|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ЕВРАЗИЙСКИЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ**  **(ЕАСС)**  **EURO-ASIAN COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION**  **(ЕАSC)** | | |
|  | | **МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ** | ГОСТ  IEC 60947-6-2—  202\_\_  *(проект,  первая редакция)* |

**АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

**НИЗКОВОЛЬТНАЯ**

**Часть 6-2.**

**Аппаратура многофункциональная.**

**Коммутационные устройства (или оборудование) управления и защиты**

**(IEС 60947-6-2:2020 Low-voltage switchgear and controlgear - Part 6-2: Multiple function equipment - Control and protective switching devices (or equipment) (CPS), IDT)**

*Настоящий проект стандарта   
не подлежит применению до его принятия*

**Москва**

**Российский институт стандартизации**

**20\_\_**

**Предисловие**

Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС) представляет собой региональное объединение национальных органов по стандартизации государств, входящих в Содружество Независимых Государств. В дальнейшем возможно вступление в ЕАСС национальных органов по стандартизации других государств.

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 Акционерным обществом «Диэлектрические кабельные системы» (АО «ДКС») на основе собственного перевода на русский язык английской 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 )

За принятие проголосовали:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Краткое наименование страны по МК  (ИСО 3166) 004–97 | Код страны по МК (ИСО 3166) 004–97 | Сокращенное наименование  национального органа  по стандартизации |
| Азербайджан  Армения  Беларусь  Грузия  Казахстан  Кыргызстан  Молдова  Российская Федерация  Таджикистан  Туркменистан  Узбекистан  Украина | AZ  AM  BY  GE  KZ  KG  MD  RU  TJ  TM  UZ  UA | Азстандарт  Минэкономики Республики  Армения  Госстандарт республики  Беларусь  Грузстандарт  Госстандарт республики  Казахстан  Кыргызстандарт  Молдова-Стандарт  Росстандарт  Таджикстандарт  Главгосслужба  «Туркменстандартлары»  Узстандарт  Минэкономразвития Украины |

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от г. № межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60947-6-2–202\_ введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60947-6-2:2020 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 6-2. Оборудование многофункциональное. Коммутационные устройства (или оборудование) управления и защиты» (Low-voltage switchgear and controlgear - Part 6-2: Multiple function equipment - Control and protective switching devices (or equipment) (CPS))

Международный стандарт IEC 60947-6-2 разработан подкомитетом 121A «Низковольтные распределительные устройства и устройства управления» Технического комитета 121 «Распределительные устройства и устройства управления и их сборки для низкого напряжения» Международной электротехнической комиссии (IEC).

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

6 ВЗАМЕН ГОСТ IEC 60947-6-2-2013

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

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

© IEC, 2022

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 202\_

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

* + - * 1. **Содержание**

1 Область применения

2 Нормативные ссылки

3 Термины и определения

3.1 Общие положения

3.2 Термины и определения, относящиеся к оборудованию

3.3 Термины и определения, касающиеся характерных величин

3.4 Термины и определения, касающиеся аспектов безопасности

4 Классификация

5 Характеристики

5.1 Перечень характеристик

5.2 Тип оборудования

5.3 Номинальные и предельные значения параметров силовой цепи

5.4 Категории применения

5.5 Цепи управления

5.6 Вспомогательные цепи

5.7 Реле и расцепители

6 Информация об устройстве

6.1 Характер информации

6.2 Маркировка

6.3 Инструкции по монтажу, эксплуатации и обслуживанию

6.4 Экологическая информация

7 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортирования

8 Требования к конструкции и работоспособности

8.1 Требования к конструкции

8.2 Требования к работоспособности

8.3 Электромагнитная совместимость (ЭМС)

9 Испытания

9.1 Виды испытаний

9.2 Соответствие требованиям конструкции

9.3 Соответствие требованиям к работоспособности

9.4 Испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС)

9.5 Циклы испытаний

9.6 Контрольные испытания

Приложение А (обязательное) Специальные испытания

Приложение В (ХХХ) Свободно

Приложение C (обязательное) Маркировка и идентификация контактных зажимов   
КУУЗ

Приложение D (справочное) Вопросы, подлежащие согласованию между изготовителем и потребителем

Приложение E (ХХХ) Свободно

Приложение F (обязательное) Требования к вспомогательному контакту, соединенному с силовым контактом (зеркальным контактом)

Приложение G (обязательное) Последовательность испытаний КУУЗ для систем IT

Приложение H (ХХХ) Свободно

Приложение I (справочное) Классификатор символов и графическое представление характеристик

Приложение J (ХХХ) Свободно

Приложение K (обязательное) Процедура получения данных по применению электромеханических КУУЗ в назначениях функциональной безопасности

Приложение L (ХХХ) Свободно

Приложение M (обязательное) Показатели мониторинга нагрузки

Приложение N (обязательное) Дополнительные требования и испытания для оборудования с защитным разделением

Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Библиография

## **МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**

**АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

**НИЗКОВОЛЬТНАЯ**

**Часть 6-2**

**Аппаратура многофункциональная.**

**Коммутационные устройства (или оборудование) управления и защиты**

Low-voltage switchgear and controlgear. Part 6-2. Multiple function equipment.  
Control and protective switching devices (or equipment) (CPS)

**Дата введения – 202х – хх – хх**

# 1 Область применения

Настоящий стандарт применяется к коммутационным устройствам управления и защиты (или к оборудованию) (КУУЗ), силовые контакты которых предназначены для подключения к цепям с номинальным напряжением, не превышающим 1000 В переменного тока или 1500 В постоянного тока.

Стандарт распространяет свое действие на коммутационные устройства управления и защиты (КУУЗ):

* обеспечивает функции защиты и управления цепями и двигателями;
* с функцией управления осуществляется исключительно иным способом, чем вручную;
* обеспечивает непрерывность обслуживания после перегрузки по току; и
* может иметь дополнительные функции, такие как разъединение или связь.

Настоящий стандарт не применяется к:

* вспомогательным контактам, попадающим под действие стандарта IEC 60947-5-1;
* КУУЗ, включенному в цепь после частотного преобразователя[[1]](#footnote-1);

Примечание — Дополнительные требования к КУУЗ, включенному в цепь после частотного преобразователя, рассматриваются для следующего цикла технического обслуживания.

* использованию устройства с дополнительными мерами предосторожности во взрывоопасных средах, попадающих под IEC 60079 (все части);
* технологическим требованиям для разработки встроенного программного обеспечения, на который распространяется IEC TR 63201;
* аспектам информационной безопасности, охватываемым IEC TS 63208.

Настоящий стандарт содержит:

* характеристики КУУЗ;
* условия соответствия, предъявляемые к КУУЗ применительно к срабатыванию и работоспособности, диэлектрическим свойствам, степени защиты, обеспечиваемой их оболочкой, где это применимо, его конструкции, включая меры безопасности от поражения электрическим током, пожарной и механической опасности;
* методы испытаний, предназначенные для проверки соблюдения условий, и методы оценки проведенных испытаний;
* информации, которую наносят на КУУЗ или предоставляют вместе с ней.

# 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы следующие ссылочные международные документы, часть или все их содержание соответствуют требованиям настоящего стандарта. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного международного документа. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного международного документа (включая все его изменения).

IEC 60034-1:2017[[2]](#footnote-2), 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 60417, Graphical symbol for user on equipment (available at https://www.graphical-symbols.info/equipment) [Графические символы для применения на оборудовании (доступно на сайте: <https://www.graphical-symbols.info/equipment>)]

IEC 60617, Graphical symbols for diagrams (available at <http://std.iec.ch/iec60617>) [Обозначения условные графические для схем (доступно по ссылке: http://std.iec.ch/iec60617)]

IEC 60715:2017, Dimensions of low-voltage switchgear and controlgear ꟷ Standardized mounting on rails for mechanical support of switchgear, controlgear and accessories (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Установка и крепление на направляющих электрических аппаратов в устройствах распределения и управления)

IEC 60730-1, Automatic electrical controls – Part 1: General requirements (Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 1. Общие требования)

IEC 60947-1:2020, Low-voltage switchgear and controlgear ꟷ Part 1: General rules, (Устройство распределительное комплектное. Часть 1. Общие правила)

IEC 60947-2:2016, Low-voltage switchgear and controlgear ꟷ Part 2: Circuit-breakers (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 2. Автоматические выключатели)

IEC 60947-2:2016/AMD1:2019 (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели. Изменение 1)

IEC 60947-5-1:2016, Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления)

IEC 61000-6-2, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-2. Общие стандарты. Стандарт помехоустойчивости для промышленных обстановок)

IEC 61051-2, Varistors for use in electronic equipment – Part 2: Sectional specification for surge suppression varistors (Варисторы для электронного оборудования. Часть 2. Групповые технические условия на варисторы для подавления импульсного перенапряжения)

CISPR 11:2015, Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment ꟷ Electromagnetic disturbance characteristics ꟷ Limits and methods of measurement (Промышленные, научные, медицинские и бытовые (ПНМБ) высокочастотные устройства. Нормы и методы измерений)

CISPR 11:2015/AMD1:2016 (Промышленные, научные, медицинские и бытовые (ПНМБ) высокочастотные устройства. Нормы и методы измерений. Изменение 1)

CISPR 11:2015/AMD2:2019 (Промышленные, научные, медицинские и бытовые (ПНМБ) высокочастотные устройства. Нормы и методы измерений. Изменение 2)

CISPR 32, Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements (Электромагнитная совместимость оборудования мультимедиа. Требования к электромагнитной эмиссии)

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

# 3 Термины и определения

### 3.1 Общие положения

В настоящем стандарте применены термины и определения согласно [IEC 60947-1:2020], раздел 3, а также дополнен следующими терминами, определениями, условными обозначениями и сокращениями.

ISO и IEC ведут терминологические базы данных, используемых при стандартизации и доступных по следующим адресам:

* электропедия IEC доступна по ссылке: http://www.electropedia.org/;
* онлайн-платформа ISO для поиска доступна по ссылке: http://www.iso.org/obp.

### 3.2 Термины и определения, относящиеся к оборудованию

1. 3.2.1 **коммутационное устройство управления и защиты,** КУУЗ (control and protective switching device, CPS): Механическое коммутационное устройство с функцией управления, приводимое в действие иначе, чем вручную, способное:

* включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях;
* включать, проводить в течение установленного времени в состоянии перегрузки;
* отключать токи при заданных условиях неисправности при эксплуатации таких случаях как при возникновении коротких замыканиях;
* непрерывность обслуживания, с местными средствами ручного управления или без них.

1. Примечания
2. 1 — Фраза «с функцией управления, приводимое в действие иначе, чем вручную» означает, что устройство предназначено для управления и удержания в рабочем положении с помощью одного или нескольких внешних элементов управления.
3. 2 — КУУЗ может состоять из одного устройства, но всегда оценивается в сборе. Координация может быть либо встроенной, либо получена путем правильного выбора расцепителей в соответствии с указаниями изготовителя.
4. 3.2.2 **КУУЗ прямого действия** (direct-on-line CPS): КУУЗ, одноступенчато подающий сетевое напряжение на выводы двигателя.
5. 3.2.3 **реверсивные КУУЗ** (reversing CPS): КУУЗ для пуска двигателя, предназначенные для изменения направления вращения двигателя путем переключения его питающих соединений без остановки двигателя.
6. Примечание 1 — Применение, в котором реверсирование первичных соединений двигателя во время работы, называется торможением противотоком.
7. 3.2.4 **электромагнит с электронным управлением** (electronically controlled electromagnet): Электромагнит, катушка которого управляется цепью, содержащей активные электронные элементы.
8. [ИСТОЧНИК: IEC 60947-4-1:2018, 3.3.8]
9. 3.2.5 **специализированная электромонтажная арматура** (dedicated wiring accessory): Предварительно изготовленная система соединения проводов, специально предназначенная для указанной аппаратуры коммутации или управления.

Примечания

1 — Специализированная электромонтажная арматура может быть встроена в аппаратуру коммутации или управления или может поставляться отдельно.

2 — Примером типичной специализированной электромонтажной арматуры может служить соединительная колодка.

3.2.6 **реле или расцепитель, контроля пропадания фазы** (phase-loss sensitive relay or release):<защита двигателя> Многополюсные реле или расцепитель для защиты двигателей, срабатывающие в случае потери фазы в соответствии с установленными требованиями.

3.2.7 **минимальное реле или расцепитель тока** (under-current relay or release): Измерительное реле или расцепитель, автоматически срабатывающие, когда протекающий через них ток ниже заданного уровня.

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

3.2.9 **реле или расцепитель, контроля опрокидывания ротора электродвигателя** (stall relay or release): Электронное реле или расцепитель перегрузки, которые срабатывают, если ток не снизился ниже предписанного значения в течение заданного периода времени при пуске или если реле или расцепитель получает входной сигнал об отсутствии вращения двигателя после заданного периода времени в соответствии с установленными требованиями.

Примечания

1 — Опрокидывание означает блокировку ротора при пуске.

2 — При соответствующей регулировке тока и уставок по времени пуска допускается применение таких реле или расцепителя для обнаружения пусков за пределами установленного времени.

3.2.10 **реле или расцепитель перегрузки** (jam relay or release): Электронное реле или расцепитель перегрузки, которые срабатывают 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.

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

### 3.3 Термины и определения, касающиеся характерных величин

1. 3.3.1 **непрерывность обслуживания** (continuity of service): <коммутационного устройства управления и защиты> Способность возврата в эксплуатацию после возникновения перегрузки по току в контролируемой цепи при любом токе до номинальной рабочей отключающей способности короткого замыкания *I*cs коммутационного устройства управления и защиты.
2. 3.3.2 **удерживающая мощность** (holding power): Мощность, необходимая для поддержания работы электромагнита.
3. [ИСТОЧНИК: IEC 60947-4-1:2018, 3.3.9, модифицировано — без «(контактора)».]
4. 3.3.3 **мощность включения** (pick-up power): Мощность, требуемая для быстрого перехода из обесточенного состояния.
5. [ИСТОЧНИК: IEC 60947-4-1:2018, 3.3.10, модифицировано — исключение «(контактора)» в термине и «в состояние под напряжением» в определении.]
6. 3.3.4 Операция «**O»** (O): <срабатывание> Размыкание цепи устройством для защиты от короткого замыкания (УЗКЗ) в результате замыкания цепи на испытуемый аппарат, который находится в замкнутом положении
7. 3.3.5 Операция «**CO»** (CO): <срабатывание> Размыкание цепи устройством для защиты от короткого замыкания (УЗКЗ) в результате замыкания цепи, выполненного испытуемым аппаратом.
8. 3.3.6 Операция «**rCO»** (rCO): <срабатывание> Срабатывание CO с дистанционным управлением.
9. 3.3.7 **гальваническая развязка** (galvanic separation): Предотвращение электрического соединения между двумя электрическими цепями, предназначенными для обмена мощностью и/или сигналами.

