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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 60947-4-2— 2017

АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНАЯ

Часть 4-2

Контакторы и пускатели электродвигателей. Полупроводниковые контроллеры и пускатели для электродвигателей переменного тока

(IEC 60947-4-2:2011 + Corrigendum 1:2012, 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 стандарта проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 04—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. № 963-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60947-4-2—2017 введен в действие в качестве национального стандарта с 1 июня 2019 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60947-4-2:2011 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-2. Контакторы и пускатели электродвигателей. Полупроводниковые контроллеры и пускатели для электродвигателей переменного тока» («Low-voltage switchgear and controlgear — Part 4-2: Contactors and motor-starters — AC semiconductor motor controllers and starters», IDT), включая поправку Corrigendum 1:2012.

Международный стандарт IEC 60947-4-2:2011 разработан подкомитетом 17 B «Низковольтная аппаратура распределения и управления» Технического комитета TC 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 межгосударственный 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 взаимосвязанному межгосударственному стандарту обеспечивает выполнение существенных требований безопасности технического регламента

7 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*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, обозначения и сокращения . . . 2
3.1 Общие положения . . . 2
3.2 Алфавитный перечень терминов . . . 2
3.3 Термины и определения, относящиеся к полупроводниковым устройствам для управления двигателями в цепях переменного тока . . . 4
3.4 Термины, относящиеся к гибридным контроллерам и пускателям . . . 6
3.5 Термины и определения, относящиеся к электромагнитной совместимости . . . 9
3.6 Обозначения и сокращения . . . 10
4 Классификация . . . 11
5 Характеристики полупроводниковых контроллеров и пускателей для цепей переменного тока . . . 11
5.1 Перечень характеристик . . . 11
5.2 Тип аппарата . . . 11
5.3 Номинальные и предельные значения параметров главной цепи . . . 11
5.4 Категория применения . . . 15
5.5 Цепи управления . . . 16
5.6 Вспомогательные цепи . . . 16
5.7 Характеристики реле и расцепителей (реле перегрузки) . . . 16
5.8 Координация с устройствами для защиты от коротких замыканий (УЗКЗ) . . . 18
6 Информация об аппарате . . . 18
6.1 Характер информации . . . 18
6.2 Маркировка . . . 19
6.3 Инструкции по монтажу, эксплуатации и обслуживанию . . . 19
7 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортирования . . . 19
7.1 Нормальные условия эксплуатации . . . 19
7.2 Условия транспортирования и хранения . . . 20
7.3 Монтаж . . . 20
7.4 Электромагнитные помехи и воздействия электрических систем . . . 20
8 Требования к конструкции и работоспособности . . . 20
8.1 Требования к конструкции . . . 20
8.2 Требования к работоспособности . . . 21
8.3 Требования по электромагнитной совместимости (ЭМС) . . . 32
9 Испытания . . . 34
9.1 Виды испытаний . . . 34
9.2 Соответствие требованиям к конструкции . . . 35
9.3 Соответствие требованиям к работоспособности . . . 35
Приложение А (обязательное) Маркировка и идентификация выводов . . . 50
Приложение В Свободное . . . 53
Приложение С (обязательное) Координация при токе пересечения между пускателем и связанным с ним УЗКЗ . . . 54
Приложение D Свободное . . . 57
Приложение Е Свободное . . . 57
Приложение F (рекомендуемое) Работоспособность в условиях эксплуатации . . . 58

Приложение G (рекомендуемое) Примеры конфигураций цепей управления 61
Приложение H Свободное 63
Приложение I (обязательное) Модифицированная цепь для испытания на короткое замыкание полупроводниковых контроллеров и пускателей 64
Приложение J (рекомендуемое) Блок-схема построения испытаний шунтированных полупроводниковых контроллеров 66
Приложение K (обязательное) Электронные реле перегрузки с расширенными функциями 67
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 70
Библиография 71

Введение

Настоящий стандарт распространяется на полупроводниковые контроллеры и пускатели для управления электродвигателями в цепях переменного тока, которые помимо простого пуска и отключения асинхронного электродвигателя имеют еще ряд функций, например управление пуском и отключением, маневрирование и управление ходом.

Общий термин «контроллер» в настоящем стандарте применяют для обозначения особенностей конструкции силовых полупроводниковых коммутационных элементов.

Общий термин пускатель используют в настоящем стандарте там, где важен результат совместного оперирования силовых полупроводниковых коммутационных элементов и подходящих устройств защиты от перегрузок.

Настоящий стандарт должен применяться совместно со стандартом IEC 60947-1:2007, ссылки на который имеются в тексте данного стандарта.

Настоящий стандарт может быть использован при оценке соответствия низковольтных комплектных устройств распределения и управления требованиям технических регламентов.

МКС 29.130.20

Поправка к ГОСТ IEC 60947-4-2—2017 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-2. Контакторы и пускатели электродвигателей. Полупроводниковые контроллеры и пускатели для электродвигателей переменного тока

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

(ИУС № 2 2020 г.)

МКС 29.130.20

Поправка к ГОСТ IEC 60947-4-2—2017 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-2. Контакторы и пускатели электродвигателей. Полупроводниковые контроллеры и пускатели для электродвигателей переменного тока

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 4-2

Контакторы и пускатели электродвигателей. Полупроводниковые контроллеры и пускатели для электродвигателей переменного тока

Low-voltage switchgear and controlgear. Part 4-2. Contactors and motor-starters. AC semiconductor motor controllers and starters for AC electric motors

Дата введения — 2019—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на контроллеры и пускатели с шунтированными устройствами и без них, к которым могут последовательно подключаться механические коммутационные аппараты и которые предназначены для присоединения к цепям переменного тока с напряжением не более 1000 В.

Контроллеры и пускатели, 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 контроллера или пускателя.

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

Настоящий стандарт не распространяется на:

- контроллеры и пускатели для длительного оперирования двигателей переменного тока на скоростях, отличающихся от нормальной;
- полупроводниковые аппараты, включая полупроводниковые контакторы [см. IEC 60947-1:2007 (пункт 2.2.13)], для управления недвигательными нагрузками;
- электронные силовые контроллеры переменного тока, соответствующие требованиям серии стандартов IEC 60146.

Контакторы, реле перегрузки и аппараты для цепей управления, применяемые в контроллерах и пускателях, должны соответствовать требованиям стандартов на конкретные изделия. Применяемые механические коммутационные аппараты должны отвечать требованиям своих стандартов на изделия, а также дополнительным требованиям настоящего стандарта.

Целью настоящего стандарта является установление:

- характеристик контроллеров и пускателей и согласованного с ними оборудования;
- условий, которым должны соответствовать контроллеры и пускатели относительно:

a) их работы и поведения,

b) их электроизоляционных свойств,

c) степеней защиты, обеспечиваемых оболочками, если применимо,

d) их конструкции;

- испытаний, предназначенных для подтверждения соответствия данных условий, и методов, применимых в этих испытаниях;
- информации, предоставляемой с оборудованием или в публикациях изготовителя.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание, для недатированных — последнее издание ссылочного стандарта (включая все изменения к нему).

IEC 60034-1:2010, Rotating electrical machines — Part 1: Rating and performance (Машины электрические вращающиеся. Часть 1. Номинальные значения параметров и эксплуатационные характеристики)

IEC 60085:2007, Electrical insulation — Thermal evaluation and designation (Электрическая изоляция. Классификация по термическим свойствам)

IEC 60269-1:2006[1)], Low-voltage fuses — Part 1: General requirements. Amendment 1 (2009) (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 60664 (all parts), Insulation coordination for equipment within low-voltage systems (Координация изоляции для оборудования в низковольтных системах)

IEC 60947-1:2007[3)], Low-voltage switchgear and controlgear — Part 1: General rules (Устройство распределительное комплектное. Часть 1. Общие правила)

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

CISPR 11:2009[4)], Industrial, scientific and medical equipment — Radio-frequency disturbance characteristics — Limits and methods of measurement. Amendment 1 (2010) (Оборудование радиочастотное промышленное, научно-исследовательское, медицинское. Характеристики электромагнитных помех. Предельные значения и методы измерения)

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 Общие положения

В настоящем стандарте использованы термины и определения по IEC 60947-1:2007 (раздел 2), а также нижеприведенные термины, символы и сокращения.

3.2 Алфавитный перечень терминов

В

включенное состояние 3.4.11
время включения 3.4.29
время отключения 3.4.30
время-токовая характеристика перегрузочной способности контроллеров/пускателей С.2.2.3
время торможения 3.4.28

Г

гибридные контроллеры или пускатели, характеристика HxA (где x = 1, 2 или 3) 3.4.1
гибридные контроллеры или пускатели, характеристика HxB 3.4.2

И

импульс напряжения 3.5.8
испытательный ток С.2.2.2

---

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 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.

К
контроллер или пускатель со свободным расцеплением . . . 3.4.22
М
маневрирование . . . 3.4.5
минимальное реле или расцепитель напряжения . . . 3.4.25
минимальное реле или расцепитель тока . . . 3.4.24
минимальный ток нагрузки . . . 3.4.13
Н
номинальный параметр . . . 3.4.20
О
ожидаемый ток в цепи (по отношению к коммутационному аппарату или предохранителю) . . . 3.4.9
ожидаемый ток с замкнутым ротором [I_{LRP}] . . . 3.4.10
операция CO . . . 3.4.32
операция O . . . 3.4.33
операция расцепления (контроллера или пускателя) . . . 3.4.21
оперирование (контроллера) . . . 3.4.16
отключенное состояние . . . 3.4.14
П
переходное состояние (зависимое и независимое) . . . 3.5.6
полное включение (состояние контроллера) . . . 3.4.12
полупроводниковый коммутационный аппарат . . . 3.3.1
полупроводниковый контроллер переменного тока . . . 3.3.2
полупроводниковый контроллер (характеристики 1) . . . 3.3.3
полупроводниковый контроллер плавного пуска (характеристики 2) . . . 3.3.4
полупроводниковый контроллер прямого действия (характеристики 3) . . . 3.3.5
полупроводниковый пускатель (характеристики 1, характеристики 2, характеристики 3) . . . 3.3.6
Р
работоспособность . . . 3.4.18
радиочастотная интерференция . . . 3.5.5
радио (частотная) помеха . . . 3.5.4
разомкнутое положение . . . 3.4.3
разряд (импульсов или колебания) . . . 3.5.7
реле или расцепитель перегрузки, чувствительный к обрыву (выпадению) фазы . . . 3.4.23
Т
ток пересечения I_{co} . . . C.2.2.1
ток торможения I_{ic} . . . K.2.5
ток утечки в отключенном состоянии [I_L] . . . 3.4.15
У
управляемое замедление . . . 3.4.7
управляемое ускорение . . . 3.4.6
управляемый ход . . . 3.4.8
Ф
функция токоограничения . . . 3.4.4
Х
характеристика тока перегрузки . . . 3.4.19
Ц
цикл оперирования (контроллера) . . . 3.4.17
Ш
шунтированный контроллер . . . 3.4.31
Э
электромагнитная помеха . . . 3.5.3
электромагнитная совместимость (ЭМС) . . . 3.5.1
электромагнитное излучение (помехоэмиссия) . . . 3.5.2
электронное реле перегрузки, чувствительное к опрокидыванию ротора двигателя . . . 3.4.26
электронное реле перегрузки, чувствительное к перенапряжению . . . K.2.4
электронное реле перегрузки, чувствительное к торможению ротора двигателя (реле упора) . . . 3.4.27

электронное реле перегрузки с функцией обнаружения асимметрии тока или напряжения . . К.2.2
электронное реле перегрузки с функцией обнаружения дифференциального тока К.2.1
электронное реле перегрузки с функцией обнаружения обратного вращения фаз К.2.3

3.3 Термины и определения, относящиеся к полупроводниковым устройствам для управления двигателями в цепях переменного тока

3.3.1

полупроводниковый коммутационный аппарат (semiconductor switching device): Коммутационный аппарат, предназначенный для включения и/или отключения тока в электрической цепи посредством воздействия на регулируемую проводимость полупроводника.

Примечание — Данное определение отличается от формулировки, приведенной в IEC 60050-441, поскольку полупроводниковый коммутационный аппарат рассчитан также на отключение тока.

[IEC 60947-1:2007]

3.3.2 **полупроводниковый контроллер переменного тока** (a. c. semiconductor motor controller): Полупроводниковый коммутационный аппарат, предназначенный для выполнения функции пуска и отключения двигателя.

Примечания

1 Из-за опасного уровня токов утечки, которые могут возникать в полупроводниковом контроллере в отключенном состоянии, выводы нагрузки считают постоянно находящимися под напряжением.

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

3.3.3 **полупроводниковый контроллер (характеристики 1)** [semiconductor motor controller (form 1)]: Полупроводниковый контроллер переменного тока, в котором пусковая функция может заключать в себе любой метод пуска, указанный изготовителем, и который обеспечивает функции управления, сочетающие в себе комбинацию маневрирования, управления ускорением, ходом или управления замедлением двигателя переменного тока. Кроме этого, контроллер может обеспечивать состояние полного включения.

Примечание — См. рисунок 1 и таблицу 1.

3.3.4 **полупроводниковый контроллер плавного пуска (характеристики 2)** [semiconductor soft-start motor controller (form 2)]: Полупроводниковый контроллер переменного тока специальной характеристики, в котором пусковая функция ограничивается изменением (ramp) напряжения и/или тока и может включать управление ускорением, а дополнительная функция управления ограничивается полным включением.

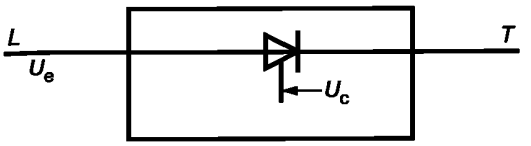
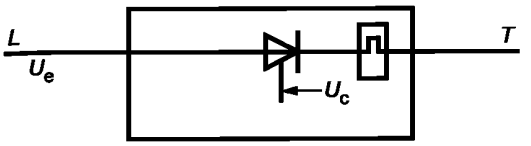
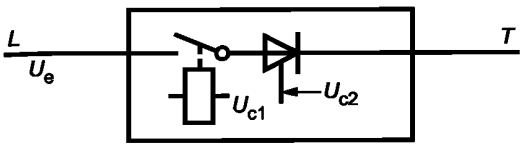
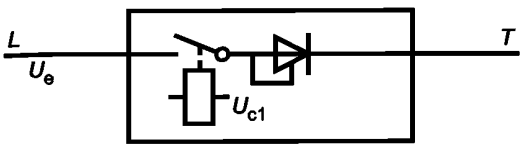
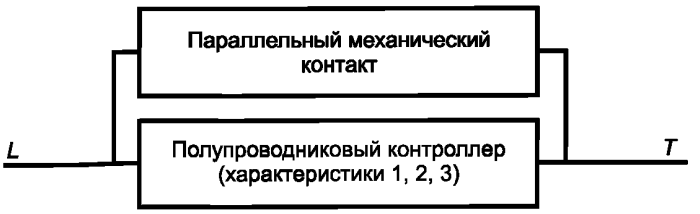
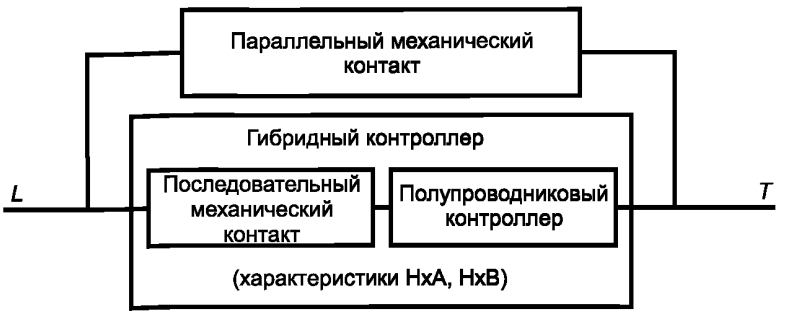
Примечание — См. рисунок 1 и таблицу 1.

3.3.5 **полупроводниковый контроллер прямого действия (характеристики 3)** [semiconductor direct on line (DOL) motor controller (form 3)]: Полупроводниковый контроллер переменного тока специальной характеристики, в котором пусковая функция ограничивается исключительно методом пуска от полного напряжения, а дополнительная функция ограничивается полным включением.

Примечание — См. рисунок 1 и таблицу 1.

3.3.6 **полупроводниковый пускатель (характеристики 1, характеристики 2, характеристики 3)** [semiconductor motor starter (form 1, form 2, form 3)]: Полупроводниковый контроллер переменного тока с подходящей защитой от перегрузок, рассчитанный как один аппарат.

Примечание — См. рисунок 1 и таблицу 1.

Аппарат	Схема
Полупроводниковый контроллер (характеристики 1, 2, 3)	
Полупроводниковый пускатель (характеристики 1, 2, 3)	
Гибридный контроллер HxA[a], где X = 1, 2 или 3	
Гибридный контроллер HxB[b]	
Шунтированный контроллер	
Шунтированный гибридный контроллер[c]	
Гибридный пускатель	Характеристика H1A или H1B с защитой двигателя от перегрузок	Характеристика H2A или H2B с защитой двигателя от перегрузок	Характеристика H3A или H3B с защитой двигателя от перегрузок

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

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

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

Рисунок 1 — Полупроводниковые аппараты управления двигателем

Таблица 1 — Функциональные возможности полупроводниковых аппаратов управления двигателями

Аппарат	Характеристика 1	Характеристика 2	Характеристика 3
Полупроводниковый контроллер	- Отключение; - пусковая функция; - маневрирование; - управляемое ускорение; - управляемый ход; - полное включение; - управляемое замедление	- Состояние отключения; - пусковая функция; - управляемое ускорение; - полное включение	Не применяется
Полупроводниковый контроллер прямого действия	Не применяется	Не применяется	- Состояние отключения; - пусковая функция; - полное включение
Полупроводниковый пускатель	Контроллер характеристики 1 с защитой двигателя от перегрузок	Контроллер характеристики 2 с защитой двигателя от перегрузок	Не применяется
Полупроводниковый пускатель прямого действия	Не применяется	Не применяется	Контроллер характеристики 3 прямого действия с защитой двигателя от перегрузок
Гибридный контроллер HxA[a], где x = 1, 2 или 3	H1A: - разомкнутое положение; - состояние отключения; - пусковая функция; - маневрирование; - управляемое ускорение; - управляемый ход; - полное включение; - управляемое замедление	H2A: - разомкнутое положение; - состояние отключения; - пусковая функция; - управляемое ускорение; - полное включение	H3A: - разомкнутое положение; - состояние отключения; - пусковая функция; - полное включение
Гибридный контроллер HxB[b], где x = 1, 2 или 3	H1B: - разомкнутое положение; - пусковая функция; - маневрирование; - управляемое ускорение; - управляемый ход; - полное включение; - управляемое замедление	H2B: - разомкнутое положение; - пусковая функция; - управляемое ускорение; - полное включение	H3B: - разомкнутое положение; - пусковая функция; - полное включение
Гибридный пускатель	Характеристика H1A или H1B с защитой двигателя от перегрузок	Характеристика H2A или H2B с защитой двигателя от перегрузок	Характеристика H3A или H3B с защитой двигателя от перегрузок

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

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

3.4 Термины, относящиеся к гибридным контроллерам и пускателям

3.4.1 **гибридные контроллеры или пускатели, характеристика HxA (где x = 1, 2 или 3)** [hybrid motor controllers or starters, form HxA (x = 1, 2 or 3)]: Полупроводниковый контроллер или пускатель характеристики 1, 2 или 3, включенный последовательно с механическим коммутационным аппаратом, оба рассчитаны как один аппарат.

Примечание 1 — Предусмотрены раздельные управляющие команды для последовательного механического коммутационного аппарата и полупроводникового контроллера или пускателя. Предусмотрены все функции управления, соответствующие характеристике контроллера или пускателя, наряду с разомкнутым положением.

Примечание 2 — См. рисунок 1.

3.4.2 **гибридные контроллеры или пускатели, характеристика HxB** (hybrid motor controllers or starters, form HxB): Полупроводниковый контроллер или пускатель характеристики 1, 2 или 3, включенный последовательно с механическим коммутационным аппаратом, оба рассчитаны как один аппарат. Предусмотрена единственная управляющая команда для последовательного механического коммутационного аппарата и полупроводникового контроллера или пускателя.

Примечание 1 — Предусмотрены все функции управления, соответствующие характеристике контроллера или пускателя, за исключением состояния отключения.

Примечание 2 — См. рисунок 1.

3.4.3

разомкнутое положение (open position): Состояние гибридного полупроводникового контроллера или пускателя, при котором последовательно включенный механический коммутационный аппарат находится в разомкнутом положении.

[IEC 60947-1:2007]

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

Примечание 1 — Что не означает способность ограничивать мгновенный ток в условиях короткого замыкания.

3.4.5 **маневрирование** (manoeuvre): Любая преднамеренная операция, вызывающая изменение значения тока, которая может быть охарактеризована и управляема (например, толчковый режим, торможение).

Примечания

1 Пуск является обязательной операцией маневрирования, которая рассматривается отдельно.

2 Операции торможения, выполняемые полупроводниковым контроллером или пускателем двигателя переменного тока, считаются маневрированием в рамках настоящего стандарта.

3.4.6 **управляемое ускорение** (controlled acceleration): Управление работой двигателя с одновременным увеличением скорости двигателя при воздействии на электропитание двигателя.

3.4.7 **управляемое замедление** (controlled deceleration): Управление работой двигателя с одновременным снижением скорости двигателя при воздействии на электропитание двигателя.

3.4.8 **управляемый ход** (controlled running): Управление работой двигателя при воздействии на его электропитание с одновременным ходом двигателя при нормальной скорости (например, энергосбережение).

