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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 60947-4-3— 2017

АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНАЯ

Часть 4-3

Контакторы и пускатели электродвигателей. Полупроводниковые контроллеры и контакторы переменного тока для нагрузок, отличных от нагрузок двигателей

(IEC 60947-4-3:2014, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-технический центр «Энергия» (АНО «НТЦ «Энергия») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 ноября 2017 г. № 52)

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
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 ноября 2018 г. № 961-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60947-4-3—2017 введен в действие в качестве национального стандарта с 1 июня 2019 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60947-4-3:2014 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-3. Контакторы и пускатели электродвигателей. Полупроводниковые контроллеры и контакторы переменного тока для нагрузок, отличных от нагрузок двигателей» («Low-voltage switchgear and controlgear — Part 4-3: Contactors and motor-starters — AC semiconductor controllers and contactors for non-motor loads», IDT).

Международный стандарт IEC 60947-4-3:2014 разработан подкомитетом 17 B «Низковольтная аппаратура распределения и управления» Технического комитета МС 17 «Аппаратура распределения и управления» Международной электротехнической комиссии (IEC).

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

6 Настоящий стандарт взаимосвязан с техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», утвержденным решением комиссии Таможенного союза 16 августа 2011 г. и реализует его существенные требования безопасности.

Соответствие настоящему стандарту обеспечивает выполнение существенных требований безопасности технического регламента

7 ВЗАМЕН ГОСТ IEC 60947-4-3—2014

*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 (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2018

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

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 2
3 Термины, определения и обозначения . . . 2
3.1 Термины и определения, относящиеся к полупроводниковым устройствам для управления недвигательными нагрузками в цепях переменного тока . . . 2
3.2 Свободный . . . 7
3.3 Обозначения и сокращения . . . 7
4 Классификация . . . 7
5 Характеристики полупроводниковых контроллеров и контакторов для цепей переменного тока . . . 8
5.1 Перечень характеристик . . . 8
5.2 Тип аппарата . . . 8
5.3 Номинальные и предельные значения параметров главной цепи . . . 10
5.4 Категория применения . . . 11
5.5 Цепи управления . . . 12
5.6 Вспомогательные цепи . . . 13
5.7 Свободный . . . 13
5.8 Координация с устройствами для защиты от коротких замыканий (УЗКЗ) . . . 13
6 Информация об изделии . . . 13
6.1 Характер информации . . . 13
6.2 Маркировка . . . 14
6.3 Инструкции по монтажу, эксплуатации и обслуживанию . . . 14
7 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортирования . . . 14
7.1 Нормальные условия эксплуатации . . . 14
7.2 Условия при транспортировании и хранении . . . 15
7.3 Монтаж . . . 15
7.4 Электромагнитные помехи и воздействия электрических систем . . . 15
8 Требования к конструкции и работоспособности . . . 15
8.1 Требования к конструкции . . . 15
8.2 Требования к работоспособности . . . 16
8.3 Требования по электромагнитной совместимости (ЭМС) . . . 24
9 Испытания . . . 26
9.1 Виды испытаний . . . 26
9.2 Соответствие требованиям к конструкции . . . 27
9.3 Соответствие требованиям к работоспособности . . . 27
9.4 Общие положения . . . 36
9.5 Проверочные и выборочные испытания . . . 38
Приложение A (обязательное) Маркировка и идентификация выводов . . . 40
Приложение B (рекомендуемое) Типичные условия эксплуатации контроллеров и контакторов . . . 42
Приложение C Свободное . . . 44
Приложение D Свободное . . . 44
Приложение E Свободное . . . 44
Приложение F (рекомендуемое) Работоспособность в условиях эксплуатации . . . 45
Приложение G Свободное . . . 48
Приложение H Свободное . . . 48

Приложение I (обязательное) Модифицированная цепь для испытания на короткое замыкание полупроводниковых контроллеров и контакторов 49
Приложение J (рекомендуемое) Блок-схема построения испытаний шунтированных полупроводниковых контроллеров 51
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 52
Библиография 53

Введение

Данный стандарт распространяется на низковольтные полупроводниковые контроллеры и контакторы, предназначенные для управления недвигательными нагрузками в цепях переменного тока. Как контроллеры помимо простого включения и отключения недвигательных нагрузок они имеют еще ряд функций. Как контакторы они выполняют те же функции, что и механические контакторы, но в качестве коммутирующих элементов используют одно или несколько полупроводниковых коммутационных устройств в полюсах главных цепей.

Эти устройства могут быть одно- или многополюсными (см. 2.3.1 IEC 60947-1:2007). Настоящий стандарт распространяется на собранные устройства, включающие все необходимые выводы и теплоотводящие элементы. Устройства могут быть оснащены или не оснащены теплоотводами по согласованию с потребителем. В информации, предоставляемой изготовителем, могут содержаться рекомендации по выбору теплоотводов, форме и монтажу их на устройствах.

Общий термин «контроллер» в настоящем стандарте применяют для обозначения особенностей конструкции силовых полупроводниковых коммутационных элементов. Общий термин «контактор» используют в настоящем стандарте для обозначения простого включения и отключения. Особенности различных конфигураций конструкций для конкретного применения имеют определенные обозначения характеристик (например, характеристика 4, характеристика HxB и т. д.).

IEC 60947-1 применим в настоящем стандарте там, где имеются специальные сноски. В сносках указываются номера и обозначения пунктов, разделов, таблиц, рисунков и приложений, как они указаны в IEC 60947-1. Например, IEC 60947-1:2007 (пункт 1.2.3), IEC 60947-1:2007 (таблица 4) или IEC 60947-1:2007 (приложение A).

Настоящей стандарт, по отношению к предыдущей редакции включает в себя следующие существенные технические изменения:

a) обновлены требования к маркировке (подраздел 6.1);

б) обновлены требования к электромагнитной совместимости (пункт 8.3.2);

c) изменены и дополнены подразделы, пункты и подпункты с требованиями к испытаниям (9.3.1, 9.4, 9.4.1.1, 9.4.1.2, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.2.4, 9.4.2.6) и др.

МКС 29.130.20
31.180

Поправка к ГОСТ IEC 60947-4-3—2017 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-3. Контакторы и пускатели электродвигателей. Полупроводниковые контроллеры и контакторы переменного тока для нагрузок, отличных от нагрузок двигателей

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Армения	AM	Минэкономики Республики Армения

(ИУС № 2 2020 г.)

МКС 29.130.20
31.180

Поправка к ГОСТ IEC 60947-4-3—2017 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-3. Контакторы и пускатели электродвигателей. Полупроводниковые контроллеры и контакторы переменного тока для нагрузок, отличных от нагрузок двигателей

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан

(ИУС № 4 2020 г.)

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

АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНАЯ

Часть 4-3

Контакторы и пускатели электродвигателей. Полупроводниковые контроллеры и контакторы переменного тока для нагрузок, отличных от нагрузок двигателей

Low-voltage switchgear and controlgear. Part 4-3. Contactors and motor-starters. AC semiconductor controllers and contactors for non-motor loads

Дата введения — 2019—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на контроллеры и контакторы для недвигательных нагрузок в цепях переменного тока, предназначенные для выполнения электрических операций путем изменения состояния электрических цепей переменного тока между включенным и выключенным. Типичные назначения согласно категориям применения приведены в таблице 2.

Как контроллеры они могут применяться для уменьшения амплитуды действующего напряжения переменного тока на выводах нагрузки по отношению к приложенному напряжению длительно или в течение заданного периода времени. Значение полупериода формы волны переменного тока остается неизменным по отношению к приложенному напряжению.

К ним могут подключаться сериесные механические коммутационные устройства, и они предназначены для присоединения к цепям переменного тока с напряжением не более 1000 В.

Настоящий стандарт характеризует контроллеры и контакторы с шунтированными коммутационными устройствами и без них.

Полупроводниковые контроллеры и контакторы, характеризуемые настоящим стандартом, нормально не предназначены для отключения токов короткого замыкания. Поэтому в составе электроустановки должна быть предусмотрена подходящая защита (см. 8.2.5), но не обязательно в составе самого контроллера.

Настоящий стандарт содержит требования к контроллерам и контакторам, согласованным с автономными устройствами для защиты от коротких замыканий.

Настоящий стандарт не распространяется на:

- оперирование двигателей переменного и постоянного тока;
- низковольтные полупроводниковые контроллеры и пускатели переменного тока для управления двигательными нагрузками, охватываемые IEC 60947-4-2;
- электронные силовые контроллеры переменного тока, соответствующие требованиям серии IEC 60146;
- логические полупроводниковые реле.

Контакторы и устройства для цепей управления, применяемые в полупроводниковых контроллерах и контакторах, должны соответствовать требованиям конкретных стандартов на изделия. Применяемые механические коммутационные устройства должны отвечать требованиям собственных стандартов на изделия, а также дополнительным требованиям настоящего стандарта.

Целью настоящего стандарта является установление:

a) характеристик полупроводниковых контроллеров и контакторов и согласованного с ними оборудования;

b) условий, которым должны соответствовать полупроводниковые контроллеры и контакторы относительно:

Издание официальное

- их работы и поведения;
- их электроизоляционных свойств;
- степеней защиты, обеспечиваемых оболочками, если применимо;
- их конструкции:

c) испытаний, предназначенных для подтверждения соответствия условий и методов, применимых в этих испытаниях;

d) информации, предоставляемой с оборудованием или в публикациях изготовителя.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта (включая все изменения к нему):

IEC 60269-1:2006[1)], Low-voltage fuses — Part 1: General requirements (Предохранители плавкие низковольтные. Часть 1. Общие требования)

IEC 60410:1973[2)], Sampling plans and procedures for inspection by attributes (Правила и планы выборочного контроля по качественным признакам)

IEC 60947-1[3)], Low-voltage switchgear and controlgear — Part 1: General rules. Amendment 1:2010 [Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 1. Общие правила. Изменение 1 (2010)]

IEC 61000-4 (all parts), Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4: Testing and measurement techniques [Электромагнитная совместимость. Часть 4 (все части). Методики испытаний и измерений]

IEC 61000-4-5:2005[4)], Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-5: Testing and measurement techniques — Surge immunity test (Электромагнитная совместимость. Часть 4-5. Методики испытаний и измерений. Испытание на невосприимчивость к выбросу напряжения)

CISPR 11:2009[5)], Industrial, scientific and medical equipment — Radio-frequency disturbance characteristics — Limits and methods of measurement. Amendment 1:2010 [Оборудование промышленное, научное, медицинское. Характеристики радиочастотных помех. Пределы и методы измерений. Изменение 1 (2010)]

3 Термины, определения и обозначения

В настоящем стандарте использованы термины и определения по IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (раздел 2), а также следующие термины с соответствующими определениями с указанием пунктов и подпунктов, в которых они применяются.

3.1 Термины и определения, относящиеся к полупроводниковым устройствам для управления недвигательными нагрузками в цепях переменного тока

3.1.1 **полупроводниковые контроллеры и контакторы переменного тока** (AC semiconductor controllers and contactors) (solid-state contactors) (см. рисунок 1).

---

1) Действует IEC 60269-1:2014 «Предохранители плавкие низковольтные. Часть 1. Общие требования». Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

2) Стандарт отменен без замены. Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

3) Действует IEC 60947-1:2014 «Устройство распределительное комплектное. Часть 1. Общие правила». Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

4) Действует IEC 61000-4-5:2014 «Электромагнитная совместимость. Часть 4-5: Методики испытаний и измерений. Испытание на невосприимчивость к выбросу напряжения». Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

5) Действует CISPR 11:2015 «Оборудование радиочастотное промышленное, научно-исследовательское, медицинское. Характеристики электромагнитных помех. Предельные значения и методы измерения». Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженных в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

3.1.1.1 **полупроводниковый контроллер переменного тока** (a. c. semiconductor controller): Полупроводниковый коммутационный аппарат, предназначенный для выполнения функции коммутации для электрической нагрузки переменного тока (не двигательной нагрузки) и отключенного состояния.

Примечание 1 — Из-за опасного уровня токов утечки (см. 3.1.13), которые могут возникать в полупроводниковом контроллере в отключенном состоянии, выводы нагрузки должны считаться постоянно находящимися под напряжением.

Примечание 2 — В цепи, в которой ток проходит через ноль (переменно или иначе), эффект «невключения» тока, следующего после нулевого значения, равнозначен току отключения.

Примечание 3 — Определение полупроводникового коммутационного устройства см. 2.2.3 IEC 60947-1.

3.1.1.1.1 **полупроводниковый контроллер (характеристики 4)** [semiconductor controller (form 4)]: Полупроводниковый контроллер переменного тока, в котором коммутационная функция может заключать в себе любой метод, указанный изготовителем, и который обеспечивает функции управления, сочетающие в себе комбинацию линейного нарастания, управления нагрузкой или линейного убывания. Кроме этого, может обеспечивать состояние полного включения.

3.1.1.1.2 Свободный.

3.1.1.1.3 **полупроводниковый контроллер прямого действия (характеристики 5)** [semiconductor direct-on-line (DOL) controller (form 5)]: Полупроводниковый контроллер переменного тока специальной характеристики, в котором коммутационная функция ограничивается исключительно методом коммутации при полном напряжении, исключающим нарастание, а дополнительная функция ограничивается полным включением (также известный как полупроводниковый или твердотельный контактор).

Примечание — Это устройство [IEC 60947-1 (пункт 2.2.13)], которое выполняет функцию контактора с помощью полупроводникового коммутационного устройства [IEC 60947-1 (пункт 2.2.3)]. Он имеет только одно положение покоя (отключенное состояние или разомкнутое положение в случае гибридного контроллера HxB) и управляется подачей управляющего сигнала. Он способен пропускать токи нагрузки, а также изменять состояние указанной нагрузки (электрической цепи) от полного включения до отключенного состояния (размыкания) в нормальных условиях цепи, в том числе рабочих условиях перегрузки.

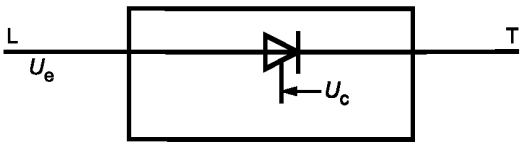
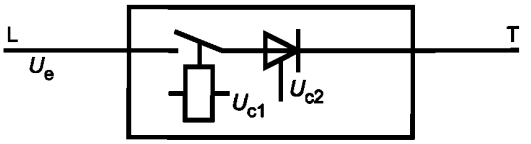
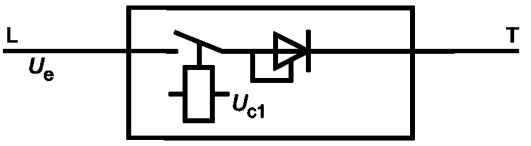
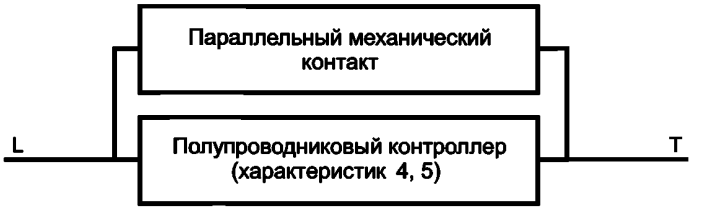
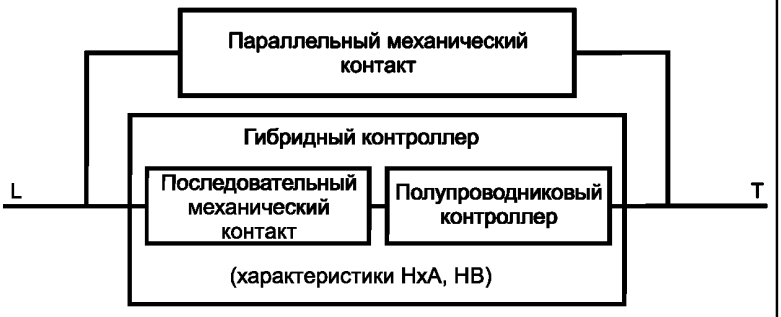
3.1.1.2 Свободный.

Таблица 1 — Функциональные возможности контроллеров и контакторов

Устройство	Характеристика 4	Характеристика 5
Полупроводниковый контроллер	- Состояние отключения; - нарастание; - управление нагрузкой; - полное включение; - замедление	Не применяется
Полупроводниковый контроллер прямого действия	Не применяется	- Состояние отключения; - функция включения; - полное включение
Гибридный контроллер с характеристикой HxA[a], где x = 4 или 5	H4A: - разомкнутое положение; - состояние отключения; - нарастание; - управление нагрузкой; - полное включение; - замедление	H5A: - разомкнутое положение; - состояние отключения; - функция включения; - полное включение
Гибридный контроллер с характеристикой HxB[b], где x = 4 или 5	H4B: - разомкнутое положение; - нарастание; - управление нагрузкой; - полное включение; - замедление	H5B: - разомкнутое положение; - функция включения; - полное включение

[a] Две раздельные функции управления для контроллера и последовательно включенного механического коммутационного устройства.

[b] Только одна функция управления для последовательно включенного механического коммутационного устройства.

Устройство и его обозначение	Графическое представление устройства
Контроллер (всех характеристик)	
Гибридный контроллер с характеристикой HxA[a], где x = 4 или 5	
Гибридный контроллер с характеристикой HxB[b], где x = 4 или 5	
Шунтированный контроллер	
Шунтированный гибридный контроллер[c]	

[a] Две раздельные функции управления для контроллера и сериесного механического коммутационного устройства.

[b] Только одна функция управления для сериесного механического коммутационного устройства.

[c] Испытания для других конфигураций могут быть согласованы между изготовителем и потребителем.

Рисунок 1 — Графическое представление возможностей контроллеров

3.1.2 Гибридные контроллеры и контакторы (см. рисунок 1)

3.1.2.1 **гибридные контроллеры или контакторы, характеристика HxA (где x = 4 или 5)** [hybrid controllers or contactors, form HxA (where x = 4 or 5)]: Полупроводниковый контроллер или контактор характеристики 4 или 5, включенный последовательно с механическим коммутационным аппаратом, оба рассчитаны как один аппарат.

Примечание — Предусмотрены раздельные управляющие команды для последовательного механического коммутационного устройства и полупроводникового контроллера или контактора. Предусмотрены все функции управления, соответствующие характеристике контроллера или контактора, наряду с разомкнутым положением.

3.1.2.2 **гибридные контроллеры или контакторы, характеристика HxB (где x = 4 или 5)** [hybrid motor controllers or contactors, form HxB (where x= 4 or 5)]: Полупроводниковый контроллер или контактор характеристики 4 или 5, включенный последовательно с механическим коммутационным устройством, оба рассчитаны как один аппарат.

Примечание — Предусмотрена единственная управляющая команда для последовательного механического коммутационного устройства и полупроводникового контроллера или контактора. Предусмотрены все функции управления, соответствующие характеристике контроллера или контактора, за исключением состояния отключения.

3.1.2.3 **разомкнутое положение** (open position): Состояние гибридного полупроводникового контроллера, при котором последовательно включенное механическое коммутационное устройство находится в разомкнутом положении.

Примечание — (см. 2.4.21 IEC 60947-1).

3.1.3 **функция токоограничения** (current-limit function): Способность контроллера ограничивать ток нагрузки до заданного значения.

Примечание — Это не означает способность ограничивать мгновенный ток в условиях короткого замыкания.

3.1.4 **управление нагрузкой** (load control):

Любая запланированная операция, вызывающая изменения в эффективной мощности, применимо к нагрузке через изменение:

- прикладываемого цикла оперирования (т. е. изменение коэффициента циклической длительности *F* и/или числа циклов оперирования в час *S*, см. 5.3.4.6), или
- напряжения на выводах нагрузки (например, путем регулирования фазного угла), или
- комбинации вышеуказанного.

Примечание 1 — Включение является обязательной операцией управления нагрузкой, которая рассматривается отдельно.

