G.16 Оптопары, используемые в качестве защиты

Источник: IEC 60747-5-5

Цель: Выработка требований, альтернативных приведенным в 5.4.4.5.

G.17.2 Требования, предъявляемые к реле

Источник: IEC 61810-1, для переменного или постоянного управляющего тока электромеханических реле, превышающего 0,2 А, если напряжение на разомкнутых контактах превышает 35 В переменного тока (пиковое значение) или 24 В постоянного тока.

Цель: Испытание на перегрузку, приведенное в G.17.3, и испытание на электрическую прочность, приведенное в G.17.4.

Обоснование: Контакты не должны создавать дугу, вызывающую их оплавление и повреждение при отключении, и привариваться при включении, если реле находится на источнике энергии ИЭП2 или ИЭП3. Принято считать, что источник энергии ИЭП1 не обладает достаточной энергией, чтобы вызвать оплавление и повреждение контактов. Оба этих процесса (оплавление и повреждение) могут привести к сильному нагреванию, которое может вызвать возгорание. В отключенном состоянии между двумя контактами должен быть промежуток достаточной величины, который должен быть равен зазору для усиленной защиты, если цепь относится к классу ИЭЭ3, или зазору для основной защиты, если цепь относится к классу ИЭЭ2 или ИЭЭ1 (в цепи ИЭЭ1 может существовать ПИВ в виде электрической дуги или резистивный ПИВ), во избежание опасности поражения электрическим током и возникновения возгорания. Контакты не должны показывать износ или оплавление после проведения испытаний, имитирующих изнашиваемость в течение срока службы, и испытаний на перегрузку и должны нормально функционировать после таких испытаний.

G.17.5 Реле, контролирующее сетевые розетки

Источник: IEC 60065:2001, 14.6.5

Цель: Испытание под нагрузкой, приведенное в G.17.6.

Обоснование: Реле должны выдерживать испытание на износоустойчивость с дополнительной нагрузкой, равной общей нагрузке, промаркированной на розетках.

G.18 Печатные платы

Источник: IEC 60950-1 или IEC 60664-3:2003

Цель: Предоставление подробной информации для обеспечения надежности конструкции печатных плат.

Обоснование: Данная рекомендация основана на требованиях IEC 60664-3 и результатах проведенных IBM и UL испытаний покрытий печатных плат при использовании покрытий для координации изоляции на печатных платах в сборе. При проведении испытаний по этой программе регулярно достигались напряжения пробоя свыше 8 000 В на 0,025 мм.
Эти части оказывают множественные нагрузки на материалы с ограничением разделения между проводниками. Требования данного пункта взяты из IEC 60950-1, в котором они использовались на протяжении многих лет.

G.18.6 Испытания печатных плат с покрытием

Источник: См. G.18.

Цель: Предотвращение образования микроотверстий или пузырьков в покрытии или разрывов проводящих дорожек на углах.

Обоснование: Предотвращение пробоя изоляционной защиты.

G.19 Покрытие на соединителях компонентов

Источник: IEC 60950-1 и IEC 60664-3

Цель: Соединители должны иметь такую механическую конфигурацию и обладать такой жесткостью, чтобы при нормальном обращении, монтаже в оборудовании и последующей эксплуатации соединители не подвергались деформации, которая приводила бы к образованию трещин в покрытии или уменьшала отделяющие расстояния между проводящими частями. Соединители рассматривают как печатные платы с покрытием (см. G.18.3) и применяют к ним те же требования относительно отделяющих расстояний.

Обоснование: Требования данного пункта взяты из IEC К 60950-1, в котором они использовались на протяжении многих лет.

G.21 Компоненты, наполненные жидкостью

Источник: IEC 60950-1, IEC 61010-1, UL 2178, UL 1995

Цель: Предотвращение разливов жидкостей, создающих опасность поражения электрическим током.

Обоснование: Такие устройства содержат менее одного литра охлаждающей жидкости. Утечка в системе может создать опасность поражения электрическим током, поэтому для предотвращения утечек необходимо принять соответствующие меры. Поскольку утечки нежелательны, предлагают строгий критерий качества. Требования были выработаны на основе следующего описания стандартной системы, в составе которой имеются наполненные жидкостью теплоотводы. Если используется система другого типа, требования должны быть пересмотрены.
Система теплоотводов, наполненных жидкостью (НЖСТ): типичная система состоит из теплообменника, вентилятора, насоса, трубок, их соединений и охлаждающей плиты или теплообменника радиаторного типа. Теплоотвод, наполненный жидкостью, поступает от поставщика уже в заправленном герметизированном виде; его устанавливают внутри оборудования (небольшие теплоотводы обычно используются в сотовых станциях, компьютерных устройствах и др.). Предлагаемые требования выработаны для НЖСТ, установленных внутри оборудования рядом с цепями БСНН или над ними, вблизи заключенных в кожух источников питания (не бескорпусных).