3.4.9

ожидаемый ток в цепи (по отношению к коммутационному аппарату или предохранителю) [prospective current (of a circuit and with respect to a switching device or a fuse)]: Ток, который протекал бы в цепи, если каждый полюс коммутационного аппарата или предохранителя заменить проводником с незначительным полным сопротивлением.

Примечание — Способ оценки и выражения ожидаемого тока должен быть указан в конкретном стандарте на аппарат.

[IEC 60947-1:2007]

3.4.10 **ожидаемый ток с замкнутым ротором (I_{LRP})** [prospective locked rotor current (I_{LRP})]: Ожидаемый ток, который протекал бы в цепи двигателя с замкнутым ротором при номинальном напряжении.

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

3.4.12 **полное включение (состояние контроллера)** [full-on (state of controllers)]: Состояние контроллера, при котором управляющие функции настроены на обеспечение подачи нормального полного напряжения на нагрузку.

3.4.13 **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.

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

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

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

3.4.17 **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.

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

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

Примечание — (см. 5.3.5.1).

3.4.20 **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.

Примечание — (см. 6.1 e).

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

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

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

3.4.23 **реле или расцепитель перегрузки, чувствительный к обрыву (выпадению) фазы** (phase loss sensitive overload relay or release): Многополюсное реле или расцепитель перегрузки, срабатывающий при перегрузке и также в случае выпадения фазы в соответствии с предписанными требованиями.

3.4.24 **минимальное реле или расцепитель тока** (under-current relay or release): Измерительное реле или расцепитель, автоматически срабатывающий, когда протекающий через него ток опускается ниже заданного уровня.

3.4.25 **минимальное реле или расцепитель напряжения** (under-voltage relay or release): Измерительное реле или расцепитель, автоматически срабатывающий, когда подаваемое на него напряжение опускается ниже заданного уровня.

3.4.26 **электронное реле перегрузки, чувствительное к опрокидыванию ротора двигателя** (stall sensitive electronic overload relay): Электронное реле перегрузки, которое срабатывает, если ток не снизился ниже предписанного значения в течение заданного периода времени при пуске или если реле получает входной сигнал об отсутствии вращения двигателя после заданного периода времени в соответствии с предписанными требованиями.

Примечание — Опрокидывание означает блокировку ротора при пуске.

3.4.27 **электронное реле перегрузки, чувствительное к торможению ротора двигателя (реле упора)** (jam sensitive electronic overload relay): Электронное реле перегрузки, которое срабатывает при возникновении перегрузки, а также при повышении тока выше заданного значения в течение заданного периода времени при работе двигателя в соответствии с предписанными требованиями.

Примечание — Торможение — это высокая перегрузка, возникшая по завершении пуска, которая вызывает достижение током значения блокировки ротора управляемого двигателя.

3.4.28 **время торможения** (inhibit time): Период задержки времени, в течение которого функция размыкания реле задерживается (может регулироваться).

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

Примечание — Как, например, на рисунке F.1.

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

Примечание — Как, например, на рисунке F.1.

3.4.31 **шунтированный контроллер** (bypassed controller): Аппарат, в котором контакты главной цепи механического коммутационного аппарата соединены параллельно с контактами главной цепи полупроводникового коммутационного аппарата и в котором скоординированы органы управления двух коммутационных аппаратов.

Примечание — См. рисунок 1.

3.4.32 **операция CO** (CO operation): Размыкание цепи при помощи УЗКЗ в результате замыкания цепи посредством испытуемого аппарата.

3.4.33 **операция O** (O operation): Размыкание цепи при помощи УЗКЗ в результате замыкания цепи на испытуемый аппарат, который находится в замкнутом положении.

3.5 Термины и определения, относящиеся к электромагнитной совместимости

Примечание — Для соответствия и во избежание путаницы некоторые ключевые определения из IEC 60050-161 воспроизведены здесь. См. также IEC 61000-2-1.

3.5.1

электромагнитная совместимость (ЭМС) [electromagnetic compatibility (EMC)]: Способность оборудования или системы удовлетворительно функционировать в электромагнитной окружающей среде, не внося в эту среду недопустимых электромагнитных помех.

[IEC 60050-161:1990]

3.5.2

электромагнитное излучение (помехоэмиссия) (electromagnetic emission): Явление, при котором происходит излучение электромагнитной энергии из источника.

[IEC 60050-161:1990]

3.5.3

электромагнитная помеха (electromagnetic disturbance): Любое электромагнитное явление, которое может нарушить работоспособность аппарата, оборудования или системы либо нанести вред живой или неживой материи.

[IEC 60050-161:1990]

Примечание — Электромагнитная помеха может являться электромагнитным шумом, ненужным сигналом или изменением в распространении самой среды.

3.5.4

радио (частотная) помеха [radio (frequency) disturbance]: Электромагнитная помеха с компонентами в диапазоне радиочастот.

[IEC 60050-161:1990]

3.5.5

радиочастотная интерференция (RFI) (radio frequency interference, RFI): Нарушение приема требуемого сигнала, вызванное радиочастотной помехой.

Примечание — Английские слова «interference» и «disturbance» часто употребляют, не делая между ними различия. Выражение «радиочастотная интерференция» часто применяют в смысле «радиочастотная помеха» или ненужный сигнал.

[IEC 60050-161:1990]

3.5.6

переходное состояние (зависимое и независимое) [transient (adjective and noun)]: Явление или величина, которое(ая) меняется между двумя последовательными устойчивыми состояниями в течение интервала времени, короткого в сравнении с рассматриваемой временной шкалой.

[IEC 60050-161:1990]

3.5.7

разряд (импульсов или колебания) [burst (of pulses or oscillations)]: Последовательность ограниченного числа различных импульсов или колебание ограниченной длительности.

[IEC 60050-161:1990]

3.5.8

импульс напряжения (voltage surge): Волна переходного напряжения, распространяющаяся вдоль линии или цепи и характеризующаяся быстрым повышением с последующим медленным понижением напряжения.

[IEC 60050-161:1990]

3.6 Обозначения и сокращения

Обозначение или сокращение	Описание	Определение, где встречается
A_f	Конечная температура окружающей среды	9.3.3.3.4
C_f	Конечная температура корпуса	9.3.3.3.4
ЭМС	Электромагнитная совместимость	3.5.1
ИУ	Испытуемое устройство	
I_c	Ток включения и отключения	Таблица 8
I_e	Номинальный рабочий ток	5.3.2.3
I_F	Ток утечки после блокирования и испытания на коммутационную способность	9.3.3.6.3
I_{init}	Начальный испытательный ток	9.3.3.6.2
I_L	Ток утечки в отключенном состоянии	3.1.13
I_{LRP}	Ожидаемый ток с замкнутым ротором	3.1.8
I_O	Ток утечки перед блокированием и испытанием на коммутационную способность	9.3.3.6.3
I_{th}	Условный тепловой ток в открытом исполнении	5.3.2.1
I_{the}	Условный тепловой ток в оболочке	5.3.2.2
I_u	Номинальный непрерывный ток	5.3.2.4
SCPD	Устройство для защиты от коротких замыканий (УЗКЗ)	
U_c	Номинальное напряжение цепи управления	5.5
U_e	Номинальное рабочее напряжение	5.3.1.1
U_i	Номинальное напряжение по изоляции	5.3.1.2
U_{imp}	Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение	5.3.1.3
U_r	Напряжение промышленной частоты или восстанавливающееся напряжение постоянного тока	Таблица 6
U_s	Номинальное напряжение питания цепи управления	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 пускателей 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 (см. 5.7);
- координацией с аппаратами для защиты от коротких замыканий (см. 5.8).

5.2 Тип аппарата

Необходимо указывать следующее.

5.2.1 Вид аппарата

Виды контроллеров и пускателей (см. 3.3 и 3.4).

5.2.2 Число полюсов

- Число главных полюсов;
- число главных полюсов, если операция управляется полупроводниковым коммутационным элементом.

5.2.3 Род тока (только переменный)

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

Только для механических коммутационных аппаратов гибридных контроллеров и пускателей.

5.2.5 Условия срабатывания аппарата

5.2.5.1 Способ оперирования

Например:

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

5.2.5.2 Способ управления

Например:

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

5.2.5.3 Способ соединения

Например (см. рисунок 2):

- двигатель со схемой «треугольник», тиристоры последовательно с обмоткой;
- двигатель со схемой «звезда», тиристоры со схемой «треугольник»;
- двигатель со схемой «треугольник», тиристоры соединены между обмоткой и источником питания.

5.3 Номинальные и предельные значения параметров главной цепи

Номинальные значения параметров контроллера и пускателя следует указывать согласно 5.3.1—5.3.6, но не обязательно все параметры, проверяемые при испытаниях.

5.3.1 Номинальные напряжения

Контроллер или пускатель характеризуют следующие номинальные напряжения.

5.3.1.1 Номинальное рабочее напряжение (U_e)

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 4.3.1.1) со следующим дополнением:

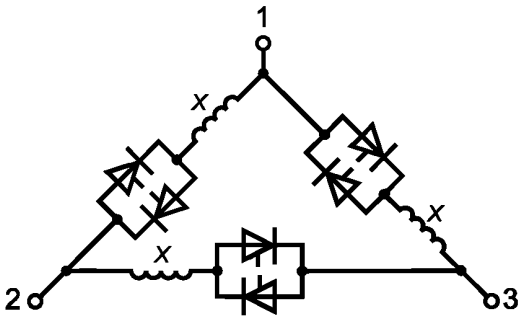
Параметр аппарата для переменного тока должен содержать число фаз кроме аппарата исключительно для однофазного применения.

5.3.1.2 Номинальное напряжение по изоляции (U_i)

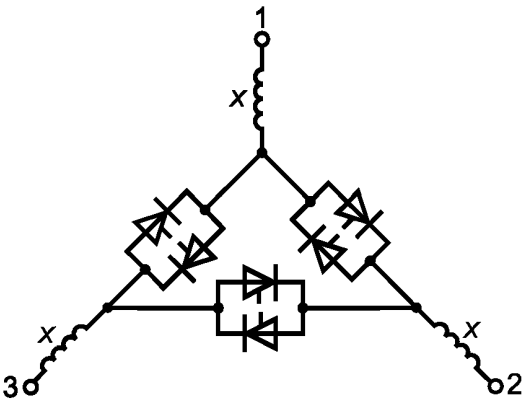
По IEC 60947-1:2007 (подпункт 4.3.1.2).

5.3.1.3 Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение (U_{imp})

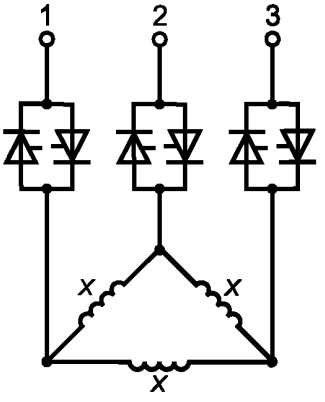
По IEC 60947-1:2007 (подпункт 4.3.1.3).



a — Двигатель со схемой «треугольник», тиристоры последовательно с обмоткой



b — Двигатель со схемой «звезда», тиристоры со схемой «треугольник»



c — Двигатель со схемой «треугольник», тиристоры соединены между обмоткой и источником питания

Рисунок 2 — Способы соединения

5.3.2 Токи

Контроллер или пускатель характеризуют следующие токи.

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

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 4.3.2.1).

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

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 4.3.2.2).

5.3.2.3 Номинальный рабочий ток (I_e)

Номинальный рабочий ток I_e контроллера и пускателя — 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 60947-1:2007 (подпункт 4.3.2.4).

5.3.3 Номинальная частота

По IEC 60947-1:2007 (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 или пускатель находится в полностью включенном положении, 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 или пускатель находится в полностью включенном положении, 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 60947-1:2007 (подпункт 4.3.4.3), за исключением первого абзаца, изложенного в новой редакции:

Режим, в котором периоды под нагрузкой контроллера или пускателя, когда он находится в полностью включенном положении, 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 контроллер или пускатель находится в полностью включенном положении в течение периодов времени, не достаточных для того, чтобы аппарат успел достичь теплового равновесия, периоды пропускания тока разделены периодами обесточивания достаточно 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 60947-1:2007 (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*:

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

S — число циклов оперирования в час.

Предпочтительные значения *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 *S*.

5.3.5 Характеристики при нормальной нагрузке и перегрузке

По IEC 60947-1:2007 (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 9, и представляет максимальное значение рабочего тока при пуске, срабатывании и маневрировании в условиях тока перегрузки. $X = I_{LRP}/I_e$, если функция токоограничения не предусмотрена.

Преднамеренные сверхтоки, не превышающие 10 циклов (например, добавочное напряжение, бросок при пуске и т. д.), которые могут превысить установленное значение $X \cdot I_e$, игнорируются для характеристики тока перегрузки.

T_x — обозначает совокупность длительности контролируемых токов перегрузки при пуске, срабатывании и маневрировании (см. таблицу 9).

Для пускателя T_x — минимальное рабочее время, ограничиваемое допусками реле перегрузки.

5.3.5.2 Работоспособность

Работоспособность сочетает способности к:

- коммутации токов и пропусканию тока во включенном состоянии;
- 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. 5.4).

Требования изложены в 8.2.4.1.

5.3.5.3 Характеристики пуска, остановки и маневрирования

Типичными условиями эксплуатации контроллеров и пускателей, управляющих двигателями с короткозамкнутым ротором и герметичными двигателями с охлаждением, являются:

5.3.5.3.1 Пусковые характеристики двигателей с короткозамкнутым ротором и герметичных двигателей с охлаждением

a) Вращение в одном направлении со способностью фазового контроля и обеспечением любой комбинации управляемого ускорения до нормальной скорости, управляемого замедления до остановки или редкого маневрирования без повторной подачи питания на контроллер (AC-53a, AC-58a).

b) Вращение в одном направлении со способностью фазового контроля и обеспечением управляемого ускорения до нормальной скорости. Контроллеры и пускатели рассчитаны только на повторно-кратковременный режим эксплуатации (AC-53b, AC-58b); например, после пуска двигатель может быть включен в цепь, шунтированную силовыми полупроводниками.

Вращение в двух направлениях может также выполняться изменением соединений контроллера или двигателя способом, который находится вне области применения настоящего стандарта, а соответствует требованиям других конкретных стандартов.

Вращение в двух направлениях может также выполняться реверсированием фаз внутри контроллера или пускателя. Требования к этой операции разные для каждого назначения. Поэтому они являются предметом соглашения между изготовителем и потребителем.

Согласно управляющей способности контроллеров и пускателей ток при пуске, остановке и маневрировании может отличаться от условных значений ожидаемого тока замкнутого ротора, приведенных в таблице 11.

5.3.5.3.2 Пусковые характеристики реостатных роторных пускателей с контроллерами, подводящими питание к статору (AC-52a, AC-52b)

Пускатели могут применяться для обеспечения обмоток статора двигателя с контактными кольцами умеренным напряжением возбуждения, тем самым снижается число требующихся ступеней коммутации в цепи ротора. В большинстве назначений одна или две пусковые ступени достаточны в зависимости от момента нагрузки и инерции и требуемой жесткости пуска.

Примечание — Пускатели и контроллеры, охватываемые настоящим стандартом, не предназначены для применения в цепи ротора, поэтому роторная цепь должна управляться традиционными средствами. Здесь должны применяться соответствующие стандарты для роторных цепей реостатных роторных пускателей.

5.3.6 Номинальный условный ток короткого замыкания

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 4.3.6.4).

5.4 Категория применения

5.4.1 Общие положения

По IEC 60947-1:2007 (подраздел 4.4) со следующим дополнением.

Для контроллеров и пускателей 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, 9, 10 и 11 и условиями испытаний по настоящему стандарту.

Первая цифра в категории применения обозначает полупроводниковый коммутационный аппарат (в данном стандарте полупроводниковый контроллер или пускатель). Вторая цифра обозначает типичное применение. Буква «a» обозначает способность контроллера выполнять любую функциональную задачу, приведенную в таблице 1. Буква «b» обозначает способность контроллера там, где введены ограничения, осуществлять переход из состояния отключения в состояние пусковой функции длительностью T_x и немедленный возврат в состояние отключения для завершения цикла в соответствии с требованиями 8.2.4.1.

5.4.2 Назначение параметров на основании результатов испытаний

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

- номинальный рабочий ток и напряжение, проверявшиеся при испытании, были не ниже параметров, назначаемых без испытаний;
- требования к категории применения и режиму для испытанного параметра были такими же или более жесткими, чем к назначаемому без испытаний 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 испытаний параметра с относительными уровнями жесткости по таблице 3. Только более низкие значения *X*, чем испытанное значение, могут быть назначены без испытаний.

Таблица 2 — Категории применения

Категория применения	Типичное назначение
AC-52a	Управление статором двигателя с контактными кольцами: 8-часовой режим под нагрузкой током при пуске, ускорении, разгоне
AC-52b	Управление статором двигателя с контактными кольцами: повторно-кратковременный режим
AC-53a	Управление двигателем с короткозамкнутым ротором: 8-часовой режим под нагрузкой током при пуске, ускорении, разгоне
AC-53b	Управление двигателем с короткозамкнутым ротором: повторно-кратковременный режим
AC-58a	Управление двигателем с герметичным холодильным компрессором с автоматической установкой расцепителей перегрузки: 8-часовой режим под нагрузкой током при пуске, ускорении, разгоне
AC-58b	Управление двигателем с герметичным холодильным компрессором с автоматической установкой расцепителей перегрузки: повторно-кратковременный режим

Примечания

1 Устройство для шунтирования контроллера или пускателя может быть выполнено за одно целое с контроллером/пускателем либо устанавливаться отдельно. На это может быть или не быть ограничение, как указано в 8.2.1.7 и 8.2.1.8.

2 Двигатель с герметичным холодильным компрессором является комбинацией из компрессора и двигателя, установленных в одном корпусе, без внешнего вала, двигатель работает в охладителе.

Таблица 3 — Относительные уровни жесткости

Уровень жесткости	Категория применения	Характеристика тока перегрузки XT_x	Требование по времени
Самый жесткий	AC-52a AC-53a AC-58a	Наибольшее значение $(XI_e)^2T_x$ (примечание 1)	Наибольшее значение $F \cdot S$ (примечание 2)
	AC-52b AC-53b AC-58b		Наименьшее значение времени отключения (примечание 3)
Примечания 1 Если наибольшее значение $(XI_e)^2T_x$ случается более чем с одним значением XI_e, применяют наибольшее значение XI_e. 2 Если наибольшее значение FS случается более чем с одним значением S, применяют наибольшее значение S. 3 Если наибольшее значение $(XI_e)^2T_x$ случается более чем с одним значением времени отключения, применяют наибольшее значение времени отключения.			

5.5 Цепи управления

По IEC60947-1:2007 (пункт 4.5.1) со следующим дополнением.

См. примеры и иллюстрации в приложении G.

Характеристики электронных цепей управления:

- вид тока;
- потребляемая мощность;
- номинальная частота (или постоянный ток);
- номинальное напряжение цепи управления U_c (переменный или постоянный ток);
- номинальное напряжение питания цепи управления U_s (переменный или 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, подаваемым 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 60947-1:2007 (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 пускателей должны быть совместимы с программируемыми логическими контроллерами (ПЛК) и отвечать требованиям приложения S IEC 60947-1:2007.

5.7 Характеристики реле и расцепителей (реле перегрузки)

Примечание — В нижеследующем тексте настоящего стандарта слова «реле перегрузки» относятся, по обстоятельствам, в равной мере к реле перегрузки и расцепителю перегрузки.

5.7.1 Перечень характеристик

Реле и расцепители должны определяться, когда уместно, следующими характеристиками:

- типом реле или расцепителя (см. 5.7.2);
- характеристическими параметрами (см. 5.7.3);
- обозначением и токовыми уставками реле перегрузки (см. 5.7.4);
- время-токовыми параметрами реле перегрузки (см. 5.7.5);
- влиянием температуры окружающего воздуха (см. 5.7.6).

5.7.2 Типы реле или расцепителей

a) Минимальное реле или расцепитель напряжения и тока на размыкание.

b) Реле перегрузки, выдержка времени которого:

1) в основном не зависит от предшествующей нагрузки;

2) зависит от предшествующей нагрузки;

3) зависит от предшествующей нагрузки и также чувствительна к выпадению фаз.

c) Максимальное реле или расцепитель тока мгновенного действия (например, чувствительные к торможению двигателя).

d) Прочие реле или расцепители (например, реле управления, связанное с устройствами тепловой защиты двигателя).

e) Реле или расцепитель, чувствительные к опрокидыванию ротора.

5.7.3 Характеристические параметры

a) Независимый расцепитель, минимальное реле или расцепитель напряжения (тока), максимальное реле или расцепитель напряжения (тока мгновенного действия), реле или расцепитель дисбаланса тока или напряжения и реле или расцепитель переключения фаз на размыкание:

- номинальное напряжение (ток);
- номинальная частота;
- рабочее напряжение (ток);
- время срабатывания (где уместно);
- время торможения (где уместно).

b) Реле перегрузки:

- обозначение и токовые уставки (см. 5.7.4);
- номинальная частота, при необходимости (например, для реле перегрузки с питанием от трансформатора тока);
- время-токовые характеристики (или диапазон характеристик), при необходимости;
- класс расцепления согласно классификации по таблице 4 либо максимальное время расцепления (в секундах) в условиях, указанных в 8.2.1.5.1.1.1 и графе *D* таблицы 5, если это время превышает 30 с;
- род реле: тепловое, электронное или электронное без тепловой памяти.

Электронное реле без тепловой памяти маркируют ~~Thq~~;

- вид взвода: ручной или автоматический;
- время расцепления реле перегрузки класса 10A, если оно более 2 мин при 0 °C и ниже.

c) Расцепитель с реле, чувствительным к дифференциальному току:

- номинальный ток;
- рабочий ток;
- время срабатывания или время-токовая характеристика по таблице К.1;
- время торможения (где уместно);
- обозначение типа (см. приложение К).