Примечание 2 — Управление нагрузкой может выполняться контроллером характеристики 5, если внешнее коммутационное устройство или цепь управления вызывает циклический переход из состояния отключения в состояние полного включения и обратно (т. е. управление нагрузкой с помощью цикла оперирования).

3.1.5 **линейное нарастание** (ramp-up): Функция коммутации (включение), которая вызывает переход из состояния отключения (или из состояния размыкания в случае гибридного контроллера HxB) в состояние включения (т. е. в состояние полного включения или к операции управления нагрузкой) в течение заданного периода времени (времени нарастания).

3.1.6 **линейное убывание** (ramp-down): Функция коммутации (отключение), которая вызывает переход из состояния включения (или из состояния полного включения или от операции управления нагрузкой) в состояние отключения (или в состояние размыкания в случае гибридного контроллера HxB) в течение заданного периода времени (времени убывания).

3.1.7 Свободный.

3.1.8 Свободный.

3.1.9 **включенное состояние** (ON-state): Состояние контроллера, при котором ток проводимости может протекать в его главной цепи.

3.1.10 **полное включение** (FULL-ON): Состояние контроллера, при котором управляющие функции настроены на обеспечение подачи нормального полного напряжения на нагрузку.

3.1.11 **минимальный ток нагрузки** (minimum load current): Минимальный рабочий ток в главной цепи, необходимый для правильного действия контроллера во включенном состоянии.

Примечание — Минимальный ток нагрузки должен быть выражен как действующее значение.

3.1.11.1 **обнаружение минимального тока нагрузки** (minimum load current detection): Способность контроллера обнаруживать и сигнализировать о том, что ток нагрузки составляет ниже установленного минимального значения, при этом сигнализация может достигаться состояниями отключения или размыкания.

3.1.12 **отключенное состояние** (OFF-state): Состояние контроллера, в котором отсутствуют какие бы то ни было управляющие сигналы и в главной цепи не протекает ток, превышающий ток утечки в отключенном состоянии.

3.1.13 **ток утечки в отключенном состоянии (I_L)** [OFF-state leakage current (I_L)]: Ток, который протекает в главной цепи полупроводникового контактора в отключенном состоянии.

3.1.14 **оперирование (контроллера)** [operation (of a controller)]: Переход из включенного состояния в отключенное состояние и наоборот.

3.1.14.1 **функция коммутации** (switching function): Функция, предназначенная для включения или отключения тока в ходе оперирования контроллера.

3.1.14.2 Свободный.

3.1.14.3 **функция мгновенной коммутации** (instantaneous switching function): Функция коммутации, вызывающая мгновенный переход из состояния включения (или из состояния полного включения или от операции управления нагрузкой) в состояние отключения (или в состояние размыкания в случае гибридного контроллера HxB) и наоборот.

Примечание 1 — В случае отключения термин «мгновенный» обозначает минимальное время отключения [IEC 60947-1 (пункт 2.5.39)].

Примечание 2 — В случае включения термин «мгновенный» обозначает время включения [IEC 60947-1 (пункт 2.5.43)] плюс переходное время, определяемое только сопротивлением внешней цепи.

3.1.14.4 **точка коммутации** (switching point): Точка на волне подаваемого напряжения, в которой полупроводниковое коммутационное устройство становится проводимым в ходе операции включения.

Примечание — См. IEC 60947-1 (пункт 2.5.32).

3.1.14.4.1 **коммутация (полупроводникового контроллера) в заданной точке** [defined-point switching (of a semiconductor controller)]: Способность полупроводникового контроллера допускать протекание тока через главную цепь только с момента, когда прикладываемое напряжение переменного тока или наоборот напряжение цепи управления переменного тока достигает установленной точки на его волне.

Примечание 1 — Прикладываемое напряжение см. IEC 60947-1 (пункт 2.5.32).

Примечание 2 — Такой вид оптимизированной коммутации может использоваться для демпфирования пиковых токов или плавной коммутации трансформаторов.

3.1.14.4.2 **коммутация (полупроводникового контроллера) в нулевой точке** [zero-point switching (of a semiconductor controller)]: Особый вид коммутации в заданной точке, применимый только в случае однополюсных полупроводниковых контроллеров для недвигательных нагрузок.

Примечание 1 — Переход из отключенного состояния во включенное состояние после подачи управляющего сигнала таким образом, что полупроводниковое коммутационное устройство становится проводимым в момент, когда прикладываемое напряжение переменного тока проходит через ноль.

Примечание 2 — Прикладываемое напряжение см. IEC 60947-1 (пункт 2.5.32).

Примечание 3 — Такой тип оперирования в частности подходит для резистивных нагрузок и нагрузок ламп накаливания, но не подходит для индуктивных или емкостных нагрузок, поскольку угловое смещение между током нагрузки и пусковым напряжением в таких нагрузках может вызвать высокие переходные пиковые токи.

3.1.14.4.3 **коммутация (полупроводникового контроллера) в случайной точке** [random-point switching (of a semiconductor controller)]: Отсутствие способности полупроводникового контроллера допускать протекание тока через главную цепь только с момента, когда прикладываемое напряжение переменного тока или наоборот напряжение цепи управления переменного тока достигает установленной точки на его волне.

Примечание — Прикладываемое напряжение см. IEC 60947-1 (пункт 2.5.32).

3.1.15 **цикл оперирования (контроллера)** [operating cycle (of a controller)]: Последовательность оперирования из одного состояния в другое и обратно в первое состояние

Примечание — Последовательность оперирования не образует цикл оперирования в понимании серии операций.

3.1.16 **работоспособность** (operational capability): В предписанных условиях способность выполнять серию циклов оперирования без отказа.

3.1.17 **характеристика тока перегрузки** (overload current profile): Время-токовая координата, определяющая требование к расположению токов перегрузки по отношению к временному периоду (см. 5.3.5.1).

3.1.18 **номинальный параметр** (rating index): Информация о номинале, расположенная в предписанном формате, объединяющем номинальный рабочий ток и соответствующую категорию применения, характеристику тока перегрузки и период нагрузки или время отключения [см. 6.1 e)].

3.1.19 **операция расцепления (контроллера)** [tripping operation (of a controller)]: Операция по установлению и поддержанию отключенного состояния (или разомкнутого положения в случае контроллера характеристики HxB), инициируемая управляющим сигналом.

3.1.20 **контроллер со свободным расцеплением** (trip-free controller): Контроллер, который устанавливает и поддерживает отключенное состояние, которое нельзя преодолеть в присутствии состояния расцепления.

Примечание — В случае контроллера характеристики HxB термин «отключенное состояние» заменяют термином «разомкнутое положение».

3.1.21 **устройство защиты от сверхтока;** УЗСТ [overcurrent protective means (OCPM)]: Устройство, вызывающее переход коммутационного устройства в отключенное состояние или разомкнутое положение с выдержкой времени или без нее, когда ток превысит установленное значение.

3.1.22 **время включения** (ON-time): Период времени, в течение которого контроллер находится под нагрузкой.

Примечание — Например, на рисунке F.1.

3.1.23 **время отключения** (OFF-time): Период времени, в течение которого контроллер не находится под нагрузкой.

Примечание — Например, на рисунке F.1.

3.1.24 **шунтированный контроллер** (bypassed controller): Оборудование, в котором контакты главной цепи механического коммутационного устройства соединены параллельно с контактами главной цепи полупроводникового коммутационного устройства и в котором скоординированы органы управления двух коммутационных устройств.

3.2 Свободный

3.3 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

- A_f — конечная температура окружающей среды (см. 9.3.3.3.4);
- C_f — конечная температура корпуса (см. 9.3.3.3.4);
- ЭМС — электромагнитная совместимость;
- ИУ — испытуемое устройство;
- I_c — ток включения и отключения (см. таблицу 8);
- I_e — номинальный рабочий ток (см. 5.3.2.3);
- I_F — ток утечки после блокирования и испытания на коммутационную способность (см. 9.3.3.6.3);
- I_L — ток утечки в отключенном состоянии (см. 3.1.13);
- I_O — ток утечки перед блокированием и испытанием на коммутационную способность (см. 9.3.3.6.3);
- I_{th} — условный тепловой ток в открытом исполнении (см. 5.3.2.1);
- I_{the} — условный тепловой ток в оболочке (см. 5.3.2.2);
- I_u — номинальный непрерывный ток (см. 5.3.2.4);
- SCPD — устройство для защиты от коротких замыканий (УЗКЗ);
- U_c — номинальное напряжение цепи управления (см. 5.5);
- U_e — номинальное рабочее напряжение (см. 5.3.1.1);
- U_i — номинальное напряжение по изоляции (см. 5.3.1.2);
- U_{imp} — номинальное импульсное выдерживаемое напряжение (см. 5.3.1.3);
- U_r — напряжение промышленной частоты или восстанавливающееся напряжение постоянного тока (см. таблицу 6);
- U_s — номинальное напряжение питания цепи управления (см. 5.5).

4 Классификация

В пункте 5.2 приведены все данные, которые могут быть использованы в качестве критерия для классификации.

5 Характеристики полупроводниковых контроллеров и контакторов для цепей переменного тока

5.1 Перечень характеристик

Характеристики контроллеров и пускателей должны определяться следующими показателями, если такие показатели могут быть применены:

- типом аппарата (см. 5.2);
- номинальными и предельными значениями параметров главной цепи (см. 5.3);
- категориями применения (см. 5.4);
- цепями управления (см. 5.5);
- вспомогательными цепями (см. 5.6);
- типами и параметрами реле и расцепителей (на рассмотрении);
- координацией с устройствами для защиты от коротких замыканий (см. 5.8).

5.2 Тип аппарата

Необходимо указывать следующее.

a) Вид аппарата

Виды контроллеров и контакторов (см. 3.1.1 и 3.1.2).

b) Число полюсов

1) Число главных полюсов;

2) число главных полюсов, если операция управляется полупроводниковым коммутационным элементом.

c) Род тока

Только переменный.

d) Коммутационная среда (воздух, вакуум и т. д.)

Только для механических коммутационных устройств гибридных контроллеров и контакторов.

e) Условия срабатывания аппарата

1) Способ оперирования, например:

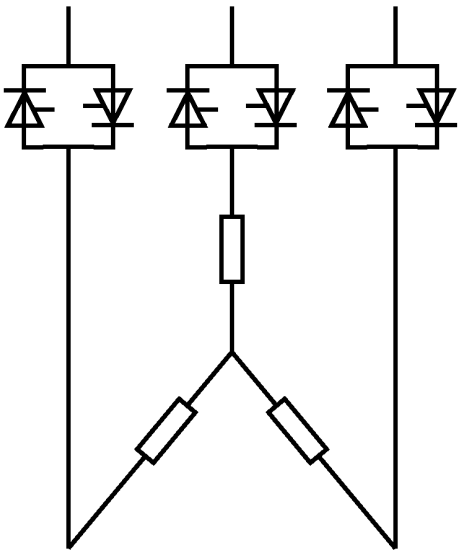
- симметрично управляемый контроллер (например, полупроводник с полным контролем фаз);
- несимметрично управляемый контроллер (например, тиристоры и диоды).

2) Способ управления, например:

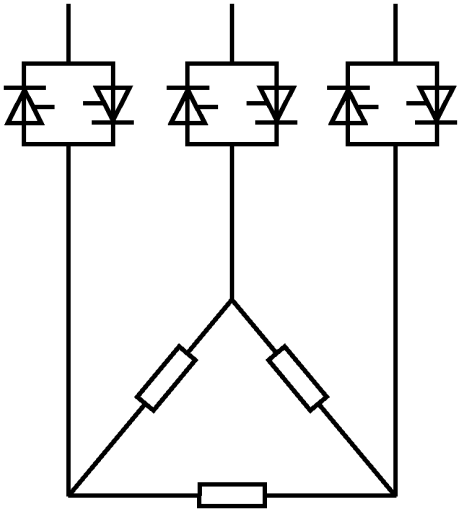
- автоматический (посредством автоматического аппарата управления или программируемого контроллера);
- неавтоматический (при помощи нажимных кнопок);
- полуавтоматический (т. е. частично автоматический, частично неавтоматический).

3) Способы соединения с нагрузкой, например (см. рисунок 2):

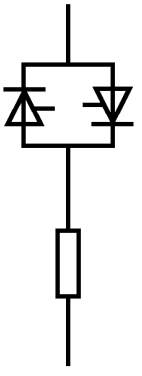
- нагрузка со схемой «треугольник», тиристоры между нагрузкой и питанием;
- нагрузка со схемой «звезда», тиристоры между нагрузкой и питанием;
- однофазная нагрузка, тиристоры соединены между нагрузкой и источником питания.



a — Нагрузка со схемой «звезда», тиристоры между нагрузкой и питанием



b — Нагрузка со схемой «треугольник», тиристоры между нагрузкой и питанием



c — Однофазная нагрузка, тиристоры между нагрузкой и питанием

Рисунок 2 — Способы соединения

5.3 Номинальные и предельные значения параметров главной цепи

Номинальные и предельные значения параметров контроллера и контактора следует указывать согласно 5.3.1—5.3.6, но необязательно все параметры, применяемые при испытаниях.

5.3.1 Номинальные напряжения

Контроллер или контактор характеризуют следующие номинальные напряжения.

5.3.1.1 Номинальное рабочее напряжение (U_e)

По IEC 60947-1 (подпункт 4.3.1.1) со следующим дополнением.

Параметр переменного тока должен включать число фаз, за исключением параметра аппарата, специально предназначенного только для однофазного применения.

5.3.1.2 Номинальное напряжение по изоляции (U_i)

По IEC 60947-1 (подпункт 4.3.1.2).

5.3.1.3 Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение (U_{imp})

По IEC 60947-1 (подпункт 4.3.1.3).

5.3.2 Токи

Контроллер или контактор характеризуют нижеследующие токи.

5.3.2.1 Условный тепловой ток в открытом исполнении (I_{th})

По IEC 60947-1 (подпункт 4.3.2.1).

5.3.2.2 Условный тепловой ток в оболочке (I_{the})

По IEC 60947-1 (подпункт 4.3.2.2).

5.3.2.3 Номинальный рабочий ток (I_e)

Номинальный рабочий ток I_e контроллера и контактора — это нормальный рабочий ток, когда аппарат в состоянии полного включения с учетом номинального рабочего напряжения (см. 5.3.1.1), номинальной частоты (см. 5.3.3), номинального режима эксплуатации (см. 5.3.4), категории применения (см. 5.4), перегрузочных характеристик (см. 5.3.5) и типа защитной оболочки (при ее наличии).

5.3.2.4 Номинальный непрерывный ток (I_u)

По IEC 60947-1 (подпункт 4.3.2.4).

5.3.3 Номинальная частота

По IEC 60947-1 (пункт 4.3.3).

5.3.4 Номинальные режимы эксплуатации

Номинальные режимы эксплуатации, считающиеся нормальными:

5.3.4.1 Восьмичасовой режим

Режим, в котором контроллер находится в полностью включенном состоянии, в то же время проводя установившийся ток достаточно долго для того, чтобы аппарат достиг теплового равновесия, но не более 8 ч без перерыва.

5.3.4.2 Непрерывный режим

Режим, в котором контроллер находится в полностью включенном состоянии, в то же время проводя установившийся ток без перерыва в течение более 8 ч (недель, месяцев и даже лет).

5.3.4.3 Повторно-кратковременный периодический или повторно-кратковременный режим

По IEC 60947-1 (подпункт 4.3.4.3), за исключением первого абзаца, изложенного в новой редакции:

Режим, в котором периоды под нагрузкой контроллера, когда он находится в полностью включенном состоянии (или в состоянии управления нагрузкой), связаны определенным соотношением с периодами обесточивания, причем те и другие периоды слишком коротки, чтобы аппарат успел достичь теплового равновесия.

5.3.4.4 Кратковременный режим

Режим, в котором полупроводниковый контроллер находится в полностью включенном состоянии (или в состоянии управления нагрузкой) в течение периодов времени, не достаточных для того, чтобы аппарат успел достичь теплового равновесия, периоды пропускания тока разделены периодами обесточивания, достаточными для того, чтобы восстановить тепловой баланс с охлаждающей средой. Стандартные значения кратковременного режима:

30 с, 1, 3, 10, 30, 60 и 90 мин.

5.3.4.5 Периодический режим

По IEC 60947-1 (подпункт 4.3.4.5).

5.3.4.6 Параметры цикла режима и обозначения

В настоящем стандарте в обозначении цикла режима использованы два символа *F* и *S*. Они определяют режим, а также устанавливают время, достаточное для охлаждения.

F — отношение периода нахождения под нагрузкой ко всему времени, выраженное в процентах.

Предпочтительные значения *F*:

F = 1, 5, 15, 25, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 99 %.

S — число циклов оперирования в час.

Предпочтительные значения *S*:

S = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 20, 30, 40, 50, 60 циклов оперирования в час.

Примечание — Изготовитель может установить другие значения *F* и/или *S*.

5.3.5 Характеристики при нормальной нагрузке и перегрузке

По IEC 60947-1 (пункт 4.3.5) со следующими дополнениями.

5.3.5.1 Характеристика тока перегрузки

Характеристика тока перегрузки представлена время-токовыми координатами для управляемого тока перегрузки. Она обозначена двумя символами *X* и T_x.

X обозначает ток перегрузки как кратность I_e, выбранный из множества значений по таблице 6, и представляет максимальное значение рабочего тока в рабочих условиях тока перегрузки.

Преднамеренные сверхтоки, не превышающие 10 циклов промышленной частоты, которые могут превысить установленное значение XI_e, игнорируются для характеристики тока перегрузки.

T_x обозначает совокупность длительности рабочих токов перегрузки при коммутации (например, подогреватели металлических испарительных ламп), управлении нагрузкой и установившемся оперировании (см. таблицу 6).

5.3.5.2 Работоспособность

Работоспособность сочетает способности к:

- коммутации токов и пропусканию тока во включенном состоянии; и
- установлению и поддержанию отключенного состояния (блокирования) при полном напряжении в условиях нормальной нагрузки и перегрузки в соответствии с категорией применения, характеристикой тока перегрузки и заданных циклов режима эксплуатации.

Работоспособность характеризуется:

- номинальным рабочим напряжением (см. 5.3.1.1);
- номинальным рабочим током (см. 5.3.2.3);
- номинальным режимом эксплуатации (см. 5.3.4);
- характеристикой тока перегрузки (см. 5.3.5.1);
- категорией применения (см. 5.4).

Требования изложены в 8.2.4.1.

5.3.5.3 Характеристики включения, нарастания, убывания и управления нагрузкой

Типичные условия эксплуатации контроллеров и контакторов приведены в приложении В.

5.3.6 Номинальный условный ток короткого замыкания

По IEC 60947-1 (подпункт 4.3.6.4).

5.4 Категория применения

По IEC 60947-1 (подраздел 4.4) со следующим дополнением.

Для контроллеров и контакторов считают стандартными категории применения по таблице 2. Любое другое применение должно основываться на соглашении между изготовителем и потребителем, но в качестве такого соглашения может использоваться информация, содержащаяся в каталоге или проспекте изготовителя.

Каждая категория применения (см. таблицу 2) характеризуется значениями токов, напряжений, коэффициентов мощности и других параметров из таблиц 3—6 и условиями испытаний по настоящему стандарту.

Первая цифра в категории применения обозначает полупроводниковое коммутационное устройство (в данном стандарте полупроводниковый контроллер или контактор).

Вторая цифра обозначает типичное применение. В случае AC-55 и AC-56 соответственно суффиксы -a и -b служат для более подробного обозначения применения.

Примечание — В противоположность положению по IEC 60947-4-2 для полупроводниковых контроллеров и пускателей двигателей в цепях переменного тока эти суффиксы не связаны с обозначением применения шунтированного коммутационного устройства.