Заполненные жидкостью тепловые компоненты используются в настольных устройствах или стационарном оборудовании и в принтерах. Они не используются в портативном оборудовании, ориентация которого может меняться в процессе эксплуатации (если изделие не проходило испытания в таких ориентациях). Если система наполненных жидкостью теплоотводов имеет герметичную конструкцию, то система выдерживает любую ориентацию (это не должно вызывать проблемы, однако хорошая инженерная практика предполагает, что насос не является наивысшей точкой системы).

Используют следующие допущения:

- Трубки изготовлены из одного слоя металла (меди или алюминия) или из неметаллического материала. Во втором случае применяют требования по воспламеняемости.
- Соединения трубок изготовлены из металла. В противном случае применяют требования по воспламеняемости.
- Рабочее давление определено при нормальных и ненормальных условиях эксплуатации. Конструкция (трубки, соединения трубок, теплообменник, все стыки и т. д.) должна быть рассчитана на это рабочее давление.
- Жидкость имеет умеренный объем (менее 1 000 мл).
- Жидкость не вызывает коррозии и не является огнеопасной (например, антикоррозийная и неогнеопасная жидкость).
- В соответствии с требованиями для жидких материалов жидкость не является ядовитой.

Приложение H Нормы для телефонных вызывных сигналов

H.2 Метод A

Источник: Описанное далее испытание взято из EN 41003:2008.

Обоснование: Некоторые напряжения в телекоммуникационных сетях часто превышают предельные значения безопасного для прикосновения установившегося напряжения, приведенные в общих стандартах безопасности. Многолетний практический опыт операторов сетей по всему миру показывает, что вызывные и другие эксплуатационные напряжения электрически безопасны. Согласно статистике несчастных случаев эксплуатационные напряжения не являются причиной электротравм.

Допускается доступ к соединителям, на которых присутствуют такие сигналы, с помощью стандартного испытательного пальца при условии, что случайный доступ к этим соединителям маловероятен. Вероятность случайного доступа ограничена запретом на доступ с помощью испытательного щупа с наконечником радиусом 6 мм, изображенного на рисунке 2C IEC 60950-1:2005.

Выполнение этого требования гарантирует, что:

a) контакт с большой частью поверхности человеческого тела, например с тыльной стороной руки, невозможен;

b) контакт возможен только в том случае, если намеренно просунуть в отверстие небольшую часть тела менее 12 мм в поперечнике, например кончик пальца, которая обладает высоким полным сопротивлением;

c) невозможность отпустить часть, с которой произошел контакт, исключена.

Эти условия распространяются как на выходные сигналы сети, так и на сигналы, генерируемые внутри оборудования, например вызывные сигналы добавочных телефонных аппаратов. Согласно обычным стандартам напряжение этих внутренних сигналов будет превышать предельные значения напряжения для доступных частей, однако в соответствии с первым исключением стандарта IEC 60950-1 ограниченный доступ к таким частям разрешен при определенных условиях.

Вентрикулярную фибрилляцию считают основной причиной смерти при поражении электрическим током. Кривая A на рисунке C.1 [см. рисунок 26 настоящего стандарта (кривая c1 в IEC/TS 60479-1, рисунок 14)] представляет собой порого-

вую кривую вентрикулярной фибрилляции. Было обнаружено, что точка с координатами 500 мА/100 мс соответствует вероятности фибрилляции порядка 0,14 %. Кривую В на рисунке С (кривая 2 в IEC/TS 60479-1:2005, рисунок 14) можно назвать кривой предельно допустимого тока. Некоторые эксперты считают, что кривую А можно использовать в качестве ориентира при проектировании безопасной конструкции, однако каждое значение на ней следует считать абсолютным пределом.

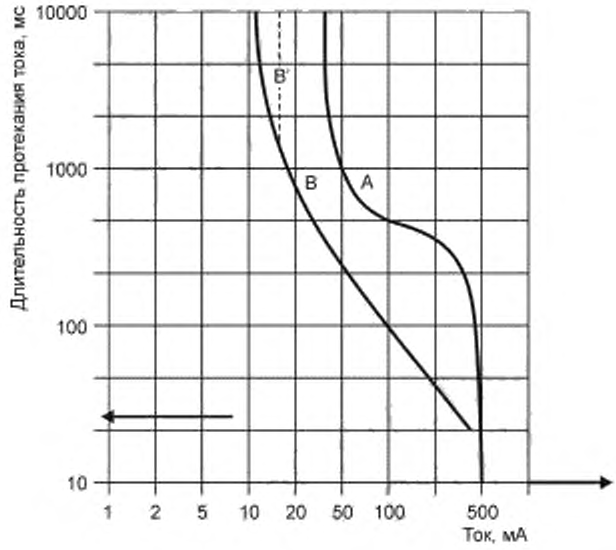


Рисунок 26 — Кривые предельного тока

Контакт с телекоммуникационными эксплуатационными напряжениями (EN 41003)

Полное сопротивление тела складывается из двух частей — внутреннего сопротивления крови и тканей и полного сопротивления кожи. Телекоммуникационные напряжения почти никогда не достигают уровня, при котором полное сопротивление кожи начинает быстро убывать вследствие пробоя. При низких напряжениях кожа имеет высокое полное сопротивление, его значение сильно колеблется. При вызывных частотах влияние емкости кожи пренебрежимо мало.