Таблица 4 — Классы расцепления реле перегрузки

Класс расцепления	Время расцепления T_p в условиях, соответствующих 8.2.1.5.1.1.1 и графе *D*[1)] таблицы 5, с	Время расцепления T_p в условиях, соответствующих 8.2.1.5.1.1.1 и графе *D* таблицы 5, с более жесткими допусками (диапазон допусков E)[1)], с
2	—	$T_p \le 2$
3	—	$2 < T_p \le 3$
5	$0{,}5 < T_p \le 5$	$3 < T_p \le 5$
10 A	$2 < T_p \le 10$	—
10	$4 < T_p \le 10$	$5 < T_p \le 10$
20	$6 < T_p \le 20$	$10 < T_p \le 20$
30	$9 < T_p \le 30$	$20 < T_p \le 30$
40	—	$30 < T_p \le 40$

[1)] Изготовитель должен дополнить класс расцепления буквой E для указания принадлежности к диапазону допусков E.

Примечания

1 Условия расцепления в зависимости от рода реле приведены в 8.2.1.5.

2 Для компенсации различающихся характеристик нагревателей и технологических допусков выбираются пониженные предельные значения T_p.

5.7.4 Обозначение и токовые уставки реле перегрузки

Реле перегрузки обозначают токовой уставкой (верхним и нижним пределами диапазона токовой уставки, если она регулируемая) и классом расцепления.

Токовую уставку (или диапазон токовых уставок) следует маркировать на реле.

Однако если на токовую уставку влияют условия эксплуатации или другие факторы, которые на реле нелегко маркировать, на реле или его съемных частях (например, нагревательных элементах, катушках управления или трансформаторах тока) следует обозначить номер или опознавательную метку, дающие возможность получения нужной информации от изготовителя или из его каталога либо, предпочтительно, из документов, поставляемых вместе с пускателем.

У реле перегрузки с питанием от трансформатора тока эти обозначения могут относиться либо к первичному току трансформатора, питающего это реле, либо к токовой уставке реле перегрузки. В любом случае следует указывать коэффициент трансформации.

5.7.5 Время-токовые характеристики реле перегрузки

Типичные время-токовые характеристики должны выдаваться изготовителем в виде кривых. По ним должно быть видно, как время расцепления, начиная с холодного состояния (см. 5.7.6), изменяется в зависимости от тока до уровня как максимум XI_e. Изготовитель должен указать подходящим способом общие допускаемые отклонения по этим кривым и поперечное сечение проводников, использованных для построения этих кривых [см. перечисление c) 9.3.3.6.5].

Примечание — Рекомендуется ток откладывать по оси абсцисс, время — по оси ординат, в обоих случаях по логарифмической шкале. Ток рекомендуется выражать в виде кратности токовой уставки. Время — в секундах. Построение характеристик должно выполняться по IEC 60269-1.

5.7.6 Влияние температуры окружающего воздуха

Время-токовые характеристики (см. 5.7.5) соответствуют определенному значению температуры окружающего воздуха и основываются на предпосылке отсутствия предшествующей нагрузки реле перегрузки (от исходного холодного состояния). Значение температуры окружающего воздуха должно быть четко указано на время-токовых кривых, предпочтительны значения 20 или 40 °C. Реле перегрузки должны быть работоспособны при температурах окружающего воздуха от 0 до 40 °C, и изготовитель должен быть в состоянии указать влияние изменения температуры окружающего воздуха на характеристики реле перегрузки.

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

Контроллеры и пускатели характеризуются типом, номинальными значениями параметров и характеристиками устройств для защиты от коротких замыканий (УЗКЗ), которые должны обеспечивать селективность между пускателем и УЗКЗ и достаточную защиту контроллера и пускателя от токов короткого замыкания.

Эти требования содержатся в 8.2.5 настоящего стандарта и в IEC 60947-1:2007 (подраздел 4.8).

6 Информация об аппарате

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, если изготовитель претендует на соответствие ему.

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), характеристика тока перегрузки (см. 5.3.5.1) и цикл режима (см. 5.3.4.6) или время отключения, составляющие номинальный параметр.

Предписанный формат для AC-52a, AC-53-a, AC-58a показан на следующем примере:

100 A: AC-53a: 6-6: 60-1

Это означает: двигатели с номинальным током 100 А общего назначения с короткозамкнутым ротором. Аппарат может выдержать 600 А в течение 6 с; нагрузочный коэффициент 60 %; один стандартный цикл оперирования за час.

Предписанный формат для AC-52b, AC-53b, AC-58b показан на примере:

100 A: AC-53b: 3-52: 1440

Это означает: номинальный ток 100 А только для пускового режима. Аппарат может выдержать 300 А в течение 52 с; до начала следующего пуска время отключения должно быть не менее 1440 с;

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 1 или характеристика H1A (см. таблицу 1)].

Безопасность и условия установки:

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

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

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

l) степень загрязнения (см. 7.1.3.2);

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

Цепи управления:

n) номинальное напряжение цепи управления U_c, род тока и номинальная частота и, при необходимости, род тока, номинальная частота и номинальное входное напряжение цепи управления U_s и любая другая информация (например, требования по калибровке полного сопротивления), необходимая для обеспечения удовлетворительного функционирования цепей управления (см. приложение G на примерах конфигураций цепей управления).

Вспомогательные цепи:

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

Реле и расцепители перегрузки:

p) характеристики по 5.7.2, 5.7.5 и 5.7.6;

q) характеристики по 5.7.3 и 5.7.4.

ЭМС:

r) класс аппарата и специфические требования по установлению совместимости (см. 8.3.2);

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

6.2 Маркировка

По IEC 60947-1:2007 (подраздел 5.2) применительно к контроллерам и пускателям со следующими дополнениями.

Данные по перечислениям c)—s) подраздела 6.1 должны быть включены в маркировку на табличке или на аппарате или приведены в документации изготовителя.

Данные по перечислениям c), k) и q) подраздела 6.1 предпочтительно должны быть маркированы на аппарате.

6.3 Инструкции по монтажу, эксплуатации и обслуживанию

По IEC 60947-1:2007 (подраздел 5.3) со следующим дополнением.

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

- в случае короткого замыкания;
- в случае коммутационного аппарата с шунтирующим контроллером, пригодного для ограниченного применения (см. 8.2.1.9);
- в случае превышения температуры свыше 50 К металлических поверхностей радиатора аппарата.

Изготовитель пускателя, содержащего реле с устройством автоматического повторного пуска, должен предусмотреть для пускателя предупреждающую информацию для потребителя о возможности автоматического повторного пуска.

7 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортирования

По IEC 60947-1:2007 (раздел 6) со следующими исключениями.

7.1 Нормальные условия эксплуатации

По IEC 60947-1:2007 (подраздел 6.1) со следующими исключениями.

7.1.1 Температура окружающего воздуха

По IEC 60947-1:2007 (пункт 6.1.1), за исключением того, что все ссылки на минус 5 °С заменены ссылками на 0 °С.

7.1.2 Высота над уровнем моря

Высота места установки не должна превышать 1000 м.

Примечание — 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 60947-1:2007 (подпункт 6.1.3.1).

7.1.3.2 Степени загрязнения

Если не установлено иное изготовителем, контроллеры и пускатели предназначены для применения в условиях окружающей среды со степенью загрязнения 3, как указано в IEC 60947:2007 (подпункт 6.1.3.2). Однако в зависимости от условий микросреды могут рассматриваться другие степени загрязнения.

7.1.4 Удар и вибрации

По IEC 60947-1:2007 (пункт 6.1.4).

7.2 Условия транспортирования и хранения

По IEC 60947-1:2007 (подраздел 6.2).

7.3 Монтаж

По IEC 60947-1:2007 (подраздел 6.3), а также требования по ЭМС (см. 8.3 и 9.3.5).

7.4 Электромагнитные помехи и воздействия электрических систем

Требования по ЭМС см. 8.3 и 9.3.5.

8 Требования к конструкции и работоспособности

8.1 Требования к конструкции

8.1.1 Общие положения

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.1.1).

8.1.2 Материалы

8.1.2.1 Общие требования к материалам

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.1.1).

8.1.2.2 Испытание раскаленной проволокой

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 7.1.2.2) со следующим дополнением.

Испытания, проводимые на аппарате или фрагментах, взятых из аппарата, частях изоляционного материала, необходимых для удержания на месте токоведущих частей, должны отвечать требованиям испытаний раскаленной проволокой по IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.2.1.1.1) при испытательной температуре 850 °С.

8.1.2.3 Испытание, основанное на категории воспламеняемости

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 7.1.2.3).

8.1.3 Токопроводящие части и их соединения

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.1.3).

8.1.4 Воздушные зазоры и расстояния утечки

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.1.4) со следующим примечанием.

Примечание — Природа полупроводника делает его неприменимым для электроизоляционных целей.

8.1.5 Орган управления

Свободный.

8.1.6 Индикация положения контактов

Свободный.

8.1.7 Дополнительные требования к аппаратам, пригодным для разъединения

Свободный.

8.1.8 Выводы

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.1.8) со следующим дополнительным требованием.

8.1.8.1 Идентификация и маркировка выводов

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 7.1.8.4) с дополнительными требованиями, приведенными в приложении А.

8.1.9 Дополнительные требования к аппаратам, снабженным полюсом нейтрали

Свободный.

8.1.10 Обеспечение защитного заземления

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.1.10).

8.1.11 Оболочки для аппаратов

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.1.11).

8.1.12 Степени защиты контроллеров и пускателей в оболочках

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.1.12).

8.1.13 Вытягивание, кручение, изгиб стальных труб для проводников

По IEC 60947-1:2007 (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 пускателях, должны действовать в соответствии с инструкциями изготовителя и согласно конкретному стандарту на изделие.

8.2.1.1.1 Контроллеры и пускатели должны быть сконструированы так, чтобы:

a) свободно расцепляться;

b) вызывать возврат в разомкнутое положение или отключенное состояние при воздействии на предусмотренные приспособления в рабочем положении и в любой момент на протяжении пуска или при выполнении маневрирования.

Соответствие проверяют по 9.3.3.6.3.

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

Соответствие проверяют по 9.3.3.6.3.

8.2.1.1.3 Подвижные контакты последовательно включенных механических коммутационных аппаратов в гибридных контроллерах и пускателях 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 пускателей

Контроллеры и пускатели должны удовлетворительно срабатывать при любом напряжении от 85 до 110 % их номинального рабочего напряжения U_e и номинального входного напряжения цепи управления U_s при испытаниях по 9.3.3.6.3. Если указан диапазон напряжения, 85 % его должны использоваться как нижнее значение и 110 % — как верхнее.

8.2.1.3 Пределы срабатывания минимальных реле и расцепителей напряжения

Свободный.

8.2.1.4 Пределы срабатывания расцепителей, управляемых независимой катушкой (независимые расцепители)

Свободный.

8.2.1.5 Пределы срабатывания реле и расцепителей тока

8.2.1.5.1 Реле и расцепители в пускателях

8.2.1.5.1.1 Пределы срабатывания реле перегрузки с выдержкой времени при подаче тока во все полюса

8.2.1.5.1.1.1 Общие требования к расцеплению реле перегрузки

Примечание 1 — Вопрос о тепловой защите двигателей в присутствии гармоник во входном напряжении — в стадии рассмотрения.

Реле должны удовлетворять требованиям таблицы 5 при испытаниях, описанных ниже:

a) у реле перегрузки или пускателя, нормально смонтированного в оболочке, при токе равном A-кратному уставки, расцепление должно произойти не ранее чем через 2 ч, начиная с холодного состояния при контрольной температуре окружающего воздуха согласно таблице 5. Если же выводы реле

перегрузки достигают теплового равновесия при испытательном токе ранее, чем за 2 ч, длительность испытания может соответствовать времени, необходимому для достижения этого равновесия;

b) когда затем ток увеличивается до *B*-кратного значения уставки, расцепление должно происходить ранее чем за 2 ч;

c) реле перегрузки классов расцепления 2, 3, 5 и 10 А, питаемые *C*-кратным током уставки, должны расцепляться менее чем через 2 мин, начиная с состояния теплового равновесия, при токе уставки в соответствии с IEC60034-1:2010 (пункт 9.3.3).

Примечание 2 — В IEC 60034-1:2010 (пункт 9.3.3) указано: «Многофазные двигатели, имеющие номинальную выходную мощность не более 315 кВт на номинальное напряжение не более 1 кВ, должны быть в состоянии выдерживать ток, равный 1,5 номинального тока в течение не менее 2 мин»;

d) реле перегрузки классов расцепления 10, 20, 30 и 40, питаемые *C*-кратным током уставки, должны расцепляться менее чем через 4, 8, 12 и 16 мин соответственно, начиная с состояния теплового равновесия, при токе уставки;

e) при *D*-кратном токе уставки расцепление должно происходить в пределах, указанных в таблице 4 для соответствующего класса расцепления и диапазона допусков, начиная с холодного состояния.

Для реле перегрузки с диапазоном уставок по току эти пределы срабатывания должны быть действительны, когда реле проводит токи, соответствующие максимальной и минимальной уставкам.

Для некомпенсированных реле перегрузки зависимость кратность тока/температуры окружающей среды не должна превышать 1,2 %/°С.

Примечание 3 — Значение 1,2 % К — это характеристика ухудшения качества проводников с поливинилхлоридной изоляцией.

Реле перегрузки считают компенсированным, если оно соответствует требованиям таблицы 5 при температуре 20 °С и не выходит за пределы, указанные в таблице 5 при других температурах.

Таблица 5 — Пределы срабатывания реле перегрузки с выдержкой времени при подаче тока во все полюса

Вид реле перегрузки	Кратность тока уставки				Значения температуры окружающего воздуха, °С
	A	*B*	*C*	*D*	
Тепловое некомпенсированное относительно колебаний температуры окружающего воздуха	1,00	1,20[b)]	1,50	7,20	+ 40
Тепловое компенсированное относительно колебаний температуры окружающего воздуха	[c)]	[c)]	—	—	менее 0[d)]
	1,05	1,30	1,50	—	0
	1,05	1,20[b)]	1,50	7,20	20
	1,00	1,20[b)]	1,50	—	40
	[c)]	[c)]	—	—	более 40[d)]
Электронное[a)]	1,05	1,20 [b)]	1,50	7,20	0; 20 и 40

[a)] Данные испытания *A*, *B* и *D* проводят только при 20 °С.

[b)] Если указанный изготовителем ток расцепления отличается от 120 %, но не превышает 125 %, в этом случае значение испытательного тока должно быть равно значению тока расцепления, и это значение должно маркироваться на аппарате.

[c)] Кратности уставок тока указывает изготовитель.

[d)] По испытаниям за пределами диапазона от 0 до + 40 °С см. 9.3.3.6.5.

8.2.1.5.1.1.2 Испытание на проверку тепловой памяти

Если изготовителем не установлено, что аппарат не содержит тепловой памяти, электронное реле перегрузки должно соответствовать следующим требованиям (см. рисунок 3):

- подавать к аппарату ток, равный I_e, до достижения им состояния теплового равновесия;
- отключать ток в течение $2T_p$ (см. таблицу 4) с относительным допуском ± 10 % , где T_p — время, измеренное при *D*-кратном токе согласно таблице 5;
- подавать ток, равный $7{,}2I_e$;
- реле должно срабатывать в пределах 50 % времени T_p.

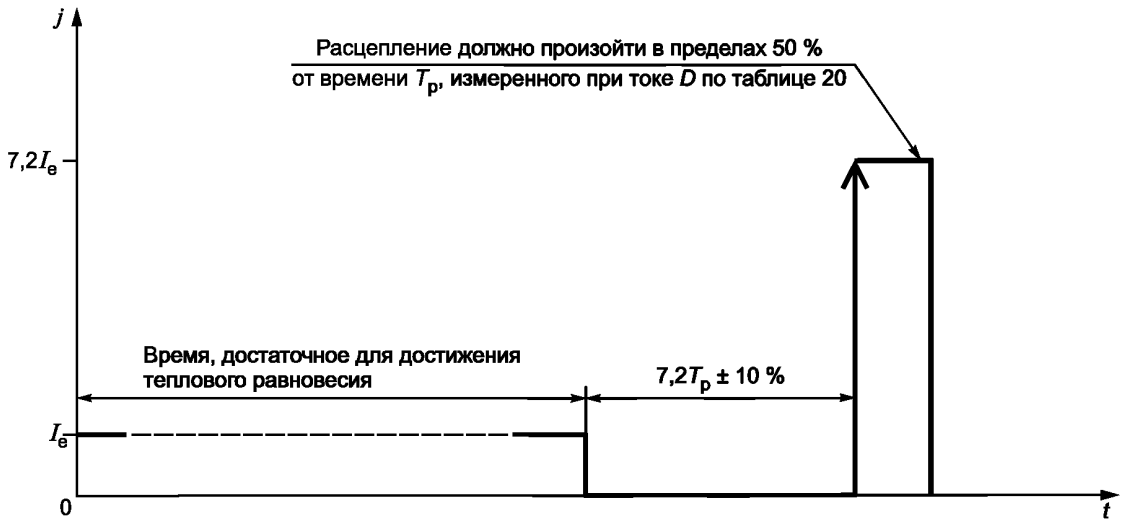


Рисунок 3 — Испытание тепловой памяти

8.2.1.5.1.2 Пределы срабатывания трехполюсных реле перегрузки с выдержкой времени при подаче тока в два полюса

В соответствии с таблицей 6:

Реле перегрузки или пускатель испытывают нормально смонтированным в оболочке. При подаче в три полюса тока, *A*-кратного уставке по току, расцепление должно произойти не ранее, чем через 2 ч, начиная с холодного состояния, при температуре окружающего воздуха согласно таблице 6.

Когда затем ток, подаваемый в два полюса (у реле, чувствительного к выпадению фазы, — в полюс, проводящий больший ток), увеличивают до *B*-кратного току уставки, а третий полюс обесточивают, расцепление должно происходить менее чем за 2 ч.

Эти значения действительны для всех комбинаций полюсов.

Для реле с регулируемой уставкой по току эти характеристики должны быть действительны, когда реле проводит токи, соответствующие максимальной и минимальной уставкам.

Таблица 6 — Пределы срабатывания трехполюсных тепловых реле перегрузки с выдержкой времени при подаче тока только в два полюса

Тип реле перегрузки	Кратность токовой уставки		Контрольная температура окружающего воздуха ° С
	A	*B*	
Тепловое компенсированное относительно колебаний температуры окружающего воздуха или электронное. Нечувствительное к выпадению фазы	3 полюса 1,00 —	2 полюса 1,32 1 полюс 0	20
Тепловое некомпенсированное относительно колебаний температуры окружающего воздуха. Нечувствительное к выпадению фазы	3 полюса 1,00 —	2 полюса 1,25 1 полюс 0	40
Тепловое компенсированное относительно колебаний температуры окружающего воздуха или электронное. Чувствительное к выпадению фазы	2 полюса 1,00 1 полюс 0,90	2 полюса 1,15 1 полюс 0	20

8.2.1.5.2 Реле и расцепители, объединенные с контроллерами

Реле и расцепители, объединенные с контроллером для обеспечения защиты двигателя, должны срабатывать в пределах времени T_x при токе XI_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 $(XI_e)^2T_x$.

8.2.1.5.3 Пределы срабатывания минимальных реле тока

Минимальное реле или расцепитель тока, объединенное с коммутационным аппаратом, должно сработать на размыкание коммутационного аппарата в пределах от 90 до 120 % уставки по времени, когда ток при срабатывании ниже 0,9 минимальной токовой уставки во всех полюсах.

8.2.1.5.4 Пределы срабатывания реле, чувствительных к опрокидыванию ротора

Реле, чувствительное к опрокидыванию ротора, объединенное с коммутационным аппаратом, должно срабатывать на размыкание коммутационного аппарата в пределах от 80 до 120 % установленного времени (время торможения при опрокидывании ротора) или в пределах допусков, указанных изготовителем, если:

a) у реле тока: ток на 20 % превышает установленное значение тока остановки.

Пример: Установленный ток реле, чувствительного к опрокидыванию ротора: 100 А, установленное время 6 с, допуск: ± 10 % — реле должно расцепиться в пределах от 5,4 с до 6,6 с, если ток равен или превышает 100 А · 1,2 = 120 А;

b) у реле, чувствительных к вращению: входной сигнал указывает на отсутствие вращения двигателя.

8.2.1.5.5 Пределы срабатывания реле и расцепителей торможения

Реле или расцепитель торможения, объединенное с коммутационным аппаратом, должно сработать на размыкание коммутационного аппарата в пределах от 80 до 120 % установленного времени (время торможения) или в пределах допусков, указанных изготовителем, если ток в 1,2 раза превышает установленное значение тока реле торможения во время разгона после завершения пуска.

8.2.1.6 Испытанные полностью компоненты в шунтированных контроллерах

8.2.1.6.1 Коммутационные аппараты, отвечающие требованиям собственных конкретных стандартов, считают испытанными частично аппаратами, подлежащими следующим дополнительным требованиям:

a) превышение температуры механического коммутационного аппарата должно соответствовать 8.2.2;

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

c) полупроводниковые коммутационные аппараты должны соответствовать 8.2.4.1 для категории применения AC-53b.