5.4.1 Назначение параметров на основании результатов испытаний

Контроллеру или контактору, испытанному с определенными параметрами по одной категории применения можно назначить другие параметры без испытания при условии, что:

- номинальный рабочий ток и напряжение, проверявшиеся при испытании, были не ниже параметров, назначаемых без испытания;

- требования к категории применения и режиму для испытанного параметра были такими же или более жесткими, чем к назначаемому без испытания параметру; относительные уровни жесткости приведены в таблице 3;

- характеристика тока перегрузки для испытанного параметра должна быть такой же или более жесткой, чем для назначаемого без испытания параметра с относительными уровнями жесткости по таблице 3. Только более низкие значения X, чем испытанное значение, могут быть назначены без испытания.

Таблица 2 — Категории применения

Категория применения	Типичное назначение
AC-51	Неиндуктивные или слегка индуктивные нагрузки, печи с резистивным нагревом
AC-55a	Коммутация регуляторов электрических разрядных ламп
AC-55b	Коммутация ламп накаливания
AC-56a	Коммутация трансформаторов
AC-56b	Коммутация конденсаторных батарей

Примечания

1 Может быть предусмотрено устройство для шунтирования полупроводникового контроллера или контактора после достижения состояния полного включения; оно может быть выполнено за одно целое с контроллером либо устанавливаться отдельно.

2 Если категорию применения рассматривать только в связи с применением шунта, описанного выше в примечании 1, тогда на это требуется указание изготовителя (см. 6.1).

Таблица 3 — Относительные уровни жесткости

Уровень жесткости	Категория применения	Характеристика тока перегрузки	Требование по времени включения/отключения
Самый жесткий	AC-51 AC-55a AC-55b AC-56a AC-56b все без шунта	Наибольшее значение $(XI_e)^2 \cdot T_x$ (примечание 1)	Наибольшее значение $F \cdot S$ (примечание 2)
	AC-55a только в сочетании с шунтом		Наименьшее значение времени отключения (примечание 3)

Примечания

1 Если наибольшее значение $(XI_e)^2 \cdot T_x$ случается с более чем одним значением XI_e, применяют наибольшее значение XI_e.

2 Если наибольшее значение $F \cdot S$ случается с более чем одним значением S, применяют наибольшее значение S.

3 Если наибольшее значение $(XI_e)^2 \cdot T_x$ случается с более чем одним значением времени отключения, применяют наименьшее значение времени отключения.

5.5 Цепи управления

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (пункт 4.5.1) со следующим дополнением.

Характеристики электронных цепей управления:

- род тока;
- потребляемая мощность;
- номинальная частота (или постоянный ток);
- номинальное напряжение цепи управления U_c (переменный ток/постоянный ток);
- номинальное напряжение питания цепи управления U_s (переменный ток/постоянный ток);
- вид внешних устройств для цепи управления (контакты, датчики).

Примечание — Различают напряжение цепи управления U_c, которое представляет входной управляемый сигнал, и напряжение питания цепи управления U_s, которое является напряжением, прикладываемым на входные выводы аппаратов цепи управления и отличающимся от U_c ввиду наличия встроенных трансформаторов, выпрямителей, сопротивлений и т. д.

5.6 Вспомогательные цепи

По IEC 60947-1 (подраздел 4.6) со следующими дополнениями.

Электронные вспомогательные цепи выполняют полезные функции (например, мониторинг, получение данных и т. д.), которые необязательно связаны с прямым управлением расчетными характеристиками.

В нормальных условиях вспомогательные цепи характеризуются так же, как цепи управления, и подвергаются таким же требованиям. Если вспомогательные функции содержат нестандартные характеристики работоспособности, следует получить консультацию изготовителя по поводу определения критических характеристик.

Цифровые входы и/или цифровые выходы контроллеров и контакторов должны быть совместимы с программируемыми логическими контроллерами (ПЛК) и отвечать требованиям приложения S IEC 60947-1.

5.7 Свободный

5.8 Координация с устройствами для защиты от коротких замыканий (УЗКЗ)

Контроллеры и контакторы характеризуются типом, номинальными значениями параметров и характеристиками устройств для защиты от коротких замыканий (УЗКЗ), которые должны обеспечивать достаточную защиту контроллера или контактора от токов короткого замыкания.

Эти требования содержатся в 8.2.5 настоящего стандарта и в IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (подраздел 4.8).

6 Информация об изделии

6.1 Характер информации

Изготовителем должна быть выдана следующая информация:

- идентификация:

a) наименование или торговая марка изготовителя;

b) типовое обозначение или серийный номер;

c) обозначение настоящего стандарта;

- характеристики, главные номинальные значения и назначение:

d) номинальные рабочие напряжения (см. 5.3.1.1);

e) номинальные рабочие токи согласно категориям применения (см. 5.4), характеристике тока перегрузки (см. 5.3.5.1) и циклу режима (см. 5.3.4.6) или времени отключения, составляющие номинальный параметр.

Предписанный формат для АС-51 показан на следующем примере:

100 А: АС-51: 1,5 x I_e — 46 s: 50—30.

Это означает номинал тока 100 А общего назначения с неиндуктивными или слегка индуктивными нагрузками. Аппарат может выдержать 150 А в течение 46 с; нагрузочный коэффициент 50 %; 30 стандартных циклов оперирования в ч.

Если номинальный рабочий ток предписан для контроллера только в сочетании с шунтом, тогда это должно быть указано следующим предписанным параметром, показанным на примере для АС-55а:

100 А: АС-55а: 2 x I_e — 30 s: 180 s.

Это означает номинал тока 100 А для включения регуляторов электрических разрядных ламп. Аппарат может выдержать 200 А в течение 30 с; время отключения не должно быть меньше 180 с до начала следующего включения;

f) значение номинальной частоты 50/60 Гц или других номинальных частот, например 16 2/3 Гц; 400 Гц;

g) номинальный режим эксплуатации, если уместно (см. 5.3.4.3);

h) обозначение характеристики (например, характеристика 4 или характеристика H4A, см. таблицу 1).

Безопасность и условия установки:

j) номинальное напряжение по изоляции (см. 5.3.1.2);

k) номинальное импульсное выдерживаемое напряжение (см. 5.3.1.3);

l) код IP для аппаратов в оболочке (см. 8.1.11);

m) степень загрязнения (см. 7.1.3.2);

n) номинальный условный ток короткого замыкания и тип координации контроллера и тип, номинальный ток и характеристики связанного с ним УЗКЗ (см. 5.8);

p) свободное.

Цепи управления:

q) номинальное напряжение цепи управления (U_c), род тока и номинальная частота и при необходимости номинальное напряжение питания цепи управления (U_s), род тока, номинальная частота и любая другая информация (например, требования по калибровке полного сопротивления), необходимая для обеспечения удовлетворительного функционирования цепей управления [см. приложение U IEC 60947-1, изменение 1 (2010) на примерах конфигураций цепей управления].

Вспомогательные цепи:

r) вид и номинальные параметры вспомогательных цепей (см. 5.6).

Устройство защиты от сверхтока:

s) свободное.

Помехоэмиссия и уровни помехоустойчивости:

t) класс аппарата и специфические требования по установлению совместимости (см. 8.3.2), при необходимости использования фильтра применяют уровни помехоэмиссии по таблице 15, их соответствия и характеристики — по 9.4.1.1;

u) достигнутые уровни устойчивости и специфические требования по установлению совместимости (см. 8.3.3).

6.2 Маркировка

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010), (подраздел 5.2) для контроллеров и контакторов со следующим дополнением.

Данные по перечислениям d)—u) 6.1 должны быть нанесены на маркировочную табличку или на аппарат или приведены в каталогах изготовителя.

Данные по c) и l) 6.1 предпочтительно маркировать на аппарате.

6.3 Инструкции по монтажу, эксплуатации и обслуживанию

По IEC 60947-1 (подраздел 5.3) со следующим дополнением.

Для изделий, охватываемых настоящим стандартом, следует учитывать специфические требования:

- в случае короткого замыкания;
- в случае превышения температуры свыше 50 К металлических поверхностей радиатора устройства.

7 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортирования

По IEC 60947-1 (раздел 6) со следующим исключением.

7.1 Нормальные условия эксплуатации

По IEC 60947-1 (подраздел 6.1) со следующими дополнениями.

7.1.1 Температура окружающего воздуха

Температура окружающего воздуха не должна превышать +40 °C, а ее среднее значение в течение 24 ч не должно превышать +35 °C.

Нижний предел температуры окружающего воздуха составляет 0 °C.

Температурой окружающего воздуха является температура воздуха вблизи оборудования, если оно без оболочки, или вблизи оболочки, если оно в оболочке.

Примечание — Если оборудование предназначено для применения при температурах окружающего воздуха свыше +40 °C (например, в аппаратуре распределения и управления и в кузницах, бойлерных, тропических

странах) или ниже 0 °С (например, при минус 25 °С, как того требует серия IEC 61439 для низковольтных комплектных устройств распределения и управления для наружного монтажа), необходима консультация изготовителя или обращение к его каталожной информации.

7.1.2 Высота над уровнем моря

По 6.1.2 IEC 60947-1 со следующим изменением.

Высота места установки не должна превышать 1000 м.

Для аппаратов, эксплуатируемых на больших высотах, необходимо учитывать снижение электроизоляционных свойств и охлаждающий эффект воздуха. Электрический аппарат, предназначенный для эксплуатации в таких условиях, следует конструировать и применять согласно соглашению между изготовителем и потребителем.

7.1.3 Атмосферные условия

7.1.3.1 Влажность

По IEC 60947-1 (подпункт 6.1.3.1).

7.1.3.2 Степени загрязнения

Если не установлено иное изготовителем, контроллеры и контакторы предназначены для применения в условиях окружающей среды со степенью загрязнения 3, как указано в IEC 60947-1 (подпункт 6.1.3.2). Однако в зависимости от условий микросреды могут рассматриваться другие степени загрязнения.

7.1.4 Удар и вибрации

По IEC 60947-1 (пункт 6.1.4).

7.2 Условия при транспортировании и хранении

По IEC 60947-1 (подраздел 6.2).

7.3 Монтаж

По IEC 60947-1 (подраздел 6.3), а также требования по ЭМС см. 8.3 и 9.4 ниже.

7.4 Электромагнитные помехи и воздействия электрических систем

Требования по ЭМС см. 8.3 и 9.4.

8 Требования к конструкции и работоспособности

8.1 Требования к конструкции

8.1.1 Общие положения

По IEC 60947-1 (пункт 7.1.1).

8.1.2 Материалы

8.1.2.1 Общие требования к материалам

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010), (подпункт 7.1.2.1).

8.1.2.2 Испытание раскаленной проволокой

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010), (подпункт 7.1.2.2) со следующим дополнением.

При испытании аппаратов или фрагментов, взятых из аппаратов, части из изоляционного материала, необходимые для удержания на месте токопроводящих частей, должны отвечать требованиям испытаний раскаленной проволокой по IEC 60947-1 (подпункт 8.2.1.1.1) при испытательной температуре 850 °С.

8.1.2.3 Испытания, основанные на категории воспламеняемости

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010), (подпункт 7.1.2.3).

8.1.3 Токопроводящие части и их соединения

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010), (пункт 7.1.3).

8.1.4 Воздушные зазоры и расстояния утечки

По IEC 60947-1 (пункт 7.1.4) со следующим примечанием.

Примечание — Природа полупроводника делает его неприменимым для электроизоляционных целей.

8.1.5 Привод

Свободный.

8.1.6 Индикация положения контактов

Свободный.

8.1.7 Дополнительные требования к оборудованию, пригодному для разъединения

Свободный.

8.1.8 Выводы

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010), (пункт 7.1.8) со следующим дополнительным требованием.

8.1.8.4 Идентификация и маркировка выводов

По IEC 60947-1 (подпункт 7.1.8.4) с дополнительными требованиями по приложению А.

8.1.9 Дополнительные требования к оборудованию, снабженному нейтральным полюсом

Свободный.

8.1.10 Обеспечение защитного заземления

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010), (пункт 7.1.10).

8.1.11 Оболочки для аппаратов

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010), (пункт 7.1.11).

8.1.12 Степени защиты контроллеров и контакторов в оболочках

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010), (пункт 7.1.12).

8.1.13 Вытягивание, кручение, изгиб стальных труб для проводников

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010), (пункт 7.1.13).

8.2 Требования к работоспособности

8.2.1 Рабочие условия

8.2.1.1 Общие положения

Вспомогательные устройства, используемые в контроллерах и контакторах, должны действовать в соответствии с инструкциями изготовителя и согласно конкретному стандарту на изделие.

8.2.1.1.1 Контроллеры и контакторы должны быть сконструированы так, чтобы:

a) свободно расцепляться (см. 3.1.20);

b) при воздействии на элементы управления в любое время возвращаться в разомкнутое положение или отключенное состояние из рабочего положения и переходить из отключенного во включенное состояние и сохранять это состояние.

Соответствие проверяют по 9.3.3.6.4.

8.2.1.1.2 Не должно нарушаться функционирование контроллеров и контакторов вследствие механических ударов и электромагнитных помех, вызванных срабатыванием их внутренних устройств.

Соответствие проверяют по 9.3.3.6.4.

8.2.1.1.3 Подвижные контакты последовательно включенных механических коммутационных устройств в гибридных контроллерах нагрузки и контакторах должны быть механически сблокированы таким образом, чтобы все полюса включали и отключали ток практически одновременно, независимо от использования ручного или автоматического управления.

8.2.1.2 Пределы срабатывания контроллеров и контакторов

Контроллеры и контакторы должны удовлетворительно функционировать при любом напряжении между 85—110 % их номинального рабочего напряжения U_e и номинального входного напряжения цепи управления U_s при испытаниях по 9.3.3.6.4. Если указан диапазон напряжения, 85 % его должны использоваться как нижнее значение и 110 % — как верхнее.

8.2.1.3 Реле и расцепители, объединенные с контроллерами

Реле и расцепители, объединенные с контроллером для обеспечения защиты нагрузки, должны срабатывать в пределах времени T_x при токе $X \cdot I_e$, где X и T_x — значения заданного номинального параметра. В случае нескольких заданных номинальных параметров X и T_x являются значениями, соответствующими номинальному параметру, представляющему наивысший продукт $(X \cdot I_e)^2 \cdot T_x$.

8.2.1.4 Свободный.

8.2.1.5 Свободный.

8.2.1.5.1 Свободный.

8.2.1.5.2 Свободный.

8.2.1.6 Испытанные полностью компоненты в шунтированных контроллерах

8.2.1.6.1 Коммутационные устройства, отвечающие требованиям собственных конкретных стандартов, считают испытанными частично аппаратами, которые должны отвечать следующим дополнительным требованиям:

a) превышение температуры механического коммутационного устройства должно соответствовать 8.2.2;

b) включающая и отключающая способность механического коммутационного устройства должна соответствовать 8.2.4.2;

c) полупроводниковые коммутационные устройства должны соответствовать 8.2.4.1 для категории применения согласно предусмотренным параметрам шунтированных контроллеров.

8.2.1.6.2 С целью установления требований к шунтированным контроллерам коммутационные устройства, соответствующие всем требованиям 8.2.1.6.1 до их установки, должны идентифицироваться как испытанные полностью компоненты, пригодные для неограниченного применения в шунтированном контроллере (см. приложение J).

8.2.1.7 Зависимые компоненты в шунтированных контроллерах

С целью установления требований к шунтированным контроллерам коммутационные устройства, не соответствующие всем требованиям 8.2.1.6.1 до их установки, должны идентифицироваться как зависимые компоненты, пригодные только для ограниченного применения в шунтированном контроллере (см. приложение J).

8.2.1.8 Неограниченное применение коммутационных устройств в шунтированных контроллерах

Если механическое коммутационное устройство и полупроводниковое коммутационное устройство идентифицируются как компоненты, испытанные полностью, то эти устройства должны быть установлены и присоединены к соответствующему установленному изготовителем номинальному параметру, режиму для конечного применения. По ним не должно быть ограничений.

8.2.1.9 Ограниченное применение коммутационных устройств в шунтированных контроллерах

Если хотя бы одно из коммутационных устройств или оба идентифицируются как зависимые компоненты, коммутационные устройства должны отвечать следующим требованиям:

a) коммутационные устройства должны быть скомбинированы, рассчитаны и испытаны как один аппарат;

b) коммутационные устройства должны быть сблокированы при помощи электрических, электронных и механических средств в любом сочетании так, чтобы механические коммутирующие контакты были не способны включать или отключать токи перегрузки без прямого вмешательства со стороны полупроводникового коммутационного устройства;

c) полупроводниковое коммутационное устройство должно быть способно взять на себя управление током, протекающим в главной цепи, при возникновении необходимости включать или отключать токи перегрузки.

8.2.2 Превышение температуры

Требования IEC 60947-1 (пункт 7.2.2) применимы к контроллерам и контакторам в чистом и новом состоянии.

Примечание — Контактное сопротивление вследствие окисления может повлиять на превышение температуры при испытательных напряжениях ниже 100 В. Для проведения испытаний при таких напряжениях контакты механических коммутационных устройств до начала испытания могут быть очищены любым необразивным способом или подвергнуты нескольким циклам оперирования под нагрузкой или без.

Допускаются отклонения от требований по превышению температуры металлических радиаторных поверхностей полупроводниковых устройств: 50 К при условии, что их не касаются при нормальной эксплуатации.

Если предел 50 К превышен, в соответствии с 6.3 изготовитель должен предусмотреть соответствующее предупреждение [символ IEC 60417-5041 (2002)]. Вопрос о предотвращении опасности находится в ответственности установщика.

8.2.2.1 Свободный.

8.2.2.2 Свободный.

8.2.2.3 Свободный.

8.2.2.4 Главная цепь

8.2.2.4.1 Общие положения

Главная цепь контроллера или контактора, который проводит ток в состоянии полного включения, должна быть способна проводить следующие токи без превышения температуры за пределы, обозначенные в IEC 60947-1 (подпункт 7.2.2.1), при испытании согласно 9.3.3.3.4:

- для контроллера или контактора, предназначенного для 8-часового режима эксплуатации, — его условный тепловой ток (см. 5.3.2.1 и/или 5.3.2.2);

- для контроллера или контактора, предназначенного для непрерывного режима, для повторно-кратковременного или кратковременного режима — соответствующий номинальный рабочий ток (см. 5.3.2.3).

8.2.2.4.2 Механические коммутационные устройства последовательного соединения для гибридных контроллеров

У гибридных контроллеров проверку превышения температуры компонентов, соединенных последовательно с главной цепью, следует проводить по методикам, описанным в 9.3.3.3.4 и 9.3.3.6.2 (см. таблицу 13).

8.2.2.4.3 Механические коммутационные устройства параллельного соединения для шунтированных контроллеров

Устройства, идентифицируемые как полностью испытанные компоненты (см. 8.2.1.6), должны быть способны проводить ток I_e без превышения температуры за пределы, указанные в IEC 60947-1 (подпункт 7.2.2.1).

У устройств, идентифицируемых как зависимые компоненты (см. 8.2.1.7), превышение температуры следует проверять по методикам, описанным в 9.3.3.3.4 и 9.3.3.6.2 (включая таблицы 7 и 13). Устройство должно испытываться как неотъемлемая часть целого, где предписанные периоды нахождения под током для двух коммутационных устройств (таблица 7) должны определяться такой же последовательностью операций, как при предполагаемой нормальной эксплуатации.

8.2.2.4.4 Полупроводниковые устройства, включенные в главную цепь

Превышение температуры полупроводниковых устройств, включенных в главную цепь, следует проверять по методикам, описанным в 9.3.3.3.4 и 9.3.3.6.2 (испытание на тепловую стабильность).

8.2.2.5 Цепи управления

По IEC 60947-1 (подпункт 7.2.2.5).

8.2.2.6 Обмотки катушек и электромагнитов

8.2.2.6.1 Обмотки, предназначенные для работы в продолжительном и 8-часовом режимах

При протекании по шунтовой цепи максимального тока обмотки катушек должны выдерживать под непрерывной нагрузкой и при номинальной частоте (если уместно) максимальное номинальное входное напряжение цепи управления без превышения температуры выше значений, указанных в таблице 4 настоящего стандарта и IEC 60947-1 (подпункт 7.2.2.2).