Количественные данные о полном сопротивлении тела, приведенные в IEC/TS 60479-1, получены для относительно большой площади поверхности контакта 50—100 $см^2$. Это реальное значение для домашних приборов, работающих от сети электропитания. На практике в случае контакта с телекоммуникационным оборудованием площадь поверхности скорее всего будет намного меньше. Для неизолированных кусачек для проводов и других аналогичных инструментов она обычно составляет 10—15 $см^2$, а в случае соприкосновения пальцев с контактами стенных телефонных розеток не превышает 1 $см^2$. При соприкосновении с тонкими проводами и кабельными наконечниками или при обращении с инструментами, когда пальцы охватывают изолированные ручки, площадь поверхности контакта также имеет порядок не более 1 $см^2$. Эти существенно меньшие площади поверхности контакта дают гораздо более высокие значения полного сопротивления тела по сравнению с приведенными в IEC/TS 60479.

В IEC 60950-1 используется модельное значение 5 кОм, чтобы обеспечить запас по безопасности по сравнению с более высокими значениями полного сопротивления тела, встречающимися на практике для типичных площадей поверхности контакта с телекоммуникационным оборудованием.

Кривая B' (кривая c1 в IEC/TS 60479-1, рисунок 22 (кривая A настоящего стандарта)), используемая в определении опасного напряжения, представляет собой кривую B, модифицированную с целью охвата практических ситуаций, когда предельное значение тока остается равным 16 мА на протяжении более чем 1 667 мс. Это предельное значение по-прежнему не превышает минимального значения тока на кривой A.

Трудности с определением условий, которые позволили бы избежать обстоятельств, препятствующих прекращению контакта с частью, привели к тому, что контакт разрешен только по очень ограниченной площади поверхности.

Может быть оправдан контакт по поверхности площадью до 10 $см^2$. Способы обоснования этого и обеспечения такого же беспрепятственного прекращения контакта представляют собой предмет дальнейшего исследования.

H.3 Метод B

Источник: Этот метод выработан на основе USA CFR 47 (правила Федерального агентства связи), часть 68, подраздел D, с использованием дополнительных требований для условий неисправности.

Приложение J Изолированные провода обмоток для использования без межслоевой изоляции

Источник: Серия стандартов IEC 60851

Цель: Испытание на электрическую прочность согласно IEC 60851-5, испытание на гибкость и сочленяемость согласно IEC 60851-3, испытание на тепловой удар согласно IEC 60851-6, проведение испытаний на электрическую прочность после перегиба по кривой b, приведенной в IEC/TS 60479-1, рисунок 22 (кривая B настоящего стандарта).

Обоснование: Провода обмотки должны выдерживать механические и тепловые нагрузки в процессе эксплуатации и изготовления.

Приложение K Защитные блокировки

Источник: IEC 60950-1

Цель: Обеспечение надежности конструкции защитных блокирующих устройств.

Обоснование: Защитные блокировки на протяжении многих лет используются в изделиях, относящихся к области применения настоящего стандарта.

Приложение L Отключающие устройства

Источник: IEC 60950-1

Цель: Отделяющее расстояние величиной 3 мм между контактами. Могут входить в состав электроустановки здания.

Если для оборудования класса I в качестве отключающего устройства используется вилка шнура электропитания или приборный соединитель, соединение с защитным заземлением должно устанавливаться раньше, чем соединения для подачи питания, и размыкаться позже них.

Обоснование: Зазор величиной 3 мм может выдержать пиковое импульсное напряжение 4 000 В, которое соответствует перенапряжению при переходных процессах, характерному для категории перенапряжения III (оборудование в составе электроустановки здания).

Обеспечение надежного подключения к защитному заземлению.

Приложение М Батареи и топливные элементы

М.2 Безопасность батарей и их элементов

Обоснование: Оборудование, оснащенное батареями, должно иметь такую конструкцию, которая снижает риск возникновения возгорания, взрыва и утечек химических веществ при нормальных условиях эксплуатации и при условии единичной неисправности внутри оборудования, в том числе и при неисправностях в цепях в составе батарейной сборки оборудования. Когда замену батарей осуществляет обычное или обученное лицо, конструкция должна обеспечивать защиту от их установки в обратной полярности или от замены на батарейную сборку от других изготовителей компонентов, если в противном случае это приведет к уничтожению защиты.