8.2.1.6.2 С целью установления требований к шунтированным контроллерам коммутационные аппараты, 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 аппараты, 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 аппаратов в шунтированных контроллерах

Если механический коммутационный аппарат и полупроводниковый коммутационный аппарат идентифицируются как компоненты, испытанные полностью, то эти аппараты 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 аппаратов в шунтированных контроллерах

Если хотя бы один из коммутационных аппаратов или оба идентифицируются как зависимые компоненты, коммутационные аппараты должны отвечать следующим требованиям:

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

b) коммутационные аппараты 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 аппарата;

c) полупроводниковый коммутационный аппарат должен быть способен взять на себя управление током, протекающим в главной цепи, при возникновении необходимости включать или отключать токи перегрузки.

8.2.2 Превышение температуры

Согласно требованиям IEC 60947-1:2007 (пункт 7.2.2), это относится к контроллерам и пускателям в новом и чистом состоянии.

Допускаются отклонения от требований по превышению температуры металлических радиаторных поверхностей полупроводниковых аппаратов до 50 °С при условии, что их не касаются при нормальной эксплуатации.

Если предел 50 °С превышен, вопрос о предотвращении опасности находится в ответственности установщика. В соответствии с 6.3 изготовитель должен предусмотреть соответствующее предупреждение (например, символом 5041 IEC 60417:2002).

8.2.2.1 Вывод

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.2.2.1).

8.2.2.2 Доступные части

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.2.2.2).

8.2.2.3 Температура окружающего воздуха

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.2.2.3).

8.2.2.4 Главная цепь

8.2.2.4.1 Общие положения

Главная цепь контроллера или пускателя, который проводит ток в состоянии полного включения, включая максимальные расцепители тока, которые могут быть объединены с ним, должна быть способна проводить следующие токи I_e без превышения температуры за пределы, обозначенные в IEC 60947-1:2007 (пункт 7.2.2.1), при испытании согласно 9.3.3.3.4:

- для контроллера или пускателя, предназначенного для 8-часового режима эксплуатации: его условный тепловой ток (см. 5.3.2.1 и/или 5.3.2.2);
- для контроллера или пускателя, 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 аппараты 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 9.3.3.6.1 (см. таблицу 16).

8.2.2.4.3 Механические коммутационные аппараты параллельного соединения для шунтированных контроллеров

a) Аппараты, 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 60947-1:2007 (пункт 7.2.2.1).

b) У аппаратов, идентифицируемых как зависимые компоненты (см. 8.2.1.7), превышение температуры следует проверять по методикам, приведенным в 9.3.3.3.4 и 9.3.3.6.1 (включая таблицы 10 и 17). Аппарат должен испытываться как неотъемлемая часть целого, где предписанные периоды нахождения под током для двух коммутационных аппаратов (таблица 10) должны определяться такой же последовательностью операций, как при предполагаемой нормальной эксплуатации.

8.2.2.4.4 Полупроводниковые аппараты, включенные в главную цепь

Превышение температуры полупроводниковых аппаратов, включенных в главную цепь, следует проверять по методикам, описанным в 9.3.3.3.4 и 9.3.3.6.1 (испытание на тепловую стабильность).

8.2.2.5 Цепи управления

По *IEC 60947-1:2007 (пункт 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, в том числе для электрических клапанов электропневматических контакторов или пускателей, 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 7 настоящего стандарта и IEC 60947-1:2007 (пункт 7.2.2.2).

Примечание — Пределы превышения температуры, представленные в таблице 7 и IEC 60947-1:2007 (пункт 7.2.2.2), действительны только для температур окружающего воздуха от 0 до 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 8 в зависимости от класса повторно-кратковременного режима, без превышения температуры выше значений, указанных в таблице 7 настоящего стандарта и 7.2.2.2 IEC 60947-1:2007.

Примечание — Пределы превышения температуры, представленные в таблице 7 настоящего стандарта и IEC 60947-1:2007 (пункт 7.2.2.2), действительны только для температур окружающего воздуха от 0 до 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 пускателей, находящиеся под напряжением только в пусковой период, катушки расцепления запираемых контакторов и некоторые катушки электромагнитных клапанов, предназначенных для управления пневматическими контакторами или пускателями.

Таблица 7 — Пределы превышения температуры изолированных катушек в воздухе и масле

Класс изоляционного материала (согласно IEC 60085) [4]	Предел превышения температуры (измеренной по методу сопротивления), °С	
	в воздухе	в масле
A	85	60
E	100	
B	110	
F	135	—
H	160	—

Таблица 8 — Данные по циклам испытаний в повторно-кратковременном режиме

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

8.2.2.7 Вспомогательные цепи

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.2.2.7).

8.2.2.8 Другие части

По IEC 60947-1:2007 (пункт 7.2.2.8).

8.2.3 Электроизоляционные свойства

Приведенные ниже требования основываются на положениях серии IEC 60664 и обеспечении средств для 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 60947-1:2007 (приложение Н);
- импульсное выдерживаемое напряжение на растворе контактов, аппаратов, пригодных для разъединения, как указано в IEC 60947-1:2007 (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 системы питания и номинальным импульсным выдерживаемым напряжением оборудования приведена в IEC 60947-1:2007 (*приложение H*).

Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение для данного номинального рабочего напряжения [см. IEC 60947-1:2007 (примечания *1 и 2 подпункта 4.3.1.1*)] должно быть не ниже, чем указано в IEC 60947-1:2007 (приложение *H*), и соответствовать 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 60947-1:2007 [*перечисление 1) 7.2.3.1*].

2) Вспомогательные цепи и цепи управления

По IEC 60947-1:2007 [*перечисление 2) 7.2.3.1*], со следующим изменением перечисления 2) а) 7.2.3.1:

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 60947-1:2007 (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 60947-1:2007 (подпункт 7.2.3.2).

8.2.3.3 Воздушные зазоры

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 7.2.3.3).

8.2.3.4 Расстояния утечки

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 7.2.3.4).

8.2.3.5 Твердая изоляция

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 7.2.3.5).

8.2.3.6 Расстояния между отдельными цепями

По IEC 60947-1:2007 (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 пускатели должны безотказно либо без повреждения при испытании согласно 9.3.3.6 устанавливать включенное состояние, коммутировать и проводить токи перегрузки установленного уровня, а также устанавливать и поддерживать состояние отключения.

Для контроллеров, предназначенных для категорий применения AC-52a, AC-53a, AC-58a значения T_x, соответствующие значениям X, не должны быть меньше указанных в таблице 9. Для соответствующих пускателей T_x должно быть максимальным временем расцепления его реле перегрузки в нагретом состоянии, указанным изготовителем.

Контроллеры и пускатели, предназначенные для категорий применения AC-52b, AC-53b, AC-58b, могут использоваться в случаях, когда требуется большее время ускорения.

Следует понимать, что максимальная тепловая способность контроллера может быть полностью исчерпана в период нагрузки. Поэтому сразу же по окончании времени пуска для контроллера может быть предусмотрен удобный период обесточивания (например, путем отвода). Значения T_x, соответствующие значениям X, не должны быть меньше указанных в таблице 9. Для соответствующих пускателей T_x должно быть максимальным временем расцепления его реле перегрузки.

При отсутствии функции токоограничения либо при ее отсутствии в состоянии полного включения $XI_e = I_{LRP}$.

При возникновении ситуации замыкания ротора в ходе разгона двигателя при нормальной скорости контроллер или пускатель должен переключиться в состояние полного отключения в более короткое время по сравнению с положенным при условии, что он оснащен защитой от перегрузок.

Номинальные параметры проверяют в условиях, указанных в таблицах 10 и 11 настоящего стандарта и в IEC 60947-1:2007 (подпункты 8.3.3.5.2—8.3.3.5.4).

Если XI_e больше 1000 А, проверку перегрузочной способности проводят по согласованию между изготовителем и потребителем (например, путем компьютерного моделирования).

В таблицах 10 и 11 режимный цикл для категорий применения AC-52a, AC-53a, AC-58a ($F - S = 60 - 1$) и время отключения для категорий применения AC-52b, AC-53b, AC-58b равно 1440 с представляют наименее жесткие требования для одного пуска в час. Изготовитель может установить более жесткий режим, в этом случае он должен провести испытания в самом жестком режиме в соответствии с таблицей 3. Если контроллер уже был испытан и рассчитан на режим более жесткий, чем стандартный, тогда изготовитель может установить этот номинал для стандартного режима без дальнейшего испытания.

Расчет более жестких испытательных значений времени включения и времени отключения для категорий применения AC-52a, AC-53a, AC-58a:

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

Для категорий применения AC-52b, AC-53b, AC-58b 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 с временем отключения, заявленным изготовителем.

Для контроллеров или пускателей, 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 9 — Минимальное время выдерживания тока перегрузки по отношению к пропорции тока перегрузки X и соответствующему классу расцепления реле перегрузки (см. таблицу 4)

Класс рассцепления (в качестве рекомендации)	Минимальное время выдерживания тока перегрузки, T_x						
	$X = 8$	$X = 7$	$X = 6$	$X = 5$	$X = 4$	$X = 3$	$X = 2$
2	0,7	0,9	1,2	1,8	2,7	5,0	11
3	1,0	1,3	1,8	2,6	4,0	7,0	16
5	1,2	1,5	2,0	3,0	4,6	8,3	19
10A	1,6	2,0	3,0	4,0	6,0	12,0	26
10	3,0	4,0	6,0	8,0	13,0	23,0	52
20	5,0	6,0	9,0	12,0	19,0	35,0	78
30	7,0	9,0	13,0	19,0	29,0	52,0	112
40	11,0	15,0	20,0	29,0	45,0	80,0	180

Таблица 10 — Минимальные требования к условиям испытаний на тепловую стабильность[1)]

Категория применения	Характеристики контроллера[5)]	Испытательный ток (I_T) и время пропускания тока в цикле оперирования, с				Время обесточивания в цикле оперирования, с
		Испытательный уровень 1[1)]		Испытательный уровень 2[1)]		
		I_T	Время пропускания тока[2)], с	I_T	Время пропускания тока[2)], с	
AC-52a AC-53a AC-58a	1, H1	XI_e	T_x	I_e	$2160 - T_x$	≤ 1440
	2, H2	$0{,}75/I_{LRP}$				
	3, H3	I_{LRP}				
AC-52b AC-53b AC-58b	1, H1	XI_e		$0^{3)}$		
	2, H2	$0{,}75/I_{LRP}$				
	3, H3	I_{LRP}				

Окончание таблицы 10

[1] Время переключения с уровня 1 на уровень 2 не должно быть больше трех полных периодов промышленной частоты.

[2] Для пускателя или контроллера, предназначенного для применения только совместно с заданным реле перегрузки, T_x заменяется максимальным временем срабатывания, позволяемым допусками его реле перегрузки в нагретом состоянии.

[3] Уровень 2 не действует для AC-52b, AC-53b, AC-58b, поскольку это период обесточивания.

[4] Число циклов оперирования зависит от продолжительности времени, требуемого контроллеру для достижения теплового равновесия.

[5] Для шунтированных контроллеров см. 8.2.2.4.3 и 8.2.2.4.4.

Параметры испытательной цепи:

I_e — номинальный рабочий ток;

I_T — испытательный ток;

U_T — испытательное напряжение (может быть любое);

Cos φ — коэффициент мощности испытательной цепи (может быть любой);

число циклов оперирования[4].

Таблица 11 — 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_{LRP}/I_e	U_r/U_e[1]	Cos φ[2]			
AC-52a AC-52b	4	1,05	0,65	T_x[3]	≤ 1440	3
AC-53a AC-53b	8		[5]			
AC-58a AC-58b	6		[5]			

[1] U_r/U_e = 1,05 в течение последних трех полных периодов времени пропускания тока промышленной частоты плюс первая секунда времени обесточивания (период полного напряжения). U_r/U_e может иметь любое значение вне периода полного напряжения (в период пониженного напряжения).

[2] Характеристики цепи (Cos φ и максимальный возможный ток) являются обязательными в период полного напряжения. В период пониженного напряжения эти характеристики не являются обязательными при условии, что цепь нагрузки допускает ток выше XI_e.

[3] Для пускателя или контроллера, предназначенного для применения только совместно с заданным реле перегрузки, T_x заменяется максимальным временем срабатывания, позволяемым допусками его реле перегрузки в нагретом состоянии, которое является состоянием теплового равновесия, достигнутого во время испытания на превышение температуры (см. 9.3.3.3).

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

[5] Для I_e ≤ 100 А: Cos φ = 0,45, для I_e > 100 А: Cos φ = 0,35.

I_{LRP} — ожидаемый ток замкнутого ротора;

I_e — номинальный рабочий ток;

U_e — номинальное рабочее напряжение;

U_r — восстанавливающееся напряжение промышленной частоты.

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). Во время испытаний температура окружающего воздуха должна быть от 10 до 40 °С.

Таблица 12 — Минимальные требования и условия для испытания на работоспособность с нагрузкой асинхронного двигателя

Категория применения	Параметры испытуемого двигателя				Параметры внешней механической нагрузки
	K	U_r/U_e	Мощность	Cos φ	
AC-52a AC-52b	≥ 4	1)	1)	1)	1)
AC-53a AC-53b					
AC-58a AC-58b					

1) Характеристики испытательной нагрузки асинхронного двигателя приведены в 8.2.4.3.
K — отношение тока замкнутого ротора к номинальному току полной нагрузки испытуемого двигателя.
Во время испытания температура двигателя и окружающего воздуха может быть от 10 до 40 °С.

8.2.4.2 Включающая и отключающая способности для аппаратов в главной цепи

8.2.4.2.1 Общие положения

Контроллер или пускатель, в том числе максимальные расцепители тока и механические коммутационные аппараты, объединенные с ним, должны быть способны безотказно срабатывать в присутствии тока замкнутого ротора (пусковой ток и ток перегрузки). Способность безотказного включения и отключения токов должна проверяться при условиях, указанных в таблицах 13 и 14 для требуемых категорий эксплуатации и согласно указанному числу оперирований.

8.2.4.2.2 Механические коммутационные аппараты гибридных контроллеров, включенные последовательно

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

Механический коммутационный аппарат для шунтированных гибридных контроллеров и пускателей (см. рисунок 1), включенный последовательно, может быть обозначен номиналом режима, который выравнен по номиналу повторно-кратковременного режима (например AC-53b) полупроводникового контроллера.

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

8.2.4.2.3 Испытанные полностью механические коммутационные аппараты шунтированных контроллеров, включенные параллельно

Включающую и отключающую способность следует проверять при испытании как отдельно установленного аппарата по методикам 9.3.3.5.1 и 9.3.3.5.3.

8.2.4.2.4 Зависимые механические коммутационные аппараты шунтированных контроллеров, включенные параллельно

Включающую и отключающую способность следует проверять при испытании устройства как комбинированного по методикам 9.3.3.5.1 и 9.3.3.5.4.

8.2.4.2.5 Полупроводниковые коммутационные аппараты

Способность к управлению токами перегрузки следует проверять по методикам 9.3.3.6.2 и 9.3.3.6.3.

8.2.4.3 Требования к испытательной нагрузке асинхронного двигателя

Испытательная нагрузка асинхронного двигателя должна определять четырехполюсный двигатель с короткозамкнутым ротором следующими характеристиками:

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

b) испытательным током любого значения больше, чем 1 А, пропускаемым через двигатель и контроллер во время разгона двигателя;

c) коэффициентом мощности двигателя любого значения;

d) внутренними соединениями любой конфигурации обмоток двигателя (например, соединение звездой, треугольником);

e) параметрами механической нагрузки, соединенной с валом двигателя, регулируемой для получения времени замедления от базовой скорости до нулевой скорости в пределах диапазона 2—4 с.

Таблица 13 — Испытание на включающую и отключающую способность; условия включения и отключения в зависимости от категории применения механического коммутационного аппарата гибридных контроллеров H1, H2, H3 и некоторых характеристик шунтированных контроллеров

Категория применения	Условия включения и отключения					
	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos φ	Время протекания тока[2], с	Время обесточивания, с	Число циклов оперирования
AC-52a, b	4,0	1,05	0,65	0,05	2)	50
AC-53a, b	8,0		1)			
AC-58a, b	6,0		1)			

I_c — включаемый и отключаемый ток, выражаемый как постоянный ток или действующее значение симметричной составляющей переменного тока, А. I_e — номинальный рабочий ток, А. U_e — номинальное рабочее напряжение, В. U_r — возвращающееся напряжение, В.	Отключаемый 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

1) Cos φ = 0,45 при $I_e \le 100$ А; Cos φ = 0,35 при $I_e > 100$ А.

2) Время обесточивания не должно быть больше указанных значений

Таблица 14 — Условия проверки способности безотказного включения и отключения в зависимости от категории применения для механического коммутационного устройства гибридных контроллеров H1B, H2B, H3B

Категория применения	Условия включения и отключения					
	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos φ	Время протекания тока[2], с	Время обесточивания, с	Число циклов оперирования
AC-52a, b	2,0	1,05	0,65	0,05	2)	6000
AC-53a, b	2,0	1,05	1)	0,05	2)	6000
AC-58a, b	6,0	1,05	0,35	1 10	9 90	5900 100

I_c — включаемый и отключаемый ток, выражаемый как постоянный ток или действующее значение симметричной составляющей переменного тока, А.
I_e — номинальный рабочий ток, А.
U_e — номинальное рабочее напряжение, В.
U_r — возвращающееся напряжение, В

1) Cos φ = 0,45 при $I_e \le 100$ А; Cos φ = 0,35 при $I_e > 100$ А.

2) Время обесточивания не должно быть больше значений, указанных в таблице 13.

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 пускателей, 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 проводятся обязательно.

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 испытаний для обоих типов содержатся в 9.3.4.3.

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

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

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

8.2.5.2 Координация по току пересечения между пускателем и присоединенным УЗКЗ

Координацию проверяют специальным испытанием согласно 9.1.5.

8.3 Требования по электромагнитной совместимости (ЭМС)

8.3.1 Общие требования

Общепризнанно, что достижение электромагнитной совместимости между разными объектами электрической и электронной аппаратуры является желанной целью. Кроме этого, во многих странах существуют обязательные требования по ЭМС. Испытательные уровни и требования по достижению приемлемого уровня ЭМС приведены в разделах 8 и 9.

Требования, изложенные в следующих пунктах, имеют целью достижение электромагнитной совместимости для контроллеров и пускателей. Все соответствующие требования по стойкости к электромагнитным помехам и помехоэмиссии учтены, поэтому дополнительных испытаний не требуется. Характеристика ЭМС не гарантирована, поскольку контроллер или пускатель 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.

Для испытаний по ЭМС минимальной значимой системой является контроллер или пускатель, взаимно соединенный с двигателем или кабелями.

Испытания проводят следующим образом.

При испытаниях на помехоустойчивость учитывают полный режимный цикл пускателя с плавным пуском, в том числе время пуска и время остановки.

При испытаниях на установление пределов помехоэмиссии учитывают только установившиеся условия.

Примечание 1 — В настоящее время отсутствуют доступные технологии измерений и оборудование для неустановившихся условий — вопрос на рассмотрении.

Примечание 2 — В ответственности установщика (который также может быть изготовителем контроллеров и пускателей) гарантия того, что системы, содержащие контроллеры или пускатели, отвечают любым требованиям, действительным для уровня систем.

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

8.3.2 Помехоэмиссия

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 7.3.3.2) согласно соответствующему набору условий окружающей среды по IEC 60947-1:2007 (пункт 7.3.1). Информация об условиях окружающей среды должна быть представлена с аппаратом.

8.3.2.1 Низкочастотные излучения по отношению к сетевой промышленной частоте

8.3.2.1.1 Гармоники

Испытания для контроллеров и пускателей, работающих в состоянии полного включения или шунтированных механическим коммутационным аппаратом по завершении пуска (например, для контроллеров и пускателей характеристики 2 и характеристики 3 и некоторых характеристики 1), не требуются из-за незначительных гармонических излучений.

8.3.2.1.2 Флуктуации напряжения

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

8.3.2.2 Высокочастотные излучения

8.3.2.2.1 Кондуктивные радиочастотные (РЧ) излучения

Пределы, указанные в таблице 19, проверяют по методике 9.3.5.1.1.

8.3.2.2.2 Излученное электромагнитное поле

Пределы, указанные в таблице 20, проверяют по методике 9.3.5.1.2.

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 или пускателя. Неразрушительные воздействия могут вызвать временные нарушения или временную потерю работоспособности, но контроллер или пускатель возвращается к нормальному функционированию после уменьшения или устранения воздействия, в некоторых случаях требуется вмешательство оператора.

Изготовитель должен предоставить информацию по возможности более жестких воздействий, чем те уровни, для которых контроллер или пускатель 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 — 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.

Результаты испытаний определяют по критериям работоспособности согласно серии стандартов IEC 61000-4. Критерии работоспособности приведены ниже и подробно описаны в таблице 15:

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 15 приведены критерии соответствия для общей работоспособности (A), которые используют при испытании контроллера или пускателя в собранном виде. Если невозможно испытать контроллер или пускатель в собранном виде, тогда применяют критерии работоспособности функциональных элементов (B, C, D).

Таблица 15 — 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 — функционирование силовых цепей и цепей управления	Отсутствие нарушений	Временные нарушения, которые не могут вызвать расцепление или изменения ритма и звука, характеризующие вращающий момент двигателя	Отключение. Запирание защитных устройств. Отсутствие самовосстановления
C — 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 режим. Отсутствие самовосстановления

Окончание таблицы 13

Объект	Критерии соответствия		
	1	2	3
D — 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 9.3.5.2.1.

8.3.3.3 Радиочастотные электромагнитные поля

Испытательные параметры и методики приведены в 9.3.5.2.2.

8.3.3.4 Наносекундные импульсные помехи (общего вида) (5/50 нс)

Испытательные параметры и методики приведены в 9.3.5.2.3.

8.3.3.5 Импульсы (1,2/50—8/20 мкс)

Испытательные параметры и методики приведены в 9.3.5.2.4.