Примечание — Пределы превышения температуры, представленные в таблице 4 настоящего стандарта и IEC 60947-1 (подпункт 7.2.2.2), действительны только для температур окружающего воздуха от минус 5 до плюс 40 °С.

8.2.2.6.2 Обмотки, предназначенные для работы в повторно-кратковременном режиме

При отсутствии тока в шунтовой цепи обмотки катушек должны выдерживать при номинальной частоте, если уместно, максимальное номинальное входное напряжение цепи управления, приложенное согласно таблице 5 в зависимости от класса повторно-кратковременного режима, без превышения температуры выше значений, указанных в таблице 4 настоящего стандарта и IEC 60947-1 (подпункт 7.2.2.2).

Примечание — Пределы превышения температуры, представленные в таблице 4 настоящего стандарта и IEC 60947-1 (подпункт 7.2.2.2), действительны только для температур окружающего воздуха от минус 5 до плюс 40 °С.

8.2.2.6.3 Обмотки со специальными номиналами, предназначенные для работы в кратковременном или периодическом режимах

Обмотки со специальными номиналами следует испытывать в рабочих условиях, соответствующих самому жесткому режиму из тех, для которых они предназначены; их номинальные характеристики должны быть указаны изготовителем.

Примечание — К таким обмоткам могут относиться катушки контакторов или контроллеров, находящиеся под напряжением только в пусковой период, катушки расцепления запираемых контакторов и некоторые катушки электромагнитных клапанов, предназначенных для управления запираемыми пневматическими контакторами.

Таблица 4 — Пределы превышения температуры изолированных катушек в воздухе и масле

Класс изоляционного материала (согласно IEC 60085)	Предел превышения температуры (измеренной по методу сопротивления), К	
	в воздухе	в масле
A	85	60
E	100	
B	110	
F	135	—
H	160	—

Таблица 5 — Данные по циклам испытаний в повторно-кратковременном режиме

Класс повторно-кратковременного режима	Продолжительность одного рабочего цикла (замыкание — размыкание), с	Время питания катушки управления
1	3600	Время протекания тока должно соответствовать коэффициенту нагрузки, указанному изготовителем
3	1200	
12	300	
30	120	
120	30	
300	12	
1200	3	

8.2.2.7 Вспомогательные цепи

По IEC 60947-1 (подпункт 7.2.2.7).

8.2.2.8 Другие части

По IEC 60947-1 (подпункт 7.2.2.8) с заменой слов «пластические и изоляционные материалы» словами «изолирующие части».

8.2.3 Электроизоляционные свойства

Приведенные ниже требования основываются на положениях стандартов серии IEC 60664 и обеспечении средств достижения координации изоляции оборудования с условиями внутри установки.

Оборудование должно быть способно выдерживать:

- номинальное импульсное выдерживаемое напряжение (см. 5.3.1.3) в соответствии с категорией перенапряжения, указанной в IEC 60947-1 (приложение H);
- импульсное выдерживаемое напряжение на растворе контактов, аппаратов, пригодных для разъединения, как указано в IEC 60947-1 (таблица 14);
- напряжение промышленной частоты.

Примечание 1 — Взамен можно использовать напряжение постоянного тока при условии, что его значение не меньше пикового значения планируемого испытательного напряжения переменного тока.

Примечание 2 — Корреляция между паспортным значением напряжения системы питания и номинальным импульсным выдерживаемым напряжением оборудования приведена в IEC 60947-1 (приложение H).

Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение для данного номинального рабочего напряжения [IEC 60947-1 (подпункт 4.3.1.1, примечания 1 и 2)] должно быть не ниже, чем то, которое в IEC 60947-1 (приложение H) соответствует паспортному напряжению системы питания цепи в точке применения оборудования и соответствующей категории перенапряжения.

Требования данного подпункта проверяют испытанием по 9.3.3.4.

8.2.3.1 Импульсное выдерживаемое напряжение

1) Главная цепь

По IEC 60947-1 [перечисление 1) 7.2.3.1].

2) Вспомогательные цепи и цепи управления

По IEC 60947-1 [перечисление 2) 7.2.3.1] со следующим изменением перечисления 2) а):

а) для вспомогательных цепей и цепей управления, которые функционируют непосредственно от главной цепи при номинальном рабочем напряжении, воздушные зазоры между частями, находящимися под напряжением, и частями, предназначенными быть заземленными, и между полюсами должны выдерживать испытательное напряжение, указанное в IEC 60947-1 (таблица 12), соответственно номинальному импульсному выдерживаемому напряжению.

Примечание — Твердая изоляция оборудования, взаимодействующая с воздушными зазорами, должна подвергнуться испытанию импульсным напряжением.

8.2.3.2 Выдерживаемое напряжение промышленной частоты главной цепи, вспомогательных цепей и цепей управления

По IEC 60947-1 (подпункт 7.2.3.2).

8.2.3.3 Воздушные зазоры

По IEC 60947-1 (подпункт 7.2.3.3).

8.2.3.4 Расстояния утечки

По IEC 60947-1 (подпункт 7.2.3.4).

8.2.3.5 Твердая изоляция

По IEC 60947-1 (подпункт 7.2.3.5).

8.2.3.6 Расстояния между отдельными цепями

По IEC 60947-1 (подпункт 7.2.3.6).

8.2.4. Требования к работоспособности при нормальной нагрузке и при перегрузке

Требования, касающиеся нормальной нагрузки и перегрузочных характеристик согласно 5.3.5, приведены в 8.2.4.1 и 8.2.4.2.

8.2.4.1 Требования к работоспособности

Контроллеры и контакторы при испытании согласно 9.3.3.6 должны безотказно и без повреждения обеспечивать включенное состояние, коммутировать и проводить токи перегрузки установленного уровня, а также устанавливать и поддерживать состояние отключения.

Для контроллеров и контакторов, предназначенных для категорий применения AC-51, AC-55a, AC-55b, AC-56a, AC-56b и предназначенных для применения без шунта, значения T_x, соответствующие значениям X, не должны быть меньше указанных в таблице 6.

Контроллеры и контакторы, предназначенные для категорий применения AC-55a и предназначенные для применения с шунтом, могут удовлетворять таким назначениям, где требуется большее время включения при токах больших, чем номинальный длительный ток (например, коммутация ламп с предварительным нагревом).

Следует понимать, что максимальная тепловая способность контроллера может быть полностью исчерпана в период нагрузки. Поэтому сразу же по окончании времени под нагрузкой для контроллера может быть предусмотрен достаточный период обесточивания (например, путем шунтирования). Значения T_x, соответствующие значения X, а также минимальное время обесточивания должны быть предметом соглашения между изготовителем и потребителем и должны быть установлены в предоставляемой информации (см. 6.1).

Номинальные параметры проверяют в условиях, указанных в таблицах 7 и 8 настоящего стандарта и в IEC 60947-1 (подпункты 8.3.3.5.2 и 8.3.3.5.3).

Если $X \cdot I_e$ больше 1000 А, проверку перегрузочной способности проводят по согласованию между изготовителем и потребителем (например, путем компьютерного моделирования).

В таблицах 7 и 8 режимный цикл для категорий применения AC-51, AC-55a, AC-55b, AC-56a, AC-56b для применения без шунта ($F - S = 50 - 1$) и время отключения для категории применения AC-55a с шунтом равно 1440 с представляют наименее жесткие требования для 8 ч режима. Изготовитель может установить более жесткий режим, в этом случае он должен провести испытания в самом жестком режиме в соответствии с таблицей 3.

Расчет более жестких испытательных значений времени включения и времени отключения для категорий применения AC-51, AC-55a, AC-55b, AC-56a, AC-56b для применения без шунта:

- время включения (в секундах) = 36 F/S;
- время отключения (в секундах) = 36 (100 – F)/S.

Для категории применения AC-55a с шунтом изготовитель может заявить соответствие способности выполнять операции пускового режима со временем отключения меньше 1440 с, что допустимо в качестве стандартного. Тем не менее следует провести проверку испытанием со временем отключения, заявленным изготовителем.

Для контроллеров или контакторов, предназначенных для повторно-кратковременного, кратковременного или периодического режимов, изготовитель должен выбрать значения для F и S из множества, представленного в 5.3.4.6.

Таблица 6 — Минимальное время выдерживания тока перегрузки T_x по отношению к пропорции тока перегрузки X

Категория применения	T_x = 20 мкс	T_x = 200 мкс	T_x = 1 с	T_x = 10 с	T_x = 60 с	T_x = 300 с	Длительность
AC-51	X = 1,4	X = 1,4	X = 1,4	X = 1,2	X = 1,1	X = 1,0	X = 1,0
AC-55a	X = 10,0	X = 6,0	X = 4,0	X = 3,0	X = 2,0	X = 1,8	X = 1,0
AC-55b	X = 10,0	X = 6,0	X = 1,2	X = 1,1	X = 1,0	X = 1,0	X = 1,0
AC-56a	X = 30,0	X = 6,0	X = 1,2	X = 1,1	X = 1,0	X = 1,0	X = 1,0
AC-56b	X = 30,0	X = 1,4	X = 1,1	X = 1,0	X = 1,0	X = 1,0	X = 1,0

Таблица 7 — Минимальные требования к условиям испытаний на тепловую стабильность

Категория применения	Характеристики контроллера	Испытательный ток (I_T) Время пропускания тока в цикле оперирования, с		Время обесточивания в цикле оперирования[1], с
		Испытательный уровень		
		I_T	Время пропускания тока, с	
Без шунта				
AC-51 AC-55a AC-55b AC-56a AC-56b	4, H4 5, H5	$X \cdot I_e$	T_x	T_x
С шунтом				
AC-55a	4, H4 5, H5	$3 \cdot I_e$	240	≤ 1440

[1] Число циклов оперирования

Число циклов оперирования зависит от интервала времени, требуемого контроллеру для достижения тепловой стабильности.

Параметры испытательной цепи:

I_e — номинальный рабочий ток;

I_T — испытательный ток;

U_T — испытательное напряжение (может быть любым);

Cos φ — коэффициент мощности испытательной цепи (может быть любым).

Таблица 8 — Минимальные требования к условиям испытаний на перегрузочную способность

Категория применения	Параметры испытательной цепи			Время пропускания тока в цикле оперирования[4], с	Время обесточивания в цикле оперирования[4], с	Число циклов оперирования
	I_c/I_e	U_r/U_e[1]	Cos φ[2]			
AC-51	X	1,1	0,80	T_x[3]	≥ 10	5
AC-55a	3,0		0,45	0,05		
AC-55b	1,5		[5]		60	50
AC-56a	30,0		≤ 1,00		≥ 10	5
AC-56b	[7]		[6]			1000

I_c — испытательный ток;

I_e — номинальный рабочий ток;

U_e — номинальное рабочее напряжение;

U_r — восстанавливающееся напряжение промышленной частоты.

[1] U_r/U_e может иметь любое значение во время испытательного цикла, за исключением последних трех полных периодов времени пропускания тока промышленной частоты плюс первая секунда времени обесточивания.

[2] Cos φ может иметь любое значение в периоды пониженного напряжения.

[3] См. таблицу 6.

[4] Время переключения не должно быть больше трех полных периодов промышленной частоты.

[5] Испытание проводят с нагрузкой лампами накаливания.

[6] Испытание проводят с емкостной нагрузкой.

[7] Параметры конденсатора могут быть получены по результатам коммутационных испытаний конденсатора или заданы на базе установившейся практики. Ориентироваться следует на формулу

$$I_{pmax} \le I_{TSM}\sqrt{2},$$

где I_{pmax} — пиковый пусковой ток конденсатора;

I_{TSM} — не повторяющийся импульс пропускаемого тока.

Температурные условия:

Начальная температура корпуса, C_i, для каждого испытания должна быть не ниже 40 °С плюс максимальное превышение температуры корпуса при испытании на превышение температуры (см. 9.3.3.3). Или альтернативно: температура корпуса в соответствии с минимальным требованием к температурному условию по тепловой стабильности (таблица 7). Во время испытания температура окружающего воздуха должна быть от 10 до 40 °С.

Таблица 9 — Минимальные требования и условия для испытания на работоспособность, включая блокирование и коммутационную способность

Категория применения	Параметры испытуемой нагрузки испытательной цепи			Испытательные циклы	
	U/U_e	Мощность	Cos φ	Время включения, с	Время отключения, с
AC-51	1,0	a)	0,8—1,0	0,5	0,5
AC-55a		b)	0,45		
AC-55b		c)	c)	f)	
AC-56a		d)	≤ 0,45		g)
AC-56b		e)	e)		h)

a) Испытательная нагрузка — любая подходящая слегка индуктивная нагрузка.
b) Испытательная нагрузка — любая подходящая индуктивная нагрузка.
c) Испытательная нагрузка — любая подходящая лампа накаливания.
d) Испытательная нагрузка — любой подходящий трансформатор.
e) Испытательная нагрузка — любой подходящий конденсатор или батарея конденсаторов.
f) Время пропускания тока должно быть больше, чем время достижения установившегося состояния номинального тока.
g) Время обесточивания — это время, требуемое для тока, чтобы стать на 10 % меньше номинального значения пропускаемого тока.
h) Время обесточивания — это время, требуемое для напряжения на конденсаторе, чтобы стать на 10 % меньше номинального значения напряжения в результате разряда конденсатора через разрядный резистор.

Проводят следующие испытания:
- испытание 1: 100 циклов оперирования с 85 % U_e и 85 % U_s;
- испытание 2: 1000 циклов оперирования с 110 % U_e и 110 % U_s.

В ходе испытаний:
- нагрузка и окружающий воздух могут иметь любую температуру от 10 до 40 °С;
- средство измерения фактического действующего напряжения должно подсоединяться между выводами питания и нагрузки в каждом полюсе ИУ;
- уставки выполнены внешними регулирующими устройствами, предусмотренными изготовителем для стандартного исполнения. Регуляторы с функциями возрастания должны быть установлены на максимальное время или 10 с, что меньше.

Получаемые результаты:
1) 1a) или 1b) должны быть выполнены:
1a) I_O < 1 мА и I_F < 1 мА,
1b) если I_O > 1 мА или I_F > 1 мА, тогда:
- ΔI < 1 для каждого полюса, где $\Delta I = (I_F - I_O)/I_O$;
- I_O и I_F должны быть в пределах, установленных в спецификации на полупроводники.

2) Без видимых свидетельств повреждения (например, дыма, обесцвечивания).
3) Без потери функциональности, указанной изготовителем.

8.2.4.2 Включающая и отключающая способности для коммутационных устройств в главной цепи

8.2.4.2.1 Общие положения

Контроллер или контактор, в том числе механические коммутационные устройства, объединенные с ним, должны быть способны безотказно срабатывать в присутствии тока перегрузки. Способность безотказного включения и отключения токов должна проверяться при условиях, указанных в таблицах 10 и 11 для требуемых категорий эксплуатации и согласно указанному числу оперирований.

Таблица 10 — Испытание на включающую и отключающую способность. Условия включения и отключения в зависимости от категории применения механического коммутационного устройства гибридного полупроводникового контроллера и контактора характеристик H4, H5

Категория применения	Условия включения и отключения					
	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos φ	Время протекания тока, с	Время обесточивания, с	Число циклов оперирования
AC-51	1,5	1,05	0,80	0,05	1)	50
AC-55a	3,0		0,45			
AC-55b	1,5 2)		2)			

Окончание таблицы 10

Категория применения	Условия включения и отключения					
	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos φ	Время протекания тока, с	Время обесточивания, с	Число циклов оперирования
AC-56a	30,0	1,05	[3]	0,05	[1]	50
AC-56b	[4]		[4]			

[1] Время обесточивания не должно быть больше значений, указанных в таблице.

[2] Испытания проводят с нагрузкой ламп накаливания.

[3] $I_{cpeak} = 30 \cdot I_e\sqrt{2}$; предпочтительный Cos φ ≤ 0,45.

[4] Параметры конденсатора могут быть получены по результатам коммутационных испытаний конденсатора или заданы на базе установившейся практики.

I_c — включаемый и отключаемый ток, выражаемый как действующее значение симметричной составляющей переменного тока, А.

I_e — номинальный рабочий ток, А.

U_e — номинальное рабочее напряжение, В.

U_r — возвращающееся напряжение промышленной частоты, В.

Ток I_c, А	Время обесточивания, с
$I_c \le 100$	10
$100 < I_c \le 200$	20
$200 < I_c \le 300$	30
$300 < I_c \le 400$	40
$400 < I_c \le 600$	60
$600 < I_c \le 800$	80
$800 < I_c \le 1000$	100
$1000 < I_c \le 1300$	140
$1300 < I_c \le 1600$	180
$1600 < I_c$	240

Таблица 11 — Условная работоспособность. Условия включения и отключения в зависимости от категории применения для механического коммутационного устройства гибридных контроллеров и контакторов характеристик H4B, H5B

Категория применения	Условия включения и отключения					
	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos φ	Время протекания тока, с	Время обесточивания, с	Число циклов оперирования
AC-51	1,0	1,05	0,80	0,05	[1]	6000[4]
AC-55a	2,0		0,45		[1]	
AC-55b	1,0[2]		[2]		60	
AC-56a	[3]		[3]		—	
AC-56b	[3]		[3]		—	

[1] Время обесточивания не должно быть больше значений, указанных в таблице 10.

[2] Испытание проводят с нагрузкой ламп накаливания.

[3] На рассмотрении.

[4] Для коммутационных устройств ручного управления число циклов оперирования должно быть 1000 при протекании тока с последующими 5000 при обесточивании.

I_c — включаемый и отключаемый ток, выражаемый как действующее значение симметричной составляющей переменного тока, А.

I_e — номинальный рабочий ток, А.

U_e — номинальное рабочее напряжение, В.

U_r — возвращающееся напряжение промышленной частоты, В.

8.2.4.2.2 Механические коммутационные устройства гибридных контроллеров, включенные последовательно

Механические коммутационные устройства, включенные последовательно в главную цепь контроллеров и контакторов, должны отвечать требованиям их собственных стандартов на изделия и дополнительным требованиям 8.2.4.2 при испытании отдельно установленного устройства.

Механическое коммутационное устройство для шунтированных гибридных контроллеров и контакторов (см. рисунок 1), включенное последовательно, может быть обозначено номиналом режима, который выравнен по номиналу повторно-кратковременного режима полупроводникового контроллера.

Включающую и отключающую способности следует проверять по методикам 9.3.3.5.1 и 9.3.3.5.2.

8.2.4.2.3 Испытанные полностью механические коммутационные устройства шунтированных контроллеров, включенные параллельно

Включающую и отключающую способности следует проверять при испытании как отдельно установленное устройство по методикам 9.3.3.5.1 и 9.3.3.5.3.

8.2.4.2.4 Зависимые механические коммутационные устройства шунтированных контроллеров, включенные параллельно

Включающую и отключающую способности следует проверять при испытании как комбинированное устройство по методикам 9.3.3.5.1 и 9.3.3.5.4.

8.2.4.2.5 Полупроводниковые коммутационные устройства

Способность к управлению токами перегрузки следует проверять по методикам 9.3.3.6.3 и 9.3.3.6.4.

8.2.4.3 Требования к пусковой нагрузке

Пусковая нагрузка для испытания на короткое замыкание (см. рисунок I.1) должна представлять из себя подходящую пассивную нагрузку со следующими характеристиками:

a) номинальным напряжением, равным или превышающим U_e, для испытуемого устройства;

b) коэффициентом мощности между 0,8 и 1,0;

c) напряжением U_e, прикладываемым к пусковой нагрузке, протекающим током любого значения, больше 1 А.

8.2.5 Координация с устройствами для защиты от коротких замыканий

8.2.5.1 Работоспособность в условиях короткого замыкания

Номинальный условный ток короткого замыкания контроллеров и контакторов, защищенных одним или несколькими устройствами для защиты от коротких замыканий (УЗКЗ), следует проверять в процессе испытаний на короткое замыкание согласно 9.3.4. Такие испытания являются обязательными.