В других разделах настоящего стандарта в общих чертах рассматривается защита, связанная с эксплуатацией батарей. В данном приложении не затрагиваются вопросы, связанные именно с этой защитой, однако принято считать, что такие батареи и их цепи удовлетворяют соответствующим требованиям настоящего стандарта.

Данное приложение посвящено специальной защите для батарей, которая не рассматривается в других частях стандарта. В данном приложении также обсуждаются источники энергии, которые возникают из-за использования батарей. Такими источниками считают:

- состояния батареи, когда ее параметры превышают номинальные (например, при избыточном заряде, быстром заряде, перегрузках по току или напряжению);
- уход параметров вследствие изменения температуры из-за короткого замыкания в элементах батареи;
- реверсивный заряд батареи;
- утечка или разлив электролита;
- выделение взрывоопасных газов;
- определенное расположение защиты в случаях, когда батарейные сборки подлежат замене обычным или обученным лицом.

Уход параметров элемента батареи вследствие изменения температуры может привести к взрыву или возгоранию, когда рост температуры элемента, обусловленный выделением тепла, повышает внутреннее давление элемента быстрее, чем может сбрасывать устройство сброса давления. Такой уход параметров может быть вызван несколькими причинами:

- дефектами, которые вносятся в элемент на стадии проектирования. Такие дефекты часто остаются незамеченными в процессе производства и могут приводить к шунтированию слоя внутренней изоляции или блокировке вентиляционного отверстия;
- избыточным зарядом и быстрым разрядом;
- высокой рабочей или окружающей температурой батареи;
- другими элементами в сборке, подающими отдельному элементу энергию, при которой возникает неисправность;
- разрушением кожуха.

Примечание — Батареи могут состоять из нескольких элементов.

Во время заряда аккумуляторы и батареи, за исключением аккумуляторов в герметичном газонепроницаемом корпусе, выделяют газы, что обусловлено электролизом воды под действием электрического тока. Выделяемыми газами являются водород и кислород.

M.6.1 Короткие замыкания

M.6.1.1 Общие требования

Обоснование: Некоторые элементы, уровень энергии которых превышает примерно 2,6 А·ч, как известно, не проходят испытание согласно требованиям M.6.1.1 и не подвергаются ему. Необходимо выработать альтернативные способы снижения вероятности внутреннего загрязнения элементов, однако их обсуждение находится за рамками настоящего стандарта.

Примечание — Неизбежные риски, связанные с непреднамеренным загрязнением элементов в процессе их изготовления, порождают необходимость применения дополнительных требований к литиевым элементам с очень высоким уровнем энергии, когда для определения того, будет ли загрязнение представлять опасность для основной защиты (отделителя) компонента/узла в течение его ожидаемого срока службы, недостаточно ни типовых испытаний, ни периодических испытаний изделия.

Пример — Необходимое применение стандарта, классифицирующего чистые помещения, например ISO 14644, а также процесс технического обслуживания безотходного производственного оборудования, используемого для изготовления компонентов/узлов.

M.7.1 Вентиляция, предотвращающая скопление взрывоопасного газа

Обоснование: Во время заряда, непрерывного заряда и избыточного заряда аккумуляторы и батареи, за исключением аккумуляторов в герметичном газонепроницаемом корпусе, выделяют газы, что обусловлено электролизом воды под действием электрического тока. Выделяемыми газами являются водород и кислород.

M.7.2 Проверка соответствия и метод проведения испытания

Источник: Формула взята из IEC 62485-2:2010, 7.2.

Приложение O Измерение путей утечки и зазоров

Источник: IEC 60664-1, IEC 60950-1

Цель: Зазоры измеряют от точек X, показанных на рисунке.

Обоснование: Рисунок O.13. Зазоры измеряют от точек X, показанных на рисунке, поскольку это первые точки, которых касается испытательный палец, который вводят в отверстие в кожухе. При имитации токопроводящего загрязнения считают, что кожух покрыт проводящей фольгой.

Приложение P Защита от попадания посторонних предметов и жидкостей в оборудование и разливов жидкостей внутри него

Источник: IEC 60950-1

Приложение Q Подключение к электропроводке здания

Обоснование: В странах, электротехнические правила и правила пожарной безопасности которых основаны на NFPA 70, это приложение применяют к внешним цепям или портам в них, подключаемым к цепям с ограничением мощности в составе электропроводки здания. Приложение Q опирается на требования IEC 60950-1, которые выработаны для соответствия требованиям к источникам питания во внешних цепях, необходимым для соблюдения упомянутых выше электротехнических правил и норм.

Приложение R Испытание на ограниченное короткое замыкание

Источник: Требования связаны с техническим комитетом IEC SC22E

Требование: Процедура проведения испытания на ограниченное короткое замыкание, приведенная в 5.6.6.4.2, подразумевает использование источника с выходным током 1 500 А. Время срабатывания и номинальный ток срабатывания устройства защиты от перегрузок по току должны составлять 5 мс и 20 А соответственно.