8.3.3.6 Гармоники и коммутационные всплески

Испытательные параметры и методики приведены в 9.3.5.2.5.

8.3.3.7 Провалы напряжения и кратковременные отключения

Испытательные параметры и методики приведены в 9.3.5.2.6.

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 60947-1:2007 (пункт 8.1.1).

9.1.2 Типовые испытания

Типовые испытания предназначены для проверки соответствия настоящему стандарту конструкции контроллеров и пускателей 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 (9.3.3.6.3);

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

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

g) механических свойств выводов [по IEC 60947-1:2007 (пункт 8.2.4)];

h) степени защиты контроллеров и пускателей в оболочках [см. IEC 60947-1:2007 (приложение C)];

i) испытания на ЭМС (см. 9.3.5).

9.1.3 Контрольные испытания

По IEC 60947-1:2007 (пункт 8.1.3), когда вместо контрольных не проводят выборочные испытания (см. 9.1.4).

Контрольные испытания контроллеров и пускателей 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 пускателей предполагают проверку:

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

По IEC 60947-1:2007 (пункт 8.1.4) со следующими дополнениями.

Изготовитель может по своему усмотрению проводить выборочные испытания вместо контрольных. Выборка должна соответствовать или превышать следующие требования IEC 60410:1973 (таблица II-A — Одноступенчатые выборочные планы при нормальном контроле):

- 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 [6], например статистические методы управления непрерывным производством.

Выборочные испытания для проверки воздушных зазоров, проводимые в соответствии с IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.3.4.3), в стадии рассмотрения.

9.1.5 Специальные испытания

9.1.5.1 Общие положения

К специальным испытаниям относят проверку координации по току пересечения между пускателем и связанным с ним УЗКЗ (см. приложение С) и испытания по 9.1.5.2.

9.1.5.2 Специальные испытания — влажное тепло, соляной туман, вибрация и толчок

Данные испытания — см. приложение Q IEC 60947-1:2007. Условия проведения — на рассмотрении.

9.2 Соответствие требованиям к конструкции

По IEC 60947-1:2007 (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:

- проверка расстояний утечки согласно IEC 60947-1:2007 [перечисление 7) 8.3.3.4.1];
- механические свойства выводов согласно IEC 60947-1:2007 (пункт 8.2.4);
- степени защиты оборудования в оболочках согласно IEC 60947-1:2007 (приложение С).

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. 9.3.3.6.1);
2) испытание на перегрузочную способность (9.3.3.6.2);
3) испытание на блокировку и коммутационную способность (см. 9.3.3.6.3), включая проверку срабатывания и его пределов.

c) Цикл испытаний III:

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

d) Цикл IV:

1) проверка механических свойств выводов по IEC 60947-1:2007 (пункт 8.2.4);
2) проверка степеней защиты аппаратов в оболочках по IEC 60947-1:2007 (приложение С).

e) Цикл испытаний V:

испытания на ЭМС (см. 9.3.5).

f) Цикл VI:

испытание на срабатывание (см. 9.3.3.6.5).

9.3.2 Общие условия испытаний

По IEC 60947-1:2007 (пункт 8.3.2) со следующим дополнением.

За исключением аппаратов, специально нормированных только на одну частоту, испытания проводят на 50 Гц с учетом назначения 60 Гц и наоборот.

Отбор образцов для испытаний серии аппаратов аналогичной основной конструкции и без значительных конструктивных отличий должен быть основан 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 60947-1:2007 (таблица 4).

Если указано 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 60947-1:2007 (подпункт 8.3.3.3.1).

9.3.3.3.2 Измерение температуры частей

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.3.3.2).

9.3.3.3.3 Превышение температуры части

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.3.3.3).

9.3.3.3.4 Превышение температуры главной цепи

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.3.3.4) кроме однофазного испытания, при котором все полюса главной цепи нагружают их индивидуальными максимальными номинальными токами и как указано в 8.2.2.4, а также со следующими дополнениями.

К внешней поверхности (которая с наибольшей вероятностью имеет наибольшее превышение температуры при испытании) корпуса полупроводникового коммутационного аппарата, 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 9.3.3.6.2.

К механическим коммутационным устройствам (см. 8.2.2.4.2 и 8.2.2.4.4) термочувствительное устройство должно быть прикреплено согласно требованиям IEC 60947-1:2007 (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.

Пускатель должен быть оснащен реле перегрузки, соответствующим 5.7 и выбираемым, как описано ниже:

- нерегулируемое реле — токовая уставка должна равняться максимальному рабочему току пускателя, и испытание должно проводиться при этом токе;
- регулируемое реле — максимальная токовая уставка должна быть ближайшей к максимальному рабочему току пускателя, но не превышать его. Для испытаний должно использоваться реле перегрузки с токовой уставкой, ближайшей к максимуму диапазона.

Примечание — Описанный выше метод выбора должен гарантировать, что превышение температуры присоединенных на месте установки выводов реле перегрузки и рассеиваемая мощность пускателя окажутся не меньше возможных при любой комбинации реле и контроллера. В случаях когда влияние реле перегрузки на эти параметры незначительно (например, при использовании электронных реле перегрузки), испытательный ток должен всегда равняться максимальному рабочему току пускателя.

9.3.3.3.5 Превышение температуры цепей управления

По IEC 60947-1:2007 (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 60947-1:2007 (подпункт 8.3.3.3.6) со следующим дополнением.

Электромагниты контакторов или пускателей, предназначенных для эксплуатации в полупроводниковых контроллерах или для шунтированных механических коммутационных аппаратов 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 60947-1:2007 (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 60947-1:2007 [перечисление 1) подпункта 8.3.3.4], за исключением последнего примечания (см. также 8.2.3).

(2) Проверка импульсного выдерживаемого напряжения

a) Общие положения

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 2) подпункта 8.3.3.4.1].

b) Испытательное напряжение

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 2) b) подпункта 8.3.3.4.1] 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 60947-1:2007 [перечисление 1) b) подпункта 7.2.3.1].

d) Критерии соответствия

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 2) d) подпункта 8.3.3.4.1].

(3) Проверка выдерживаемого напряжения промышленной частоты твердой изоляции

a) Общие положения

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 3) a) подпункта 8.3.3.4.1].

b) Испытательное напряжение

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 3) b) подпункта 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 60947-1:2007 [перечисление 3) c) подпункта 8.3.3.4.1], но два последних предложения изложить в следующей редакции.

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

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

d) Критерии соответствия

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 3) d) подпункта 8.3.3.4.1].

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

a) Общие положения

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 4) a) подпункта 8.3.3.4.1].

b) Испытательное напряжение

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 4) b) подпункта 8.3.3.4.1].

c) Подача испытательного напряжения

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 4) c) подпункта 8.3.3.4.1] со следующим дополнением в конце абзаца.

Применения металлической фольги, упомянутой в IEC 60947-1:2007 [перечисление 1) подпункта 8.3.3.4.1], — не требуется.

d) Критерии соответствия

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 4) d) подпункта 8.3.3.4.1].

(5) Свободно.

(6) Проверка выдерживаемого напряжения постоянного тока

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 6) подпункта 8.3.3.4.1].

(7) Проверка расстояний утечки

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 7) подпункта 8.3.3.4.1].

(8) Проверка тока утечки аппарата, пригодного для разъединения

Максимальный ток утечки не должен превышать значений IEC 60947-1:2007 (пункт 7.2.7).

9.3.3.4.2 Свободный.

9.3.3.4.3 Выборочные испытания для проверки расстояний утечки

(1) Общие положения

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 1) подпункта 8.3.3.4.3].

(2) Испытательное напряжение

Испытательное напряжение должно соответствовать номинальному импульсному выдерживаемому напряжению.

(3) Подача испытательного напряжения

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 3) подпункта 8.3.3.4.3].

(4) Критерии соответствия

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 4) подпункта 8.3.3.4.3].

9.3.3.5 Включающая и отключающая способность механических коммутационных аппаратов

9.3.3.5.1 Общие положения

Механические коммутационные аппараты должны отвечать требованиям 8.2.4.2.

Если механический коммутационный аппарат не выдержал испытания, обеспечивают его соответствие 8.2.4.2. Включающую и отключающую способность проверяют на соответствие IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.3.5).

9.3.3.5.2 Последовательно включенные коммутационные аппараты гибридных контроллеров:

a) подвергаемый аппарат может быть испытан в качестве отдельного компонента, или

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

9.3.3.5.3 Испытанные полностью механические коммутационные аппараты шунтированных контроллеров, включенные параллельно

Подвергаемый аппарат должен быть испытан как отдельное устройство.

9.3.3.5.4 Зависимые механические коммутационные аппараты шунтированных контроллеров, включенные параллельно

Собранный узел с установленными шунтами должен быть испытан как для нормальной эксплуатации. Последовательность оперирования, имитирующая пуск и остановку, должна быть как при нормальной эксплуатации.

9.3.3.6 Работоспособность в условиях эксплуатации

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

- испытания на тепловую стабильность;

- испытания на перегрузочную способность;
- испытания на блокировку и коммутационную способность.

При испытаниях имитируют 8-часовой режим эксплуатации.

Соединения с главной цепью должны быть как для нормальной эксплуатации аппарата. Напряжение цепи управления должно быть на уровне 110 % его номинального входного значения U_s.

Если контроллер в пускателе удовлетворяет требованиям испытаний на работоспособность и отвечает требованиям, установленным на основании результатов испытаний по 5.4.2, пускатель в испытании не нуждается.

Таблица 16 — Технические условия испытаний на тепловую стабильность

Содержание	Уровень	Инструкции
Цель испытания	Проверка того, что изменение температуры между последовательными одинаковыми циклами оперирования в последовательности сокращается до менее чем 5 % в течение 8 ч. Проверка того, что превышение температуры доступных выводов механического коммутационного аппарата в главной цепи не превышает предела, предписанного IEC 60947-1:2007 (таблица 2)	
Длительность испытания	Испытание продолжается до тех пор пока: $\Delta_n \le 0{,}05$ или истекут 8 ч, где $\Delta_n = (C_n - C_{n-1} - A_n + A_{n-1})/(C_{n-1})$	
Условия испытаний	Таблица 10	
Температура ИА	C_n, температура корпуса	Термочувствительное устройство, прикрепленное к внешней поверхности одного полупроводникового коммутационного аппарата (9.3.3.3.4). Наблюдение за полупроводниковым коммутационным аппаратом, который, скорее всего, самый нагретый
Температура окружающего воздуха	A_n, любого уровня	Термочувствительное устройство для отслеживания изменений в температуре окружающей среды [IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.3.3.1)]
Получаемые результаты	a) $\Delta_n \le 0{,}05$ в течение 8 ч; b) Отсутствие видимых свидетельств повреждения (например, дым, обесцвечивание); c) Превышение температуры доступных выводов механического коммутационного аппарата в главной цепи не превышает предела, предписанного таблицей 2 IEC 60947-1:2007; d) Когда выводы недоступны, значения IEC 60947-1:2007 (таблица 2) могут быть превышены при условии, что прилегающие части не повреждены	

Таблица 17 — 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 реле перегрузки пускателя или реле перегрузки, рекомендованного изготовителем для совместного использования с контроллером
3 и 4	≥ 40 °C плюс максимальное превышение температуры корпуса при испытании на короткое замыкание (см. 9.3.3.3)

9.3.3.6.1 Процедура испытания на тепловую стабильность

Технические условия испытания и критерии соответствия приведены в таблице 16. Профиль проиллюстрирован на рисунке F.1.

(1) Обозначить число последовательности n каждого периода прохождения тока в испытательной серии (как $n = 0, 1, 2 \ldots n - 1, N$).

(2) Записать начальную температуру корпуса C_0, записать начальную температуру среды A_0.

(3) Установить испытательный ток I_T, уровень 1 (см. таблицу 10). Изменить n на новое значение, $n = n + 1$.

(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 XI_e. Поэтому время изменения тока для достижения испытательным током XI_e увеличивает общее время испытания.

(5) Данный этап проводят в соответствии с категорией применения.

a) Для AC-52a, AC-53a, AC-58a

После временного интервала T_x (таблица 10) изменить испытательный ток I_t на уровень 2.

После временного интервала на уровне 2 переключить ИА в состояние выключения.

b) Для AC-52b, AC-53b, AC-58b

После временного интервала T_x (таблица 10) 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 16).

Если $\Delta_n > 0{,}05$, общее время испытания меньше 8 ч и полученные результаты a) и b) таблицы 16 не нарушены, повторить этапы 3—7.

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

Если $\Delta_n \le 0{,}05$, общее время испытания меньше 8 ч и полученные результаты a), b), c), d) таблицы 16 не нарушены, испытуемый аппарат соответствует требованиям — испытание завершают.

9.3.3.6.2 Процедура испытания на перегрузочную способность

(1) Условия испытаний

a) См. таблицу 11. Профиль испытания представлен на рисунке F.2.

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

(2) Регулирование ИА

a) ИА должен быть отрегулирован на минимальное время установления уровня испытательного тока, I_{LRP}.

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

c) Если ИА является пускателем, его реле перегрузки должно быть выведено из строя, а T_x должно быть установлено в соответствии с примечанием 3 к таблице 11.

(3) Испытание

a) Установить начальные условия.

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

(Для характеристики НХА контакты механического коммутационного аппарата, включенного последовательно, замкнуты. Для характеристики НХВ контакты механического коммутационного аппарата, включенного последовательно, разомкнуты.)

Испытательное напряжение подают на протяжении всего испытания.

c) Переключить ИА в состояние включения.

d) По истечении времени включения (таблица 11) переключить ИА в состояние отключения.

Примечание — Для характеристики НхВ состояние отключения заменяют разомкнутым состоянием.

e) Повторить этапы по перечислениям c) и d) дважды.

Конец испытания.

В случае ИА с функцией токоограничения во время пуска двигателя (с возможной остановкой), но не в состоянии полного включения, процедура испытания на перегрузочную способность по проверке соответствия ИА требованиям 8.2.4.1 следующая:

i) после двух циклов оперирования, как описано выше, ИА переключают в положение включения и нагружают начальным испытательным током I_{init}, но не более I_e;

ii) с ИА в состоянии полного включения испытательную цепь по таблице 11 при помощи внешнего выключателя присоединяют к нагрузке. При переходе от I_{init} к I_{LRP} не должно происходить отключения тока;

iii) согласно таблице 9 испытательный ток поддерживают в течение T_x секунд до того, как посредством ИА установится состояние отключения. Однако допускается установление посредством ИА состояния отключения за более короткое время, чем T_x, при условии оснащения ИА защитой от перегрузок;

iv) данный цикл оперирования выполняют дважды.

Начальные температурные условия корпуса для требуемых четырех циклов оперирования должны соответствовать указанным в таблице 17.

(4) Проверка критериев (см. 9.3.3.6.4):

a) потеря коммутационной способности;

b) потеря блокирующей способности;

c) нарушение функциональности;

d) отсутствие повреждений (осмотром).

9.3.3.6.3 Испытание на блокирующую и коммутационную способность

Технические условия испытаний приведены в таблицах 12 и 18. Профили испытаний показаны на рисунке F.3.

Таблица 18 — Технические условия испытания на блокирующую и коммутационную способность

Содержание	Условия испытаний
Число циклов оперирования	Испытание 1: 100 циклов оперирования при 85 % U_e и U_s. Испытание 2: 1000 циклов оперирования при 110 % U_e и U_s
Испытательная нагрузка	Параметры асинхронного двигателя и механической нагрузки приведены в таблице 12
Испытательные измерительные приборы	Средства измерения тока с фактическими действующими значениями следует подсоединить между выводами двигателя и выводами со стороны нагрузки в каждом полюсе ИА. Приборы должны быть способны измерять токи в миллиамперном диапазоне
Температура ИА	Комнатная температура (10—40 °С)
Уставки ИА	Уставки ИА ограничиваются только теми, которые обеспечиваются внешними средствами регулировки, предусмотренными изготовителем согласно предложениям обычного производства изделия. a) Контроллеры с функцией токоограничения должны быть отрегулированы на наименьшее значение X, допускаемое пуском двигателя (как указано в таблице 12). b) Контроллеры с функциями мгновенного пуска должны быть установлены на максимальное время или 10 с, что меньше. Начальные значения пускового тока и/или пускового напряжения устанавливают на минимальное значение, которое позволяет мгновенный пуск двигателя
Испытательный цикл	Время ОВ > времени достижения полного напряжения и полной скорости + 1 с. Время отключения = 1/3 времени движения по инерции к паузе
Получаемые результаты	a) a1) или a2) должно выполняться: a1) I_O < 1мА и I_f < 1мА; a2) если I_O > 1мА или I_f > 1мА, тогда: - ΔI < 1 для каждого полюса, где $\Delta I = (I_f - I_O)/I_O$ и - I_O и I_f должны быть в пределах, указанных в таблице данных для полупроводников; b) отсутствует визуальное свидетельство повреждения (например дым, обесцвечивание); c) отсутствует потеря функциональности, как указано изготовителем

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

Для характеристики HxB контакты механического коммутационного устройства последовательного соединения могут срабатывать на выполнение испытательного цикла. Однако измерения 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 соответствующие измерения 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 параллельного измерения токов, следует измерять только ток утечки полупроводниковых элементов, и средства для получения этих измерений должны быть соответствующим образом установлены.

3) При подаче к ИА напряжений U_e и U_s с отключенным управляющим напряжением U_c производят 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 измерений тока могут быть накоротко замкнуты посредством устройства дистанционного управления на этапах 5) и 6), но они не могут быть сняты, иначе цепь разомкнется.

4) В начале испытания к ИА прикладывают напряжения U_e и U_s (как указано в таблице 18), 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 18. 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 a) таблицы 18.

Для подтверждения соответствия ИА на блокирующую и коммутационную способность критерии, приведенные в перечислениях a), b) и c) таблицы 18, должны выполняться.

9.3.3.6.4 Поведение контроллера и пускателя во время испытаний и его состояние после испытаний на работоспособность в условиях эксплуатации

a) Коммутационная способность

Если полупроводниковые аппараты не коммутируют должным образом, ранняя стадия вида отказа уже проявляется нарушением работоспособности. Продолжение оперирования в таком режиме вызовет тепловой разнос. Конечным результатом будет сильный перегрев и потеря блокирующей способности.

b) Тепловая стабильность

Полупроводниковые аппараты, подвергаемые ускоренному циклу оперирования, могут недостаточно охлаждаться. Это может привести к неуправляемым тепловым процессам, ведущим 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 критичными на ранних стадиях. Такие отказы могут привести к постепенной потере функции. Раннее обнаружение и исправление могут предотвратить длительное повреждение.

e) Визуальный осмотр

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

9.3.3.6.5 Реле и расцепители

a) Срабатывание минимальных реле и расцепителей напряжения

Свободный.

b) Независимые расцепители

Свободный.

c) Тепловые и электронные реле перегрузки

Реле перегрузки должны быть соединены с пускателями-проводниками, соответствующими IEC 60947-1:2007 (таблицы 9—11), для проведения испытательных токов, равных:

- 100 % токовой уставки реле перегрузки для всех типов реле перегрузки классов расцепления 2, 3, 5 и 10 А (см. таблицу 4) и классов расцепления 10, 20, 30 и 40 для электронных типов реле перегрузки;

- 125 % токовой уставки реле перегрузки классов расцепления 10, 20, 30 и 40 (см. таблицу 4) для тепловых реле перегрузки и для реле перегрузки с максимальным временем расцепления по установленной характеристике более 40 с (см. 5.7.3).

Следует проверить срабатывание реле и расцепителей на соответствие 8.2.1.5.1.1 с током во всех полюсах.

Кроме того, следует проверить характеристики по 8.2.1.5.1 испытаниями при температурах 0, 20 и 40 ° С, а также при минимальной и максимальной температурах, указанных изготовителем, вне диапазона от 0 до 40 °С.

Однако для реле и расцепителей с заданной температурной компенсацией, если диапазон температур, указанный изготовителем, находится вне диапазона по таблице 5, характеристики при 0 и/или 40 °С проверять не следует, если установлено, что при заданных минимальной и максимальной температурах соответствующие значения тока расцепления не выходят за пределы, указанные для температур 0 и/или 40 °С в таблице 5.

Для электронных реле перегрузки испытание на проверку тепловой памяти согласно 8.2.1.5.1.1.2 проводят при температуре 20 °С.

Трехполюсные тепловые или электронные реле перегрузки при питании только двух полюсов подлежат испытанию согласно 8.2.1.5.1.2 при всех комбинациях полюсов и при максимальной и минимальной токовых уставках для реле с регулируемой уставкой.

d) Минимальные реле тока

Пределы срабатывания следует проверять согласно 8.2.1.5.3.

e) Реле, чувствительные к опрокидыванию ротора

Пределы срабатывания следует проверять согласно 8.2.1.5.4.

Для токочувствительных реле опрокидывания ротора проверку следует проводить для минимальной и максимальной уставки по току и для минимального и максимального времени торможения при опрокидывании (всего четыре уставки).

Для токочувствительных реле опрокидывания ротора в сочетании с датчиком вращения проверку следует проводить для минимального и максимального времени торможения. Датчик можно имитировать соответствующим сигналом на вводе реле для датчика.

f) Реле упора

Пределы срабатывания следует проверять согласно 8.2.1.5.5.

Проверку следует проводить для минимальной и максимальной уставки по току и для минимального и максимального времени торможения при упоре (всего четыре уставки).

Для каждой из четырех уставок испытание выполняют в следующих условиях:

- подают испытательный ток, равный 95 % уставки по току. Реле упора не должно сработать;

- увеличивают значение испытательного тока до 120 % уставки по току. Реле упора должно сработать согласно требованиям 8.2.1.5.5.