Примечание — Гальваническая развязка может быть обеспечена, например, с помощью разделительного трансформатора или оптосоединителя.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-151:2001, 151-12-26]

1. 3.3.8 **ожидаемый условный ток «r»** (conventional prospective current «r»): Установленное значение ожидаемого тока короткого замыкания, при котором коммутационное устройство испытывают при заданных условиях.
2. 3.3.9 **ожидаемый условный ток *I*cr** (conventional prospective current *I*cr): Установленное значение ожидаемого тока короткого замыкания, при котором коммутационное устройство испытывают при заданных условиях, после чего следуют эксплуатационные испытания.

### 3.4 Термины и определения, касающиеся аспектов безопасности

3.4.1 **ненормальные условия эксплуатации** (abnormal operating condition): Временные условия эксплуатации, которые не являются ни нормальными условиями эксплуатации, ни условиями единичной неисправности самого оборудования.

Примечания

1 — Ненормальные условия эксплуатации — это временные условия, которые может быть вызвано оборудованием или человеком и может привести к отказу компонента, устройства или средства защиты.

2 — Это определение используется в контексте анализа рисков отказа компонентов.

3.4.2 **доступная часть** (accessible part): Часть, которой можно коснуться посредством стандартного испытательного пальца.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-442:1998, 442-01-15]

3.4.3 **опасная токоведущая часть** (hazardous-live-part): Токоведущая часть, которая при определенных условиях внешнего воздействия может вызвать поражение электрическим током.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-195:1998, 195-06-05]

3.4.4 **источник ограниченной энергии** (limited energy source): Источник, разработанный и защищенный так, чтобы в нормальных условиях, и в условиях однократного короткого замыкания ток, который может протекать, не представлял опасности в части возникновения пожара.

3.4.5 **защитное сопротивление** (protective impedance): Полное сопротивление, включенное между опасными токоведущими частями и доступными токопроводящими частями, значение которого ограничивает электрический ток до безопасного уровня при условиях нормального использования, и имеющее конструкцию, сохраняющую его работоспособность в течение всего срока службы оборудования.

[ИСТОЧНИК: IEC 62477-1:2012, 3.42]

3.4.6 **очевидно предсказуемое неправильное использование** (reasonably foreseeable misuse): Использование изделия или системы не предусмотренным поставщиком способом, что может быть следствием легко предсказуемого поведения человека.

[ИСТОЧНИК: Руководство ISO/IEC 51:2014, 3.7, модифицировано — Примечания к записи были удалены.]

3.4.7 **единичная неисправность** (single fault condition): Состояние, в котором имеется неисправность единичного элемента защиты (но не усиленной защиты), или отдельного компонента, или аппарата.

Примечания

1 — Если единичная неисправность является результатом одной или нескольких других неисправностей, все они считаются единичной неисправностью.

2 — Усиленная защита определена в IEC 60050-903:2013, 903-02-08.

[ИСТОЧНИК: Руководство IEC 104:2019, 3.8]

# 4 Классификация

Перечень характеристик, по которым могут классифицироваться КУУЗ, приведен в 5.2.

# 5 Характеристики

### 5.1 Перечень характеристик

Характеристики КУУЗ должны быть установлены в следующих терминах, если применимо:

* тип КУУЗ (5.2);
* номинальные и предельные значения параметров силовой цепи (5.3);
* категория применения (5.4);
* цепи управления (5.5);
* вспомогательные цепи (5.6);
* реле и расцепители (5.7);
* вопросы, подлежащие согласованию между изготовителем и потребителем (см. приложение D).

Примечание — В контексте настоящего стандарта под термином «изготовитель» понимают любое лицо, компанию или организацию, несущее полную ответственность за следующее:

* проверку соответствия настоящему стандарту;
* предоставление информации о продукте в соответствии с разделом 6 (маркировка, идентификация, характеристики).

Для обмена информацией в электронном формате, например, в электронном каталоге, IEC 62683-1 предоставляет формат данных основных характеристик сочетаний двигатель-стартер и их аксессуаров.

### 5.2 Тип оборудования

### 5.2.1 Число полюсов

### 5.2.2 Род тока (переменный или постоянный ток)

### 5.2.3 Способ срабатывания

Например, электромагнитный, ручной, двигательный.

### 5.2.4 Способ управления

Например:

* автоматический (посредством автоматического выключателя управления или последовательности управления);
* неавтоматический (при помощи рукоятки или нажимных кнопок).

### 5.2.5 Способ возврата в исходное положение после срабатывания от перегрузки

Различают следующие типы:

* с самовозвратом;
* с местным ручным возвратом;
* с дистанционным возвратом.

### 5.2.6 Способ возврата в исходное положение после срабатывания от короткого замыкания

Различают следующие типы:

* КУУЗ, способные к дистанционному возврату после срабатывания;
* КУУЗ, не способные к дистанционному возврату после срабатывания:
* не требующие замены сменного элемента защиты от короткого замыкания, например, нормально оперируемый автоматический выключатель;
* требующие замены сменного элемента защиты от короткого замыкания, например, плавкая вставка.

### 5.3 Номинальные и предельные значения параметров силовой цепи

### 5.3.1 Номинальные напряжения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подраздел 5.3.1 со следующим дополнением.

В случае применения КУУЗ для незаземленных систем или систем с полностью изолированным заземлением (IT) требуются дополнительные испытания согласно приложению G.

### 5.3.2 Токи и мощности

КУУЗ характеризуют следующие токи и мощности:

* условный тепловой ток на открытом воздухе (*I*th): [1], подпункт 5.3.2.1;
* условный тепловой ток в оболочке (*I*the): [1], подпункт 5.3.2.2;
* номинальные рабочие токи (*I*e) или, если применимо, номинальныерабочие мощности: [IEC 60947-1:2020], подпункт 5.3.2.3.

### 5.3.3 Номинальная частота

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 5.3.3.

### 5.3.4 Номинальные режимы эксплуатации

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 5.3.4 с дополнением [IEC 60947-1:2020], подпункт 5.3.4.3 (повторно-кратковременный периодический или повторно-кратковременный режим).

В случае категорий применения АС-2, AC-3 и АС-3e цикл срабатывания состоит из пуска, разгона до полной скорости и отключения питания двигателя.

Примечание — Если КУУЗ управляют двигателем в повторно-кратковременном режиме эксплуатации, разница между тепловой постоянной времени реле перегрузки и тепловой постоянной времени двигателя может привести к непригодности теплового реле для защиты от перегрузки. В таком случае рекомендуется вопрос защиты от перегрузки вынести на согласование между изготовителем и потребителем.

### 5.3.5 Характеристики при нормальной нагрузке и перегрузке ꟷ Номинальная включающая и отключающая способности

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункты 5.3.5.2 и 5.3.5.3 со следующими дополнениями.

Требования к разным категориям применения (5.4) приведены в 8.2.4.1.

Номинальная включающая и отключающая способности действительны только когда КУУЗ работает в соответствии с требованиями 8.2.1.1 и 8.2.1.2.

### 5.3.6 Характеристики при коротких замыканиях ꟷ Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность (*I*cs)

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 5.3.6.3 со следующими дополнениями.

Номинальная отключающая способность при коротком замыкании требует, чтобы КУУЗ были способны отключить любое значение тока короткого замыкания, включая значение, соответствующее номинальной отключающей способности при возвращающем напряжении промышленной частоты, удовлетворяющем заданным значениям испытательного напряжения, и

* для переменного тока – при любом коэффициенте мощности не менее указанного в [IEC 60947-1:2020], таблица 16;
* для постоянного тока – с постоянной времени, не более указанной в [IEC 60947-1:2020], таблица 16.

Номинальной рабочей наибольшей отключающей способностью КУУЗ является значение рабочей наибольшей отключающей способности, указанное для КУУЗ изготовителем при соответствующем номинальном рабочем напряжении, в условиях, приведенных в 9.5.3.3. Она выражается значением ожидаемого тока отключения. *I*cs должен быть равен или превышать *I*cr (см. 8.2.5, а)).

Для переменного тока наибольшая включающая способность КУУЗ должна быть не менее его номинальной рабочей наибольшей отключающей способности, умноженной на коэффициент *n* из [IEC 60947-1:20201], таблица 16.

Для постоянного тока наибольшая включающаяспособность КУУЗ должна быть не менее его номинальной рабочей наибольшей отключающей способности.

### 5.3.7 Полное сопротивление полюса КУУЗ (*Z*)

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 5.3.7.

### 5.4 Категории применения

### 5.4.1 Общие положения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подраздел 5.4 со следующими дополнениями.

Категории применения, указанные в таблице 1, считают стандартными. Любая другая категория подлежит согласованию между изготовителем и потребителем, однако таким соглашением может служить информация, предоставляемая изготовителем в информационных материалах, или в тендерной заявке.

Каждая категория применения характеризуется значениями токов (включая ожидаемый условный испытательный ток, см. 8.2.5, а)), напряжений, коэффициентов мощности или постоянных времени и других параметров, содержащихся в таблицах 9 – 13, и условиями испытаний, указанными в настоящем стандарте.

Для КУУЗ с оговоренными категориями применения отдельно не указывают номинальную включающую и отключающую способности, поскольку эти значения непосредственно зависят от категорий применения, приведенных в таблице 9.

Напряжение для всех категорий применения – это номинальное рабочее напряжение КУУЗ.

Таблица 1 — Категории применения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Специальная категория применения | Гармонизированная категория применения d | Типичная область применения |
| АС-40 |  | Распределительные цепи со смешанными активными и индуктивными нагрузками, имеющие индуктивную результирующую |
| АС-41 | AC-1 | Неиндуктивные или слабо индуктивные нагрузки |
| АС-42 | AC-2 | Асинхронные двигатели с контактными кольцами или смешанные и индуктивные нагрузки, включая умеренные перегрузки |
| АС-43 | AC-3 | Двигатели с короткозамкнутым ротором a, b |
| AC-3e | Двигатели с короткозамкнутым ротором с высоким током при заторможенном роторе a, c |
| АС-44 | AC-4 | Двигатели с короткозамкнутым ротором: b торможение противотоком, толчковый режим |
| АС-45а | AC-5a | Контроль разрядных электроламп |
| АС-45b | AC-5b | Лампы накаливания |
| DC-40 |  | Распределительные цепи со смешанными активными и индуктивными нагрузками, имеющие индуктивную результирующую |
| DC-41 | DC-1 | Неиндуктивные или слабо индуктивные нагрузки |
| DC-43 | DC-3 | Двигатели параллельного возбуждения |
| DC-45 | DC-5 | Двигатели с последовательным возбуждением |
| DC-46 | DC-6 | Лампы накаливания постоянного тока |
| a Категория АС-3 может предусматривать случайный толчковый режим (повторно-кратковременные включения) или торможение противотоком ограниченной длительности, например, при наладке оборудования; в эти ограниченные периоды времени число срабатываний не должно превышать пяти в 1 мин или более десяти за 10 мин.  b Асинхронный двигатель конструкции N и H согласно IEC 60034-12:2016.  c Асинхронный двигатель конструкции NE и HE, согласно IEC 60034-12:2016, имеющий увеличенную/высокую мощность и ток, чем конструкции N и H соответственно, для достижения более высокого класса эффективности в соответствии с IEC 60034-30-1.  d Новые категории применения в соответствии с [IEC 60947-1:2020], приложение А предлагаются для замены специальных категорий, но эти категории применения остаются в силе. | | |

### 5.4.2 Присвоение категорий применения по результатам испытаний

a) КУУЗ, которые прошли испытание на одну категорию применения или при любой комбинации параметров (таких, как максимальное рабочее напряжение и ток и т. п.), могут быть присвоены другие категории без дополнительных испытаний, при условии, что испытательные токи, напряжения, коэффициенты мощности или постоянные времени, число циклов срабатывания, время протекания тока и обесточивания, данные в таблицах 9 и 10, и испытательные цепи для устанавливаемых категорий не являются более жесткими, чем те, которым подвергались КУУЗ, а превышение температуры проверялось при токе не менее высокого установившегося номинального рабочего тока в продолжительном режиме.

Например, после испытания на категорию применения АС-4 КУУЗ может быть присвоена категория АС-3, при условии, что *I*e в АС-3 не более 1,2 • *I*e в AC-4 – при одинаковом номинальном рабочем напряжении.

b) Считают, что КУУЗ категории DC-3 или DC-5 способны замыкать и размыкать цепи нагрузки, отличающиеся от испытательных, при условии, что:

* напряжение и ток не превышают указанных значений *U*e и *I*e;
* энергия *J*, накопленная в фактической нагрузке, равна или меньше энергии *J*c, накопленной в нагрузке, использовавшейся при испытаниях КУУЗ. Значения накопленной энергии в испытательной цепи следующие:
* для DC-3: *J*c = 0,00525 •*U*e• *I*e;
* для DC-5: *J*c = 0,0315 •*U*e• *I*e.

Значения констант 0,00525 и 0,0315 вычислены по формуле *Ic* = 0,5 • LI2, где постоянная времени принята равной 2,5 • 10-3 с – для DC-3 и 15 • 10-3 с – для DC-5; *U* = 1,05 • *Ue*; *I* = 4 • *Ie* (см. таблицу 9).