Номинальные характеристики УЗКЗ должны соответствовать любому данному номинальному рабочему току, номинальному рабочему напряжению и соответствующей категории применения.

Допускается координация двух типов — 1 или 2. Условия испытания для обоих типов содержатся в 9.3.4.3.

Координация типа 1 требует, чтобы в условиях короткого замыкания устройство не создавало опасности для людей или оборудования, хотя оно может оказаться непригодным для дальнейшей эксплуатации без ремонта и замены частей.

Координация типа 2 требует, чтобы в условиях короткого замыкания устройство не создавало опасности для людей или оборудования и оставалось пригодным для дальнейшей эксплуатации. Возможность сваривания контактов допускается, и в этом случае изготовитель должен рекомендовать меры по обслуживанию оборудования.

Примечание — Применение УЗКЗ, не соответствующих рекомендациям изготовителя, может привести к нарушению координации.

8.2.5.2 Свободный.

8.3 Требования по электромагнитной совместимости (ЭМС)

8.3.1 Общие положения

Общепризнано, что достижение электромагнитной совместимости между разными объектами электрической и электронной аппаратуры является желанной целью. Кроме этого, во многих странах существуют обязательные требования по ЭМС.

Требования, изложенные в следующих пунктах, имеют целью достижение электромагнитной совместимости для контроллеров и контакторов. Все соответствующие требования по стойкости к электромагнитным помехам и помехоэмиссии учтены, поэтому дополнительных испытаний не требуется или в них нет необходимости. Характеристика ЭМС не гарантирована, поскольку контроллер или контактор подвержен отказу электронных компонентов. Данные условия не учитываются и не образуют части требований к испытаниям.

Все явления, как излучения, так и устойчивость к электромагнитным помехам, рассматриваются отдельно: данные пределы предназначены для условий, которые не имеют совокупных эффектов.

При испытании на ЭМС минимальной учитываемой системой является контроллер, соединенный с нагрузкой, кабелями и необходимым вспомогательным оборудованием.

Данные пункты не описывают и не влияют на требования безопасности для контроллеров и контакторов, как, например, защита от поражения электрическим током, координация изоляции и соответствующие электроизоляционные испытания, безопасное оперирование или безопасные последствия отказа.

8.3.2 Помехоэмиссия

По 7.3.3.2 IEC 60947-1, согласно условиям окружающей среды, установленным в 7.3.1 IEC 60947-1, изменение 1 (2010).

Соответствующие условия окружающей среды могут быть указаны в информации, предоставляемой изготовителем совместно с оборудованием.

8.3.2.1 Низкочастотные излучения по отношению к сетевой промышленной частоте

8.3.2.1.1 Гармоники

По IEC 60947-1 (подпункт 7.3.3.2.2) со следующим дополнением.

Испытания для контроллеров и контакторов, работающих в состоянии полного включения или шунтированных механическим коммутационным устройством после завершения пуска, не требуются, поскольку значительные гармонические излучения при пуске и в состоянии полного включения отсутствуют.

8.3.2.1.2 Флуктуации напряжения

Это явление не возникает при функционировании полупроводникового контроллера или контактора, поэтому испытания не требуются.

8.3.2.2 Высокочастотные излучения

8.3.2.2.1 Кондуктивные радиочастотные (РЧ) излучения

Пределы, указанные в таблице 15, проверяют по методике 9.4.1.1.

8.3.2.2.2 Излученное электромагнитное поле

Пределы, указанные в таблице 16, проверяют по методике 9.4.1.2.

8.3.3 Устойчивость к электромагнитным помехам

8.3.3.1 Общие положения

Воздействие электрической системы может быть разрушительным и неразрушительным, в зависимости от интенсивности воздействия. Разрушительные воздействия (напряжение или ток) вызывают необратимые повреждения контроллера. Неразрушительные воздействия могут вызвать временные нарушения или временную потерю работоспособности, но контроллер возвращается к нормальному функционированию после уменьшения или устранения воздействия, в некоторых случаях требуется вмешательство оператора.

Изготовитель должен предоставлять консультации по вопросам возникновения более жестких воздействий, чем те уровни, для которых контроллер был испытан, например установка в удаленных местах с большой протяженностью силовых передающих линий; близость к промышленному, научному и медицинскому (ПНМ) высокочастотному оборудованию, как оно определено в CISPR 11.

Примечание — Осторожное применение развязки при монтаже способствует снижению внешних переходных воздействий. Например, схема цепи управления должна быть отделена от схемы силовой цепи. Следует избегать близости соединений проводки, для соединений в цепях управления следует применять скрученные пары или экранированные провода.

Требования перечислены. Результаты испытаний определяют по критериям работоспособности согласно стандартам серии IEC 61000-4. Для соответствия критерии работоспособности приведены здесь и подробно описаны в таблице 12. Вот эти критерии:

1) нормальная работоспособность в установленных пределах;

2) временные нарушения или потеря функции или работоспособности, которые самовосстанавливаются;

3) временные нарушения или потеря функции или работоспособности, которые требуют вмешательства оператора или переустановки системы. Нормальное функционирование должно восстанавливаться простым вмешательством, например переустановкой или повторным пуском вручную. Отсутствие поврежденных компонентов.

В таблице 12 приведены критерии соответствия для общей работоспособности (А), которые используют при испытании контроллера или контактора в собранном виде. Если невозможно испытать контроллер или контактор в собранном виде, тогда применяют критерии работоспособности функциональных элементов (В, С).

Таблица 12 — Критерии соответствия для испытаний на устойчивость к электромагнитным помехам

Объект	Критерии соответствия		
	1	2	3
A — Общая работоспособность	Отсутствие заметных изменений рабочих характеристик. Предусмотренное оперирование	Заметные изменения рабочих характеристик (визуальные или звуковые), которые самовосстанавливаются	Изменения рабочих характеристик. Запирание защитных устройств. Отсутствие самовосстановления
B — Работа дисплеев и панелей управления	Отсутствие изменений в информации на дисплее. Легкие флуктуации светодиодов или легкое дрожание изображения	Временные видимые изменения или потеря информации. Непредусмотренное свечение светодиодов	Отключение или постоянное погасание дисплея. Искажение информации или переход в незапланированный рабочий режим. Отсутствие самовосстановления
C — Обработка и считывание информации	Связь, свободная от помех, и обмен данными с внешними источниками	Временные помехи в связи с внутренними и внешними источниками с сообщениями о возможных ошибках связи	Неправильная обработка информации. Потеря данных и/или информации. Ошибки связи. Отсутствие самовосстановления

8.3.3.2 Электростатические разряды

Испытательные параметры и методики приведены в 9.4.2.1.

8.3.3.3 Радиочастотные электромагнитные поля

Испытательные параметры и методики приведены в 9.4.2.2.

8.3.3.4 Наносекундные импульсные помехи (5/50 нс)

Испытательные параметры и методики приведены в 9.4.2.3.

8.3.3.5 Импульсы (1,2/50—8/20 мкс)

Испытательные параметры и методики приведены в 9.4.2.4.

8.3.3.6 Гармоники и коммутационные всплески

Испытательные параметры и методики приведены в 9.4.2.5.

8.3.3.7 Провалы напряжения и кратковременные отключения

Испытательные параметры и методики приведены в 9.4.2.6.

8.3.3.8 Магнитные поля промышленной частоты

Испытаний не требуется. Устойчивость подтверждается успешным завершением испытаний на работоспособность (см. 9.3.3.6).

9 Испытания

9.1 Виды испытаний

9.1.1 Общие положения

По IEC 60947-1 (пункт 8.1.1).

9.1.2 Типовые испытания

Типовые испытания предназначены для проверки соответствия настоящему стандарту конструкции контроллеров и контакторов всех характеристик. Они предполагают проверку:

a) пределов превышения температуры (см. 9.3.3.3);

b) электроизоляционных свойств (см. 9.3.3.4);

c) условной работоспособности в процессе эксплуатации (см. 9.3.3.6);

d) срабатывания и его пределов (см. 9.3.3.6.4);

e) номинальных включающей и отключающей способностей и условной работоспособности включенных последовательно механических коммутационных устройств гибридных контроллеров (см. 9.3.3.5);

f) работоспособности в условиях короткого замыкания (см. 9.3.4);

g) механических свойств выводов [IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (пункт 8.2.4)];

h) степеней защиты контроллеров и контакторов в оболочках [IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (приложение C)];

i) испытания на ЭМС (см. 9.4).

9.1.3 Проверочные испытания

По IEC 60947-1 (пункт 8.1.3), когда вместо проверочных не проводятся выборочные испытания (см. 9.1.4).

Проверочные испытания контроллеров и контакторов предполагают проверку:

- срабатывания и его пределов (см. 9.3.6.2);
- электроизоляционных свойств (см. 9.3.6.3).

9.1.4 Выборочные испытания

Выборочные испытания контроллеров и контакторов предполагают проверку:

- срабатывания и его пределов (см. 9.3.6.2);
- электроизоляционных свойств (см. 9.3.6.3).

По IEC 60947-1 (пункт 8.1.4) со следующими дополнениями.

Изготовитель может по своему усмотрению проводить выборочные испытания вместо проверочных. Выборка должна соответствовать или превышать следующие требования IEC 60410:1973 (таблица II-A).

Выборка на основе AQL ≤ 1:

- приемочное число A_c = 0 (нет дефектов);
- браковочное число R_e = 1 (при одном дефекте проверяют всю партию).

Выборки берут с регулярными интервалами из каждой отдельной партии.

Могут использоваться альтернативные статистические методы, которые в части вышеуказанных требований обеспечивают соответствие IEC 60410, например статистические методы управления непрерывным производством.

Выборочные испытания для проверки воздушных зазоров, проводимые в соответствии с IEC 60947-1 (подпункт 8.3.3.4.3), — в стадии рассмотрения.

9.1.5 Специальные испытания

К специальным испытаниям контроллеров и контакторов относят: испытания влажным теплом, соляным туманом, на удар и вибрацию. Испытания по IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (приложение Q). Условия применения — на рассмотрении.

9.2 Соответствие требованиям к конструкции

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (подраздел 8.2).

9.3 Соответствие требованиям к работоспособности

9.3.1 Циклы испытаний

Каждый испытательный цикл проводят на новой выборке.

Примечание 1 — При согласии изготовителя на одной выборке могут быть выполнены несколько или все циклы испытаний. Однако испытания должны выполняться в последовательности, указанной для каждого образца.

Примечание 2 — Некоторые испытания включаются в циклы только для уменьшения количества необходимых выборок, и их результаты не сказываются на предшествующих или последующих испытаниях цикла. Поэтому для удобства испытаний или по договоренности с изготовителем эти испытания могут проводиться на отдельных новых выборках и не входить в соответствующий цикл. Это применимо только к следующим испытаниям, таким как:

- проверка расстояний утечки по IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 7) 8.3.3.4.1];
- проверка механических свойств выводов по IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (пункт 8.2.4);
- проверка степени защиты оборудования в оболочках согласно IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (приложение C).

Для удобства испытаний из следующей последовательности испытаний изымают испытание на соответствие 8.2.4.2. Тем не менее изготовитель обязан подтвердить соответствие другим удобным способом.

Последовательность испытаний должна быть следующей:

a) цикл испытаний I:

1) проверка превышения температуры (см. 9.3.3.3);
2) проверка электроизоляционных свойств (см. 9.3.3.4);

b) цикл испытаний II:

проверка условной работоспособности в условиях эксплуатации (см. 9.3.3.6):

1) испытание на тепловую стабильность (см. 9.3.3.6.2);

2) испытание на перегрузочную способность (9.3.3.6.3);

3) испытание на блокировку и коммутационную способность (см. 9.3.3.6.4), включая проверку срабатывания и его пределов;

c) цикл испытаний III:

проверка работоспособности в условиях короткого замыкания (см. 9.3.4);

d) цикл испытаний IV:

1) проверка механических свойств выводов [см. IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (пункт 8.2.4)];

2) проверка степеней защиты аппаратов в оболочках [см. IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (приложение C)];

e) цикл испытаний V:

испытания на ЭМС (см. 9.4).

9.3.2 Общие условия испытаний

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (пункт 8.3.2) со следующим дополнением.

За исключением устройств, специально нормированных только на одну частоту, испытания, проведенные при 50 Гц, охватывают и 60 Гц и наоборот.

Выбор испытуемых образцов из серии устройств одной и той же основной конструкции без значительных различий основывается на инженерном расчете.

Если не установлено иное в соответствующем пункте испытаний, вращающий момент при затягивании соединений должен указываться изготовителем, а если не указан, соответствовать данным IEC 60947-1 (таблица 4).

Если указаны несколько отводов тепла, должен использоваться тот, который имеет большее тепловое сопротивление.

Должны применяться средства измерений с действующими значениями токов и напряжений.

9.3.3 Работоспособность в условиях отсутствия нагрузки, нормальной нагрузки и перегрузки

9.3.3.1 Свободный.

9.3.3.2 Свободный.

9.3.3.3 Превышение температуры

9.3.3.3.1 Температура окружающего воздуха

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.3.3.1).

9.3.3.3.2 Измерение температуры частей

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.3.3.2).

9.3.3.3.3 Превышение температуры части

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.3.3.3).

9.3.3.3.4 Превышение температуры главной цепи

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.3.3.4), за исключением того, что однофазное испытание проводят со всеми полюсами главной цепи, нагруженными их индивидуальными максимальными номинальными токами и как указано в 8.2.2.4 и со следующими дополнениями.

К внешней поверхности (которая с наибольшей вероятностью имеет наибольшее превышение температуры при испытании) корпуса полупроводникового коммутационного устройства, включенного в главную цепь (см. 8.2.2.4), прикрепляют термочувствительное устройство. Конечную температуру корпуса, C_f, и конечную температуру окружающего воздуха, A_f, следует записать для применения при испытании 9.3.3.6.3.

К механическим коммутационным устройствам (см. 8.2.2.4.2 и 8.2.2.4.4) термочувствительное устройство должно быть прикреплено согласно требованиям IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (подпункт 8.3.3.3).

Все вспомогательные цепи, нормально проводящие ток, должны обтекаться их максимальным номинальным рабочим током (см. 5.6), а в цепи управления следует подавать их номинальное напряжение.

9.3.3.3.5 Превышение температуры цепей управления

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.3.3.5) со следующим дополнением.

Превышение температуры следует измерять во время испытания по 9.3.3.3.4.

9.3.3.3.6 Превышение температуры катушек и электромагнитов

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.3.3.6) со следующим дополнением.

Электромагниты механических коммутационных устройств, предназначенных для эксплуатации в полупроводниковых контроллерах или для шунтированных механических коммутационных устройств, должны соответствовать 8.2.2.6 при протекании по главной цепи во время испытания соответствующего номинального тока. Превышение температуры следует измерять во время испытания по 9.3.3.3.4.

9.3.3.3.7 Превышение температуры вспомогательных цепей

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.3.3.7) со следующим дополнением.

Превышение температуры следует измерять во время испытания по 9.3.3.3.4.

9.3.3.4 Электроизоляционные свойства

9.3.3.4.1 Типовые испытания

1) Общие условия испытаний на выдерживаемое напряжение

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 1) 8.3.3.4.1], за исключением последнего примечания. См. также 8.2.3.

2) Проверка импульсного выдерживаемого напряжения

a) Общие положения

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 2 a) 8.3.3.4.1];

b) испытательное напряжение

По перечислению 2) b) 8.3.3.4.1 IEC 60947-1, изменение 1 (2010) с дополнением.

К частям, электроизоляционные свойства которых не зависят от высоты (например, соединители оптических кабелей, герметизированные части и т. д.), поправочный коэффициент на высоту не применяется;

c) Подача испытательного напряжения

К аппарату, установленному и подготовленному, как указано выше в перечислении 1), испытательное напряжение подают в следующем порядке:

i) между всеми выводами главной цепи, соединенными вместе (включая цепи управления и вспомогательные цепи, соединенные с главной цепью), и оболочкой или монтажной панелью с контактами, если имеются, во всех нормальных положениях оперирования;

ii) для полюсов главной цепи, гальванически разделенных с другими полюсами: между каждым полюсом и остальными полюсами, соединенными вместе, и оболочкой или монтажной панелью с контактами, если имеются, во всех нормальных положениях оперирования;

iii) между каждой цепью управления и вспомогательной цепью, нормально не соединенными с главной цепью, и

- главной цепью;
- остальными цепями;
- открытыми токопроводящими частями;
- оболочкой или монтажной панелью, которые, где уместно, должны быть соединены вместе;

iv) для оборудования, пригодного для разъединения, через полюса главной цепи, вводные выводы, соединенные вместе, и выводные выводы, соединенные вместе. Испытательное напряжение подают между вводными и выводными выводами аппарата с контактами в изолированном разомкнутом положении, его значение должно быть, как указано в IEC 60947-1 [перечисление 1) b) 7.2.3.1];

d) Критерии соответствия

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 2) d) 8.3.3.4.1].

3) Проверка выдерживаемого напряжения промышленной частоты твердой изоляции

a) Общие положения

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 3) a) 8.3.3.4.1];

b) испытательное напряжение

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 3) b) 8.3.3.4.1] с дополнением в конце первого абзаца.

Если испытательное напряжение переменного тока не может быть приложено из-за ЭМС-фильтров, которые нелегко отсоединить, тогда прикладывают напряжение постоянного тока такого же значения, как пиковое значение предполагаемого испытательного напряжения переменного тока;

c) подача испытательного напряжения

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 3) c) 8.3.3.4.1], но с двумя последними предложениями, изложенными в следующей редакции.

Испытательное напряжение следует прикладывать в течение 5 с в следующих условиях:

- согласно вышеприведенным перечислениям i), ii), iii) 2) c);
- для гибридных полупроводниковых контроллеров или контакторов через полюса главной цепи, вводные выводы, соединенные вместе, и выводные выводы, соединенные вместе;

d) Критерии соответствия

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 3) d) 8.3.3.4.1].

4) Проверка выдерживаемого напряжения промышленной частоты после коммутационных испытаний и испытаний на короткое замыкание

a) Общие положения

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 4) a) 8.3.3.4.1].

b) Испытательное напряжение

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 4) b) 8.3.3.4.1].

c) Подача испытательного напряжения

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 4) c) 8.3.3.4.1] со следующим дополнением в конце абзаца.

Применение металлической фольги, упомянутой в IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 1) 8.3.3.4.1], не требуется.

d) Критерии соответствия

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 4) d) 8.3.3.4.1].

5) Свободное.

6) Проверка выдерживаемого напряжения постоянного тока

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 6) 8.3.3.4.1].

7) Проверка расстояний утечки

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) [перечисление 7) 8.3.3.4.1] (см. также 8.1.3).

8) Проверка тока утечки аппарата, пригодного для разъединения

Максимальный ток утечки не должен превышать значений IEC 60947-1 (пункт 7.2.7).

9.3.3.4.2 Свободный.

9.3.3.4.3 Выборочные испытания для проверки воздушных зазоров

1) Общие положения

По IEC 60947-1 [перечисление 1) 8.3.3.4.3].

2) Испытательное напряжение

Испытательное напряжение должно соответствовать номинальному импульсному выдерживаемому напряжению.

План выборки и процедура — на рассмотрении.

3) Подача испытательного напряжения

По IEC 60947-1 [перечисление 3) 8.3.3.4.3].

4) Критерии соответствия

По IEC 60947-1 [перечисление 4) 8.3.3.4.3].

9.3.3.5 Включающая и отключающая способность механических коммутационных устройств

9.3.3.5.1 Общие положения

Должно быть установлено, что механические коммутационные устройства отвечают требованиям 8.2.4.2.

Если механическое коммутационное устройство не выдержало предварительные испытания, требуется проверка на соответствие 8.2.4.2 и следующим пунктам. Включающую и отключающую способность проверяют на соответствие IEC 60947-1 (подпункт 8.3.3.5).