Обоснование: Проводить испытания требуется только в том случае, если диаметр провода меньше указанного в таблице 35, а размер клемм более чем на один размер меньше приведенного в таблице 36. Величина 1 500 А соответствует стандартной отключающей способности плавкого предохранителя. В Японии предполагаемый ток короткого замыкания считают не превышающим 1 000 А.

Приложение S Испытания на устойчивость к нагреву и огнестойкость

S.1 Испытание на огнестойкость материала противопожарных кожухов и противопожарных перегородок оборудования, мощность которого в установившемся режиме не превышает 4 000 Вт

Обоснование: Это испытание проводят, чтобы проверить способность кожуха конечного изделия в достаточной степени ограничивать распространение огня за пределы изделия при возгорании в потенциальном источнике воспламенения.
- Из IEC 60065 взят текст об использовании игольчатого пламени в качестве источника воспламенения при испытаниях всех материалов. Было добавлено уточнение о повторном воздействии пламенем, чтобы пояснить, что в соответствии с существующей практикой испытательное пламя сразу же прикладывают повторно.
- Требование предварительной обработки печатных плат при температуре 125 °С необходимо для согласования со стандартами на слоистые материалы и печатные платы.

S.2 Испытание пламенем целостности противопожарного кожуха или противопожарной перегородки

Обоснование: Этот метод проведения испытания используется для проверки целостности противопожарной перегородки или противопожарного кожуха, когда потенциальный источник воспламенения находится совсем рядом с кожухом или перегородкой.
Критерий «отсутствия дополнительных отверстий» считают важным, поскольку огнеопасные материалы могут примыкать к перегородке или противопожарному кожуху с другой стороны.

S.3 Испытания на огнестойкость днища противопожарных кожухов

Обоснование: Этот текст не отличается от исходного документа ECMA, первоначально приведенного в IEC 60950-1. С помощью этого испытания определяют, возможно ли предотвращение падения горящего материала на поддерживающую поверхность при наличии отверстий или множества отверстий в днищах кожухов. Оно в основном использовалось для кожухов с металлическим днищем.
Предлагается применять это испытание для кожухов с любым днищем. Ведутся исследования по разработке аналогичных испытаний, основанных на использовании огнеопасного термопластичного материала (расплавленного), а не масла.

S.4 Классификация воспламеняемости материалов

Обоснование: Таблицы были сочтены полезными для разъяснения иерархии требований по воспламеняемости материалов, используемых в настоящем стандарте.

S.5 Испытание на огнестойкость материалов противопожарных кожухов оборудования, мощность которого в установившемся режиме превышает 4 000 Вт

Источник: Требования взяты непосредственно из IEC 60950-1

Обоснование: Приложение с описанием испытания на огнестойкость кабелей высокого напряжения было отозвано. Упомянутое испытание было заменено испытанием на огнестойкость материалов противопожарных кожухов оборудования, которое имеет доступную в момент неисправности мощность свыше 4 000 Вт.

Приложение Т Испытания на механическую прочность

Т.2 Испытание с приложением постоянной силы величиной 10 Н

Источник: IEC 60950-1

Обоснование: Силу величиной 10 Н прикладывают к компонентам и частям, с которыми возможен контакт во время эксплуатации или обслуживания. Во время такого испытания случайное соприкосновение имитируют с помощью пальца или части руки.

Т.3 Испытание с приложением постоянной силы величиной 30 Н

Источник: IEC 60065 и IEC 60950-1

Обоснование: Силу величиной 30 Н прикладывают к внутренним кожухам и перегородкам, которые доступны для обычных лиц. Во время такого испытания случайное соприкосновение имитируют с помощью части руки.

Т.4 Испытание с приложением постоянной силы величиной 100 Н

Источник: IEC 60065 и IEC 60950-1

Обоснование: Силу величиной 100 Н прикладывают к внешним кожухам переносного и ручного оборудования. При проведении испытания имитируют воздействие ожидаемой силы в процессе эксплуатации или перемещения.

Т.5 Испытание с приложением постоянной силы величиной 250 Н

Источник: IEC 60065 и IEC 60950-1

Обоснование: Силу величиной 250 Н прикладывают к внешним кожухам (за исключением перечисленных в Т.4). Чтобы убедиться в том, что шунтирования зазоров не происходит и опасности поражения электрическим током не возникает, во время этого испытания имитируют воздействие на оборудование ожидаемой силы, когда к его поверхности прислоняются. Поверхность диаметром 30 мм имитирует небольшую часть руки или ноги. Принято считать, что на нижнюю поверхность тяжелого оборудования (> 18 кг) сила такой величины действовать не будет.