### 5.4.3 Использование категорий применения только в режиме управления двигателями

Типовыми рабочими условиями являются:

* одно направление вращения с отключением двигателя, работавшего в нормальных условиях эксплуатации (категории применения AC-2, AC-3 и AC-3e);
* два направления вращения, с включением другого направления вращения только после отключения КУУЗ и полной остановки двигателя (категории применения AC-2, AC-3 и AC-3e);
* одно направление вращения или два, указанных в предыдущем перечислении, но с возможностью нечастых повторно-кратковременных включений. В данных рабочих условиях обычно применяют КУУЗ прямого действия (категория применения AC-3 и AC-3e);
* одно направление вращения с частыми повторно-кратковременными включениями (толчковый режим); обычно применяют КУУЗ прямого действия (категория применения АС-4);
* одно или два направления вращения, но с возможностью нечастых торможений противотоком для остановки двигателя, сочетающихся, если это предусматривается, с торможением с применением сопротивления в цепи ротора. В данном случае КУУЗ могут использоваться в цепи статора (категория применения АС-2);
* два направления вращения, но с возможностью переключения питающих соединений двигателя, вращающегося в первом направлении (торможение противотоком), для включения вращения его во второе направление с отключением двигателя, работающего в нормальных условиях эксплуатации. Реверсивные КУУЗ прямого действия с способностью торможения противотоком обычно используют в этих условиях эксплуатации (категория применения АС-4).

В отсутствие других указаний КУУЗ, используемые в качестве пускателей, проектируют на основе пусковых характеристик двигателей, совместимых с включающей способностью по таблице 9. Если пусковой ток двигателя превышает эти значения, следует использовать КУУЗ, имеющее, соответственно, более высокий номинальный рабочий ток.

### 5.5 Цепи управления

Применяется [IEC 60947-1:2020], подраздел 5.5 со следующими дополнениями.

Перечень характеристик, который дан в [1], подпункт 5.5.1, должен быть дополнен:

* ограниченной энергией (если источник в соответствии с 8.1.14);
* источник БСНН (P ЗСНН) (в соответствии с [IEC 60947-1:2020], приложение N).

Примечание — В США и Канаде цепи управления могут быть отнесены к источникам класса 2, как определено в NFPA 70, Национальном электротехническом кодексе и CSA C22.1, Канадском электротехническом кодексе вместо или в дополнение к источникам БСНН (ЗСНН).

* потребляемая мощность электромагнита КУУЗ, необходимая для определения характеристик источника питания цепи управления, задается по:
* удерживающая мощность;
* мощность включения.

### 5.6 Вспомогательные цепи

Применяется [IEC 60947-1:2020], подраздел 5.6.

Цифровые входы и/или выходы, содержащиеся в КУУЗ и предназначенные для совместимости с ПЛК (программируемым контроллером), должны соответствовать требованиям [IEC 60947-1:2020], приложение S.

Приложение F применяется к КУУЗ, оснащенному зеркальным контактом.

### 5.7 Реле и расцепители

### 5.7.1 Перечень характеристик

Характеристика реле и расцепителей должны быть установлены в следующих понятиях, если это применимо:

* типы реле и расцепителей (см. 5.7.2);
* значения параметров (см. 5.7.3)
* обозначение и токовая уставка реле перегрузки (см. 5.7.4);
* времятоковые характеристики реле перегрузки (см. 5.7.5);
* влияние температуры окружающего воздуха (см. 5.7.6);
* расширенные функции, как указано в [IEC 60947-1:2020], приложение T;
* показатели мониторинга нагрузки, приведенные в приложении M.

### 5.7.2 Типы реле и расцепителей

### 5.7.2.1 Независимый расцепитель ([IEC 60947-1:2020], подпункт 3.6.34).

### 5.7.2.2 Минимальные реле или расцепители напряжения (размыкающие) ([IEC 60947-1:2020], подпункт 3.6.35)

### 5.7.2.3 Реле или расцепители максимального тока

### 5.7.2.3.1 Реле или расцепитель перегрузки

a) Реле или расцепитель перегрузки мгновенного действия (например, при заклинивании, см. 3.2.10);

b) максимальное реле или расцепитель тока с независимой выдержкой времени ([IEC 60947-1:2020], подпункт 3.6.27);

c) максимальное реле или расцепитель тока с обратнозависимой выдержкой времени ([IEC 60947-1:2020], подпункт 3.6.28), которая:

i) практически не зависит от предшествующей нагрузки;

ii) зависит от предшествующей нагрузки;

iii) зависит от предшествующей нагрузки, а также контроля пропадания фазы (см. 3.2.6).

d) реле или расцепитель, контроля опрокидывания ротора электродвигателя (см. 3.2.9).

### 5.7.2.3.2 Реле и расцепители короткого замыкания

a) Реле и расцепители короткого замыкания мгновенного действия;

b) максимальное реле или расцепитель тока с независимой выдержкой времени ([1], подпункт 3.6.27).

Примечание — КУУЗ могут иметь комбинацию реле и расцепителей по 5.7.2.3.1 и 5.7.2.3.2.

### 5.7.2.4 Прочие реле и расцепители (например, реле, контроля пропадания фазы, реле управления, связанное с устройствами тепловой защиты пускателя, реле дифференциального тока).

Типы, указанные в пункте 5.7.2.4, требуют соглашения между изготовителем и потребителем относительно конкретного применения.

### 5.7.3 Значения параметров

Независимый расцепитель, минимальный реле или расцепитель напряжения (тока), максимальный реле или расцепитель напряжения (максимального тока непрерывного действия), реле или расцепитель асимметрии тока или напряжения и размыкающие реле или расцепитель опрокидывания фазы:

* номинальное напряжение (ток);
* номинальная частота;
* рабочее напряжение (ток);
* время размыкания (если применимо);
* время блокировки (если применимо).

Реле или расцепитель максимального тока:

* обозначение и токовая уставка (см. 5.7.4);
* номинальная частота, при необходимости (например, для реле перегрузки с питанием от трансформатора тока);
* времятоковые характеристики (или диапазон характеристик), при необходимости;
* класс расцепления в соответствии с классификацией по таблице 3 или значение максимального времени расцепления, в секундах, в соответствии с условиями, установленными в таблице 2, столбец D, если это время превышает 40 с;
* тип реле или расцепителя: тепловое, магнитное, электронное или электронное без тепловой памяти;
* способ возврата: в случае ручного и/или автоматического возврата должно быть указано положение;
* время расцепления реле перегрузки класса 10 А, если оно превышает 2 мин при температуре минус 5 или ниже (см. 8.2.1.5.1.1).

Реле или расцепитель с контроля дифференциального тока:

* номинальный ток;
* рабочий ток;
* время размыкания или времятоковая характеристика в соответствии с [1], таблица T.1;
* время блокировки (если применимо);
* обозначение типа (см. [IEC 60947-1:2020], приложение T).

### 5.7.4 Обозначение и токовые уставки реле или расцепителей перегрузки

Реле или расцепители перегрузки обозначают токовой уставкой (или верхним и нижним пределами диапазона токовой уставки, если регулируется) и классом расцепления, если применимо. Токовую уставку (или диапазон токовых уставок) следует маркировать на реле или расцепителе.

### 5.7.5 Времятоковые характеристики реле или расцепителей максимального тока

Реле или расцепитель с выдержкой времени:

* независимая выдержка времени: выдержка времени реле или расцепителей, которая не зависит от величины максимального тока. Время уставки расцепления должно обозначаться как значение в секундах времени размыкания КУУЗ, если выдержка времени не регулируемая, или как минимальное и максимальное значения времени размыкания, если выдержка времени регулируемая.
* обратнозависимая выдержка времени: времятоковые характеристики должны указываться изготовителем в виде кривых. По ним должно быть видно, как время размыкания, начиная с холодного состояния, изменяется в зависимости от тока в диапазоне срабатывания реле или расцепителя. Изготовитель должен указать общие допускаемые отклонения по этим кривым. Эти кривые должны быть указаны для минимального и максимального значений токовой уставки, и, если уставка времени для данной токовой уставки регулируется, рекомендуется, чтобы кривые указывались для каждого минимального и максимального значения уставки времени.
* время размыкания: применяется [1], подпункт 3.7.39 со следующими дополнениями:
* в случае расцепления КУУЗ максимальным током реле или расцепителя начальным моментом времени размыкания является момент, когда ток достигает значения достаточно большого, чтобы заставить КУУЗ сработать;
* в случае срабатывания КУУЗ любым видом вспомогательного питания начальным моментом времени размыкания является момент подачи или снятия вспомогательного питания на (с) расцепитель размыкания.

Примечание 1 — Для КУУЗ «время размыкания» обычно упоминается как «время расцепления», хотя, строго говоря, время расцепления относится ко времени между начальным моментом времени размыкания и моментов, когда команда размыкания становится необратимой.

Примечание 2 — Ток отображается в виде абсцисс, а времяꟷ в виде ординат с использованием логарифмических шкал. Ток отображается как кратное заданному току *I*r и времени в секундах на стандартном графическом листе, подробно описанном в подпункте 5.6.1 и рисунок 1 IEC 60269-1:2006 и в IEC 60269-2:2013, рисунки 104, 504 и 505.

### 5.7.6 Влияние температуры окружающего воздуха

Если не указано иное, значение тока срабатывания реле или расцепителя максимального тока, кроме теплового типа, не должно зависеть от температуры окружающего воздуха от минус 5 °С до плюс 40 °С.

Для реле и расцепителей теплового типа:

Времятоковые характеристики должны соответствовать определенному значению температуры окружающего воздуха и основаны на отсутствии предыдущей нагрузки реле перегрузки (т.е. с исходного холодного состояния).

Это значение температуры окружающего воздуха должно быть четко указано на времятоковых кривых; предпочтительные его значения – 20 °С или 40 °С.

Реле или расцепители перегрузки должны быть работоспособны при температуре окружающего воздуха от минус 5 °С до плюс 40 °С, и изготовитель должен указать влияние изменения температуры окружающего воздуха на характеристики реле или расцепителей перегрузки.

# 6 Информация об устройстве

### 6.1 Характер информации

### 6.1.1 Идентификация

a) Наименование или товарный знак изготовителя;

b) обозначение типа или серийный номер;

c) обозначение настоящего стандарта, если изготовитель заявляет о соответствии ему устройства.

### 6.1.2 Характеристики

d) Номинальные рабочие напряжения (*U*e) (см. 5.3.1 и, если применимо, приложение G);

e) категория применения и номинальные рабочие токи (или, где применимо, номинальные мощности) при номинальных рабочих напряжениях;

f) значение номинальной частоты (например, 50, 50/60 Гц) и/или указание рода тока: «постоянный ток» (или символ  (IEC 60417-5031:2002-10));

g) номинальный режим с указанием класса повторно-кратковременного режима (при необходимости);

h) полное сопротивление полюса коммутационного устройства (*Z*);

i1) номинальная наибольшая отключающая способность (*I*cs) (см. 5.3.6);

i2) номинальное напряжение изоляции согласно [1], подпункт 5.3.1.2;

j) номинальное импульсное выдерживаемое напряжение (*U*imp);

k) указание разомкнутого и замкнутого положений контактов (согласно 8.1.6);

l) степень загрязнения (см. раздел 7);

m) номинальное напряжение цепи управления (*U*c), род тока и номинальная частота (если ток переменный);

Примечание 1 — Другая информация, такая как удерживающая мощность или мощность включения должна быть приведена, например, в документации на продукцию.

n) код IP согласно [1], приложение C;

Примечание 2 — В США и Канаде эта защита определена NFPA 70, Национальным электротехническим кодексом и CSA C22.1, Канадским электротехническим кодексом в качестве стандартных требований к оболочке для защиты от воздейтсвий окружающей среды;

o) если необходимо, род тока, номинальная частота и номинальное входное напряжение источника питания цепи управления (*U*s);

В случае электромагнитов с электронным управлением другая информация может быть так же необходима, например, конфигурация цепи управления (см. подраздел 5.5 настоящего стандарта и [IEC 60947-1:2020], приложение U).

p) номинальные параметры вспомогательных цепей;

q1) максимально допустимая высота места установки, если она превышает 2000 м;

q2) минимальный размер оболочки и данные о вентиляции (при наличии), к которым применимы указанные номинальные значения;

q3) сведения о минимальном расстоянии между КУУЗ и заземленными металлическими деталями для КУУЗ, предназначенных для использования без оболочек;

r) токовая уставка и идентификация времятоковой характеристики реле или расцепителей максимального тока, определенная в соответствии с 5.7, если электронное реле перегрузки не содержит тепловой памяти;

s) другие характеристики реле или расцепителя максимального тока согласно 5.7;

t) номинальный ток для КУУЗ со сменным элементом защиты от короткого замыкания (см. 5.2), тип и характеристики согласно соответствующему стандарту;

u1) пригодность для изоляции, где необходимо ([IEC 60947-1:2020], подраздел 6.2);

u2) пригодность для ИТ-систем в соответствии с приложением G;

v) условия окружающей среды A или B (см. [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.3.1);

w1) длина изоляции, которая должна быть удалена перед введением проводника в контактный зажим;

w2) максимальное число проводников, которые могут быть подключены;

w3) для не универсальных безвинтовых выводов:

* «s» или «sol» для выводов жестких сплошных проводников;
* «r» для выводов жестких (сплошных и многожильных) проводников;
* «f» для выводов гибких проводников.

w4) особые требования, если имеются, например, к экранированным или скрученным проводникам;

Примечание 3 — Неэкранированные или нескрученные проводники относят к области нормальных условий установки.

x) минимальное поперечное сечение кабеля, если оно отличается от приведенного в [IEC 60947-1:2020], таблица 9, для номинальных значений ≤ 20 А в соответствии с номинальной максимальной отключающей способностью при коротком замыкании *I*cu;

y) значения момента затяжки для контактных зажимов КУУЗ;

z1) перечень специализированных электромонтажных арматур, которые могут быть использованы для установки КУУЗ;

z2) декларация о материале в соответствии с [IEC 60947-1:2020], приложение W.

### 6.2 Маркировка

Применяется [1], подраздел 6.2 со следующими дополнениями, относящимися к 6.1.1 и 6.1.2:

* сведения c) и n) (если степень защиты отличается от IP00) должны маркировать на КУУЗ;
* сведения d) ꟷ g), i) ꟷ m), o) ꟷ q), s) и v) ꟷ z2) должны быть нанесены на фирменной табличке или на устройство, или в опубликованной документации изготовителя;
* сведения h), t) и соответствующие рабочие характеристики d), e) и f) должны маркироваться на КУУЗ;
* сведения r) должны маркироваться на реле или расцепителе;
* сведения u) должны маркироваться на КУУЗ, общий символ:  (IEC 60417-6410:2018-11);
* контактные зажимы должны иметь четкую маркировку и обеспечивать идентификацию подключения питания и нагрузки (см. 8.1.8.2).