9.3.3.5.2 Последовательно включенные коммутационные устройства гибридных контроллеров

Проверку проводят одним из следующих способов:

a) подвергаемое устройство может быть испытано в качестве отдельного компонента; или

b) гибридный контроллер в собранном виде может быть испытан с подвергаемыми устройствами, установленными как для нормальной эксплуатации и замкнутыми накоротко полупроводниковыми компонентами каждого полюса.

9.3.3.5.3 Испытанные полностью механические коммутационные устройства шунтированных контроллеров, включенные параллельно

Подвергаемое устройство должно быть испытано как отдельное устройство.

9.3.3.5.4 Зависимые механические коммутационные устройства шунтированных контроллеров, включенные параллельно

Собранный узел с установленными шунтами должен быть испытан как для нормальной эксплуатации. Последовательность оперирования, имитирующая коммутацию (включение и отключение), должна быть как при нормальной эксплуатации.

9.3.3.6 Работоспособность в условиях эксплуатации

9.3.3.6.1 Общие положения

Работоспособность в условиях эксплуатации на соответствие требованиям 8.2.4.1 проверяют проведением трех испытаний:

a) на тепловую стабильность;

b) на перегрузочную способность;

c) на блокировку и коммутационную способность.

При испытаниях имитируют 8-часовой режим эксплуатации.

Соединения с главной цепью должны быть аналогичны применяемым при нормальной эксплуатации оборудования. Напряжение цепи управления должно быть зафиксировано на уровне 110 % номинального входного напряжения цепи управления, U_s.

Таблица 13 — Технические условия испытаний на тепловую стабильность

Содержание	Требования к условиям испытаний	Дополнительные указания
Цель испытания	Проверка того, что изменение температуры между последовательными одинаковыми циклами оперирования в последовательности сокращается менее чем до 5 % в течение 8 ч. Проверка того, что превышение температуры доступных выводов механического коммутационного устройства в главной цепи не превышает предела, предписанного таблицей 2 IEC 60947-1	
Длительность испытания	Испытание продолжается до тех пор пока: $\Delta_n \le 0{,}05$ или истекут 8 ч; $\Delta_n = (C_n - C_{n-1} - A_n + A_{n-1})/(C_{n-1})$	
Условия испытаний	Таблица 7	
Температура ИА[1)]	C_n, температура корпуса	Термочувствительное устройство, прикрепленное к внешней поверхности одного полупроводникового коммутационного устройства (см. 9.3.3.3.4). Наблюдение за полупроводниковым коммутационным устройством, которое, скорее всего самое нагретое
Температура окружающего воздуха	A_n, любого подходящего уровня	Термочувствительное устройство для отслеживания изменений в температуре окружающей среды (IEC 60947-1, подпункт 8.3.3.3.1)
Получаемые результаты	1) $\Delta_n \le 0{,}05$ в течение 8 ч, 2) Отсутствие видимых свидетельств повреждения (например, дым, обесцвечивание). 3) Превышение температуры доступных выводов механического коммутационного устройства в главной цепи не превышает предела, предписанного таблицей 2 IEC 60947-1. 4) Когда выводы недоступны, значения таблицы 2 IEC 60947-1 могут быть превышены при условии, что прилегающие части не повреждены	

[1)] Испытуемый аппарат.

Таблица 14 — Требования к начальной температуре корпуса

Номер цикла оперирования	Начальная температура корпуса C_i, °C
1	Не менее чем 40 °C
2	Возможность переуставки наибольшей температуры после первого цикла оперирования устройства защиты от сверхтока, рекомендованного изготовителем для совместного использования с контроллером или контактором
3 и 4	≥ 40 °C плюс максимальное превышение температуры корпуса при испытании на превышение температуры по 9.3.3.3

9.3.3.6.2 Процедура испытания на тепловую стабильность

Технические условия испытания и критерии соответствия приведены в таблице 13. Пример профиля изменения температуры при испытании приведен на рисунке F.1.

Последовательность проведения испытания на тепловую стабильность:

1) обозначить число последовательности n каждого периода прохождения тока в испытательной серии (как n = 0,1, 2... n – 1, N);

2) записать начальную температуру корпуса C_0, записать начальную температуру среды A_0;

3) установить испытательный ток I_T, (см. таблицу 7). Изменить n на новое значение, где $n = n + 1$;

4) подать испытательное напряжение U_T на вводные выводы главной цепи ИА (испытуемый аппарат). U_T может прикладываться в течение всего испытания, а может включаться и отключаться синхронно с действием управляющего напряжения U_c;

переключить ИА в состояние включения (напряжение управления ИА, U_c — включено).

Примечание — Временной интервал T_x начинается в момент, когда испытательный ток достигает значения $X \cdot I_e$. Поэтому время возрастания тока для достижения испытательным током $X \cdot I_e$ увеличивает общее время испытания;

5) после временного интервала T_x (таблица 7) переключить ИА в состояние выключения;

6) записать температуру корпуса C_n, записать температуру среды A_n;

7) решение об окончании (или продолжении) испытания:

a) вычислить коэффициент изменения превышения температуры корпуса

$$\Delta_n = (C_n - C_{n-1} - A_n + A_{n-1})/(C_{n-1});$$

b) проверить соответствие полученным результатам (таблица 13).

Если $\Delta_n > 0{,}05$, общее время испытания меньше 8 ч и полученные результаты 1) и 2) таблицы 13 не нарушены, повторить этапы 3—7.

Если $\Delta_n > 0{,}05$, общее время испытания больше 8 ч или полученные результаты нарушены, завершить испытание. Это отказ.

Если $\Delta_n \leq 0{,}05$, общее время испытания меньше 8 ч и полученные результаты 1), 2), 3), 4) таблицы 13 не нарушены, завершить испытание. Это соответствие.

9.3.3.6.3 Процедура испытания на перегрузочную способность

1) Условия испытаний

a) См. таблицу 8. Профиль испытания представлен на рисунке F.2.

b) Контроллеры и контакторы, использующие токоуправляемый разъединитель помимо устройства для защиты от сверхтока, обеспечивающего защиту от перегрузок при разгоне в состоянии полного включения, должны испытываться с установленным разъединителем. В этом испытании предпочтительно для разъединителя переключать ИА в состояние отключения в более короткое время, чем заданное время включения.

2) Регулирование ИА

a) ИА должен быть отрегулирован на минимальное время установления уровня испытательного тока.

b) ИА с функцией токоограничения следует установить на наибольшее значение X, указанное для I_e.

3) Испытание

a) Установить начальные условия.

b) Подать испытательное напряжение на вводные выводы главной цепи ИА.

(Для характеристики НхА контакты механического коммутационного устройства, включенного последовательно, должны быть замкнуты. Для характеристики НхВ контакты механического коммутационного устройства, включенного последовательно, должны быть разомкнуты.)

Испытательное напряжение подают на протяжении всего испытания.

c) Переключить ИА в состояние включения.

d) По истечении времени включения (таблица 8) переключить ИА в состояние отключения.

Примечание — Для характеристики НхВ состояние отключения заменяют разомкнутым положением.

e) Повторить этапы c) и d) дважды. Конец испытания.

4) Проверка критерия (см. 9.3.3.6.5)

Отсутствие потери:

a) коммутационной способности;

b) блокирующей способности;

c) функциональности и

d) отсутствие визуального свидетельства повреждения.

9.3.3.6.4 Испытание на блокирующую и коммутационную способность

Технические условия испытаний приведены в таблице 9.

Профили испытаний показаны на рисунке F.3.

Для характеристики НхА контакты механического коммутационного устройства последовательного соединения должны удерживаться в замкнутом положении на протяжении всего испытания.

Для характеристики НхВ контакты механического коммутационного устройства последовательного соединения могут срабатывать на выполнение испытательного цикла. Однако измерение напряжения на полюсах следует проводить при замкнутых последовательных контактах и с полупроводниковыми коммутационными устройствами в состоянии отключения. Изготовитель должен предоставить инструкции по оснащению ИА специальными средствами измерений, позволяющими получить соответствие требованиям к измерению напряжения.

1) ИА должен быть смонтирован как для нормальной эксплуатации при протяженности кабеля между ИА и испытательной нагрузкой не более 10 м.

2) Средства измерения тока должны быть установлены в удобной манере для записи значений тока утечки через контроллер на этапах 3) и 7).

Если другие вспомогательные цепи или устройства соединены параллельно с полупроводниковыми элементами, необходимо проявлять внимательность, чтобы избежать измерения параллельных токов, для этого следует измерять только ток утечки полупроводниковых элементов, и средства для получения этих измерений должны быть соответствующим образом установлены.

3) При подаче к ИА напряжений (см. таблицу 9) с отключенным управляющим напряжением U_c проводят измерение тока в каждом полюсе ИА и записывают эти измерения в качестве множества точек для начальных данных I_O.

Испытательная цепь должна оставаться замкнутой от начала этапа 4) до завершения этапа 7). Средства измерения тока могут быть накоротко замкнуты посредством устройства дистанционного управления на этапах 5) и 6), но они не могут быть сняты, иначе разомкнется цепь.

4) В начале испытания к ИА прикладывают напряжения по таблице 9, и они остаются на протяжении испытания до завершения этапа 7).

5) Посредством управляющего напряжения U_c выполняется цикл от состояния включения до состояния отключения ИА, как указано в таблице 9. Если контроллер не выполнил назначенных операций или появилось свидетельство повреждения, испытание прерывают и считают отказом.

6) После требуемого числа циклов оперирования U_c отключают, а U_e и U_s оставляют включенными. Позволяют ИА вернуться к начальной температуре окружающей среды.

7) Повторяют процедуру измерения тока на этапе 3) и записывают множество точек конечных данных I_f, соответствующих множеству точек начальных данных I_O.

8) Определяют значения относительно токов утечки на каждом полюсе, как указано в перечислении 1) таблицы 9.

Для получения соответствия критерии, приведенные в перечислениях 1), 2) и 3) таблицы 9, должны выполняться.

9.3.3.6.5 Поведение полупроводникового контроллера во время и состояние после испытаний на работоспособность в условиях эксплуатации

a) Коммутационная способность

Если полупроводниковые устройства не коммутируют должным образом, ранняя стадия вида отказа уже проявляется нарушением работоспособности. Продолжение оперирования в таком режиме вызовет тепловой разнос. Конечными результатами будут сильный перегрев и потеря блокирующей способности.

b) Тепловая стабильность

Полупроводниковые устройства, подвергаемые ускоренному циклу оперирования, могут недостаточно охлаждаться. Ранние эффекты могут привести к состоянию неуправляемых тепловых процессов, ведущему к потере блокирующей способности.

c) Блокирующая способность

Блокирующая способность — способность к выключению и пребывание в этом состоянии, сколько нужно.

Чрезмерная тепловая нагрузка нарушает блокирующую способность. Отказ проявляется частичной или полной потерей управления.

d) Функциональность

Некоторые виды отказов могут не быть катастрофичны на ранних стадиях. Такие отказы очевидны по постепенной потере функции. Раннее обнаружение и исправление могут предотвратить длительное повреждение.

e) Визуальный осмотр

Наконец чрезмерные тепловые нагрузки вследствие повышенных температур могут вызвать длительное повреждение. Визуальные свидетельства (дым или обесцвечивание) обеспечивают раннее предупреждение о конечном отказе.

9.3.4 Работоспособность в условиях короткого замыкания

В настоящем пункте определяются условия испытаний для проверки соответствия требованиям 8.2.5.1. Специфические требования, относящиеся к методике испытания, циклам испытаний, состоянию устройств после испытаний и типам координации, содержатся в 9.3.4.1 и 9.3.4.3.

9.3.4.1 Общие условия испытаний на короткое замыкание

Они таковы:

- операция «О». В качестве предыспытательного условия контактор/контроллер должен поддерживаться в состоянии включения посредством балластной нагрузки. Предыспытательный ток может удерживаться на любом произвольно низком уровне тока, большем, чем минимальный ток нагрузки (см. 3.1.11) контактора/контроллера. Ток короткого замыкания подается к контактору/контроллеру путем замыкания короткозамыкателя. УЗКЗ должно разорвать ток короткого замыкания, а контактор/контроллер должен выдержать сквозной ток;

- операция «СО» для аппарата прямого включения. Начальная температура корпуса должна быть не ниже 40 °С. В некоторых случаях могут быть затруднительными предварительный нагрев ИА и поддержание на нужном уровне начальной температуры корпуса в таком месте установки, которое предназначено исключительно для испытания на короткое замыкание. В таком случае изготовитель и потребитель могут прийти к соглашению испытывать ИА при температуре окружающей среды. Тогда в протоколе испытаний должна быть записана нижняя температура.

9.3.4.1.1 Общие требования к испытаниям на короткое замыкание

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.4.1.1) со следующим изменением.

Оболочка должна соответствовать техническим условиям изготовителя. Если предусмотрены несколько вариантов оболочки, выбирают оболочку наименьшего объема.

Если устройства, испытанные без оболочек, могут также применяться с оболочками, то их дополнительно испытывают в наименьшей из таких оболочек, указанных изготовителем. Если устройства испытаны без оболочки, должна быть предусмотрена информация о том, что они не пригодны для применения в индивидуальных оболочках.

9.3.4.1.2 Испытательная цепь для проверки номинальных характеристик при коротких замыканиях

По IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (подпункт 8.3.4.1.2), за исключением того, что для координации типа 1 плавкий элемент *F* и сопротивление R_L заменяют жестким проводом сечением 6 мм^2 длиной 1,2—1,8 м, соединенным с нейтралью или, по соглашению с изготовителем, с одним из полюсов.

Примечание — Такой провод большого размера применяют не для обнаружения, а для установления условия заземления, позволяющего оценить повреждение.

Испытательная цепь по IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (подпункт 8.3.4.1.2) должна быть изменена согласно приложению I (рисунок I.1). Балластная нагрузка и короткозамыкатель должны иметь следующие характеристики:

a) балластная нагрузка должна отвечать требованиям, указанным в 8.2.4.3;

b) короткозамыкатель (не являющийся частью ИА) должен быть способен включать и проводить ток короткого замыкания, не влияя на процесс подачи тока короткого замыкания (например, отскоком либо иным периодическим размыканием контактов).

9.3.4.1.3 Коэффициент мощности испытательной цепи

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.4.1.3).

9.3.4.1.4 Свободный.

9.3.4.1.5 Калибровка испытательной цепи

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.4.1.5).

9.3.4.1.6 Методика испытания

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.4.1.6) со следующими дополнениями.

Контроллер или контактор и связанное с ним УЗКЗ следует установить и присоединить, как в нормальных условиях эксплуатации. Их следует присоединять к испытательной цепи кабелем максимальной длины 2,4 м (соответственно рабочему току контроллера или контактора) для каждой главной цепи.

Если УЗКЗ отделено от контроллера или контактора, его следует присоединить, используя вышеуказанный кабель. (Общая длина кабеля не должна превышать 2,4 м.)

Предполагается, что испытания на трехфазном токе распространяются и на применение однофазных токов.

Временной график для испытательной последовательности приведен на рисунке I.2:

a) испытание начинают при короткозамыкателе в разомкнутом положении (время T0);

b) затем подают испытательное напряжение, и балластная нагрузка должна ограничить ток до уровня по меньшей мере достаточного для поддержания контроллера в состоянии включения (время T1);

c) при любом произвольном времени после того, как ток, проходящий через контактор/контроллер, стабилизировался, наугад замыкают короткозамыкатель, тем самым устанавливая путь прохождения тока короткого замыкания через ИА (время T2), который затем ликвидируется с помощью УЗКЗ (время T3).

9.3.4.1.7 Свободный.

9.3.4.1.8 Толкование записей

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.4.1.8).

9.3.4.2 Свободный.

9.3.4.3 Условный ток короткого замыкания контроллеров и контакторов

9.3.4.3.1 Общие положения

Контроллер или контактор и согласованное с ним УЗКЗ подлежат испытаниям по 9.3.4.4.2.

Никаких дополнительных испытаний для шунтированных контроллеров с независимыми компонентами не требуется.

Шунтированные контроллеры с зависимыми компонентами должны подвергаться двум отдельным испытаниям на короткое замыкание в соответствии с 9.3.4:

a) испытание 1: Испытание проводят с полупроводниковыми компонентами в проводящем режиме и разомкнутых шунтовых контактах. Этим имитируются условия короткого замыкания, возникающие при пуске в режиме, контролируемом полупроводниками;

b) испытание 2: Испытание проводят с шунтированными полупроводниковыми компонентами с замкнутыми шунтовыми контактами. Этим имитируются условия короткого замыкания, возникающие в то время, как полупроводниковые компоненты ИА перемкнуты накоротко.

Испытания должны проводиться при условиях, соответствующих максимальному I_e и максимальному U_e для категории применения AC-51.

Если один и тот же полупроводниковый компонент используют для нескольких номинальных параметров, испытание проводят при условиях, соответствующих наибольшему номинальному I_e.

Цепи управления должны питаться от отдельных источников при заданном управляющем напряжении. Применяемое УЗКЗ должно соответствовать 8.2.5.1.

Если УЗКЗ является автоматическим выключателем с регулируемой уставкой по току, испытание проводят с автоматическим выключателем, отрегулированным на максимальную уставку для координации типа 1 и на максимальную заданную уставку для координации типа 2.

Во время испытания все отверстия в оболочке должны быть закрыты, как при нормальной эксплуатации, а дверца или крышка закреплены предусмотренным способом.

Контроллер или контактор, охватывающий диапазон номиналов нагрузки и оснащенный заменяемыми устройствами для защиты от сверхтоков, следует испытывать с устройством с наибольшим полным сопротивлением и с устройством с наименьшим полным сопротивлением совместно с соответствующими УЗКЗ.

Операция «O» или «CO» должна выполняться на выборке при I_q.

9.3.4.3.2 Испытание при номинальном условном токе короткого замыкания I_q

Цепь следует отрегулировать на ожидаемый ток короткого замыкания I_q, равный номинальному условному току короткого замыкания.

Если УЗКЗ — плавкий предохранитель, а испытательный ток не выходит за пределы его токоограничения, то плавкий предохранитель следует по возможности выбирать с расчетом на получение максимального значения тока отсечки (I_c) [согласно IEC 60269-1 (рисунок 4)] и значений максимального сквозного I^2t.

За исключением контакторов прямого действия, одна операция отключения УЗКЗ должна быть выполнена с контактором в состоянии полного включения и замкнутым УЗКЗ; ток короткого замыкания включают отдельным коммутационным устройством.

Для контакторов прямого действия одна операция отключения УЗКЗ должна быть выполнена замыканием контактора накоротко.

9.3.4.3.3 Получаемые результаты

Контроллер или контактор следует считать выдержавшим испытания на ожидаемом токе I_q, если удовлетворяются требования к указанному типу координации.

Координация обоих типов:

a) УЗКЗ или контактор успешно отключил аварийный ток, а плавкий предохранитель либо плавкий элемент или жесткое соединение между оболочкой и источником питания не расплавились.

b) Дверка или крышка оболочки не раскрылась под воздействием дутья, и ее можно открыть. Деформацию оболочки оценивают как допустимую, если степень защиты, обеспечиваемая оболочкой, не ниже IP2X.

c) Проводники или выводы не повреждены, и проводники не оторвались от выводов.

d) Изоляционное основание не растрескалось или не сломалось настолько, что нарушилась целостность какой-либо части, находящейся под напряжением.

Координация типа 1:

e) Разряды за пределами оболочки отсутствовали. Повреждение контроллера и устройства защиты от сверхтока приемлемы. Контактор или контроллер может после испытания выйти из строя.

Координация типа 2:

f) Устройство защиты от сверхтока или другие части не получили никаких повреждений, однако не допускается замена частей во время испытания. Но допускается сваривание контактов гибридных контроллеров или контакторов, если они легко разъединяются (например, отверткой) без заметной деформации.