Т.6 Испытание кожуха на удар

Источник: IEC 60065 и IEC 60950-1

Обоснование: Проверка целостности кожуха, обеспечение того, что удар не приведет к опасности.

Т.7 Испытание на падение

Источник: IEC 60065 и IEC 60950-1

Обоснование: В процессе этого испытания рассматривается потенциальное возникновение опасности после удара без непосредственного воздействия на часть тела. Испытанию подвергают настольное оборудование массой до 7 кг, поскольку оно с большей вероятностью может быть случайно сбито со стола. Высота падения была выбрана с учетом параметров, характерных для использования изделий по назначению.

Т.8 Испытание снятием механического напряжения

Источник: IEC 60065 и IEC 60950-1

Обоснование: Обеспечение того, чтобы на механическую целостность штампованных пластиковых частей не влияли их механическая релаксация или коробление, вызванные тепловыми нагрузками.

T.9 Разрушение стекла

Цель: Проверка того, что разрушение любого стекла не вызовет порезов и не приведет к воздействию опасного источника класса 2 или 3, находящегося за стеклом.

Источник: IEC 60065

Обоснование: Если стекло разбивается, проводят испытания согласно требованиям T.9.3, для того чтобы убедиться, что разлетающиеся осколки будут иметь максимум уровень ИМЭ2, а разрушение не приведет к воздействию опасного источника класса 2 или 3, находящегося за стеклом.
Стеклянные плиты в течение долгого времени не рассматривались на соответствие этим требованиям, поскольку людям вполне очевидно, что с такими плитами необходимо обращаться осторожно и разбивать их опасно. Случаи получения серьезных травм при разрушении таких плит неизвестны.
Стеклянные плиты обычно используются в сканерах, копировальных аппаратах и т. д.

T.9.2 Испытание на удар и проверка соответствия

Источник: IEC 60065

Обоснование: При разрушении стекла доступ к источнику опасности уровня 3, включая осколки стекла, запрещен, однако доступ к источникам энергии уровня 2 допускается. Для напольного оборудования испытательное значение выше, поскольку при нормальном использовании люди и тележки будут с большей вероятностью ударяться о такое оборудование с большей силой.

T.9.3 Испытание на осколочность и проверка соответствия

Источник: IEC 60065

Обоснование: Испытание проводят для обеспечения того, чтобы размер фрагментов был достаточно мал и их можно было отнести к уровню не выше ИМЭ2.

Приложение U Механическая прочность ЭЛТ и защита от последствий направленного внутрь взрыва

U.2 Проверка соответствия и метод проведения испытания для ЭЛТ, не имеющих встроенной защиты

Источник: IEC 61965, IEC 60065

Обоснование: Высота 750 мм представляет собой типичную высоту поддерживающей поверхности, например стола или столешницы. Испытание проводят для обеспечения того, чтобы размер разлетающихся фрагментов был достаточно мал и их можно было отнести к уровню не выше ИМЭ1. По размеру фрагменты соответствуют крупинкам или песчинкам. Выбранные испытательные расстояния обеспечивают, что фрагменты не разлетятся достаточно далеко, чтобы попасть в людей и нанести им травмы.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC/TS 61201:2007 Использование нормированного предельного напряжения прикосновения. Руководство по применению	—	*
IEC 61204-7 Источники питания низковольтные, вырабатывающие постоянный ток. Часть 7. Требования безопасности	—	*
IEC 61293 Оборудование электротехническое. Маркировка с указанием параметров и характеристик источника питания. Требования безопасности	—	*
IEC 61427 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи для солнечных фотоэлектрических энергосистем. Общие требования и методы испытания	—	*
IEC/TS 61430 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи. Методы испытаний для проверки рабочих характеристик устройств, предназначенных для снижения опасности взрыва. Батареи свинцовые для стартеров	—	*
IEC 61434 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Руководство к обозначению тока в стандартах на щелочные аккумуляторы и аккумуляторные батареи	—	*
IEC 61558-1:2005 Трансформаторы силовые, источники питания, реакторы и аналогичные изделия. Безопасность. Часть 1. Общие требования и методы испытаний	IDT	ГОСТ IEC 61558-1-2012 Безопасность силовых трансформаторов, блоков питания, электрических реакторов и аналогичных изделий. Часть 1. Общие требования и испытания
IEC 61558-2 (все части) Трансформаторы силовые, источники питания, реакторы и аналогичные изделия. Безопасность	—	ГОСТ IEC 61558-2-6—2012 Безопасность трансформаторов, источников питания электрических реакторов и аналогичных изделий. Часть 2-6. Дополнительные требования и методы испытаний безопасных разделительных трансформаторов и источников питания с безопасными разделительными трансформаторами ГОСТ IEC 61558-2-7—2012 Трансформаторы силовые, блоки питания. Реакторы и аналогичные изделия. Безопасность. Часть 2-7. Частные требования к трансформаторам и энергоснабжению для игрушек ГОСТ IEC 61558-2-5—2013 Безопасность силовых трансформаторов, блоков питания и аналогичного оборудования. Часть 2-5. Дополнительные требования к трансформаторам и блокам питания для электробритв