Примечание — Сведения a) и b) подпункта 6.1.1 уже охвачены [1], подраздел 6.2.

Если изготовитель заявляет электронное реле перегрузки без тепловой памяти, то это должно быть маркировано на устройстве.

Для специализированных арматур, использованных для установки КУУЗ, сведения в подпунктах 6.1.1, c), 6.1.2 i2) и ток *I*th, если применимо, должны быть указаны в опубликованной документации изготовителя.

### 6.3 Инструкции по монтажу, эксплуатации и обслуживанию

Применяется [IEC 60947-1:2020], подраздел 6.3 со следующим дополнением.

Инструкции также должны касаться специализированных электромонтажных арматур.

Дополнительная информация для вывода из эксплуатации и демонтажа устройства должна быть доступна потребителю в случае прогнозируемых опасных условий устройства, например, из-за накопленной энергии, нестабильности или сокращения объектов и т.д.

Изготовитель КУУЗ, которое содержит реле перегрузки с автоматическим возвратом, которое допускается подключить для обеспечения автоматического повторного пуска, должен предоставить вместе с КУУЗ необходимую информацию с предупреждением потребителя о возможности автоматического повторного пуска.

Если конструкция требует подачи питания от внешнего источника, который является источником ограниченной энергии, как определено в 8.1.14, изготовитель должен предоставить советующую информацию для защиты портов от короткого замыкания и сверхтока.

Для каждой соответствующей потенциальной опасности изготовитель должен предоставить знаки безопасности, графические условные обозначения или указания по технике безопасности, касающиеся опасности, например, используя IEC 60417-5036:2002-10. Сигнальные слова должны быть определены в соответствии с ISO 3864-2.

Примечание — ISO/IEC 82079-1 содержит руководство по разработке инструкций по технике безопасности.

### 6.4 Информация об окружающей среде

Применяется [IEC 60947-1:2020], подраздел 6.4 со следующим дополнением.

Примечание — В будущей публикации IEC TS 63058[[3]](#footnote-3) будет представлен метод оценки воздействия распределительных устройств и устройств управления на окружающую среду.

# 7 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортирования

Применяется [IEC 60947-1:2020], раздел 7 со следующими дополнениями.

Если изготовителем не указано иное, КУУЗ предназначены для эксплуатации в условиях окружающей среды со степенью загрязнения 3 согласно [IEC 60947-1:2020], подпункт 7.1.3.2. Однако, в зависимости от микросреды КУУЗ могут эксплуатироваться при других степенях загрязнения.

Крепление на рейке должно быть указано в соответствии с IEC 60715:2017, если применимо.

Стандартные условия вибрации и удара определены в [IEC 60947-1:2020], таблица Q.1, сноска b.

# 8 Требования к конструкции и работоспособности

### 8.1 Требования к конструкции

### 8.1.1 Общие положения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.1 со следующим дополнением.

Должны быть предусмотрены меры для снижения вероятности получения травмы или, в случае пожара, повреждения имущества при монтаже, техническом обслуживании, нормальных условиях эксплуатации, ненормальных условиях эксплуатации и очевидно предсказуемом неправильном использовании. Требования настоящего стандарта предусматривают эти меры в целом.

Защита от опасностей, вызванных электронными цепями, должна поддерживаться при нормальных условиях и при единичной неисправности, как указано в настоящем стандарте.

Элементы, используемые в конструкции устройства, соответствующие стандартам на соответствующее устройства, не требуют проведение отдельной оценки. Элементы или сборки элементов, у которых отсутствует стандарт на соответствующее устройство, испытывают в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Если устройство предназначено для использования вместе со вспомогательной аппаратурой или специализированной электромонтажной арматурой, то при оценке безопасности и испытании необходимо включать эту вспомогательную аппаратуру и арматуру, если не возможно доказать, отсутствие их влияния на безопасность какого-либо оборудования.

Доступная часть устройства и особенно средства управления не должны иметь острых краев и углов, которые могут травмировать оператора.

В руководстве пользователя должны содержаться подробные сведения обо всех мерах безопасности, которые относятся к пользователю. Необходимо указать в руководстве пользователя четкое предупреждение о том, что внесение изменений в настройки могут привести к опасной ситуации.

Настройку автоматического сброса реле защиты от перегрузки указывают в руководстве пользователя как конкретное предупреждение, относящиеся к технике безопасности.

Следует тщательно рассмотреть [IEC 60947-1:2020], приложение O, особенно для замены или сокращения использования опасных веществ или, если это невозможно, для обеспечения мер по предотвращению выбросов и контакта с ними.

### 8.1.2 Материалы

### 8.1.2.1 Общие требования к материалам

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.2.1 со следующим дополнением.

Примечание — Аспекты, связанные с пожароопасностью, подробно описаны в IEC TR 63054.

Части изоляционных материалов, расположенные в электрических цепях, питаемые от источников ограниченной энергии в соответствии с 8.1.14, не обязаны соответствовать требованиям этого подпункта.

### 8.1.2.2 Испытание раскаленной проволокой

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.2.2 со следующим дополнением.

Если используются испытания аппаратуры или части аппаратуры, то части изоляционных материалов, необходимые для удержания токоведущих частей в требуемом положении, должны соответствовать требованиям испытаний раскаленной проволокой, приведенным в [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.2.2.1 при температуре испытания 960 °C.

### 8.1.2.3 Испытания на категорию воспламеняемости

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.2.3.

### 8.1.3 Токоведущие части и их соединения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.3.

### 8.1.4 Воздушные зазоры и расстояния утечки

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.4 со следующим дополнением.

Воздушные зазоры и расстояния утечки в цепях, питаемы от источников ограниченной энергии, как определено в 8.1.14, не обязаны соответствовать требованиям этого подпункта.

Воздушные зазоры и расстояния пути утечки на платах с печатным монтажом, включая установленные не них элементы, для функциональной, основной, дополнительной и усиленной изоляции, разработанные в соответствии с 8.1.14, считаются соответствующими этим требованиям и не нуждаются в дальнейшем рассмотрении.

Доступные прикосновению цепи БСНН и ЗСН, отделяют от других опасных токоведущих частей в соответствии с требованиями приложения N к защитному сопротивлению в дополнении к [IEC 60947-1:2020], приложение N.

Примечание — Цепи доступны только при техническом обслуживании или аналогичных условиях, допускается в зависимости от уровня риска (серьезности повреждения и вероятности возникновения), рассматривать в нормальных условиях эксплуатации (см. 6.1) с применением базовой изоляции. Для определения доступности частей и проведения последующих испытаний руководствуются IEC 61032.

### 8.1.5 Орган управления

### 8.1.5.1 Изоляция

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.5.1.

### 8.1.5.2 Направление движения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.5.2.

### 8.1.5.3 Монтаж

Органы управления, установленные на сменных панелях или открывающихся дверях должны быть спроектированы таким образом, чтобы при замене панелей или закрытии дверей, орган управления соединялся (подключался) с соответствующим механизмом.

### 8.1.5.4 Защита

Не допускается наличие зазоров или отверстий, через которые раскаленные частицы попадали в зону действия средств ручного управления.

### 8.1.6 Указание положения контактов

### 8.1.6.1 Средства индикации

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.6.1.

### 8.1.6.2 Индикация с помощью органа управления

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.6.2.

### 8.1.7 Дополнительные требования к аппаратам, пригодным для применения в качестве разъединителя

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.7 со следующим дополнением.

Если в положении расцепления КУУЗ не указано разомкнутое положение, то должно быть отчетливо видимо, что это не разомкнутое положение. Проверка положения силового контакта, пригодного для разъединения, подтверждают испытанием в соответствии с 9.5.2.6.

КУУЗ, пригодные применения в качестве разъединителя, снабжают средствами для фиксации в разомкнутом положении.

### 8.1.8 Контактные зажимы

### 8.1.8.1 Общие положения

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.8 со следующими дополнительными требованиями.

### 8.1.8.2 Идентификация и маркировка контактных зажимов

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.8.4 с дополнительными требованиями, данными в приложении C настоящего стандарта.

Контактные зажимы для подключения питания и нагрузки КУУЗ для категорий применения AC-40 и DC-40, с расцепителями несъемного типа или с защитой от снятия при помощи опломбирования, могут не иметь возможности для идентификации, в таких случае цепи управления не соединяют с силовой цепью внутри устройства.

### 8.1.9 Дополнительные требования к аппаратам с нейтральным полюсом

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.9.

### 8.1.10 Меры по защитному заземлению

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.10.

### 8.1.11 Оболочки аппаратов

### 8.1.11.1 Конструкция

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.11.1 со следующим дополнением.

Для КУУЗ в закрытом исполнении, оснащенных внешним ручным органом управления, дверца или крышка должны быть заблокированы так, чтобы их нельзя было открыть при нахождении КУУЗ в замкнутом положении. Допускается организация возможности открытия дверцы или крышки в замкнутом положении КУУЗ с помощью инструмента.

### 8.1.11.2 Изоляция

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.11.2.

### 8.1.12 Степени защиты аппаратов в оболочках

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.12.

### 8.1.13 Вытягивание, кручение, изгиб стальных труб для проводников

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.13.

### 8.1.14 Источник ограниченной энергии

### 8.1.14.1 Общие положения

Источник ограниченной энергии может быть выполнен в качестве второй цепи, полученной из цепей, подключенных к опасной токоведущей части, со следующими средствами разделения:

a) гальваническая развязка;

b) ограничивающее тока сопротивлением.

Примечание — Источники класса 2, как определено в NFPA 70, Национальном электротехническом кодексе и CSA C22.1, Канадском электротехническом кодексе (Кодекс КЭ) имеют те же электрические входные характеристики, что и источник ограниченной энергии с гальванической развязкой.

### 8.1.14.2 Источник ограниченной энергии с гальванической развязкой

Источник ограниченной энергии с гальванической развязкой включает в себя элементы изоляции, такие как трансформатор, между первичной цепью и ограниченной выработкой энергии. При этом руководствуются одним из следующих требований:

a) выход изначально ограничен в соответствии с таблицей 20; или

b) линейное или нелинейное, полное сопротивление ограничивает выход в соответствии с таблицей 20. Если используется устройство с положительным температурным коэффициентом (например, позистор), то оно должно пройти соответствующие испытания, указанными в IEC 60730-1; или

c) регулирующая сеть ограничивает выход в соответствии с таблицей 20, как с единичной неисправностью в регулирующей сети, так и без нее; или

d) используется устройство защиты от сверхтоков и выходы ограничены в соответствии с таблицей 21.

В качестве устройство защиты от сверхтоков, необходимо применять плавкий предохранитель или нерегулируемое электромеханическое устройство.

Соответствие требованиям для определения максимальной доступной мощности проверяется испытанием, описанным в 9.2.4.

В случае внешнего источника питания без устройств защиты от сверхтоков значения не должны превышать значения, приведенные в таблице 20. В случае внешнего источника питания с защитой от сверхтоков, значения не должны превышать значения, приведенные в таблице 21.

Таблица 20 — Пределы для источников ограниченной энергии без устройства защиты от сверхтоков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Выходное напряжение a (*U*oc) | | Выходной ток b, d (*I*sc), А | Максимальная мощность с (*S*), ВА |
| В (переменный ток) | В (постоянный ток) |
| ≤ 30 (действующего значения тока) | ≤ 30 | ≤ 8 | 100 |
| – | 30 <*U*oc ≤ 60 e | ≤ | 100 |
| Примечание — Эта таблица будет перенесена в будущую редакцию IEC 60947-1 и поэтому пронумерована иначе, чем другие таблицы в этом документе. | | | |
| *a U*oc: Выходное напряжение, измеренное после отключения всех цепей нагрузки. Значения напряжения рассчитано, для синусоидального переменного тока и постоянного тока без пульсаций. Для несинусоидального переменного и постоянного тока с пульсациями, превышающими 10 % от пикового значения, его пиковое значение не должно превышать 42,4 В.  b *I*sc: Максимальный выходной ток при любой не емкостной нагрузке, включая короткое замыкание.  c *S* (ВА): Максимальная выходная полная мощность при любой не емкостной нагрузке, как определено в 9.2.4.  d Измерение *I*sc производится через 5 с после приложения нагрузки, если защита осуществляется электронной цепью или устройством с положительным температурным коэффициентом (например, позитор) и 60 с в других случаях.  e В США пределом является непрерывное напряжение 60 В постоянного тока или переключение постоянного тока в диапазоне от 10 до 200 Гц, переключение 24,8 В постоянного тока при частоте от 10 до 200 Гц. | | | |

Таблица 21 — Пределы для источников ограниченной энергии с устройством защиты от сверхтоков

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Выходное напряжение a (*U*oc) | | Выходной ток b, d (*I*sc), А | Максимальная мощность с, d (*S*), ВА | Номинальный ток устройства защиты от сверхтоков e, А |
| В (переменный ток) | В (постоянный ток) |
| ≤ 20 | ≤ 20 | ≤ | 250 | ≤ 5,0 |
| 20 <*U*oc ≤ 30 | 20 <*U*oc ≤ 30 f | ≤ |
| – | 30 <*U*oc ≤ 60 f | ≤ |
| Примечания  1 — Причиной проведения измерений с отключенными устройствами защиты от сверхтоков является определение количества энергии, которое доступно для возможного перегрева во время работы устройств защиты от сверхтока.  2 — Эта таблица будет перенесена в будущую редакцию IEC 60947-1 и поэтому пронумерована иначе, чем другие таблицы в этом документе. | | | | |
| a *U*oc: Выходное напряжение, измеренное после отключения всех цепей нагрузки. Значение напряжения рассчитано, для синусоидального переменного тока и постоянного тока без пульсаций. Для несинусоидального переменного и постоянного тока с пульсациями, превышающими 10 % от пикового значения, его пиковое значение не должно превышать 42,4 В.  b *I*sc: Максимальный выходной ток при любой не емкостной нагрузке, включая короткое замыкание, измеренный через 60 с после приложения нагрузки.  c *S* (ВА): Максимальная полная выходная мощность при любой не емкостной нагрузке, измеренная через 60 с после приложения нагрузки, как определено в 9.2.4.  d Во время измерения в цепи сохраняются токоограничивающие полные сопротивления, но устройства защиты от сверхтоков обходят.  e Номинальные значения тока устройства защиты от сверхтока, которые размыкают цепь в течение 120 с при токе, равном 210 % от номинального тока, указанного в таблице.  f В США пределом является непрерывное напряжение 60 В постоянного тока или переключение постоянного тока в диапазоне от 10 до 200 Гц, переключение 24,8 В постоянного тока при частоте от 10 до 200 Гц. | | | | |

### 8.1.14.3 Источник ограниченной энергии с токоограничивающим полным сопротивлением

Источник ограниченной энергии с токоограничивающим полным сопротивлением имеет следующие характеристики:

a) выходное напряжение ограничено в соответствии с таблицей 22; и

b) линейное или нелинейное полное сопротивление с ограничением на выходе в соответствии с таблицей 22, как при единичном отказе, так и без него.