В случае сваривания контактов, как это описано выше, функционирование устройства проверяют выполнением 10 циклов срабатывания (вместо 5) при условиях, указанных в таблице 8 для соответствующей категории применения.

g) Расцепление устройства защиты от сверхтока следует проверять при токе, кратном уставке, на соответствие установленной характеристике расцепления до и после испытания на короткое замыкание.

h) Электрическую прочность изоляции проверяют проведением испытаний на контроллере или контакторе. Испытательное напряжение прикладывают в соответствии с IEC 60947-1 [перечисление 4) 9.3.3.4.1].

9.3.5 Свободный

9.4 Общие положения

Все испытания на излучение электромагнитных помех и устойчивость к электромагнитным помехам являются типовыми испытаниями и должны выполняться в рабочих типовых условиях и типовых условиях окружающей среды при выполнении рекомендаций изготовителя, касающихся используемых схем соединений и применяемых оболочек.

Для испытаний необходимо применение нагрузки ламп накаливания и емкостной нагрузки для категорий AC-55b и AC-56b соответственно. Если устройство предназначено для нескольких категорий применения, испытание проводят только с нагрузкой, соответствующей категории применения AC-51. Если устройство предназначено для категории применения AC-51, испытание проводят по соглашению между изготовителем и потребителем. За исключением испытания на излучение гармоник, осветительной цепи или конденсатору не нужна нагрузка. Если в каком-то из испытаний использована нагрузка меньшей мощности, чем диапазон мощностей, необходимых для предполагаемого назначения полупроводникового контроллера или контактора, это должно быть записано в протоколе испытаний. Для категории AC-51 оборудование должно испытываться при номинальном рабочем токе и с $\cos \varphi = 1^{-0,05}$. Для устройств с $I_e \leq 16$ А испытательный ток должен быть равен I_e. Для устройств с $I_e > 16$ А испытательный ток должен быть предметом соглашения между изготовителем и потребителем при условии, что ток свыше 16 А. Это значение должно быть отражено в протоколе испытаний. Испытаниям не подвергают вывод выходной мощности. Если иное не установлено изготовителем, длина соединений испытательной нагрузки должна быть 3 м.

Примечание — Время сканирования при анализе частоты часто превышает время передачи. Согласно серии IEC 61000-4 соответствующий результат может быть получен только в установившихся условиях.

В протоколах испытаний должна содержаться вся информация, касающаяся испытаний (например, условия нагрузки, расположение кабелей и т. д.). Функциональное содержание и технические условия пределов для критериев соответствия должны быть предусмотрены изготовителем и отражены в протоколе испытаний. Протокол испытаний должен отражать все особые меры, которые были приняты для достижения соответствия, например использование экранированных или специальных кабелей. Если для соответствия требованиям по устойчивости к воздействию электромагнитных помех или излучению электромагнитных помех с контроллером или контактором используется вспомогательное оборудование, то это должно быть включено в протокол испытаний. Испытания должны выполняться при номинальном входном напряжении U_s и в воспроизводимой манере.

Контроллеры характеристики 4, в которых силовые коммутационные элементы, например тиристоры, не являются полностью проводимыми в некоторых или всех режимах работы, должны испытываться в условиях минимальной проводимости, выбранной изготовителем, чтобы представить работу контроллера в точках длительного максимального излучения или восприимчивости (см. 9.3.4.1).

9.4.1 Испытания на помехоэмиссию

9.4.1.1 Испытания на кондуктивные радиочастотные излучения

Описание испытания, методика испытания и испытательная установка представлены в CISPR 11.

Достаточно испытать два образца из ряда контроллеров разных токовых номиналов: один, представляющий наибольший номинал, и один наименьший номинал из диапазона.

Помехоэмиссия не должна превышать пределов, установленных в таблице 15.

Все испытания на помехоэмиссию должны проводиться в установившихся условиях.

Если для соответствия уровням, установленным в таблице 15, требуется применение фильтра, его вид и характеристики должны быть отражены в протоколе испытаний.

Таблица 15 — Пределы помех напряжений на выводах для кондуктивных радиочастотных излучений

Диапазон частот, МГц	Среда А[1] Номинальная входная мощность ≤ 20 кВА		Среда А[1), 2)] Номинальная входная мощность > 20 кВА		Среда В [1)]	
	(квазипиковое) дБ (мкВ)	(среднее) дБ (мкВ)	(квазипиковое) дБ (мкВ)	(среднее) дБ (мкВ)	(квазипиковое) дБ (мкВ)	(среднее) дБ (мкВ)
0,15—0,50	79	66	100	90	66—56 (понижаются линейно с логарифмом частоты)	56—46 (понижаются линейно с логарифмом частоты)
0,50—5,00	73	60	86	76	56	46
5—30	73	60	90—73 (понижаются линейно с логарифмом частоты)	80—60 (понижаются линейно с логарифмом частоты)	60	50

На частоте передачи применяют более жесткий предел.

[1)] По IEC 60947-1.

[2)] Данные пределы относят к оборудованию с номинальной входной мощностью > 20 кВА. Изготовитель и/или потребитель должны предусмотреть меры при монтаже для снижения помехоэмиссии от установленного оборудования. В частности, должно быть указано, что данное оборудование следует запитать от специального силового трансформатора или генератора, а не от низковольтной воздушной линии электропередачи.

Пределы в соответствии с CISPR 11, группа 1.

9.4.1.2 Испытания на излучаемые радиочастотные поля

Описание испытания, методика и испытательная установка — по CISPR 11.

Примечание — В США цифровые устройства с потребляемой мощностью менее 6 нВт исключены из испытаний на радиочастотные излучения.

Достаточно испытать один типовой образец из диапазона контроллеров или контакторов разных номиналов.

Излучение не должно превышать уровней, указанных в таблице16.

Таблица 16 — Испытательные пределы помех, излучаемых радиочастотными магнитными полями

Диапазон частот, МГц	Среда А[1] (квазипиковое), дБ (мкВ)			Среда В (квазипиковое), дБ (мкВ)	
	30 м	10 м	3 м	10 м	3 м
30—230	30	40	50	30	40
230—1000	37	47	57	37	47

На частоте передачи применяют более жесткий предел.

[1] Для миниатюрного оборудования (т. е. оборудования, размещаемого на столе или полу, которое, включая кабельные соединения, помещается в цилиндрический испытательный объем диаметром 1,2 м и высотой 1,5 м над поверхностью земли) испытания могут проводиться только на расстоянии 3 м.

9.4.2 Испытания на устойчивость к ЭМС

Если в диапазоне контроллеров в пределах аналогичных типоразмеров имеются аналогичные конфигурации электронных управляющих компонентов, необходимо провести испытания лишь одного типового образца контроллера или контактора, указанного изготовителем.

9.4.2.1 Электростатические разряды

Испытание контроллеров или контакторов проводят согласно методике 8.4.1.2.2 IEC 60947-1: 2007 со следующим дополнением.

Контроллер должен соответствовать критерию работоспособности 2 по таблице 12.

Испытания не проводят на силовых выводах. Разряды прикладывают только к тем частям оборудования, которые доступны для касания оператору при эксплуатации.

Испытания не проводят на контроллерах открытого исполнения или со степенью защиты IP00. В этом случае изготовитель должен к аппарату прикрепить табличку с извещением о возможности повреждения вследствие статического разряда.

9.4.2.2 Радиочастотное электромагнитное поле

Испытания на устойчивость к кондуктивным электромагнитным помехам проводят по 8.4.1.2.6 IEC 60947-1 со следующим дополнением.

Критерий работоспособности 1 по таблице 12.

Для радиочастотных электромагнитных полей по 8.4.1.2.3 IEC 60947-1 со следующим дополнением.

Критерий работоспособности 1 по таблице 12.

9.4.2.3 Наносекундные импульсные помехи (5/50 нс)

Испытания проводят по 8.4.1.2.4 IEC 60947-1 со следующими дополнениями.

Испытания проводят для выводов, предназначенных для подсоединения проводников цепей управления и вспомогательных цепей протяженностью более 3 м.

Контроллер или контактор должен соответствовать критерию работоспособности 2 по таблице 12.

9.4.2.4 Импульсы напряжения/тока (1,2/50—8/20 мкс)

Испытания проводят по 8.4.1.2.5 IEC 60947-1.

Предпочтительный фазный угол 90° или 270°. Другие фазные углы также испытывают по IEC 61000-4-5, если они соответствуют худшему случаю.

Примечание — 90° и 270° представляют худшие случаи для силовых полупроводниковых ламп.

Контроллер или контактор должен соответствовать критерию работоспособности 2 по таблице 12.

9.4.2.5 Гармоники и коммутационные помехи

На рассмотрении.

9.4.2.6 Провалы напряжения и кратковременные отключения питания

По 8.4.1.2.8 IEC 60947-1 с критерием работоспособности 3 по таблице 12, классу 3 по таблице 23 IEC 60947-1, изменение 1 (2010), за исключением 0,5 цикла и 1 цикла, для которых критерий работоспособности 2 по таблице 12.

9.5 Проверочные и выборочные испытания

9.5.1 Общие положения

Проверочными являются испытания, которым подвергается каждый отдельный контроллер или контактор во время или после производства для проверки его соответствия указанным требованиям.

Проверочные или выборочные испытания проводят в таких же условиях или эквивалентных предписанным для типовых испытаний в 9.1.2. Однако пределы срабатывания по 9.5.2 можно проверять при

преобладающей температуре окружающего воздуха и на отдельном устройстве защиты от сверхтока, хотя могут потребоваться поправки для приведения к нормальным условиям окружающей среды.

9.5.2 Срабатывание и пределы срабатывания

Аппараты испытывают на срабатывание в пределах, указанных в 8.2.1.2 и 8.2.1.5.

Функционирование согласно 8.2.1.2 испытаниями на блокирующую и коммутационную способность по таблице 9 и 9.3.3.6.4. Требуется проведение двух циклов оперирования, один при 85 % U_e с 85 % U_s, другой 110 % U_e с 110 % U_s.

Проводят два следующих испытания.

a) Функциональность проверяют испытаниями на блокирующую и коммутационную способность по таблице 9.

Требуется проведение двух циклов оперирования, один при 85 % U_e с 85 % U_s, другой 110 % U_e с 110 % U_s.

Не допускается потеря функциональности в пределах, установленных изготовителем.

b) Проверяют работу оборудования по требованиям 8.2.1.5.

9.5.3 Испытания электрической прочности изоляции

Использование металлической фольги не обязательно.

Испытание проводят на образцах в сухом и чистом состоянии.

Проверку электроизоляционных свойств можно проводить до окончательной сборки устройства (например, до присоединения чувствительных устройств, таких как фильтры конденсаторов).

1) Импульсное выдерживаемое напряжение

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.3.4.2).

2) Выдерживаемое напряжение промышленной частоты

По IEC 60947-1 (подпункт 8.3.3.4.2).

3) Комбинированное импульсное выдерживаемое напряжение и выдерживаемое напряжение промышленной частоты

Испытания по вышеуказанным перечислениям 1) и 2) можно заменить одним испытанием на выдерживаемое напряжение промышленной частоты, если пиковое значение синусоидальной волны соответствует значению, указанному в перечислении 1) или 2), какое выше.

Приложение А
(обязательное)

Маркировка и идентификация выводов

А.1 Общие положения

Выводы идентифицируют с целью информации о функции каждого вывода, его расположении относительно других выводов или для другого применения.

А.2 Маркировка и идентификация выводов полупроводниковых контроллеров и контакторов

А.2.1 Маркировка и идентификация выводов главных цепей

Выводы главных цепей следует маркировать одноразрядными числами и буквенно-цифровыми обозначениями.

Таблица А.1 — Маркировка выводов главной цепи

Выводы	Маркировка
Главная цепь	1/L1—2/T1 3/L2—4/T2 5/L3—6/T3 7/L4—8/T4

Для отдельных видов контроллеров или контакторов [см. 5.2. е) 3)] изготовитель должен предоставить коммутационные схемы.

А.2.2 Маркировка и идентификация выводов цепей управления

А.2.2.1 Силовые выводы цепей управления

На рассмотрении.

А.2.2.2 Вводные/выводные выводы сигнализации цепи управления

На рассмотрении.

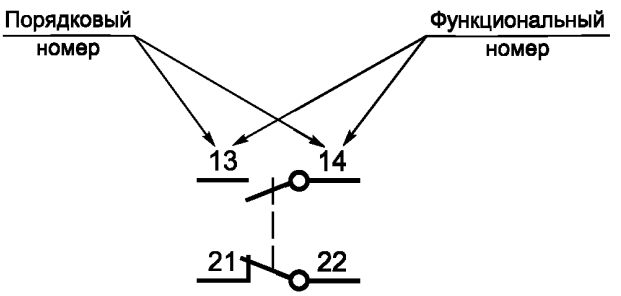
А.2.3 Маркировка и идентификация выводов вспомогательных цепей

А.2.3.1 Общие положения

Выводы вспомогательных цепей следует маркировать или идентифицировать на схемах двузначными номерами:

- цифра на месте единиц — функциональный номер;
- цифра на месте десятков — порядковый номер.

Эта система маркировки иллюстрируется следующими примерами:



А.2.3.2 Функциональный номер

Функциональные номера 1, 2 присваивают цепям с размыкающими; 3 и 4 — с замыкающими контактами.

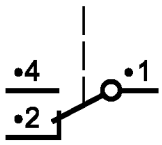
Примечание 1 — Определения размыкающих и замыкающих контактов приведены в IEC 60947-1 (пункты 2.3.12 и 2.3.13).

Примеры:



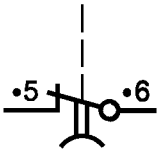
Примечание 2 — Точки в этих примерах заменяют порядковые номера, проставляемые по обстоятельствам.

Выводы цепей с переключающими контактными элементами следует маркировать функциональными номерами 1, 2 и 4.

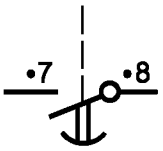


Функциональные номера 5 и 6 (для размыкающих контактов), 7 и 8 (для замыкающих контактов) присваивают выводам вспомогательных цепей, в которые входят вспомогательные контакты со специальными функциями.

Примеры:



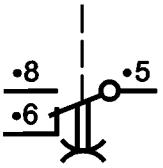
Размыкающий контакт с замедлением при замыкании



Замыкающий контакт с замедлением при замыкании

Выводы цепей с переключающими контактными элементами со специальными функциями следует маркировать функциональными номерами 5, 6 и 8.

Пример



Переключающий контакт с замедлением в обоих направлениях

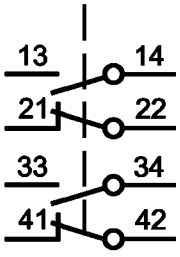
А.2.3.3 Порядковый номер

Выводы, принадлежащие одному контактному элементу, следует маркировать одним порядковым номером.

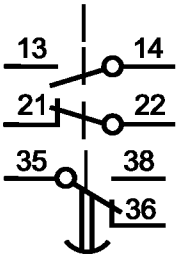
Все контактные элементы с одинаковой функцией должны различаться порядковыми номерами.

Порядковый номер на выводах может не указываться только в том случае, если это явным образом указано в дополнительной информации, поставляемой изготовителем.

Примеры:



Четыре контактных элемента



Три контактных элемента

Приложение B
(рекомендуемое)

Типичные условия эксплуатации контроллеров и контакторов

B.1 Управление резистивными нагревательными элементами

Здесь описаны три типичных способа управления a), b) и c).

a) Простая функция контактора по включению и отключению. Для минимизации переходных явлений при включении могут применяться однополюсные полупроводниковые контроллеры характеристики 5 с коммутацией в точке 0 (AC-51) или контакторы.

b) В случае навитых резистивных элементов ток включения может составлять до 1,4 номинального тока. Возрастающее включение таких нагревательных элементов с помощью постепенного повышения напряжения на выводах может минимизировать механическую и электрическую нагрузку.

c) Управление нагрузкой элементов нагрева сопротивлением посредством регулировки напряжения на выводах нагрузки (контроль напряжения) или соотношением времени включения и времени отключения (коммутация при полном напряжении), или комбинацией того и другого. Управления нагрузкой можно достигнуть с помощью сигнала обратной связи от нагрузки к цепи сравнения или устройству, которое определяет цикл оперирования и/или выходное напряжение полупроводникового контроллера. Такое устройство сравнения или управления может быть включено в состав полупроводникового контроллера или применяться исключительно для генерирования коммутирующего сигнала (например, в случае контроллера характеристики 5, т. е. полупроводникового контактора).

B.2 Коммутация управления электрическими разрядными лампами

С учетом следующих пунктов a)—d) может быть выбрана соответствующая категория применения.

a) В ходе нормальной фазы включения флуоресцентных ламп с некорректируемым коэффициентом мощности или ламп парного инерционного включения образующиеся токи предварительного нагрева могут достигать значений двойного номинального тока за короткий период времени (AC-55a).

В случае параллельного включения флуоресцентных ламп с компенсацией могут возникать переходные пусковые токи, равные 20-номинальному току конденсатора (AC-56b).

В случае флуоресцентных ламп с электронными балластными блоками за короткие периоды времени могут возникать пусковые токи, равные 10-номинальному току лампы.

b) Ртутные и металлогалогенные лампы высокого давления (с корректируемым или некорректируемым коэффициентом мощности) включаются через балластные блоки в форме последовательных индукторов, а в случае металлогалогенных ламп — с помощью устройств зажигания. В течение первых 3—5 мин после включения и до того, как лампы достигают своего нормального рабочего состояния при номинальном токе, вырабатывается преобладающий индуктивный ток. Этот ток может достигать до 2-номинального тока лампы. Сверхтоковая характеристика полупроводникового контактора допускает такое значение тока (AC-55a).

c) Натриевые лампы высокого давления (с некорректируемым коэффициентом мощности) образуют индуктивный ток, равный приблизительно 1,7—2,2 номинального тока лампы за 5—10 мин до достижения ею рабочего состояния. Сверхтоковая характеристика полупроводникового контактора допускает такое значение тока (AC-55a).

d) Ртутные, металлогалогенные и натриевые лампы высокого давления (с корректируемым коэффициентом мощности) вызывают высокие переходные емкостные пусковые токи. Это следует учитывать при выборе полупроводниковых контакторов для таких нагрузок (AC-56b).

B.3 Коммутация ламп накаливания

Полупроводниковые контакторы могут применяться для коммутации осветительных цепей накаливания, часто сопровождающихся высокими пусковыми переходными токами (AC-55b).

Короткие замыкания между витками нити накала в лампах накаливания могут вызывать высокие сверхтоки, протекающие через последовательно соединенное коммутационное устройство. Это явление классифицируют как состояние короткого замыкания. Координацию между полупроводниковым контактором и устройством защиты от короткого замыкания рассматривают в 8.2.5.

B.4 Коммутация трансформаторов

Полупроводниковые контакторы с коммутацией в заданной точке и специальной функцией линейного возрастания коммутации могут применяться для оптимизации коммутации трансформаторных нагрузок (ограничение импульсов), так как высокие переходные пусковые токи, возникающие при включении трансформаторов, в большей степени зависят от фазного узла подаваемого напряжения в момент начала прохождения тока.

B.5 Коммутация батарей конденсаторов

Амплитуду и частоту переходных пусковых токов определяют не только емкость нагрузки, но также реактивные сопротивления в согласованной цепи и линиях питания и точка на волне подаваемого напряжения переменного

тока в момент начала прохождения тока. В случае конденсаторных батарей (например, в системе с корректируемым коэффициентом мощности) конденсаторы уже представляют в цепи дополнительный источник энергии и могут разряжаться в коммутируемую емкостную нагрузку через низкоиндуктивные соединительные проводники и аппаратуру распределения (например, полупроводниковый контактор). Такие высокие пусковые токи следует учитывать при выборе коммутационного устройства (AC-56b).

Кроме того, следует учитывать перенапряжение (разницу между напряжением конденсатора и напряжением питания).