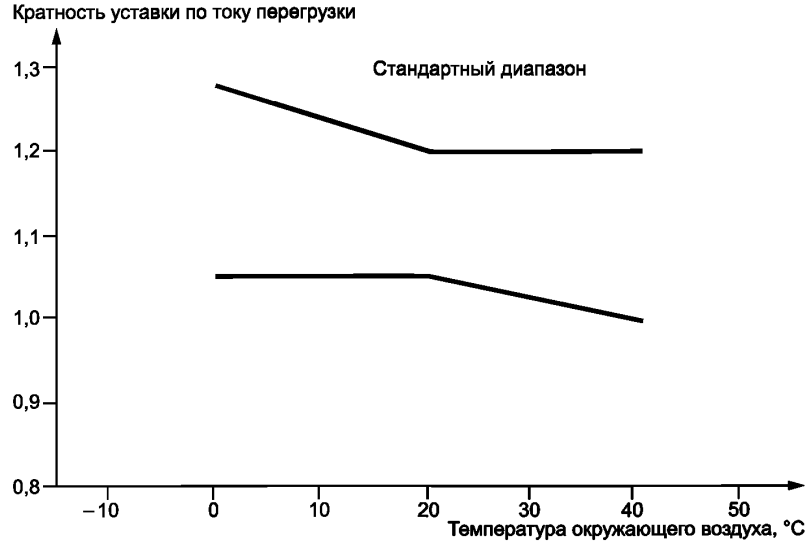


Рисунок 4 — Кратность пределов уставки по току для реле перегрузки с выдержкой времени, компенсированных для температуры окружающего воздуха

9.3.4 Работоспособность в условиях короткого замыкания

В настоящем пункте определяют условия испытаний для проверки соответствия требованиям 8.2.5.1. Специфические требования, относящиеся к методике испытания, циклам испытаний, состоянию аппаратов 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 контроллер/пускатель должен поддерживаться в состоянии включения посредством балластной нагрузки двигателя. Предыспытательный ток может удерживаться на любом произвольно низком уровне тока, большем, чем минимальный ток нагрузки контроллера/пускателя. Ток короткого замыкания подается к контроллеру/пускателю путем замыкания короткозамыкателя. УЗКЗ должно разорвать ток короткого замыкания, а контроллер/пускатель должен выдержать сквозной ток;

- операция «СО» для аппарата прямого включения.

Начальная температура корпуса должна быть не ниже 40 °С. В некоторых случаях может быть затруднительно предварительно нагреть ИА и поддерживать на нужном уровне начальную температуру корпуса в таком месте, 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 60947-1:2007 (подпункт 8.3.4.1.1) со следующим изменением.

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

Если аппараты, испытанные без оболочки, могут также применяться в оболочке, их дополнительно испытывают в наименьшей оболочке, указанной изготовителем. Аппараты, испытанные только без оболочки, должны быть снабжены информацией о том, что они не предназначены для применения в индивидуальной оболочке.

9.3.4.1.2 Испытательная цепь для проверки номинальных характеристик при коротких замыканиях

Испытательная цепь по IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.4.1.2) должна быть изменена согласно рисунку I.1. Балластная нагрузка двигателя и короткозамыкатель должны иметь следующие характеристики:

а) балластной нагрузкой должен быть двигатель с короткозамкнутым ротором с характеристиками, указанными 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 60947-1:2007 (подпункт 8.3.4.1.3).

9.3.4.1.4 Свободный.

9.3.4.1.5 Калибровка испытательной цепи

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.4.1.5).

9.3.4.1.6 Методика испытания

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.4.1.6) со следующими дополнениями.

Контроллер или пускатель 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 пускателя) для каждой главной цепи.

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

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

Ось времени для испытательной последовательности согласно рисунку I.2:

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

b) затем подают испытательное напряжение, и балластная двигательная 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 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 Интерпретация записей

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.4.1.8).

9.3.4.2 Свободный.

9.3.4.3 Условный ток короткого замыкания контроллеров и пускателей

Контроллер или пускатель и связанное с ним УЗКЗ подлежат испытаниям по 9.3.4.3.1.

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-53a.

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.

Пускатель, охватывающий диапазон номиналов двигателя и оснащенный заменяемыми реле перегрузки, следует испытывать с реле перегрузки с наибольшим полным сопротивлением и с реле перегрузки с наименьшим полным сопротивлением совместно с соответствующими УЗКЗ.

Операция «O» должна выполняться на выборке при I_q.

9.3.4.3.1 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 3*)] и значений максимального сквозного I^2t.

За исключением контроллеров или пускателей прямого действия, одна операция отключения УЗКЗ должна быть выполнена замыканием контроллера или пускателя накоротко.

9.3.4.3.2 Получаемые результаты

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

Координация обоих типов:

a) УЗКЗ или пускатель успешно отключили аварийный ток, а плавкий предохранитель либо плавкий элемент или твердое 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 реле перегрузки приемлемое. Пускатель или контроллер может после испытания выйти из строя.

Координация типа 2:

f) реле перегрузки или другие части не получили никаких повреждений, однако не допускается замена частей во время испытания. Но допускается сваривание контактов гибридных контроллеров или пускателей, 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 3) при условиях, указанных в таблице 11 для соответствующей категории применения;

g) расцепление реле перегрузки следует проверять при токе, кратном уставке, на соответствие приведенной характеристике расцепления по 5.7 до и после испытания на короткое замыкание,

h) электрическую прочность изоляции проверяют проведением испытаний на контроллере или пускателе. Испытательное напряжение прикладывают в соответствии с 9.3.3.4.1, перечисление (4).

9.3.5 Испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС)

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 двигателя. Двигатель и его соединения относятся к вспомогательному оборудованию, необходимому для выполнения испытаний, не являясь частью испытуемого оборудования. За исключением испытания на излучение гармоник, двигателю не нужна нагрузка. Если в каком-то из испытаний использован двигатель меньшей мощности, чем диапазон мощностей, необходимых для предполагаемого назначения контроллера или пускателя, это должно быть записано в протоколе испытаний. Испытаниям не подвергают вывод выходной мощности. Если иное не установлено изготовителем, длина соединений двигателя должна быть 3 м.

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 пускателем 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 1 и пускатели, 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 или пускателя в точках длительного максимального излучения или восприимчивости (см. 9.3.5.1).

9.3.5.1 Испытания на помехоэмиссию

9.3.5.1.1 Условие для испытаний на помехоэмиссию

Все помехоэмиссионные испытания должны проводиться в установившихся условиях.

Вопрос об измерении уровня помехоэмиссии на протяжении времени пуска — в стадии изучения.

Примечание — Часто время сканирования для частотного анализа продолжительнее, чем время пуска. Согласно серии стандартов IEC 61000-4 конкретный результат измерений может быть получен только в установившихся условиях.

9.3.5.1.2 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 19.

Размещение высокочастотного фильтра общего типа в силовых соединениях главной цепи может вызвать недопустимое снижение пускового момента двигателя либо сделать недействительной концепцию незаземленных или заземленных с высоким полным сопротивлением распределительных систем, применяемых в производственных процессах с привлечением систем безопасности.

Если для соблюдения уровней помехоэмиссии, указанных в таблице 19, необходимы фильтры, но они не используются по вышеуказанным причинам, должны быть предприняты другие меры, чтобы избежать превышения уровней помехоэмиссии, указанных в таблице.

Таблица 19 — Пределы помех напряжений на выводах для кондуктивных радиочастотных излучений

Диапазон частот, МГц	Среда A[a] с номинальной входной мощностью ≤ 20 кВА		Среда A[a],[b] с номинальной входной мощностью > 20 кВА		Среда B[a]	
	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	от 66 до 56 (понижаются линейно с логарифмом частоты)	от 56 до 46 (понижаются линейно с логарифмом частоты)
0,50—5,00	73	60	86	76	56	46
5—30	73	60	от 90 до 73 (понижаются линейно с логарифмом частоты)	от 80 до 60 (понижаются линейно с логарифмом частоты)	60	50

[a] По IEC 60947-1.

[b] Данные пределы действительны для аппарата с номинальным входным током > 20 кВА. Изготовитель и/или поставщик должны предусмотреть информацию о мерах при монтаже для снижения помехоэмиссии от установленного оборудования. В частности, должно быть указание о том, что аппарат должен быть запитан от специального силового трансформатора или генератора, а не от воздушных низковольтных линий.

Пределы в соответствии с CISPR (группа 1).

9.3.5.1.3 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 типичный образец из диапазона контроллеров или пускателей разных номиналов.

Излучение не должно превышать уровней, указанных в таблице 20.

Таблица 20 — Испытательные пределы помех, излучаемых радиочастотными магнитными полями

Диапазон частот, МГц	Среда А[a] квазипиковое, дБ (мкВ)			Среда В[a] квазипиковое, дБ (мкВ)	
	на 30 м	на 10 м	на 3 м	на 10 м	на 3 м
30—230	30	40	50	30	40
230—1000	37	47	57	37	47
[a] Испытания могут проводиться на расстоянии 3 м только для миниатюрных аппаратов (аппарат, размещаемый на столе или на полу, который, включая кабели, устанавливается в испытательный цилиндрический объем диаметром 1,2 м и высотой над уровнем пола 1,5 м).					

9.3.5.2 Испытания на устойчивость к ЭМС

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

9.3.5.2.1 Электростатические разряды

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.4.1.2.4) со следующими дополнениями.

Испытания не проводят на силовых выводах. Испытания выполняют только на тех частях оборудования, которые доступны для касания оператору при эксплуатации.

Контроллер или пускатель должен соответствовать критерию работоспособности 2 по таблице 15.

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

9.3.5.2.2 Радиочастотное электромагнитное поле

Испытания на устойчивость к радиочастотным электромагнитным полям проводят по IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.4.1.2.6) со следующим дополнением.

Применяют критерий работоспособности 1 по таблице 15.

Испытания на устойчивость к излучаемым радиочастотным электромагнитным полям проводят по IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.4.1.2.3) со следующим дополнением.

Применяют критерий работоспособности 1 по таблице 15.

9.3.5.2.3 Наносекундные импульсные помехи (5/50 нс)

Применяют IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.4.1.2.4) со следующими дополнениями.

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

Контроллер или пускатель должен соответствовать критерию работоспособности 2 по таблице 15.

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

Испытания проводят по IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.4.1.2.4).

Контроллер или пускатель должен соответствовать критерию работоспособности 2 по таблице 15.

9.3.5.2.5 Гармоники и коммутационные помехи

Требования отсутствуют. Испытательные уровни — в стадии изучения.

9.3.5.2.6 Провалы напряжения и кратковременные отключения питания

По IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.4.1.2.8) согласно критерию работоспособности 3 по таблице 15, за исключением того, что для 0,5 цикла и 1 цикла применяют критерий работоспособности 2 по таблице 15.

9.3.6 Контрольные и выборочные испытания

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

9.3.6.1 Общие положения

Контрольные или выборочные испытания проводят в таких же условиях или эквивалентных предписанным для типовых испытаний в соответствующих частях 9.1.2. Однако пределы срабатывания по 9.3.3.2

можно проверять при преобладающей температуре окружающего воздуха и на отдельном реле перегрузки, хотя могут потребоваться поправки для приведения к нормальным условиям окружающей среды.

9.3.6.2 Срабатывание и пределы срабатывания

Проводят два следующих испытания.

1) Функциональность проверяют испытаниями на блокирующую и коммутационную способность по таблице 12.

Требуется проведение двух циклов оперирования, один при 85 % U_e с 85 % U_s, другой при 110 % U_e с 110 % U_s. Не допускается потери функциональности, указанной изготовителем.

2) Проверяют срабатывание аппарата по требованиям 8.2.1.5.

Необходимы испытания для проверки калибровки реле перегрузки с выдержкой времени. Это может быть единичное испытание с одновременной подачей во все полюса тока, кратного уставке, чтобы убедиться, что время расцепления совпадает (в пределах допусков) с кривыми, представленными изготовителем. Для минимальных реле тока, реле, чувствительных к опрокидыванию ротора, реле упора испытания проводят для проверки правильности срабатывания данных реле (см. 8.2.1.5.3—8.2.1.5.5).

9.3.6.3 Испытания электрической прочности изоляции

Использование металлической фольги необязательно.

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 60947-1:2007 [перечисление 1) 8.3.3.4.2].

(2) Выдерживаемое напряжение промышленной частоты

По IEC 60947-1:2007 [перечисление 2) 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), что 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 пускателей

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 пускателей (см. 5.2.5.3) 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

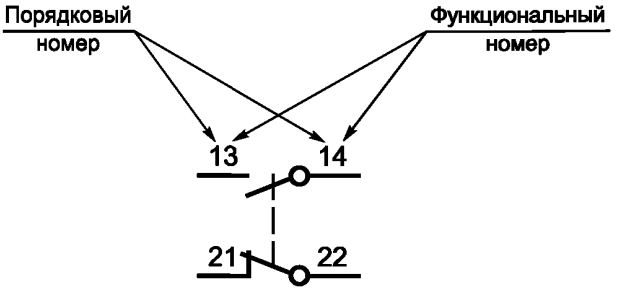
На рассмотрении.

А.2.3 Маркировка и идентификация выводов вспомогательных цепей

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.2.3.1 Функциональный номер

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

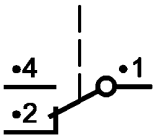
Примечание 1 — Определения размыкающих и замыкающих контактов приведены в IEC 60947-1:2007 (пункты 2.3.12 и 2.3.13).

Примеры



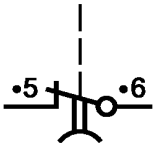
Примечание 2 — Точки в этих примерах заменяют порядковые номера, проставляемые по обстоятельствам.

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

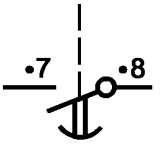


Функциональные номера 5 и 6 (для размыкающих контактов), 7 и 8 (для замыкающих контактов) присваивают выводам вспомогательных цепей, в которые входят вспомогательные контакты со специальными функциями.

Примеры



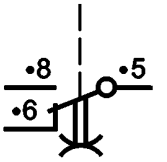
Размыкающий контакт с замедлением при замыкании



Замыкающий контакт с замедлением при замыкании

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

Пример



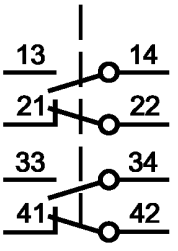
Переключающий контакт с замедлением в обоих направлениях

А.2.3.2 Порядковый номер

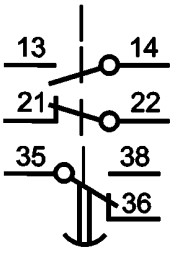
Выводы, принадлежащие одному контактному элементу, следует маркировать одним порядковым номером. Все контактные элементы с одинаковой функцией должны различаться порядковыми номерами.

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



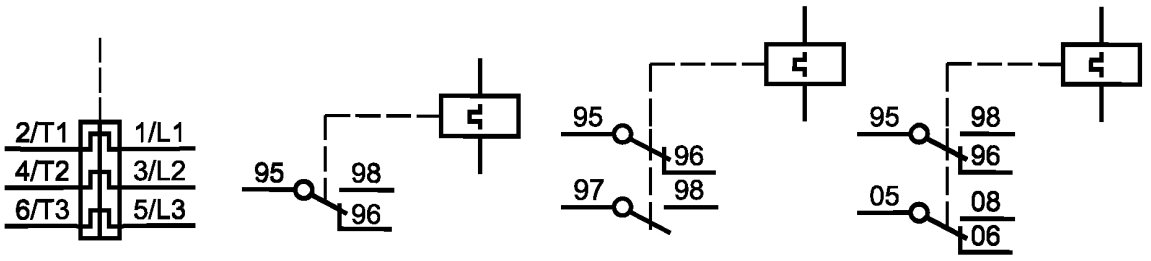
Три контактных элемента

А.3 Маркировка и идентификация выводов реле перегрузки

Выводы главных цепей реле перегрузки следует маркировать аналогично выводам главных цепей контроллеров и пускателей (см. А.2.1).

Выводы вспомогательных цепей перегрузки следует маркировать аналогично выводам вспомогательных цепей контроллеров и пускателей со специальными функциями (см. А.2.3). Первый порядковый номер всегда 9, если требуется второй вывод, то вместо 9 применяют 0.

Примеры



Альтернативно можно идентифицировать выводы на коммутационной схеме, поставляемой вместе с аппаратом.

Приложение B

Свободное

Приложение С
(обязательное)

Координация при токе пересечения между пускателем и связанным с ним УЗКЗ

С.1 Область применения

Данное приложение устанавливает метод проверки работоспособности устройства для защиты от перегрузки пускателей, когда пускатель связан с УЗКЗ.

С.2 Общие положения и определения

С.2.1 Общие положения

Данное приложение устанавливает различные методы проверки работоспособности пускателей и связанных с ними УЗКЗ при токах ниже и выше пересечения I_{co} их соответствующих время-токовых характеристик, представляемых изготовителями пускателей и УЗКЗ, и при соответствующих типах координации согласно 8.2.5.1.

Координация по току пересечения между пускателем и УЗКЗ может быть проверена либо прямым методом специальным испытанием по С.3, либо, для координации типа 2, косвенным методом согласно С.6.

С.2.2 Термины и соответствующие им определения

С.2.2.1 **ток пересечения I_{co}** (crossover current I_{co}): Ток, соответствующий точке пересечения средних или опубликованных кривых, представляющих время-токовые характеристики реле перегрузки и УЗКЗ соответственно.

Примечание — Средние — это кривые, соответствующие средним арифметическим значениям, рассчитанным из допусков на время-токовые характеристики, представленные изготовителем.

С.2.2.2 **испытательный ток I_{cd}** (test current I_{cd}): Испытательный ток, больший, чем I_{co}, включая допуски, обозначенный изготовителем и проверенный в соответствии с требованиями таблицы С.1.

С.2.2.3 **время-токовая характеристика перегрузочной способности контроллеров/пускателей** (time-current withstand characteristic capability of controllers/starters): График тока контроллера/пускателя, который он способен выдержать в заданной функции от времени.

С.3 Условия проведения испытаний по проверке координации по току пересечения прямым методом

Пускатель и связанное с ним УЗКЗ должны быть установлены и соединены как при нормальной эксплуатации. Все испытания должны быть выполнены из холодного состояния.

С.4 Испытательные токи и испытательные цепи

Испытательная цепь должна соответствовать IEC 60947-1:2007 (подпункт 8.3.3.5.2), исключая то, что колебательное переходное напряжение не должно корректироваться. Токи при испытании должны быть:

(i) 0,75 I_{co} (с допуском минус 5 %);

(ii) 1,25 I_{co} (с допуском плюс 5 %).

Коэффициент мощности испытательной цепи должен соответствовать таблице 11. Для небольших реле, имеющих высокое активное сопротивление, должны, как правило, использоваться индуктивности для наибольшего снижения коэффициента мощности. Восстанавливающееся напряжение должно составлять 1,05 номинального рабочего напряжения.

УЗКЗ должно соответствовать указанному в 8.2.5.1 и по номиналу и характеристикам соответствовать используемому при испытании по 9.3.4.3.

Пускатель должен соединяться так, чтобы разомкнуться, когда сработает реле перегрузки. Катушка должна питаться от отдельного источника при номинальном питающем напряжении управления.

С.5 Методика испытания и получаемые результаты

С.5.1 Методика испытания

При замкнутых пускателе и УЗКЗ испытательные токи, указанные в С.4, должны включаться отдельным коммутационным аппаратом. В каждом случае испытуемые устройства должны находиться при комнатной температуре.

После каждого испытания необходимо осмотреть УЗКЗ, если необходимо, возвратить реле перегрузки и расцепитель автоматического выключателя в исходное положение или заменить все плавкие предохранители, если хотя бы один из них расплавился.

С.5.2 Результаты, которые должны быть получены

После испытания при меньшем токе (i) по С.4 УЗКЗ не должно сработать, а реле перегрузки или расцепитель должен сработать, чтобы разомкнуть пускатель. Не должно быть повреждений пускателя.

После испытания при большем токе (ii) по С.4 УЗКЗ должно сработать раньше пускателя. Пускатель должен отвечать условиям 9.3.4.3.2 для типа координации, указанного изготовителем.

С.6 Проверка координации по току пересечения косвенным методом

С.6.1 Общие положения

Примечание — Для координации типа 1 косвенный метод может отличаться от косвенного метода, описанного в настоящем приложении, он находится в стадии рассмотрения. По этой причине косвенный метод проверки координации по точке пересечения применим только для координации типа 2.

Косвенный метод состоит в проверке на графике (см. рисунок С.1) условий соблюдения координации по току пересечения:

- время-токовая характеристика реле перегрузки (расцепителя) из холодного состояния, представленная изготовителем, должна указывать, как время отключения изменяется в функции тока до величины по крайней мере I_{co}; эта кривая должна располагаться ниже время-токовой характеристики УЗКЗ до I_{co};
- I_{cd} пускателя, испытанного по С.6.2, больше, чем I_{co};
- время-токовая перегрузочная характеристика контроллера, испытанного по С.6.3, должна располагаться выше время-токовой характеристики (из холодного состояния) реле перегрузки до I_{co}.

С.6.2 Испытание при I_{cd}

По 9.3.4.1 со следующим дополнением.

Методика испытания: контроллер или пускатель должен включать и отключать испытательный ток I_{cd} в течение рабочих циклов, указанных в таблице С.1. Это выполняется при отсутствии УЗКЗ в схеме.

Таблица С.1 — Условия испытаний

Испытательный ток	U_r/U_e	Cos φ	Время протекания тока (см. примечание 2), с	Время обеточивания, с	Число циклов оперирования
I_{cd}	1,05	См. примечание 1	0,05	См. примечание 3	3

Примечания

1 Коэффициент мощности должен быть выбран в соответствии с IEC 60947-1:2007 (таблица 16).