Источник ограниченной энергии с токоограничивающим полным сопротивлением подключают к сети, или цепи с гальванической развязкой, например, вторичной обмотки трансформатора.

Таблица 22 — Пределы для источников с ограниченной энергии и токоограничивающим полным сопротивлением

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Выходное напряжение a (*U*oc) | | Выходной ток b, d (*I*sc), А | Максимальная мощность с (*S*), ВА |
| В (переменный ток) | В (постоянный ток) |
| ≤ 30 (действующего значения тока) | ≤ 30 | 0,5 | 15 |
| Примечание — Эта таблица будет перенесена в будущую редакцию IEC 60947-1 и поэтому пронумерована иначе, чем другие таблицы в этом документе. | | | |
| a *U*oc: Выходное напряжение, измеренное после отключения всех цепей нагрузки. Значение напряжения рассчитано для синусоидального переменного тока и постоянного тока без пульсаций. Для несинусоидального переменного и постоянного тока с пульсациями, превышающими 10 % от пикового значения, его пиковое значение не должно превышать 42,4 В.  b *I*sc: Максимальный выходной ток, измеренный на выходе источника ограниченной энергии.  c *S* (ВА): Максимальная полная выходная мощность, как определено в 9.2.4.  d Измерение *I*sc производится через 5 с после применения короткого замыкания. | | | |

### 8.1.15 Цепи содержащие элементы накопления энергии

Цепи, содержащие элементы накопления энергии (конденсаторы), которые допускается снять для обслуживания (например, для замены катушки), установки или отсоединения не должны представлять опасности для электрической энергии после отсоединения.

Конденсаторы, подключенные к доступным опасным токоведущим частям, находящиеся под напряжением, должны разряжаться до уровня энергии менее 0,5 МДж в течение 5 с после отключения питания. В противном случае на устройстве должна быть нанесена легко читаемая предупреждающая надпись, указывающая время разряда до предельных значений или предпочтительного способа разрядки конденсатора перед прикосновением к соединительным частям.

### 8.1.16 Условия отказа и ненормальные условия

Устройство должно быть спроектировано таким образом, чтобы избегать режимов или последовательностей работы, которые могут вызывать условия отказа или отказ компонентов, приводящих к опасности, если другие меры по предотвращению опасности не предусмотрены установкой и не описаны в информации по установке, прилагаемой к устройству. Требования, изложенные в этом подпункте, также принимают для ненормальных условий эксплуатации, если это применимо.

Проводят анализ или испытание цепи, для определения, приведения отказа конкретного компонента (включая системы изоляции) к возникновению опасности.

Этот анализ включает ситуации, при которых отказ компонента или изоляции (основной или дополнительный) приводит к:

* воздействие на риск поражения электрическим током;
* опасности разрушения, приводящего к выбросу пламени, горящих частиц или расплавленного металла при пожаре.

Анализ или испытания включают влияние условий короткого замыкания и разомкнутой цепи на компонент. Требуется проведение испытания, в случае если анализ не может убедительно показать, что при условиях короткого замыкания или разомкнутой цепи, отказ компонента не приведет к поражению электрическим током или к пожару. Соответствие подтверждают испытанием по 9.2.5.

Компоненты, имеющие подтверждение надежности соответствие стандартам на продукцию, принимают как соответствующими этим требованиям и без проведения дальнейших испытаний, при условии проведенных испытаний в условиях, соответствующих условиям, для которых предназначено устройства.

### 8.1.17 Защита портов от короткого замыкания и перегрузки

Если источник питания для сигнального порта или порта питания, который является внешним по отношению к устройству, не соответствует требованиям 8.1.14 к источникам ограниченной энергии, устройство не должно представлять опасности в условиях короткого замыкания или перегрузки. Инструкции по установке внешней защиты от сверхтока должны быть предоставлены в соответствии с 6.3.

Соответствие проверяться осмотром и, при необходимости, имитированием условия единичной неисправности.

### 8.2 Требования к работоспособности

### 8.2.1 Условия срабатывания

### 8.2.1.1 Общие положения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.1.1 со следующим дополнением.

КУУЗ должны иметь конструкцию с механизмом свободного расцепления ([IEC 60947-1:2020], подпункт 3.6.24).

КУУЗ не должны срабатывать при повышениях тока, вызванных испытанием на срабатывание по 9.3.3.1, после протекания максимального номинального рабочего тока при контрольной температуре окружающего воздуха и достижении теплового равновесия при минимальной и максимальной уставках реле перегрузки, если оно регулируемое.

Сброс реле и расцепителей не должно приводить к включению КУУЗ в отсутствие команды на включение.

Требования принимают как к самому устройству, так и к специализированным электромонтажным арматурам.

Если между *U*s и *U*c нет различия, то принимают требования к *U*c.

### 8.2.1.2 Пределы срабатывания КУУЗ с двигательным приводом

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.1.2.

### 8.2.1.3 Пределы срабатывания реле минимального напряжения и расцепителя

Применяется [IEC 60947-1:20201], подпункт 8.2.1.3 со следующим дополнением.

Испытания установлены в 9.3.3.2.2 настоящего стандарта.

### 8.2.1.4 Пределы срабатывания независимого расцепителя

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.1.4 со следующим дополнением.

Испытания установлены в 9.3.3.2.2 настоящего стандарта.

### 8.2.1.5 Пределы срабатывания токоизмерительного реле или расцепителя

### 8.2.1.5.1 Размыкание в условиях перегрузки

### 8.2.1.5.1.1 Общие требования к срабатыванию реле перегрузки или расцепитель тока с обратно зависимой выдержкой времени (тип c) по 5.7.1.3.1)

*i) Категории применения AC-2, AC-3, AC-3e, AC-4, DC-3, DC-5*

Примечание — Тепловая защита двигателей при наличии гармонических составляющих в напряжении питания находится в стадии рассмотрения.

*Нагрузка током всех полюсов*

Реле и расцепители классифицируют согласно категориям применения по таблице 3 и соответствия требованиям таблиц 2 и 3 при испытаниях:

* у КУУЗ, нормально смонтированных в оболочке, при протекании тока, в А раз превышающем уставку, расцепление не должно произойти ранее чем через 2 ч, начиная с холодного состояния при контрольной температуре окружающего воздуха согласно таблице 2. Если же контактные зажимы реле перегрузки достигают нагретого состояния при испытательном токе менее чем за 2 ч, длительность испытания может соответствовать времени, необходимому для достижения этого состояния;
* при токе, превышаемом B раз от уставки, расцепление должно происходить ранее чем через 2 ч;
* реле или расцепители перегрузки класса 2, 3, 5 и 10 А при протекании тока, в С раз превышающего уставку, должны расцепляться ранее чем через 2 мин, начиная с нагретого состояния, достигнутого при протекании тока, равного току уставки, в соответствии с IEC 60034-1:2017, подпункт 9.3.3 для класса 10 А реле перегрузки при температуре окружающего воздуха минус 5 °С или ниже допускается указание изготовителем более длительное время срабатывания, но не более 4 мин;

Примечание — В IEC 60034-1:2017, подпункт 9.3.3 установлено: «Трехфазные двигатели переменного тока, имеющие номинальные мощности, не превышающие 315 кВт, и номинальные напряжения, не превышающие 1 кВ, должны выдерживать ток, равный 1,5-кратному номинальному току в течение не менее чем 2 мин».

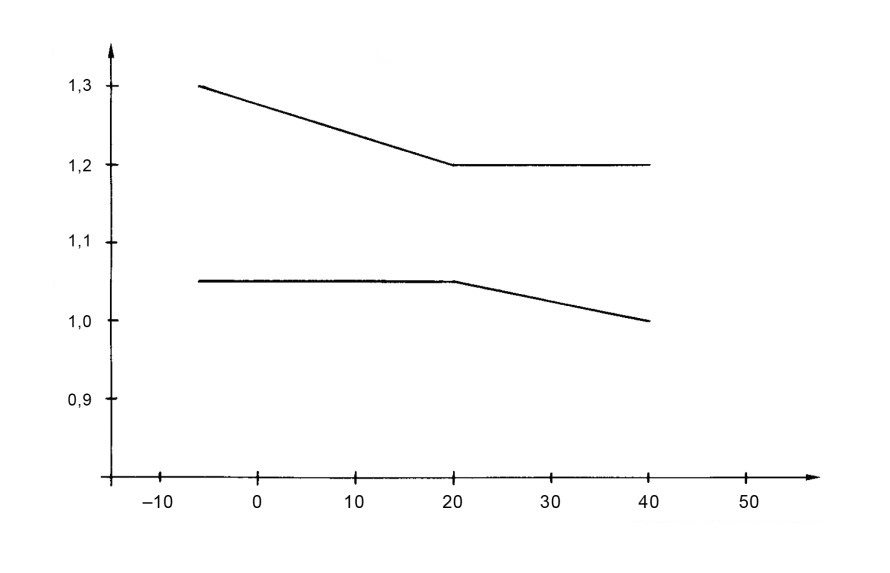
* реле или расцепители перегрузки классов 10, 20, 30 и 40 при протекании тока, в С раз превышающего уставку, расцепление должно происходить менее чем через 4, 8, 12 или 16 мин, начиная с нагретого состояния, достигнутого при протекании тока, равного току уставки;
* при протекании тока, в D раз превышающего уставку, время расцепления *Т*р должно находиться в пределах, указанных в таблице 3 для соответствующего класса расцепления, начиная с холодного состояния;
* для реле или расцепителей перегрузки с диапазоном уставок по току эти пределы срабатывания учитывают как в случае протекания токов через реле или расцепитель значение которых соответствует максимальной и минимальной уставкам;
* для нескомпенсированных реле перегрузки или расцепителей зависимость кратности тока от температуру окружающего воздуха не должна превышать 1,2 %/К.

Примечание 3— 1,2 %/К – характеристика ухудшения теплоотдачи проводников с поливинилхлоридной изоляцией.

Реле перегрузки или расцепители считают скомпенсированными, если они соответствуют требованиям таблицы 2 при 20 °С и не выходят за пределы, указанные на рисунке 1, при других температурах.

Таблица 2 — Пределы срабатывания реле или расцепителей перегрузки с обратнозависимой выдержкой времени при подаче тока на все полюса

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория применения | Тип реле или расцепителя | Кратность тока уставки | | | | Температура окружающего воздуха, °С |
| *А* | *В* | *С* | *D* |
| АС-2  АС-3  AC-3e  АС-4  DC-3  DC-5 | Теплового типа нескомпенсированное относительно изменений температуры окружающего воздуха | 1,0 | 1,2 b | 1,5 | 7,2 | плюс 40 |
| Теплового типа скомпенсированное относительно изменений температуры окружающего воздуха | c | c | – | – | ниже минус 5 d |
| 1,05 | 1,3 | 1,5 | – | минус 5 |
| 1,05 | 1,2 b | 1,5 | 7,2 | плюс 20 |
| 1,0 | 1,2 b | 1,5 | – | плюс 40 |
| c | c | – | – | выше плюс 40 d |
| Электронные a | 1,05 | 1,2 b | 1,5 | 7,2 | 0  плюс 20  плюс 40 |
| АС-40  АС-1  АС-5a  АС-5b  DC-40  DC-1  DC-6 | Все | 1,05 | 1,3 | – | – | плюс 30 |
| a Это испытание должно проводиться только при температуре 20 °С для кратности тока уставки A, B и D.  b Если указано изготовителем, ток расцепления может отличаться на 120 %, но не должен превышать 125 %. В этом случае значение испытательного тока должно быть равно этому току расцепления. В этом случае ток расцепления должен быть указан на устройстве.  c Кратность тока уставки должна быть заявлена изготовителем.  d См. подпункт 9.3.3.2.2 для испытаний вне диапазона минус 5 до плюс 40 °С. | | | | | | |



Температура окружающего воздуха

Стандартный диапазон

Кратность уставки тока перегрузки

Рисунок 1 – Кратность токовой уставки реле перегрузки или расцепителя с выдержкой времени, компенсированного относительно температуры окружающего воздуха (см. 8.2.1.5.1)

Таблица 3 — Классы расцепления реле перегрузки и расцепителей для категорий применения AC-2, AC-3, AC-3e, AC-4, DC-3, DC-5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс расцепления | Время расцепления *Т*pв условиях, соответствующих 8.2.1.5.1.1, таблица 2, столбец *D* a, с | Время расцепления *Т*pв условиях, соответствующих 8.2.1.5.1.1, таблица 2, столбец *D* для жёстких допусков. Пределы допуска E a, с |
| 2 | – | *T*p≤ 2 |
| 3 | – | 2 < *T*p≤ 3 |
| 5 | 0,5 < *T*p≤ 5 | 3 < *T*p≤ 5 |
| 10 А | 2 < *T*p≤ 10 | – |
| 10 | 4 < *T*p ≤ 10 | 5 < *T*p ≤ 10 |
| 20 | 6 < *T*p≤ 20 | 10 < *T*p≤ 20 |
| 30 | 9 < *T*p ≤ 30 | 20 < *T*p ≤ 30 |
| 40 | – | 30 < *T*p ≤ 40 |
| a Изготовитель должен добавить букву Е к классу расцепления для информировании о соответствии пределам допуска Е. | | |

*Нагрузка током двух полюсов*

Согласно таблице 4, при нагрузке током трех полюсов реле или расцепителя при A - кратной уставке тока, расцепление не должно происходить ранее чем через 2 ч, начиная с холодного состояния, при температуре окружающего воздуха по таблице 4.

Кроме того, если значение тока, протекающего через два полюса (у реле, контроля пропадания фазы, – полюса, проводящие больший ток), последовательно возрастает до В - кратной токовой уставки, а третий полюс обесточен, то расцепление должно происходить ранее чем через 2 ч.