Продолжение таблицы ДА.1

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 61810-1:2008 Реле элементарные электромеханические. Часть 1. Общие требования	IDT	ГОСТ IEC 61810-1—2013 Реле логические электромеханические с ненормируемым временем срабатывания. Часть 1. Общие требования
IEC 61959 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Механические испытания для портативных герметичных аккумуляторов и аккумуляторных батарей	—	*
IEC 61960 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Аккумуляторы и аккумуляторные батареи литиевые для портативного применения	—	*
IEC 61965:2003 Механическая безопасность электронно-лучевых трубок	—	*
IEC 61984 Соединители. Требования и испытания безопасности	—	*
IEC 62133 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной и другие некислотные электролиты. Требования безопасности для портативных герметичных аккумуляторов и батарей из них при портативном применении	—	*
IEC 62282-2 Технологии производства топливных батарей. Часть 2. Модули топливных батарей	—	*
IEC/TS 62393 Переносное и ручное оборудование для систем мультимедиа. Мобильные компьютеры. Измерение времени работы батарей	—	*
IEC 62471:2006 Фотобиологическая безопасность ламп и ламповых систем	—	*
IEC 62485-2 Батареи аккумуляторные и установки батарейные. Требования безопасности. Часть 2. Стационарные батареи	—	*
ISO 178 Пластмассы. Определение свойств при изгибе	—	*
ISO 179-1 Пластмассы. Определение ударной прочности по Шарпи. Часть 1. Неинструментальный метод испытания на удар	—	*
ISO 180 Пластмассы. Определение ударной прочности по Изоду	—	*
ISO 306 Пластмассы. Термопластичные материалы. Определение температуры размягчения по методу Вика (VST)	—	*
ISO 527 (все части) Пластмассы. Определение механических свойств при растяжении	—	*

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 871 Пластмассы. Определение температуры возгорания с использованием печи на горячем воздушном дутье	—	*
ISO 3864 (все части) Символы графические. Цвета и знаки безопасности	—	*
ISO 3864-2 Символы графические. Цвета и знаки безопасности. Часть 2. Принципы проектирования для этикеток безопасности на изделиях	—	*
ISO 4046-4:2002 Бумага, картон, целлюлоза и относящиеся к ним термины. Словарь. Часть 4. Сорта бумаги и картона и продукты переработки	—	*
ISO 4892-1 Пластмассы. Методы экспонирования под лабораторными источниками света. Часть 1. Общие руководящие положения	—	*
ISO 4892-2:2006 Пластмассы. Методы экспонирования под лабораторными источниками света. Часть 2. Лампы с ксеноновой дугой	—	*
ISO 4892-4 Пластмассы. Методы экспонирования под лабораторными источниками света. Часть 4. Пламенные угольные дуговые лампы открытого типа	—	*
ISO 7000:2004 Графические символы, наносимые на оборудование. Перечень и сводная таблица	—	*
ISO 7010 Символы графические. Цвета и знаки безопасности. Знаки безопасности, используемые в рабочих зонах и в общественных местах	—	*
ISO 8256 Пластмассы. Определение предела прочности на растяжение при ударных нагрузках	—	*
ISO 9772 Пластмассы ячеистые. Определение характеристик горения мелких образцов, ориентированных в горизонтальном положении, под действием небольшого пламени	—	*
ISO 9773 Пластмассы. Определение горючести тонких гибких образцов в вертикальном положении при контакте с источником возгорания со слабым пламенем	—	*