2 Время может быть менее 0,05 с, если контакты успевают установиться должным образом перед последующим размыканием.

3 См. таблицу 11.

Поведение контроллеров и пускателей во время и после испытаний при токе I_{cd}:

a) в течение испытания не должно происходить ни постоянного дугообразования, ни перекрытия между полюсами, ни перегорания плавкого элемента в цепи заземления (см. 9.3.4.1.2), ни сваривания контактов;

b) после испытания:

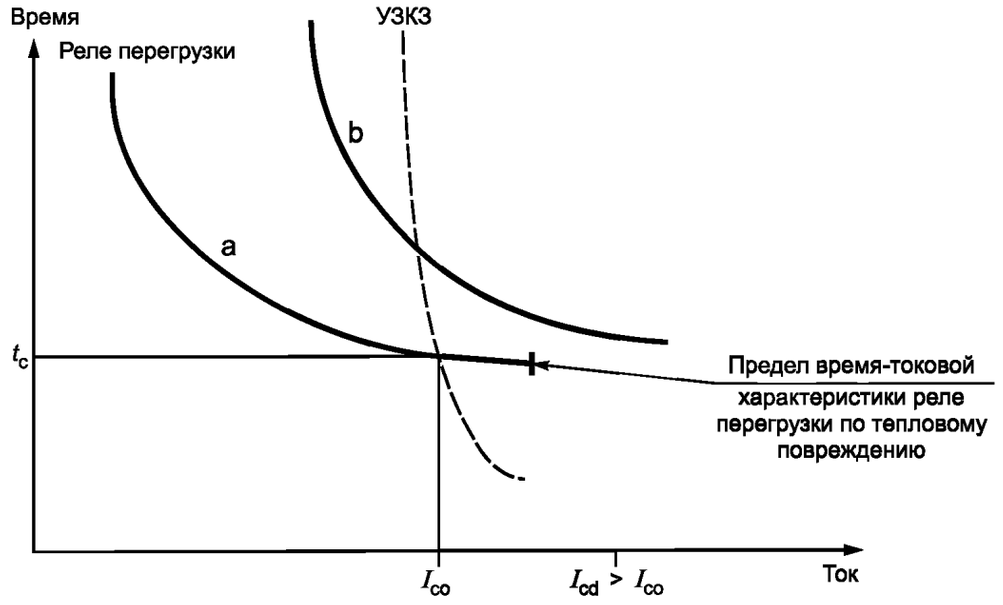
1) контакты должны функционировать правильно, когда контроллер или пускатель переключают соответствующим методом управления;

2) электроизоляционные свойства контроллеров и пускателей проверяют испытаниями электроизоляционных свойств контроллера или пускателя, используя практически синусоидальное испытательное напряжение двойного значения номинального рабочего напряжения U_e, использовавшегося при испытании на I_{cd} с минимумом 1000 В. Испытательное напряжение должно быть приложено в течение 5 с, как указано в перечислениях 2) c) i) и 2) c) ii) подпункта 9.3.3.4.1.

С.6.3 Время-токовая характеристика перегрузочной способности контроллеров/пускателей

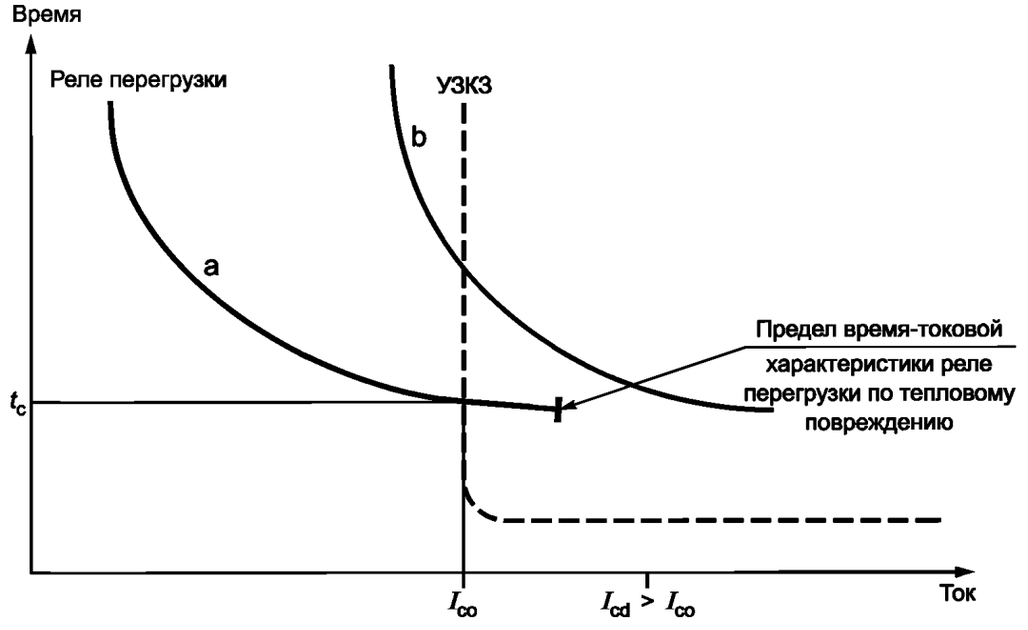
Характеристика выдается изготовителем по крайней мере до I_{co}.

Эта характеристика действительна для токов перегрузки контроллера при комнатной температуре. Минимальная продолжительность охлаждения, требующаяся для контроллера между двумя такими испытаниями на перегрузку, должна быть указана изготовителем.



a — средняя время-токовая характеристика реле перегрузки из холодного состояния;
b — время-токовая характеристика перегрузочной способности контроллера

a — Координация с плавким предохранителем



a — средняя время-токовая характеристика реле перегрузки из холодного состояния;
b — время-токовая характеристика перегрузочной способности контроллера

b — Координация с автоматическим выключателем

Рисунок С.1 — Примеры время-токовых перегрузочных характеристик

Приложение D

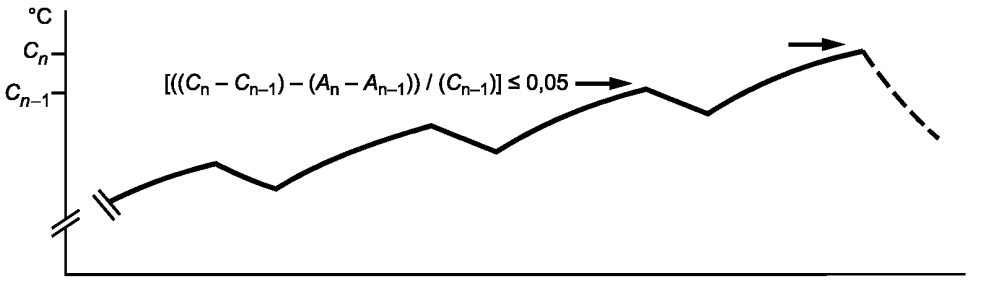
Свободное

Приложение E

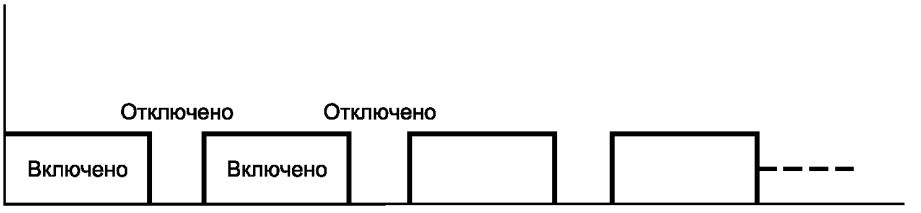
Свободное

Приложение F
(рекомендуемое)

Работоспособность в условиях эксплуатации



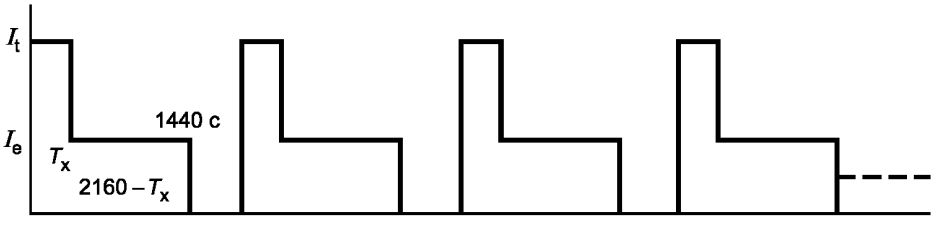
Характерный профиль превышения температуры



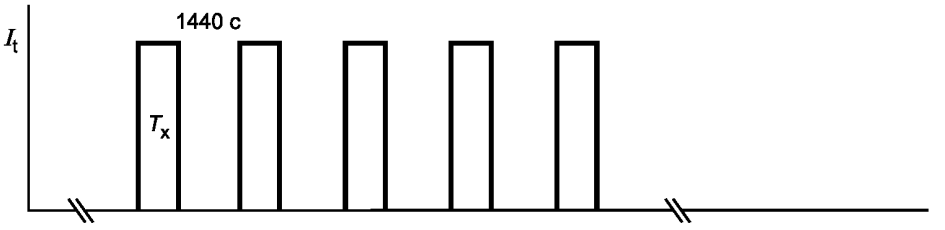
Характерный профиль циклов под нагрузкой/без нагрузки



Характерный профиль напряжения управления, U_c

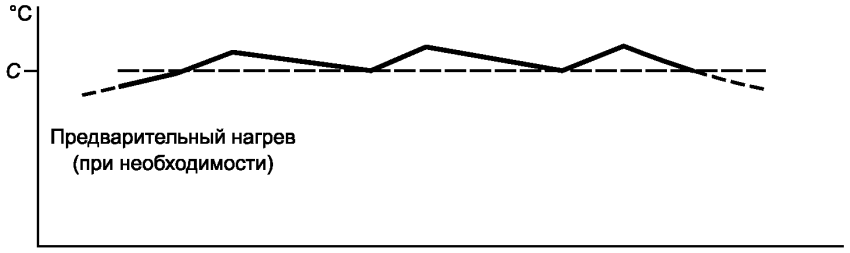


Профиль испытательного тока для AC-52a, AC-53a, AC-58a

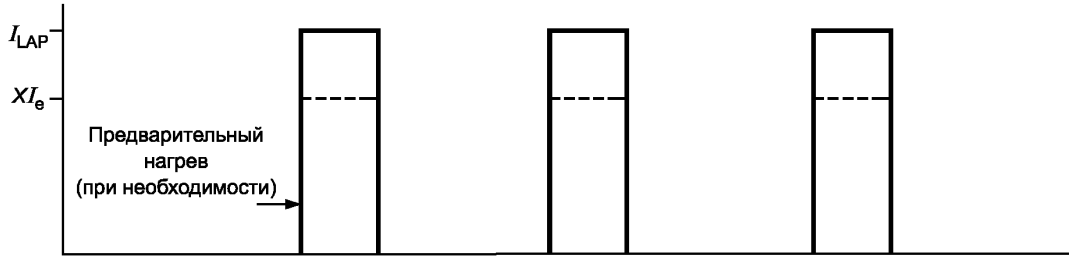


Профиль испытательного тока для AC-52b, AC-53b, AC-58b

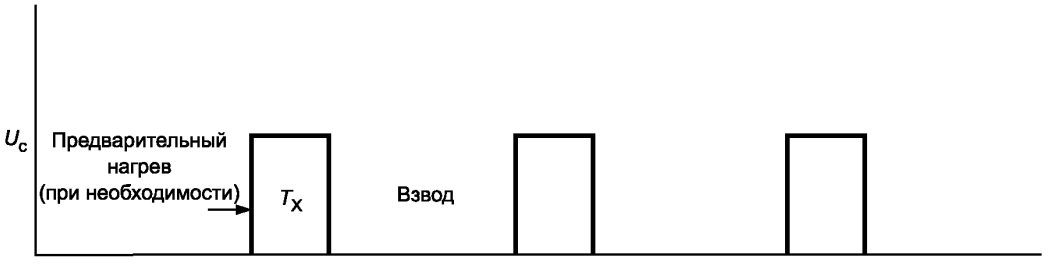
Рисунок F.1 — Профиль испытания на тепловую стабильность



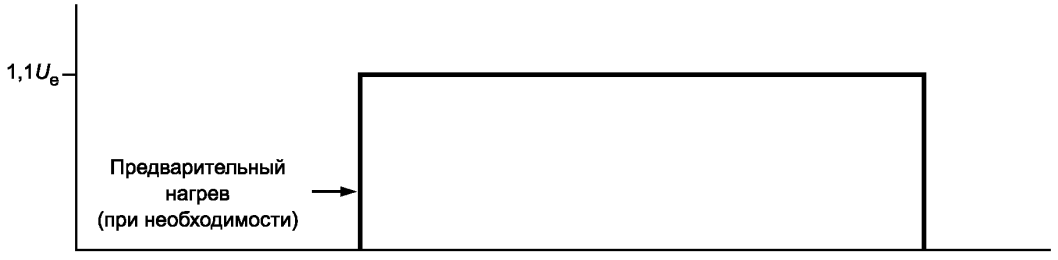
Характерный профиль превышения температуры



Профиль испытательного тока



Профиль напряжения управления, U_c



Профиль испытательного напряжения U_T главной цепи

Рисунок F.2 — Профиль испытания на перегрузочную способность

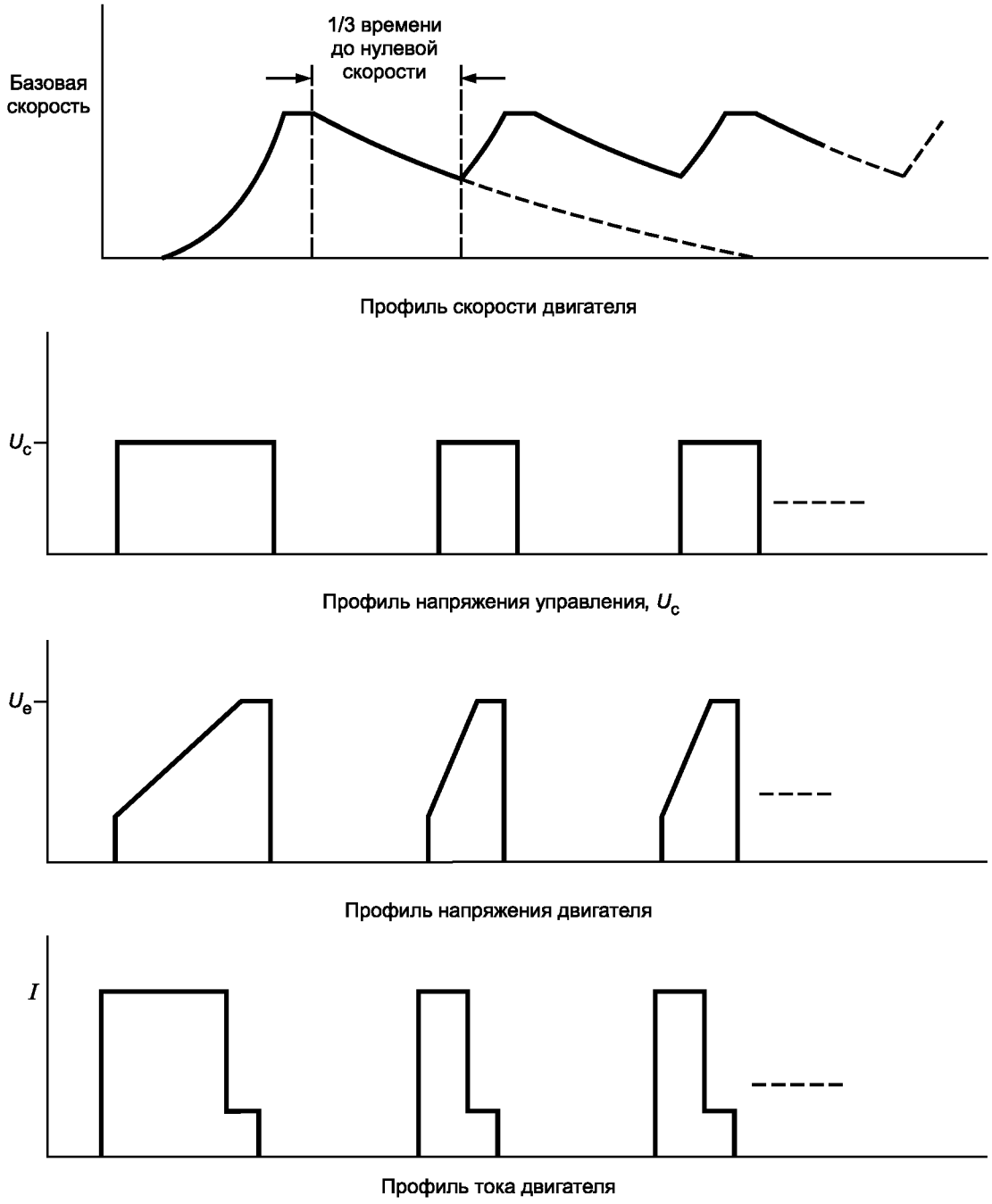


Рисунок F.3 — Профиль испытания на блокирующую и коммутационную способность

Приложение G
(рекомендуемое)

Примеры конфигураций цепей управления

G.1 Внешнее устройство управления (ВУУ)

G.1.1 Определение ВУУ

Любой внешний элемент, влияющий на управление контроллера.

G.1.2 Схематическое изображение ВУУ

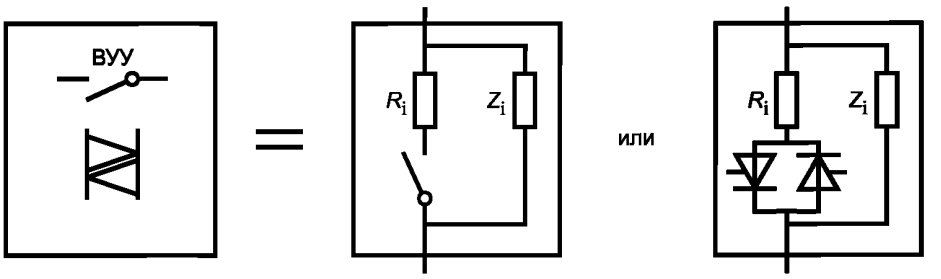


Рисунок G.1 — Схематическое изображение ВУУ

G.1.3 Параметры ВУУ:

R_i — внутреннее сопротивление;

Z_i — внутреннее сопротивление утечки.

Примечание — Если ВУУ является механической кнопкой, тогда сопротивлением R_i можно пренебречь, а Z_i часто принимают за бесконечность (∞).

G.2 Конфигурации цепей управления

G.2.1 Контроллер с внешним источником питания цепи управления

G.2.1.1 Единый ввод для источника питания и цепи управления

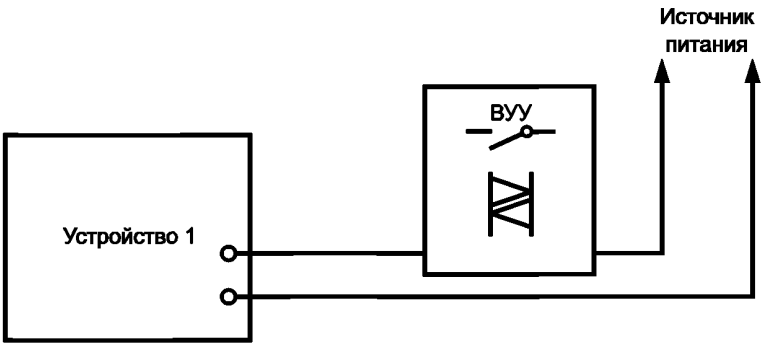


Рисунок G.2 — Единый ввод для источника питания и цепи управления

G.2.1.2 Раздельные вводы для источника питания и цепи управления

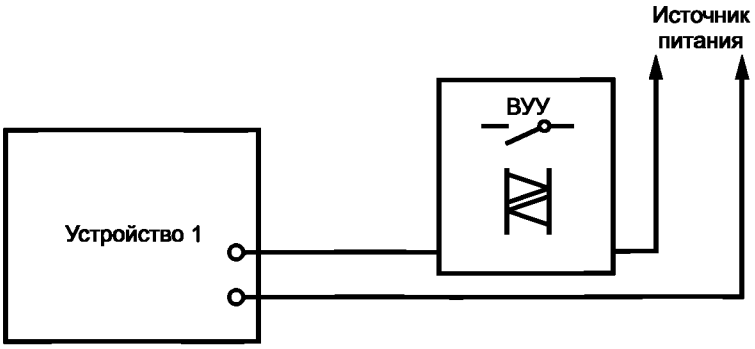
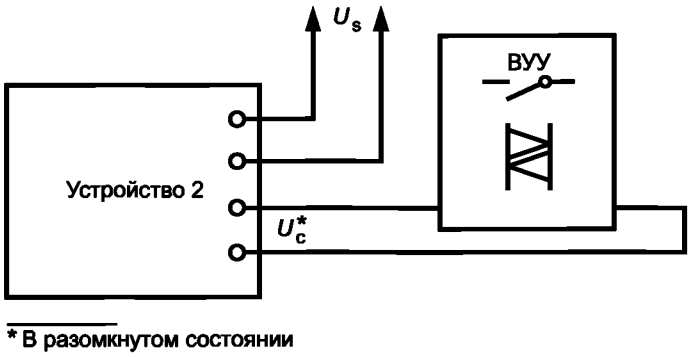


Рисунок G.3 — Раздельные вводы для источника питания и цепи управления



G.2.2 Контроллеры с единым вводом внутреннего источника питания для цепи управления и вводом для цепи управления