Указанные значения действительны для всех комбинаций полюсов.

Для реле или расцепителей с регулируемой токовой уставкой должны быть действительны характеристики срабатывания, когда реле или расцепитель проводит токи, соответствующие максимальной уставке, и когда реле проводит токи, соответствующие минимальной уставке.

Таблица 4 — Пределы срабатывания трехполюсных реле или расцепителей перегрузки с обратнозависимой выдержкой времени при нагрузке током двух полюсов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид реле или расцепителя перегрузки | Кратность тока уставки | | Контрольная температура окружающего воздуха, °С |
| *А* | *В* |
| Тепловое, скомпенсированное относительно колебаний температуры окружающего воздуха или электронные.  Без контроля пропадания фазы | Три полюса: 1,0 | Два полюса: 1,32  Один полюс: 0 | плюс 20 |
| Тепловое, нескомпенсированное относительно изменений температуры окружающего воздуха.  Без контроля пропадания фазы | Три полюса: 1,0 | Два полюса: 1,25  Один полюс: 0 | плюс 40 |
| Тепловое, скомпенсированное относительно изменений температуры окружающего воздуха.  С контролем пропадания фазы | Два полюса: 1,0  Один полюс: 0,9 | Два полюса: 1,15  Один полюс: 0 | плюс 20 |

*ii) Категории применения AC-40, AC-1, AC-5a, AC-5b; DC-40, DC-1, DC-6*

Условные значения срабатывания реле или расцепителей перегрузки с обратнозависимой выдержкой времени приведены в таблице 2.

При контрольной температуре (30 ± 2) °С и 1,05-кратной токовой уставке, т. е. с условным током нерасцепления (см. [IEC 60947-1:2020], подпункт 3.7.30) при подаче тока во все полюса расцепителей, при этом расцепление не должно произойти в течение условного времени 2 ч (1 ч, если *I*e < 63 А), начиная с холодного состояния, т. е. с КУУЗ при контрольной температуре.

Если по окончании условного времени значение тока мгновенно возрастает до 1,30 - кратной токовой уставки, т. е. с условным током расцепления (см. [IEC 60947-1:2020], подпункт 3.7.31), расцепление должно происходить в течение вышеуказанного условного времени.

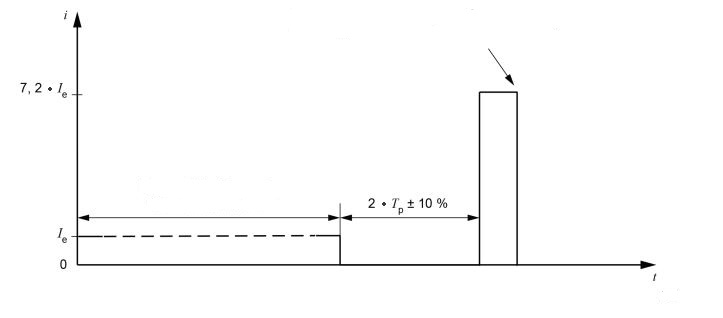
Примечание— Контрольная температура — это температура окружающего воздуха, к которой относится времятоковая характеристика КУУЗ.

Если реле или расцепитель, по информации изготовителя, не зависит от температуры окружающего воздуха, значения тока по таблице 2 следует применять в пределах диапазона температур, указанных изготовителем, с допуском 0,3 % на каждый градус K. Ширина диапазона указывают в пределах ± 10 К от контрольной температуры.

### 8.2.1.5.1.2 Проверка испытанием тепловой памяти категорий применения AC-2, AC-3, AC-3e, AC-4, DC-3, DC-5

Кроме случаев, указанных изготовителем, что устройство не содержит тепловой памяти, электронные реле перегрузки должны отвечать следующим требованиям (см. рисунок 2):

* пропускать ток, равный *I*e, до тех пор, пока устройство не достигнет теплового равновесия;
* прерывать ток на время, равное 2 • *T*p (cм. таблицу 3) с относительным допуском в ± 10 % (где Tp – это время, измеренное при токе D по таблице 2);
* пропускать ток, равный 7,2 • *I*e;
* реле должно расцеплять в течении 50 % времени *T*p.



Расцепление должно происходить в течении 50 % времени *T*p измеренного при токе *D* по таблице 2

Время, достаточное для достижения теплового равновесия

Рисунок 2 – Испытание тепловой памяти

### 8.2.1.5.1.3 Размыкание в условиях перегрузки реле или расцепителей перегрузки мгновенного действия и с независимой выдержкой времени (типы a) и b) по 5.7.2.3.1)

Для всех значений уставки тока, КУУЗ должны расцеплять с точностью ± 10 % от установленного значения тока расцепления, соответствующего уставке тока.

### 8.2.1.5.2 Размыкание в условиях короткого замыкания

Реле или расцепители короткого замыкания мгновенного действия и с независимой выдержкой времени (перечисления а) и b) 5.7.2.3.2).

При всех значениях токовой уставки КУУЗ должны расцепляться с точностью ± 20 % от установленного значения тока расцепления, соответствующего токовой уставке.

### 8.2.1.5.3 Пределы срабатывания реле или расцепителей минимального тока для автоматического переключения

Реле или расцепитель минимального тока должны срабатывать, с отключением КУУЗ в пределах 90 % – 110 % от установленного времени, при значении тока ниже 0,9 от уставки минимального тока на всех полюсах.

### 8.2.1.5.4 Пределы срабатывания реле контроля опрокидывания ротора электродвигателя или расцепителя

Реле контроля опрокидывания ротора электродвигателя или расцепитель, должны срабатывать, с отключением КУУЗ в пределах 80 – 120 % установленного времени (время блокировки опрокидывания ротора электродвигателя) или в пределах точности, установленной изготовителем, в следующих случаях:

a) реле тока: ток на 20 % выше, чем установленное значение тока опрокидывания ротора электродвигателя;

**Пример — Установленный ток реле, контроля опрокидывания ротора электродвигателя: 100 А; установленное время: 6 с; точность: ± 10 %, реле должно сработать в течение 5,4 и 6,6 с, если значении тока равно или превышает значение 100 A • 1,2 = 120 A.**

b) реле обнаружения вращения: входной сигнал, указывает на отсутствие вращения двигателя.

### 8.2.1.5.5 Пределы срабатывания реле или расцепителей перегрузки

Реле или расцепитель перегрузки должен срабатывать для размыкания КУУЗ в пределах от 80 % до 120 % от установленного времени (время блокировки торможения) или в пределах точности, определенной изготовителем, если ток превышает на 1,2 раза установленное значение тока реле или расцепителя перегрузки, во время работы после выполнения пуска.

### 8.2.2 Превышение температуры

### 8.2.2.1 Общие положения

Для испытаний по [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.2 применяют новые чистые КУУЗ. В случае проведения испытания при напряжении ниже 100 В, контакты таких устройств допускается очистить любым безабразивным методом или проходят несколько циклов с нагрузкой или без неё до начала испытания.

Примечание — Сопротивление контактов из-за окисления не оказывает влияние на испытание на превышение температуры при испытательном напряжении выше 100 В.

В случае применения электромагнита с электронным управлением измерение температуры катушки может быть не осуществимо физически; в таком случае разрешается применять другие методы, например, метод термопар или другие подходящие методы.

### 8.2.2.2 контактные зажимы

Превышение температуры контактных зажимов не должно выходить за пределы, указанные в таблице 5.

Таблица 5 — Пределы превышения температуры выводов

|  |  |
| --- | --- |
| Материал контактных зажимов | Превышение температуры b, К |
| Чистая медь  Чистая латунь  Медь или латунь с оловянным покрытием  Медь или латунь с серебряным или никелевым покрытием  Другие материалы | 60  65  65  70 a  c |
| a Предел превышения температуры 70 К для присоединяемых кабелей с поливинилхлоридной изоляцией. Использование присоединяемых проводников и кабелей меньшего сечения, чем указано в [IEC 60947-1:2020], таблицы 9 и 10, может вызвать повышение температуры контактных зажимов и внутренних частей, поэтому такие проводники не следует использовать без рекомендации изготовителя, поскольку повышение температуры может привести к повреждению аппарата.  b Требования к превышению температуры применяют к новым образцам, как в цикле испытаний I по 9.5.2. Значение превышения температуры в цикле испытаний IV (9.5.5) увеличивают на 10 К.  c Пределы превышения температуры определяют в результате эксплуатации или испытаний на износ, но они не должны превышать 65 К. | |

### 8.2.2.3 Доступные части

Превышение температуры доступных частей не должно выходить за пределы, указанные в [IEC 60947-1:2020], таблица 3.

### 8.2.2.4 Температура окружающего воздуха

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.2.4.

### 8.2.2.5 Силовая цепь

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.2.5 со следующим дополнением.

Силовая цепь КУУЗ вместе с встроенными максимальными реле или расцепителями тока должна проводить максимальный номинальный рабочий ток, соответствующий категории применения в продолжительном, повторно-кратковременном или кратковременном режимах, без выхода за пределы, указанные в таблице 5 настоящего стандарта и [IEC 60947-1:2020], таблица 3, Продолжительный режим используют для категорий АС-40 и DC-40.

### 8.2.2.6 Цепи управления

Цепи управления, в том числе устройства цепей управления, предназначенные для замыкания и размыкания КУУЗ, должны обеспечивать работу в номинальном режиме по 5.3.4. При этом превышения температуры при испытании по 9.3.3.3.5 не должны превышать значений, указанных в таблице 5 настоящего стандарта и [IEC 60947-1:2020], таблица 3.

### 8.2.2.7 Обмотки катушек и электромагнитов

### 8.2.2.7.1 Обмотки для работы в продолжительном и 8-часовом режимах

При протекании по силовой цепи максимального тока обмотки катушек должны выдерживать под непрерывной нагрузкой и при номинальной частоте номинальное входное напряжение цепи управления без выхода превышения температуры за пределы, указанные в таблице 6.

Примечание — В зависимости от технологии, например, для некоторых видов электромагнитов с электронным управлением, питающее напряжение цепи управления нельзя применять непосредственно на обмотку катушек при их подключении как в нормальных условиях эксплуатации.

### 8.2.2.7.2 Обмотки для работы в повторно-кратковременном режиме

При отсутствии тока в силовой цепи обмотки катушек должны выдерживать при номинальной частоте номинальное входное напряжение цепи управления (или максимальное номинальное напряжение цепи управления для диапазона), указано согласно таблице 7 в зависимости от класса повторно-кратковременного режима без выхода превышения температуры за пределы, указанные в таблице 6.

Примечание — В зависимости от технологии, например, для некоторых видов электромагнитов в электронным управлением, напряжение питания цепи управления нельзя подключать непосредственно к обмотке катушки при их подключении как в нормальных условиях эксплуатации.

Таблица 6 — Пределы превышения температуры изолированных катушек в воздухе

|  |  |
| --- | --- |
| Класс изоляционного материала (по IEC 60085) | Предел превышения температуры (измеренной методом сопротивления), К |
| А  Е  В  F  Н | 85  100  110  135  160 |

Таблица 7 — Данные по циклам испытаний в повторно-кратковременном режиме

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс повторно-кратковременного режима КУУЗ | Продолжительность рабочего цикла замыкание − размыкание, с | Время включения катушки управления под напряжение |
| 1  3  12  30  120  300  1200 | 3600  1200  300  120  30  12  3 | «Время размыкания» должно соответствовать коэффициенту нагрузки, указанному изготовителем |

### 8.2.2.7.3 Специальные обмотки (для работы в кратковременном режиме или при периодическом включении)

Специальные обмотки следует испытывать в рабочих условиях, соответствующих самому жесткому режиму из тех, для которых они предназначены, а их номинальные характеристики должны быть указаны изготовителем.

### 8.2.2.8 Вспомогательные цепи

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.2.8.

### 8.2.2.9 Другие части

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.2.1.

### 8.2.3 Диэлектрические свойства

### 8.2.3.1 Общие положения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.3 со следующим дополнением.

### 8.2.3.2 Компоненты, ограничивающие напряжение между цепями

Общие требования к устройству включает компоненты, ограничивающие напряжение, вставляемые между цепями, не подключенными к заземлению, подлежащему испытанию диэлектрических свойств, описанному ниже.

Компоненты, ограничивающие напряжение, (варисторы), используемые для защиты электронных частей от импульсов напряжения внутри устройства, должны соответствовать IEC 61051-2. В этом подпункте цель состоит не в том, чтобы уменьшить зазоры. Для испытаний типа допускается отключение компонентов ограничивающие напряжение внутри устройства,

IEC 61051-2 применяется следующим образом:

a) Предпочтительные климатические категории варистора:

* максимальная нижняя температура: минус 10 °С;
* минимальная верхняя температура: плюс 85 °С.

Изготовитель устройства должен убедиться, что варистор пригоден для применения при повышенной температуре окружающей среды, при наличии.

b) Минимальное номинальное напряжение варистора должно в 1,2 раза превышать максимальное пиковое напряжение, к которому подключен варистор.

c) При подключении к сети варисторы должны выдерживать испытание импульсным напряжением в соответствии с 9.5.2.5.

Примечания

1 — При проверке варисторов, приведенной выше, предполагается, что предохранитель, защищающий варистор, не требуется.

2 — Возможность разъединения цепей между полюсами, предусмотренная в [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.4.1, пункт 1), может оказаться неприемлемой при приемо-сдаточных испытании, поскольку устройство изготовлено, и нецелесообразно повторно открывать его и вносить изменения. Испытание проводят для определения корректную работу компонента, ограничивающего напряжение.

### 8.2.4 Требования к работоспособности в условиях отсутствия нагрузки, нормальной нагрузки и перегрузки

### 8.2.4.1 Включающая и отключающая способности

КУУЗ должны иметь способность без повреждения включать и отключать токи в условиях, указанных в таблице 8, в зависимости от требуемой категории применения.

Не допускается превышение значений времени обесточивания, указанных в таблицах 8 и 9.