Приложение C

Свободное

Приложение D

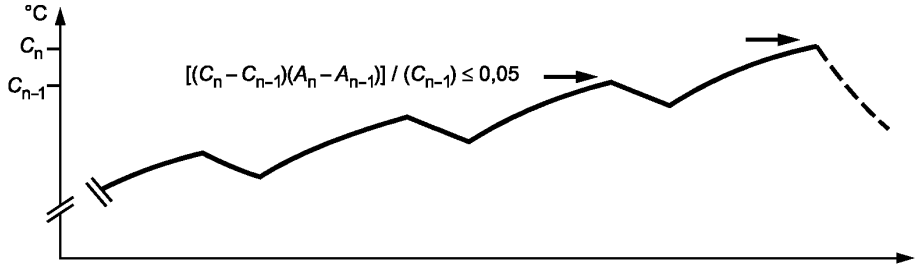
Свободное

Приложение E

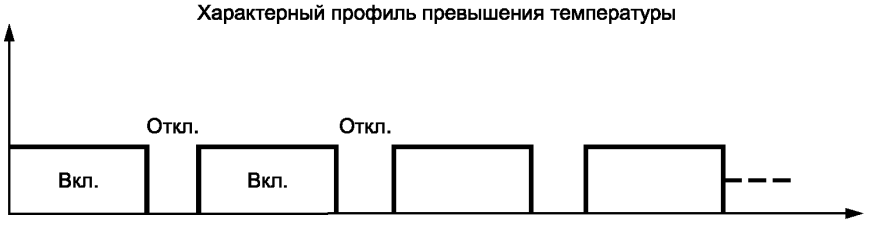
Свободное

Приложение F
(рекомендуемое)

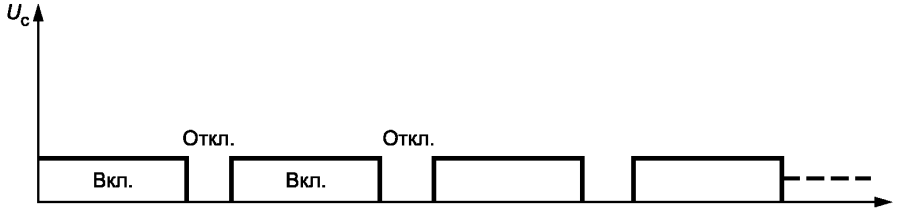
Работоспособность в условиях эксплуатации



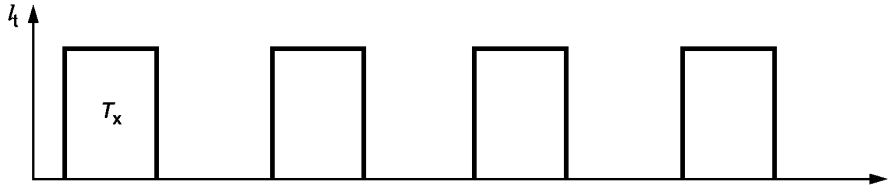
Характерный профиль превышения температуры



Характерный профиль циклов под нагрузкой/без нагрузки



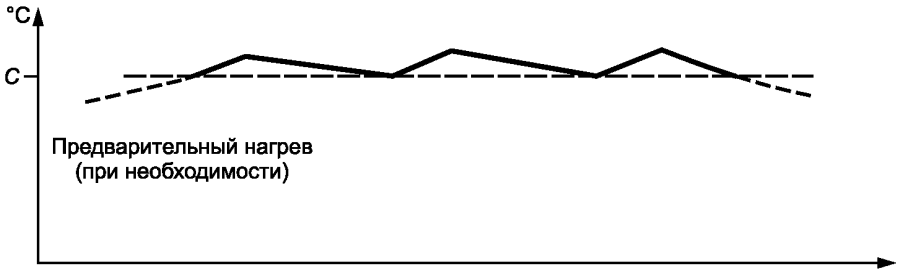
Характерный профиль напряжения управления, U_c



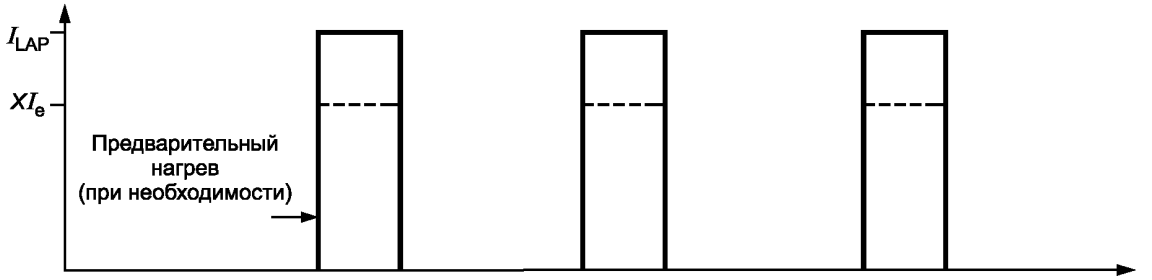
Профиль испытательного тока

Откл. — отключено; Вкл. — включено

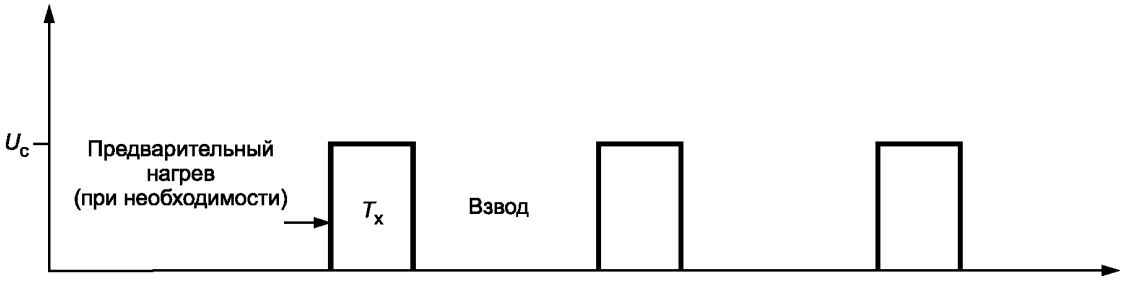
Рисунок F.1 — Профиль испытания на тепловую стабильность



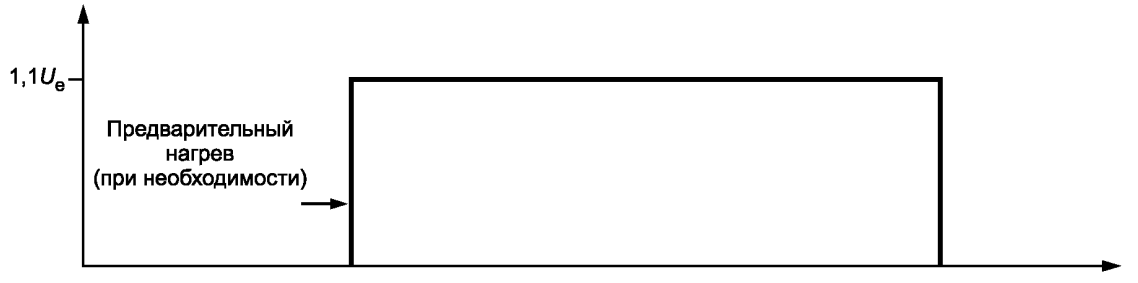
Характерный профиль превышения температуры



Профиль испытательного тока



Профиль напряжения управления, U_c



Профиль испытательного напряжения U_T главной цепи

Рисунок F.2 — Профиль испытания на перегрузочную способность

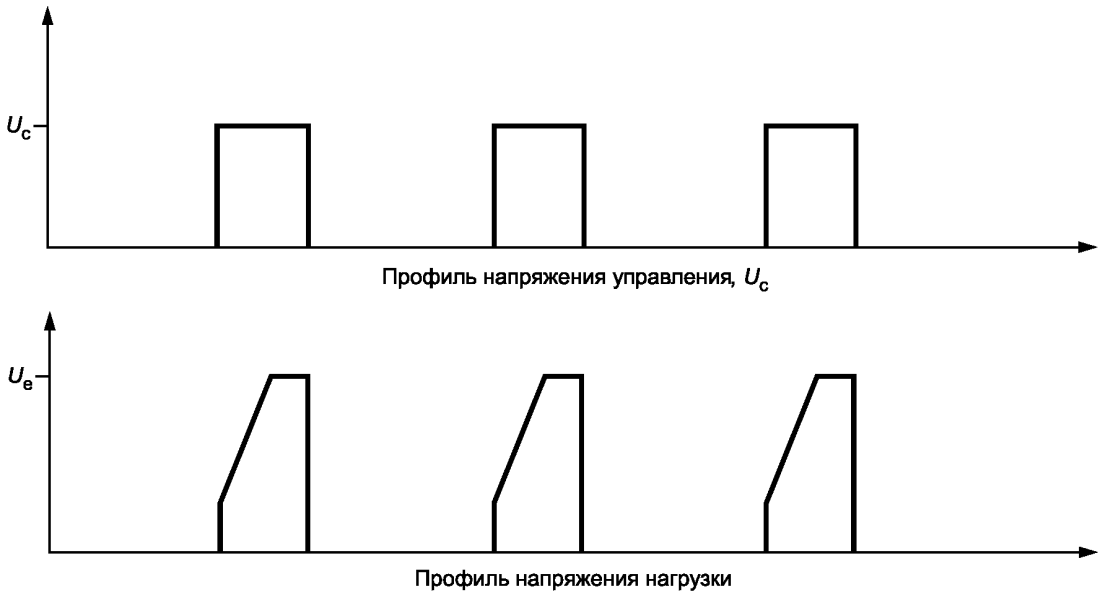


Рисунок F.3 — Профиль испытания на блокирующую и коммутационную способность

Приложение G

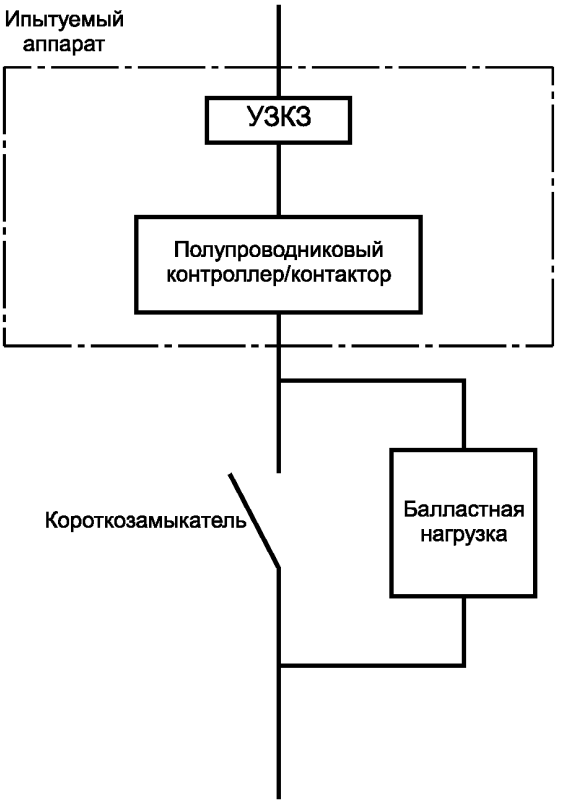
Свободное

Приложение H

Свободное

Приложение I
(обязательное)

Модифицированная цепь для испытания на короткое замыкание полупроводниковых контроллеров и контакторов

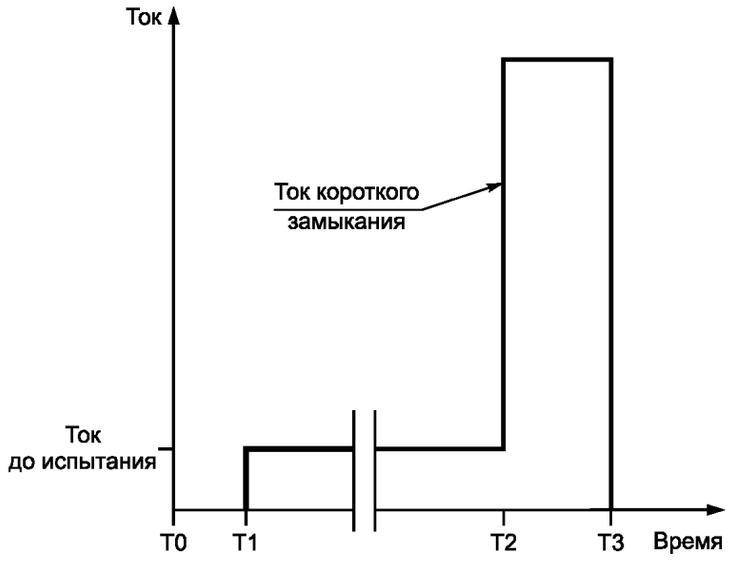


Примечание — Габариты включают металлический экран или оболочку.

Рисунок I.1 — Модифицированная цепь для испытания на короткое замыкание полупроводниковых устройств

Стандартные схемы для испытаний на короткое замыкание проиллюстрированы в IEC 60947-1, изменение 1 (2010) (рисунки 9—12).

Настоящая схема показывает модификацию только одной фазы стандартной однофазной испытательной цепи для испытаний на короткое замыкание полупроводниковых контроллеров. Модификации каждой фазы для испытания многофазных аппаратов аналогичны. Единственные изменения, которые необходимо провести, показаны на данном рисунке.

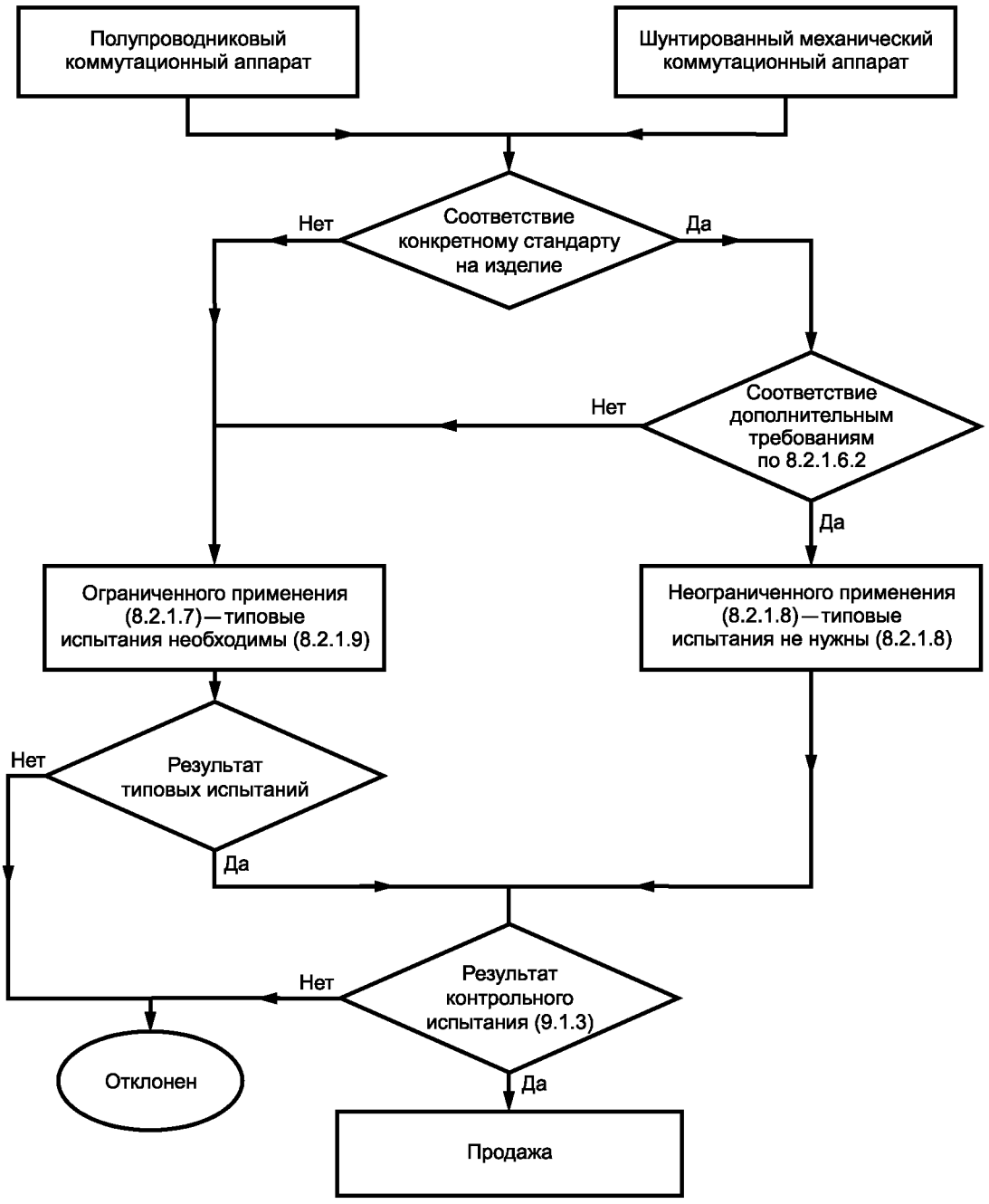


T0 — размыкание короткозамыкателя [перечисление a) 9.3.4.1.6];
T1 — подача питания в испытательную цепь [перечисление b) 9.3.4.1.6];
T2 — короткозамыкатель замкнут [перечисление c) 9.3.4.1.6];
T3 — УЗКЗ ликвидирует повреждение.

Рисунок I.2 — Временной график испытаний на короткое замыкание в соответствии с 9.3.4.1.6

Приложение J
(рекомендуемое)

Блок-схема построения испытаний шунтированных полупроводниковых контроллеров



Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
IEC 60269-1:2006	MOD	ГОСТ 31196.0—2012 «Низковольтные плавкие предохранители. Общие требования»
IEC 60410:1973	—	*
IEC 60947-1	MOD	ГОСТ 30011.1—2012 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие требования и методы испытаний»
IEC 61000-4 (все части)	MOD	ГОСТ 30804.4 (все части) «Совместимость технических средств электромагнитная»
IEC 61000-4-5:2005	MOD	ГОСТ 30804.4.5—2002 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний»
CISPR 11:2009	MOD	ГОСТ 30805.11—2002 «Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные от промышленных, научных, медицинских и бытовых (ПНМБ) высокочастотных устройств. Нормы и методы испытаний»

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

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

- MOD — модифицированные стандарты.

Библиография

IEC 60050-161:1990	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 61: Electromagnetic compatibility. Amendment 1 (1997), Amendment 2 (1998) (Международный электротехнический словарь. Глава 161. Электромагнитная совместимость)
IEC 60085	Electrical insulation — Thermal evaluation and designation (Электрическая изоляция. Классификация по термическим свойствам)
IEC 60146 (all parts)	Semiconductor convertors — General requirements and line commutated convertors (Преобразователи полупроводниковые. Общие требования и линейные коллекторные преобразователи. Часть 1-1. Технические условия на основные требования)
IEC 60664 (all parts)	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems (Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах)
IEC 60947-4-2:2011	Low-voltage switchgear and controlgear — Part 4-2: Contactors and motor-starters — AC semiconductor motor controllers and starters (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные. Часть 4-2. Контакторы и пускатели электродвигателей. Полупроводниковые контроллеры и пускатели для электродвигателей переменного тока)
IEC 61439 (all parts)	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные)

УДК 621.3.002.5.027.2:006.354 МКС 29.130.20 31.180 IDT

Ключевые слова: низковольтные аппараты распределения и управления, коммутационные элементы цепей управления, полупроводниковые контроллеры и контакторы, включение и отключение недвигательных нагрузок

БЗ 6—2017/33

Редактор *М.И. Максимова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.И. Рычкова*
Компьютерная верстка *Д.В. Кардановской*

Сдано в набор 13.11.2018. Подписано в печать 17.12.2018. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,98. Уч.-изд. л. 6,31.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

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

gost.e-ecolog.ru