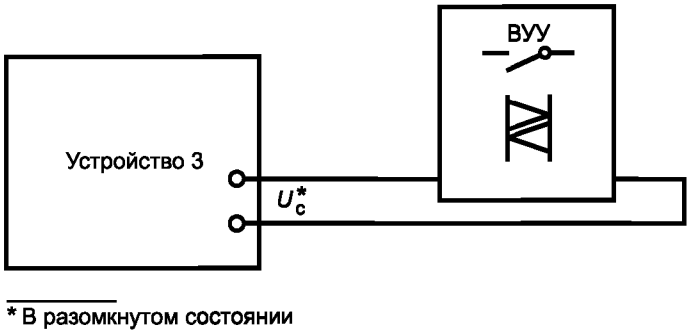


Рисунок G.4 — Контроллеры с единым вводом внутреннего источника питания для цепи управления и вводом для цепи управления

Приложение H

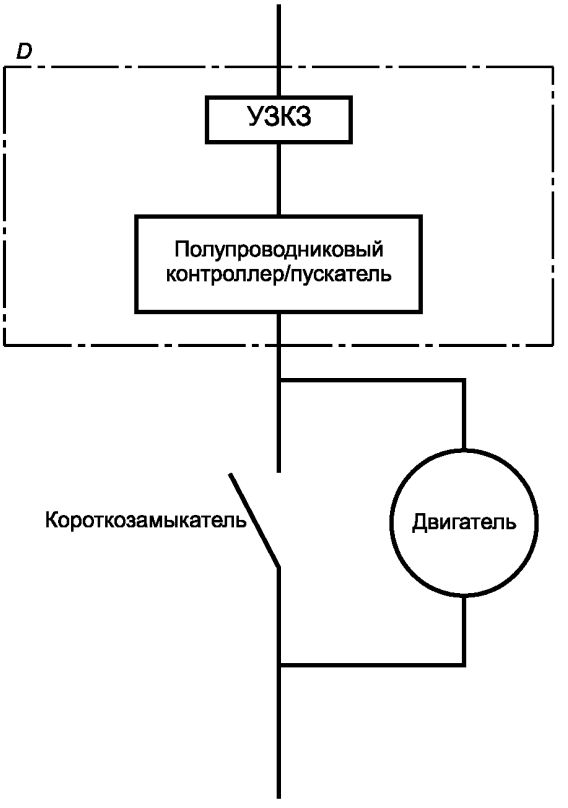
Свободное

Приложение I
(обязательное)

Модифицированная цепь для испытания на короткое замыкание полупроводниковых контроллеров и пускателей

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

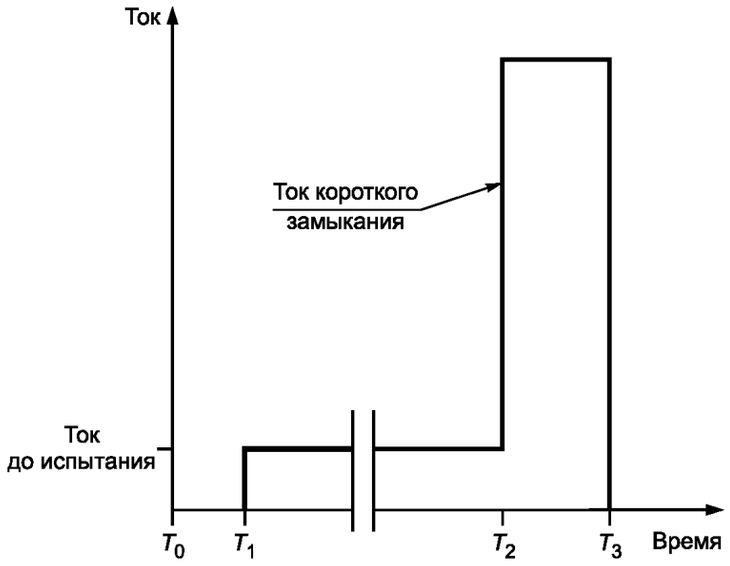
Настоящая схема показывает модификацию только одной фазы стандартной однофазной испытательной цепи для испытаний на короткое замыкание полупроводниковых контроллеров. Модификации каждой фазы для испытания многофазных аппаратов аналогичны. Единственные изменения, которые необходимо провести, показаны на рисунке I.1.



D — испытуемый аппарат (ИА) (в том числе соединительные кабели)

Примечание — Габариты включают металлический экран или оболочку.

Рисунок I.1 — Модифицированная схема для испытания на короткое замыкание полупроводниковых аппаратов

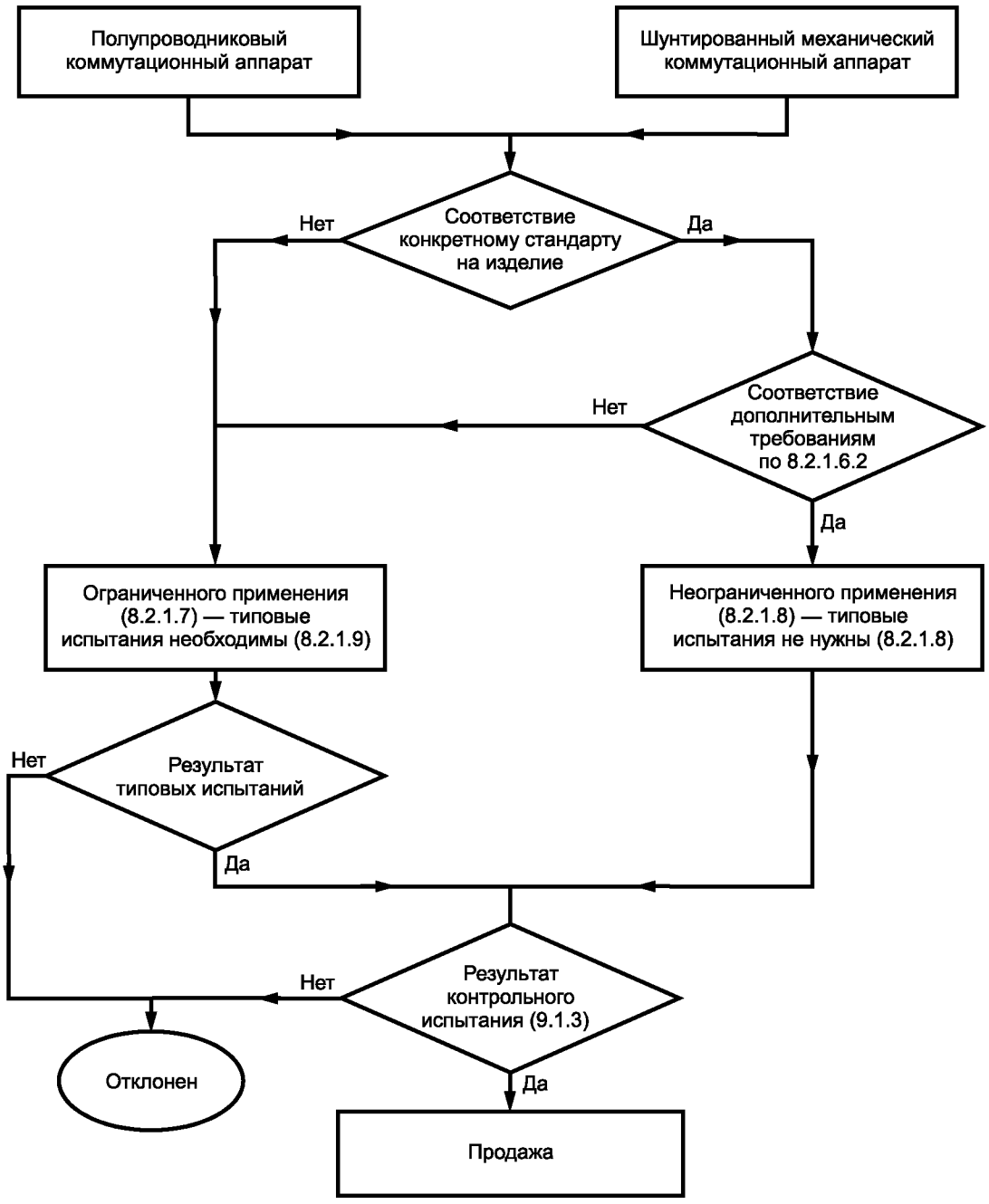


T_0 — размыкание короткозамыкателя [перечисление a) 9.3.4.1.6];
T_1 — подача питания в испытательную цепь [перечисление b) 9.3.4.1.6];
T_2 — короткозамыкатель замкнут [перечисление c) 9.3.4.1.6];
T_3 — УЗКЗ ликвидирует повреждение

Рисунок I.2 — Временная ось для испытаний на короткое замыкание в соответствии с 9.3.4.1.6

Приложение J
(рекомендуемое)

Блок-схема построения испытаний шунтированных полупроводниковых контроллеров



Приложение К
(обязательное)

Электронные реле перегрузки с расширенными функциями

К.1 Область применения

К.1.1 Общие положения

Настоящее приложение распространяется на функции электронных реле перегрузки, непосредственно не связанные с защитой от перегрузок.

Все функции, которые содержат реле перегрузки, не охватываются настоящим стандартом, они должны отвечать требованиям конкретных стандартов.

Настоящее приложение распространяется исключительно на электронные реле, предназначенные для применения в цепях переменного тока.

К.1.2 Функция обнаружения дифференциального тока

Устройства, реагирующие на дифференциальные токи утечки, используют в качестве систем защиты. Такие устройства часто применяют совместно или в качестве неотъемлемой части электронных реле перегрузки для обнаружения тока утечки в электроустановках или двигателях с целью обеспечения дополнительной защиты от пожаров и других поражающих факторов, возникающих вследствие замыканий на землю продолжительного действия, которые не могут быть обнаружены с помощью функции защиты от сверхтоков. Вышесказанное не относится к поведению устройств в присутствии постоянной составляющей тока.

К.2 Термины и соответствующие им определения

В настоящем приложении используют следующие термины и их определения:

К.2.1 **электронное реле перегрузки с функцией обнаружения дифференциального тока** [electronic overload relay with residual current (earth fault) function]: Многополюсное электронное реле, которое срабатывает, если сумма векторов токов, протекающих в главной цепи, превысит установленное значение в соответствии с указанными требованиями.

К.2.2 **электронное реле перегрузки с функцией обнаружения асимметрии тока или напряжения** (electronic overload relay with current or voltage asymmetry function): Электронное реле перегрузки, которое срабатывает в случае асимметрии величины тока или напряжения в соответствии с указанными требованиями.

К.2.3 **электронное реле перегрузки с функцией обнаружения обратного вращения фаз** (electronic overload relay with phase reversal function): Многополюсное электронное реле перегрузки, которое срабатывает при ненадлежащей последовательности фаз со стороны питания пускателя в соответствии с указанными требованиями.

К.2.4 **электронное реле перегрузки, чувствительное к перенапряжению** (over-voltage sensitive electronic overload relay): Электронное реле перегрузки, которое срабатывает в случае, если напряжение превысит заданное значение в соответствии с указанными требованиями.

К.2.5 **ток торможения I_{ic}** (inhibit current I_{ic}): Ток повреждения, при превышении которого не начинается размыкание коммутационного аппарата.

К.3 Классификация электронных реле перегрузки

a) Реле или расцепитель асимметрии тока или напряжения;

b) реле или расцепитель перенапряжения;

c) реле или расцепитель, чувствительные к дифференциальному току (замыканию на землю);

d) реле или расцепитель обратного вращения фаз.

К.4 Типы реле

Тип А: электронное реле типа А — это реле, которое начинает размыкание коммутационного аппарата при любом уровне тока повреждения.

Тип В: электронное реле типа В — это реле, которое не начинает размыкание коммутационного устройства при превышении установленного уровня тока I_{ic} (ток торможения).

К.5 Требования к работоспособности

К.5.1 Пределы срабатывания электронного реле перегрузки дифференциального тока

Реле перегрузки дифференциального тока, объединенное с коммутационным аппаратом, должно срабатывать на размыкание коммутационного аппарата согласно требованиям таблицы К.1. Для реле или расцепителей с диапазоном уставок дифференциального тока пределы срабатывания реле проверяют при наименьшей и наибольшей уставках.

Таблица К.1 — Время срабатывания реле дифференциального тока

Кратность уставки дифференциального тока	Время срабатывания T_p, мс
≤ 0,9	не срабатывает
1,1	$10 < T_p \leq 1000$

К.5.2 Пределы срабатывания реле дифференциального тока типа В

По К.5.1 со следующим дополнением.

Электронное реле дифференциального тока типа В, объединенное с коммутационным аппаратом, не должно начинать операцию по размыканию коммутационного аппарата при наличии дифференциального тока, если ток повреждения в любой из фаз достигнет или превысит 95 % установленного уровня тока I_{ic} (см. К.4), и должно сработать на размыкание, если ток повреждения в любой из фаз составляет 75 % или менее I_{ic}.

К.5.3 Пределы срабатывания реле асимметрии напряжения

Реле асимметрии напряжения в сочетании с коммутационным аппаратом должно сработать на размыкание аппарата в пределах 120 % уставки по времени и должно сработать на предупреждение замыкания коммутационного аппарата, если асимметрия напряжения превысит 1,2 уставки асимметрии напряжения.

К.5.4 Пределы срабатывания реле обратного вращения фаз

Реле обратного вращения фаз в сочетании с коммутационным аппаратом должно допускать замыкание аппарата, если последовательность фазных напряжений со стороны питания пускателя соответствует уставке последовательности фазных напряжений. После переключения двух фаз реле не должно допускать замыкание аппарата.

К.5.5 Пределы срабатывания реле асимметрии тока

Реле асимметрии тока в сочетании с коммутационным аппаратом должно сработать на размыкание аппарата в пределах 120 % уставки по времени, если асимметрия тока превысит 1,2 уставки асимметрии тока.

К.5.6 Пределы срабатывания реле или расцепителя перенапряжения

a) Рабочее напряжение

Реле или расцепитель перенапряжения в сочетании с коммутационным аппаратом должны сработать на размыкание аппарата и предупредить замыкание аппарата, если напряжение питания превысит установленное значение, если оно установлено, или превысит 110 % номинального напряжения реле или расцепителя в течение установленного времени.

b) Время срабатывания

Для реле или расцепителя перенапряжения с выдержкой времени выдержку времени измеряют от момента достижения напряжением рабочего значения до момента приведения в действие расцепляющего механизма аппарата.

К.6 Испытания

К.6.1 Пределы срабатывания реле дифференциального тока типа А

Пределы срабатывания должны соответствовать К.5.1 и проверяться в следующем порядке.

Для реле перегрузки с регулируемой уставкой дифференциального тока испытания проводят при минимальной и максимальной уставках по току.

Испытательная цепь должна соответствовать рисунку К.1. Испытание проводят при любом удобном напряжении и токе и коэффициенте мощности ≥ 0,8.

Испытательную цепь калибруют на каждое из значений отключающего дифференциального тока, указанных в таблице К.1, по применению; выключатель S_1 находится в замкнутом положении, а дифференциальный ток мгновенно возникает при замыкании выключателя S_2.

Для реле дифференциального тока типа CII значение тока торможения должно быть установлено не менее чем на 30 % выше максимальной уставки дифференциального тока.

К.6.2 Проверка функции торможения реле дифференциального тока типа В

По К.6.1 со следующим дополнением.

Пределы срабатывания в условиях сверхтока должны соответствовать К.5.1 и проверяться в следующем порядке.

Испытание проводят с трехфазной нагрузкой, испытательная цепь должна соответствовать рисунку К.1. Испытание проводят при любом удобном напряжении и токе и коэффициенте мощности ≥ 0,8.

Для реле перегрузки с регулируемой уставкой дифференциального тока испытание проводят с наименьшей уставкой.

Для реле перегрузки с регулируемой уставкой тока торможения I_{ic} испытание проводят при наименьшей и наибольшей уставках I_{ic}.

Полное сопротивление Z_1 регулируют так, чтобы ток, протекающий в цепи, был равен:

a) 95 % тока торможения I_{ic}, при этом выключатель S_1 находится в замкнутом положении, а дифференциальный ток мгновенно возникает при замыкании выключателя S_2.

Реле перегрузки не должно начать размыкание коммутационного аппарата;

b) 75 % тока торможения I_{ic}, при этом выключатель S_1 находится в замкнутом положении, а дифференциальный ток устанавливается замыканием выключателя S_2.

Реле перегрузки должно начать размыкание коммутационного аппарата.

К.6.3 Реле асимметрии тока

Пределы срабатывания проверяют согласно К.5.5.

К.6.4 Реле асимметрии напряжения

Пределы срабатывания проверяют согласно К.5.3.

К.6.5 Реле вращения фаз

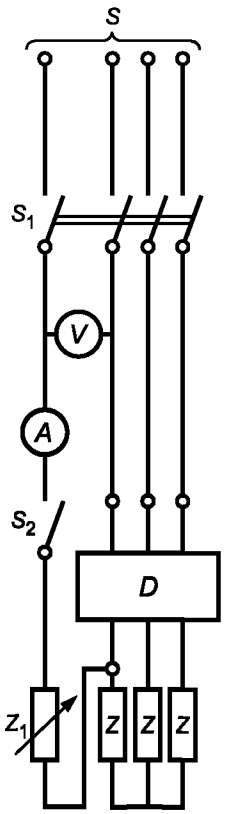
Пределы срабатывания проверяют согласно К.5.4.

К.6.6 Реле перенапряжения

Пределы срабатывания проверяют согласно К.5.6.

К.7 Контрольные и выборочные испытания

Электронные реле перегрузки с расширенными функциями, кроме испытаний по 9.3.6, должны подвергаться дополнительным испытаниям для проверки должного выполнения соответствующих дополнительных функций согласно К.5.



S — источник питания; *V* — вольтметр; *A* — амперметр; S_1 — многополюсный выключатель; S_2 — однополюсный выключатель; *D* — испытуемое реле перегрузки; *Z* — цепь нагрузки; Z_1 — регулируемое полное сопротивление

Рисунок К.1 — Испытательная цепь для проверки рабочих характеристик электронных реле перегрузки дифференциального тока

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60034-1:2010	MOD	ГОСТ 28173—89 «Машины электрические вращающиеся. Номинальные данные и рабочие характеристики»
IEC 60085:2004	—	*
IEC 60269-1:2009	IDT	ГОСТ 31196.0—2012 «Низковольтные плавкие предохранители. Общие требования»
IEC 60410:1973	—	*
IEC 60664 (все части)	IDT	ГОСТ IEC 60664 (все части) «Координация изоляции для оборудования низковольтных систем»
IEC 60947-1:2007	IDT	ГОСТ IEC 60947-1:2014 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила»
IEC 61000-4 (все части)		ГОСТ 30804.4 (все части) «Совместимость технических средств электромагнитная»
CISPR 11:2009	IDT	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 использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

Библиография

IEC 60050-161:1990	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 161: Electromagnetic compatibility. Amendment 1 (1997), Amendment 2 (1998) (Международный электротехнический словарь. Глава 161. Электромагнитная совместимость)
IEC 60050-441:1984	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses (Международный электротехнический словарь. Глава 441. Коммутационная аппаратура, аппаратура управления и предохранители)
IEC 60146 (все части)	Semiconductor convertors — General requirements and line commutated convertors (Преобразователи полупроводниковые. Общие требования и линейные коллекторные преобразователи)
IEC 60255 (все части)	Measuring relays and protection equipment (Реле измерительные и защитное оборудование)
IEC 60417	Graphical symbols for use on equipment (Обозначения графические на оборудовании)
IEC 60947-5-1	Low voltage switchgear and controlgear — Part 5-1: Control circuit devices and switching elements (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 5-1. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления)
IEC/TR 61000-2-1:1990	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 2: Environment — Section 1: Description of the environment — Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signaling in public power supply systems [Электромагнитная совместимость (EMC). Часть 2: Условия окружающей среды. Раздел 1. Описание условий окружающей среды. Электромагнитная обстановка, влияющая на низкочастотные проводимые помехи и прохождение сигналов в системах коммунального энергоснабжения]
IEC 61000-3-2:2005	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 3-2: Limits — Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase). Amendment 1 (2008), Amendment 2 (2009) [Электромагнитная совместимость. Часть 3-2. Пределы. Пределы выбросов для синусоидального тока (оборудование с входным током менее или равным 16 А на фазу)]
IEC 61000-4-2:2008	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-2: Testing and measurement techniques — Electrostatic discharge immunity test (Электромагнитная совместимость. Часть 4-2. Методики испытаний и измерений. Испытание на невосприимчивость к электростатическому разряду)
IEC 61000-4-3:2006	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-3: Testing and measurement techniques — Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test. Amendment 1 (2007), Amendment 2 (2010) (Электромагнитная совместимость. Часть 4-3. Методики испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к воздействию электромагнитного поля с излучением на радиочастотах)
IEC 61000-4-4:2004	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-4: Testing and measurement techniques — Electrical fast transient/burst immunity test. Amendment 1 (2010) [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытание на невосприимчивость к быстрым переходным процессам и всплескам]
IEC 61000-4-5:2005	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-5: Testing and measurement techniques — Surge immunity test (Электромагнитная совместимость. Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к перенапряжениям)
IEC 61000-4-6:2008	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-6: Testing and measurement techniques — Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields [Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-6. Методы испытаний и измерений. Устойчивость к кондуктивным помехам, создаваемым радиочастотными полями]
IEC 61000-4-11:2004	Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-11: Testing and measurement techniques — Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity test (Электромагнитная совместимость. Часть 4-11. Методики испытаний и измерений. Кратковременные понижения напряжения, короткие отключения)
IEC 61131-2:2007	Programmable controllers — Part 2: Equipment requirements and tests (Микроконтроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытания)

УДК 621.3.002.5.027.2:006.354 МКС 29.130.20 IDT

Ключевые слова: полупроводниковые контроллеры и пускатели

БЗ 6—2017/31

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

Сдано в набор 13.11.2018. Подписано в печать 18.12.2018. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 8,84. Уч.-изд. л. 8,83.
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