Таблица 8 — Номинальные включающая и отключающая способности. Условия включения и отключения в зависимости от категории применения

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Категория  применения** | **Условия включения и отключения** | | | | | | |
| ***I*c/*I*e** | ***U*r/*U*e** | **cos ϕ** | **Время  протеканияb, с** | **Время обесточивания, с** | | **Число циклов  срабатывания** |
| AC-40  АС-1  АС-2  АС-3g  АС-3eg  АС-4g  АС-5a  АС-5b | 6,0  1,5  4,0  8,0  8,5  10,0  3,0  1,5c | 1,05  1,05  1,05  1,05  1,05  1,05  1,05  1,05 | 0,50  0,80  0,65  a  a  a  0,45  c | 0,05  0,05  0,05  0,05  0,05  0,05  0,05 | e  e  e  e  e  e  e | | 24  50  50  50  50  50  50 |
|  |  |  | *L/R*, мс |  |  | |  |
| DC-40  DC-1  DC-3  DC-5  DC-6 | 2,5  1,5  4,0  4,0  1,5c | 1,05  1,05  1,05  1,05  1,05 | 2,5  1,0  2,5  15,0  c | 0,05  0,05  0,05  0,05  0,05 | e  e  e  e  e | | 24 d  50 d  50 d  50 d  50 d |
| **Категория  применения** | **Условия включения** | | | | | | |
| ***I*c/*I*e** | ***U*r/*U*e** | **cos ϕ** | **Время  протекания2), с** | **Время обесточивания, с** | | **Число циклов  срабатывания** |
| АС-3  AC-3e  АС-4 | 10,0  12,0 h  12,0 | 1,05f  1,05f  1,05f | a  h  a | 0,05  0,05  0,05 | | e  e  e | 50  50  50 |
| *I* − включаемый ток. Выражают как постоянный ток или действующее значение симметричной составляющей переменного тока, но подразумевают, что на переменном токе пиковое значение асимметричного тока, соответствующее коэффициенту мощности данной цепи, может быть более высоким;  *Ic* − включаемый и отключаемый ток, выражаемый как постоянный ток или действующее значение симметричной составляющей переменного тока;  *I*e − номинальный рабочий ток;  *U −* напряжение до включения;  *Ur* − возвращающее напряжение промышленной частоты;  *U*e − номинальное рабочее напряжение;  cos ϕ − коэффициент мощности испытательной цепи;  *L/R −* постоянная времени испытательной цепи. | | | | | | | |
| Примечание — 25 срабатываний в ручную, указанных в сноске g, предназначены для непрерывности обслуживания ручного органа КУУЗ при наличии, но не для квалификации КУУЗ для ручного срабатывания. | | | | | | | |
| a cos ϕ = 0,45 при *I*e 100 А; 0,35 при *I*e > 100 А.  b Время может быть менее 0,05 с при условии, что контакты до повторного размыкания успевают занять соответствующее положение. По соображениям целесообразности для испытания допускается более длительное время протекания по согласованию с изготовителем.  c Испытания должны проводиться с нагрузкой в виде ламп накаливания.  d Половина циклов срабатывания выполняют при одной полярности, другую − при обратной полярности.  e Максимальное время обесточивания, указанное в таблице 9, может быть сокращено по согласованию с изготовителем.  f Для *U*/*U*е принимают допустимое отклонение ± 20 %.  g Следует проверять также условия включения. Эту проверку допускается проводить во время испытаний на включение и отключение, но только по согласованию с изготовителем. В этом случае кратности тока включения должны соответствовать приведенным значениям *I*/*I*e*,* тока отключения − *I*c/*I*e*.* 25 циклов срабатывания должны выполняться при напряжении цепи управления, равном 110 % номинального напряжения цепи управления *Us*, и 25 циклов срабатывания – при 85 % *Us*.  h В качестве альтернативы коэффициент *I*/*I*e может быть выбран изготовителем в диапазоне от 12 до 13. В этом случае коэффициент мощности задается по следующим формулам:  *I*e ≤100 А: cos ϕ= 0,1 • *I*/*I*e – 0,85  *I*e >100 А: cos ϕ= 0,1 • *I*/*I*e – 0,95 | | | | | | | |

Таблица 9 — Взаимосвязь между отключаемым током *Ic* и временем обесточивания при проверке номинальных включающей и отключающей способностей

|  |  |
| --- | --- |
| Отключаемый ток *I*c , А | Время обесточивания, с |
| *I*c 100 | 10 |
| 100 < *I*c 200 | 20 |
| 200 < *I*c 300 | 30 |
| 300 < *I*c 400 | 40 |
| 400 < *I*c 600 | 60 |
| 600 < *I*c 800 | 80 |
| 800 < *I*c 1200 | 100 |
| 1000 < *I*c 1300 | 140 |
| 1300 < *I*c 1600 | 180 |
| 1600 < *I*c | 240 |

### 8.2.4.2 Работоспособность

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.4.2 со следующим дополнением.

а) *Условная работоспособность после испытаний на включающую и отключающую способности*

КУУЗ должны иметь способность без повреждений включать и отключать токи после испытаний на включающую и отключающую способности в заданных условиях по таблице 10 в соответствии с требуемой категорией применения и указанным числом циклов срабатывания.

Время протекания тока должно быть 0,05 с. Время может быть менее 0,05 с при условии, что контакты до повторного размыкания успевают занять соответствующее положение.

Время обесточивания должно быть не более указанного в таблице 9, за исключением категорий применения АС-5b и DC-6, для которых время обесточивания должно быть 60 с.

b) *Работоспособность до и после испытаний на короткое замыкание при* *I*cr *и* *I*cs

КУУЗ должны без повреждений включать и отключать токи до и после испытаний на короткое замыкание при *I*cr и *I*cs (см. 8.2.5, перечисление a)) в условиях, указанных в таблице 11, в соответствии с требуемой категорией применения и числом циклов срабатывания. Первые 25 циклов срабатывания после испытаний на короткое замыкание при *I*cs должны выполняться с помощью встроенных органов ручного управления, при их наличии, при подаче напряжения на функциональную цепь управления. Встроенные органы ручного управления могут управляться непосредственно или дистанционно (т. е. рукояткой, двигательным приводом, соленоидным приводом и т. д.).

Для всех, но непременно для вышеупомянутых 25 циклов срабатывания время протекания тока должно быть 0,05 с. Это время может быть менее 0,05 с при условии, что контакты до повторного размыкания успевают занять соответствующее положение, и время обесточивания должно быть не более указанного в таблице 9, кроме категорий применения АС-5b и DC-6, для которых время обесточивания должно быть 60 с.

c) *Условная механическая работоспособность*

В дополнение к выполнению требований перечисления а) к коммутационной работоспособности, КУУЗ должны обеспечивать механические циклы срабатываний без нагрузки согласно таблице 10 в условиях испытаний, указанных в 9.5.3.3.

Для КУУЗ, которые имеют минимальные расцепители напряжения и/или независимые расцепители, 10 % общего числа циклов срабатываний должны быть выполнены срабатываниями указанных расцепителей – по 5 % в начале и конце каждого испытания.

Таблица 10 — Условная работоспособность после испытаний на включающую/отключающую способность. Условия включения и отключения, соответствующие категориям применения

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория  применения | *I*c/*I*e | *U*r/*U*e | сos ϕ d | Число циклов срабатывания | |
| с током | без тока |
| АС-40 | 1,0 | 1,05 | 0,80 | 3000 | 4000 |
| АС-1 | 1,0 | 1,05 | 0,80 | 6000 | 4000 |
| АС-2 | 2,0 | 1,05 | 0,65 | 6000 | 4000 |
| АС-3, AC-3e | 2,0 | 1,05 | a | 6000 | 4000 |
| АС-4 | 6,0 | 1,05 | a | 6000 | 4000 |
| АС-5а | 2,0 | 1,05 | 0,45 | 6000 | 4000 |
| АС-5b | 1,0 b | 1,05 | b |  |  |
|  |  |  | L/R e, мс |  |  |
| DC-40 | 1,0 | 1,05 | 2,5 | 3000 c | 4000 |
| DC-1 | 1,0 | 1,05 | 1,0 | 6000 c | 4000 |
| DC-3 | 2,5 | 1,05 | 2,0 | 6000 c | 4000 |
| DC-5 | 2,5 | 1,05 | 15,0 | 6000 c | 4000 |
| DC-6 | 1,0 b | 1,05 | b | 6000 c | 4000 |
| *I* − включаемый ток. Выражают как постоянный ток или действующее значение симметричной составляющей переменного тока, принимают во внимание, что на переменном токе пиковое значение асимметричного тока, соответствующее коэффициенту мощности данной цепи, может быть более высоким;  *I*c − включаемый и отключаемый ток. За исключением AC-5b или DC-6, включающий ток выражается как постоянный ток или действующее значение симметричной составляющей переменного тока, но подразумевается, что фактическим значением будет пиковое значение, соответствующее коэффициенту мощности данной цепи;  *I*e − номинальный рабочий ток;  *U*r − возвращающее напряжение постоянного тока или промышленной частоты;  *U −* напряжение до включения;  *U*e − номинальное рабочее напряжение;  cos ϕ − коэффициент мощности испытательной цепи;  *L/R −* постоянная времени испытательной цепи. | | | | | |
| a *cos* ϕ = 0,45 при *I*e 100 А; 0,35 при *I*e > 100 А.  b Испытания должны проводиться с нагрузкой в виде ламп накаливания.  c Половина циклов срабатывания выполняют при одной полярности, другую − при обратной полярности.  d Допустимое отклонение для *cos*φ: ± 0,05.  e Допустимое отклонение для *L/R*: ± 15 %. | | | | | |

Таблица 11 — Работоспособность до и после испытаний на короткое замыкание при *I*cr и *I*cs. Условия включения и отключения, соответствующие категориям применения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория применения | Значение  номинального рабочего тока, А | Включение | | | Выключение | | | Число циклов  срабатывания до и  после испытаний | |
| *I/I*e | *U/U*е | сos ϕ d | *Iс/I*е | *U*r*/U*e | сos ϕ d |
| *I*cr | *I*cs |
| АС-40 | Все значения | 1,0 | 1,0 | 0,80 | 1,0 | 1,00 | 0,80 | 1500 | 750 |
| АС-1 | Все значения | 1,0 | 1,0 | 0,95 | 1,0 | 1,00 | 0,95 | 3000 | 1500 |
| АС-2 | Все значения | 2,5 | 1,0 | 0,65 | 2,5 | 1,00 | 0,65 | 3000 | 1500 |
| АС-3, АС-3e | *Ie* 17 | 6,0 | 1,0 | 0,65 | 1,0 | 0,17 | 0,65 | 3000 | 1500 |
| *Ie* > 17 | 6,0 | 1,0 | 0,35 | 1,0 | 0,17 | 0,35 | 3000 | 1500 |
| АС-4 | *Ie*  17 | 6,0 | 1,0 | 0,65 | 6,0 | 1,00 | 0,65 | 3000 | 1500 |
| *Ie* > 17 | 6,0 | 1,0 | 0,36 | 6,0 | 1,00 | 0,35 | 3000 | 1500 |
| АС-5а | Все значения | 2,0 | 1,0 | 0,45 | 2,0 | 1,00 | 0,45 | 3000 | 1500 |
| АС-5b b | Все значения | 1,0 | 1,0 | a | 1 | 1,00 | a | 3000 | 1500 |
|  |  |  |  | *L/R e*, мс |  |  | *L/R* e, мс |  |  |
| DC-40 | Все значения | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 1500 c | 750 c |
| DC-1 | Все значения | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 1,00 | 3000 c | 1500 c |
| DC-3 | Все значения | 2,5 | 1,0 | 2,0 | 2,5 | 1,00 | 2,0 | 3000 c | 1500 c |
| DC-5 | Все значения | 2,5 | 1,0 | 7,5 | 2,5 | 1,00 | 7,5 | 3000 c | 1500 c |
| DC-6 b | Все значения | 1,0 | 1,0 |  | 1,0 | 1,00 |  | 3000 c | 1500 c |
| *I* − включаемый ток. Выражают как постоянный ток или действующее значение симметричной составляющей переменного тока, принимают во внимание, что на переменном токе пиковое значение асимметричного тока, соответствующее коэффициенту мощности данной цепи, может быть более высоким;  *Ic* − включаемый и отключаемый ток. За исключением AC-5b или DC-6, включающий ток выражается как постоянный ток или действующее значение симметричной составляющей переменного тока, но подразумевается, что фактическим значением будет пиковое значение, соответствующее коэффициенту мощности данной цепи;  *I*e − номинальный рабочий ток;  *Ur* − возвращающее напряжение переменного тока или промышленной частоты;  *U −* напряжение до включения;  *U*e − номинальное рабочее напряжение;  cos ϕ − коэффициент мощности испытательной цепи;  *L/R −* постоянная времени испытательной цепи. | | | | | | | | | |
| a *cos ϕ* = 0,45 при *I*e 100 А; 0,35 при *I*e > 100 А.  b Испытания должны проводиться с нагрузкой в виде ламп накаливания.  c Половина циклов срабатывания выполняют при одной полярности, другую − при обратной полярности.  d Допустимое отклонение для *cos φ*: ± 0,05.  e Допустимое отклонение для *L/R*: ± 15 %. | | | | | | | | | |

### 8.2.4.3 Износостойкость

### 8.2.4.3.1 Механическая износостойкость

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.4.3.1.

### 8.2.4.3.2 Коммутационная износостойкость

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.4.3.2.

### 8.2.5 Способность включать, проводить и отключать токи короткого замыкания

КУУЗ должны выдерживать термические, динамические и электрические нагрузки, обусловленные токами короткого замыкания.

Токи короткого замыкания могут возникать при включении тока, прохождении тока в замкнутом положении аппарата, отключении тока.

a) Способность КУУЗ включать, проводить и отключать токи короткого замыкания определяется следующими терминами в соответствии с таблицей 12 или таблица 13 (предпочтительно) по усмотрению изготовителя. Обе таблицы считаются эквивалентными для соответствия устройства настоящему стандарту:

- ожидаемому условному току короткого замыкания *I*crи ожидаемому условному току «r» (*I*r);

- номинальной рабочей наибольшей отключающей способности *I*cs (см. 5.3.6).

b) Дополнительное испытание из трех срабатываний включения и отключения должно проводиться при токе, равном 80 % максимального значения тока расцепления расцепителя мгновенного действия, если значение 80 % превышает значение *I*с/*I*еприведенное в таблице 8 (см. 9.5.6).

c) Четырехполюсные КУУЗ должны отвечать требованиям 9.3.4.1.6 перечисления а), b), с) соответственно.