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

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

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

IEC 60065:2001	Audio, video and similar electronic apparatus — Safety requirements (Аудио-, видеоаппаратура и аналогичная электронная аппаратура. Требования безопасности)
IEC 60215	Safety requirements for radio transmitting equipment (Радиоаппаратура передающая. Требования безопасности)
IEC 60364-4-43	Low-voltage electrical installations — Part 4-43: Protection for safety — Protection against overcurrent (Электроустановки низковольтные. Часть 4-43. Защита для обеспечения безопасности. Защита от сверхтоков)
IEC 60364-5-52	Low-voltage electrical installations — Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment — Wiring systems (Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки)
IEC 60364-5-54	Low-voltage electrical installations — Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment — Earthing arrangements and protective conductors (Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства и защитные проводники); Identification by colours or numerals (Идентификация проводников посредством цветов и цифровых обозначений)[1]
IEC /TS 60479-2:2007	Effects of current on human beings and livestock — Part 2: Special aspects (Воздействие тока на людей и домашних животных. Часть 2. Специальные аспекты)
IEC 60664-2	(все части) Insulation coordination for equipment within low-voltage systems — Part 2: Application guide (Согласование изоляции для оборудования, входящего в состав низковольтных систем. Часть 2. Руководство по применению)
IEC 60664-4:2005	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems — Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress (Координация изоляции для оборудования, входящего в состав низковольтных систем. Часть 4. Рассмотрение вопросов, связанных с высокочастотным градиентом напряжения)
IEC 60695-2	(все части) Fire hazard testing — Part 2: Glowing/hot-wire based test methods — Glow-wire ignition temperature (GWIT) test method for materials [Испытания на пожароопасность. Часть 2. Основные методы испытаний раскаленной проволокой. Метод определения температуры зажигания материалов накаленной проволокой (ТЗНК)]
IEC 60695-2-13	Fire hazard testing — Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods — Glow-wire ignition temperature (GWIT) test method for materials [Испытания на пожароопасность. Часть 2-13. Основные методы испытаний раскаленной проволокой. Метод определения температуры зажигания материалов накаленной проволокой (ТЗНК)]
IEC 60695-11-2	Fire hazard testing — Part 11-2: Test flames — 1 kW nominal pre-mixed flame — Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance (Испытания на пожароопасность. Часть 11-2. Испытательное пламя. Пламя, образуемое источником номинальной мощностью 1 кВт при сгорании предварительно подготовленной смеси. Испытательное оборудование, расположение горелки при испытании, руководство)
IEC 61010-1	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use — Part 1: General requirements (Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования)
IEC 61051-1	Varistors for use in electronic equipment — Part 1: Generic specification (Варисторы для электронного оборудования. Часть 1. Общие технические условия)
Руководство ISO/IEC 51:1999	Guide 51:1999, Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards (Аспекты безопасности. Руководящие указания по их включению в стандарты)
ITU-T K.21:2008	Resistibility of telecommunication equipment installed in customer premises to overvoltages and overcurrents (Устойчивость телекоммуникационного оборудования, установленного в помещении потребителя, к перенапряжениям и перегрузкам по току)

[1] Данная публикация была отменена.

EN 41003:2008	Particular safety requirements for equipment to be connected to telecommunication networks and/or a cable distribution system (Дополнительные требования безопасности к оборудованию, подключаемому к телекоммуникационным сетям и/или системам кабельного распределения)
EN 60065:2002	Audio, video and similar electronic apparatus — Safety requirements (Аудио-, видео- и аналогичная электронная аппаратура. Требования безопасности)
NFPA 70	National Electrical Code (Национальные электротехнические нормы)
NFPA 79:2002	Electrical Standard for Industrial Machinery (Стандарт электроснабжения для промышленного оборудования)
UL 1667	UL Standard for Safety Tall Institutional Carts for Use with Audio-, Video-, and Television-Type Equipment (Стандарт безопасности UL на высокие тележки, рассчитанные на использование в учебных заведениях для аудио-, видео- и телевизионного оборудования)
UL 1995	UL Standard for Safety for Heating and Cooling Equipment (Стандарт безопасности UL на оборудование для нагрева и охлаждения)
UL 2178	Outline for Marking and Coding Equipment (Основы маркировки и кодирования оборудования)
UL 60065	UL Standard for Safety for Audio, Video and Similar Electronic Apparatus — Safety Requirements (Стандарт безопасности UL на аудио-, видео- и аналогичную электронную аппаратуру. Требования безопасности)
UL/CSA 60950-1	UL Standard for Safety Information Technology Equipment — Safety — Part 1: General Requirements (Стандарт безопасности UL на оборудование информационных технологий. Безопасность. Часть 1: Общие требования)
CAN/CSA C22.1	Information Technology Equipment Safety — Part 1: General Requirements (Безопасность оборудования информационных технологий. Часть 1: Общие требования)
CSA C22.1-09	Canadian Electrical Code, Part I Safety Standard for Electrical Installations — Twenty-first Edition (Канадские электротехнические нормы безопасности. Часть I. Стандарт безопасности для электроустановок, 21-е издание)
ASTM C1057	Standard Practice for Determination of Skin Contact Temperature from Heated Surfaces Using A Mathematical Model and Thermesthesiometer (Стандартная практика определения температуры кожи при ее контакте с нагретыми поверхностями с помощью математической модели и термоэстезиометра)
EC 98/37/EC	Machinery Directive (Директива ЕС по машинам, механизмам и машинному оборудованию)

УКД 681.848.2:658.382.3:006.354 МКС 33.160.01 35.020 IDT

Ключевые слова: аудио-, видеоаппаратура, испытания, методы измерений, входной сигнал, выходной сигнал, доступный, зазор, защита, изоляция, кожух, путь утечки, сеть электропитания, степень загрязнения, ток от прикосновения

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 25.03.2015. Подписано в печать 17.09.2015. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 14,88 Уч.-изд. л. 13,90. Тираж 40 экз Зак. 2988.

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

gost.e-ecolog.ru