Примечание — Таблица 13 была введена с целью согласования с UL 60947-4-1 и эквивалентна соответствующим требованиям UL 60947-4-1.

Таблица 12 — Значение ожидаемого испытательного тока, соответствующего номинальному рабочему току

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Максимальное значение *I*e для данной конструкции, А | *I*cr | | Ожидаемый условный ток «r» (*I*r) a, кА |
| (*I*cr)/(максимальное *I*e) | минимальное, кА |
| 0 < *I*e ≤ 16 | 30 | 0,2 | 1 |
| 16 < *I*e ≤ 32 | 30 | 0,2 | 3 |
| 32 < *I*e ≤ 63 | 25 | 1,0 | 3 |
| 63 < *I*e ≤ 125 | 20 | 1,6 | 5 |
| 125 < *I*e ≤ 250 | 20 | 1,6 | 10 |
| 250 < *I*e ≤ 315 | 15 | 5,0 | 10 |
| 315 < *I*e ≤ 630 | 15 | 5,0 | 18 |
| a Если КУУЗ не категории применения AC-3, то ожидаемый ток «r» должен быть согласован между изготовителем и потребителем. | | | |

Коэффициент мощности или постоянная времени должны соответствовать [1], таблица 16.

Таблица 13 — Ожидаемый испытательный ток, соответствующий номинальному рабочему току (гармонизированная таблица)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальный рабочий ток *I*e (AC - 3) a,e, А | *I*cr | | Ожидаемый условный ток «r» f, кА | Коэффициент мощности |
| (*I*cr)/(максимальное *I*e) | минимальное, кА |
| 0 < *I*e ≤ 162 | 30 | 0,2 | 1 | от 0,7 до 0,8 |
| 12 < *I*e ≤ 50 b | 25 | 1,0 | 3 | от 0,7 до 0,8 |
| 50 < *I*e ≤ 100 c | 20 | 1,6 | 5 | от 0,7 до 0,8 |
| 100 < *I*e ≤ 250 d | 20 | 1,6 | 10 | от 0,5 до 0,7 |
| 250 < *I*e ≤ 500 | 15 | 5,0 | 18 | от 0,2 до 0,3 |
| Примечание — Эта таблица будет перенесена в будущую редакцию IEC 60947-1 и поэтому пронумерована иначе, чем другие таблицы в этом документе. | | | | |
| a Если КУУЗ не категории применения AC-3, то ожидаемый условный ток «r» должен быть согласован между изготовителем и потребителем.  b при 690 В и выше: 12 < *I*e ≤ 63.  c при 690 В и выше: 63 < Ie ≤ 125.  d при 690 В и выше: 125 < *I*e ≤ 250.  e В Северной Америке номинальный рабочий ток может быть обозначен как «ток полной нагрузки двигателя».  f В Северной Америке ожидаемый условный ток «r» называется «стандартный ток отказа». | | | | |

### 8.2.6 Полное сопротивление полюса

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.6.

### 8.2.7 Токи утечки оборудования, пригодного для изоляции

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.2.7.

### 8.2.8 Потребляемая мощность катушки

Потребляемая мощность электромагнита КУУЗ характеризует мощность, питающую его катушку, необходимую для операций удержания и включения.

Если указана потребляемая катушкой мощность, она должна быть испытана в соответствии с пунктом 9.3.3.9

### 8.2.9 Координация между КУУЗ и другим устройством защиты от короткого замыкания

Смотреть [IEC 60947-1:2020], приложение A для координации между КУУЗ и другим устройством защиты от короткого замыкания.

### 8.3 Электромагнитная совместимость (ЭМС)

### 8.3.1 Общие положения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.3.1 со следующим дополнением.

Данное устройство подвержено по своей природе перепадам напряжения и кратковременным замыканиям в подаче управления; они должны быть отнесены к пределам, указанным в 8.2.1.2, и подтверждаться испытаниями на рабочие пределы, которые приведены в 9.3.3.2.

Уровни испытаний на устойчивость к воздействию электромагнитных полей в настоящем стандарте, основанные на требованиях [IEC 60947-1:2020], соответствуют суровым промышленным условиям, определенным в IEC 61000-6-2. Могут потребоваться более высокие уровни испытаний на устойчивость к воздействию электромагнитных полей, особенно для наружной высоковольтной подстанции, как определено в IEC 61000-6-5.

### 8.3.2 Устойчивость к электромагнитным помехам

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.3.2 со следующим дополнением.

Таблица 14 — Критерии соответствия для испытаний на устойчивость к электромагнитным помехам

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Область применения | Критерий соответствия | | |
| A | B | C |
| Общая работоспособность | Отсутствуют значительные изменения эксплуатационных характеристик  Функционирование по назначению | Временное ухудшение или потеря работоспособности с самовосстановлением | Временное ухудшение или потеря работоспособности, требующие вмешательства оператора или сброса системы |
| Функционирование силовых цепей и цепей управления | Отсутствие ложного срабатывания\не срабатывания согласно данным приведенным в сноске a | Временное ложное срабатывание, не способное вызвать расцепление согласно сноске b; ненамеренное размыкание или замыкание контактов недопускается.  Самовосстановление работоспособности | Расцепление реле перегрузки; случайные размыкания или замыкания контактов |
| Работа дисплеев, панелей управления и функционирование вспомогательных цепей | Отсутствие изменений в информации на дисплее  Только слабые изменения яркости для светоизлучающих диодов или незначительные смещения символов | Временные видимые изменения или потери информации  Нежелательное свечение светоизлучающих диодов  Отсутствие ложного срабатывания вспомогательных контактов | Отключение  Длительное отключение дисплеев или ошибочная информация  Недопустимый режим работы  Ложное срабатывание вспомогательных контактов  Отсутствует самовосстановление работоспособности |
| Функции обработки и передачи информации | Передача и обмен данными без помех с внешними устройствами | Временные помехи при передаче данных с отчетом об ошибке от внутренних и внешних устройств | Ошибочная обработка информации  Потери данных и/или информации  Ошибки при передаче информации  Отсутствует самовосстановление работоспособности |
| a Критерий соответствия А основан на результатах следующей методики испытания: во время испытания, КУУЗ при нагрузке с токовой уставкой в 0,9 раза не должно выполнять расцепление, а при нагрузке с токовой уставкой в 2,0 раза КУУЗ выполняет расцеплении при минимальном значении в 0,9 раза и максимальном значении в 1,1 раза время-токовой характеристики изготовителя, а функции мониторинга, если таковые имеются, должны верно отображать состояние КУУЗ.  2) Критерий соответствия В основан на результатах следующей методики испытания: во время испытания, КУУЗ при нагрузке с токовой уставкой в 0,9 раза не должно выполнять расцепление. После испытания КУУЗ должен отвечать времятоковой характеристики изготовителя при нагрузке с токовой уставкой в 2,0 раза, а функции мониторинга, если таковые имеются, должны верно отображать состояние КУУЗ. | | | |

Испытательные значения и методика приведены в 9.4.2.

### 8.3.3 Излучение электромагнитных помех

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.3.3 со следующим дополнением.

Испытательные значения и методика приведены в 9.4.3.

Уровень жескости, требуемый для среды B, охватывает те, которые требуются для среды A.

Устройства, описанные в настоящем стандарте, не создают значительных уровней гармоник, и поэтому проведение гармонических испытаний не требуется.

# 9 Испытания

### 9.1 Виды испытаний

### 9.1.1 Общие положения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.1.1 со следующим дополнением.

Если между *U*s и *U*c нет различия, то принимают требования к *U*c. Если не указано иное, все испытания проводят путем дистанционного включения и выключения цепи с функцией управления.

### 9.1.2 Испытания типа

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.1.2 со следующим дополнением.

Испытания также предназначены для проверки устройства с специализированной арматурой.

### 9.1.3 Приемо-сдаточные испытания

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.1.3 со следующим дополнением.

К контрольным испытаниям относят:

- срабатывание и пределы срабатывания (9.6.2);

- испытания диэлектрических свойств (9.6.3).

Допускается проведение комбинированных испытаний по [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.4.2.

Для специализированной электромонтажной арматуры, поставляемой отдельно, применяется только испытание диэлектрических свойств.

### 9.1.4 Выборочные испытания

Выборочные испытания для проверки воздушных зазоров проводят в соответствии с [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.4.3.

Если при контроле материалов и производственных процессов, целостность диэлектрических свойств была доказана, то приемо-сдаточные могут быть заменены выборочными испытаниями в соответствии с выбранным планом отбора проб (см. ISO 2859-1:1999).

Допускается проведение комбинированных испытаний по [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.4.2.

### 9.1.5 Специальные испытания

### 9.1.5.1 Общие положения

Данные испытания проводят на усмотрение изготовителя.

Специальные испытания включают:

* климатические испытания согласно 9.1.5.2;
* испытания на механическую и электрическую износостойкость согласно приложению A. Результаты испытаний могут быть использованы для получения данных, необходимых для обеспечения функциональной безопасности применений (см. приложение K).

### 9.1.5.2 Климатические испытания

Для этих специальных испытаний применяют [IEC 60947-1:2020], приложение Q со следующим дополнением.

Если требуется, проверку работоспособности согласно [IEC 60947-1:2020], таблица Q.1, проводят в соответствии с подпунктом 9.6.2 настоящего стандарта.

Испытания на вибропрочность проводят в открытом и закрытом положениях. Реле или расцепитель перегрузки не должны срабатывать во время испытания. Для проверки силовых и вспомогательных контактов, испытания допускается проводить при любом значении тока/напряжения.

Испытания при ударах проводят в разомкнутом положении.

При испытаний сухим теплом устройство должно быть в замкнутом положении в течение периода выдержки (см. IEC 60068-2-2:2007, подпункт 5.3.3). Для категорий A, B и C испытания допускается проводить без наличия тока в полюсах, а для категорий D, E и F испытание проводят при максимальном номинальном токе AC-3, допускается ограничение тока до 100 А по практическим причинам. В течение последнего часа проведения испытания КУУЗ должно сработать 5 раз вручную и 5 раз дистанционно. В течение всего испытания реле или расцепители перегрузки могут сработать.

Для испытания при низкой температуре испытание Ad выбирают взамен испытания Ab и устройство должно быть в разомкнутом положении в течение периода охлаждения. Далее в течении последнего часа устройство переводят во включенное состояние. Для категорий A, B и C испытания допускается проводить без наличия тока в полюсах, а для категорий D, E и F испытание проводят при максимальном номинальном токе AC-3, допускается ограничение тока до 100 А по практическим причинам. В течение последнего часа КУУЗ должно сработать 5 раз вручную и 5 раз дистанционно. В течение всего испытания реле или расцепитель перегрузки не должны сработать

Для испытаний на влажное тепло для категорий A, B и C испытания допускается проводить без наличия без наличия тока в полюсах. Для категорий D, E и F испытание проводят при максимальном номинальном токе AC-3 для первого цикла и выключено для второго цикла. Допускается ограничение тока до 100 А по практическим причинам. После стабилизации температуры в течении первых двух часов первого цикла и в течение последних двух часов второго цикла КУУЗ должен сработать 5 раз вручную и 5 раз дистанционно. Реле или расцепитель перегрузки могут сработать при условии соответствии с их температурной характеристикой.

По согласованию с изготовителем продолжительность восстановительных периодов может быть сокращена.

После испытания в солевом тумане допускается промывание устройства по согласованию с изготовителем.

### 9.2 Соответствие требованиям конструкции

### 9.2.1 Общие положения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подраздел 9.2 со следующим дополнением.

### 9.2.2 Электрические характеристики зажимных устройств безвинтового типа

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.2.5.7 со следующими изменениями.

Количество образцов менее 4.

Ввод и отсоединение проводников производят в соответствии с инструкциями изготовителя.

Устройство для проведения испытания приведено на рисунке 3. Если точки измерения не возможно расположить в пределах 10 мм от точки контакта, разницу напряжений между идеальной и фактической точками измерения вычитают из измеренного падения напряжения. Эту разницу напряжений в пределах части проводника определяют с помощью доступного метода измерения на одном образце при установившейся температуре. Методы измерения и результаты указывают в протоколе испытания. Испытательный ток равен *I*th.

Примечания

1 —Метод испытаний с поперечными сечениями проводов более 10 мм2 находится на рассмотрении.

2 — Допускается в устройстве для проведения испытаний подготовить отверстия или эквивалентные устройства, для обеспечения точек доступа для измерения падения напряжения на зажиме.



Токоведущая часть

мВ

Точка измерения A

Тока измерения B

Провод

Сжимающее усилие

Размеры в миллиметрах

Рисунок 3 – Измерение падения напряжения в точке контакта зажимной клеммы

### 9.2.3 Испытание на старение зажимных устройств безвинтового типа

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.2.5.8 со следующими изменениями.

Испытание должно быть проведено на устройстве, оборудованном зажимными устройствами.

Испытательный ток — *I*th.

Примечание — Допускается в устройстве для проведения испытаний подготовить отверстия или эквивалентные устройства, для обеспечения точек доступа для измерения падения напряжения на зажиме.

### 9.2.4 Испытание источника ограниченной энергии

Цепь с источником ограниченной энергии должна испытывают следующим образом, при этом устройство работает в нормальных условиях эксплуатации.

В случае, если источник ограниченной энергии зависит от устройства (устройств) защиты от сверхтока, устройство (устройства) должно быть короткозамкнуто.

При работе устройства в нормальных условиях эксплуатации к рассматриваемым деталям подключают переменную регулируемую резистивную нагрузку, при помощи которой получают требуемый уровень полной ограниченной мощности (ВА). При необходимости производят дополнительную регулировку для поддержания полной ограниченной мощности (ВА) в течение периода, указанного в 8.1.14.

Переменную регулируемую резистивную нагрузку подключают к испытательной цепи и настраивают до получения предела полной ограниченной мощности, как указано в таблицах 20, 21 или 22, в зависимости от условий. При необходимости производят дополнительную регулировку для поддержания предела полной мощности в течение периода времени, указанного в таблицах 20, 21 или 22, в зависимости от условий.

Испытание считают пройденным, если по истечении периода испытания доступная полная мощность не превышает пределов, указанных в таблицах 20, 21 или 22, в зависимости от условий.

В случае, если источник ограниченной энергии зависит от устройства (устройств) защиты от сверхтока, номинальный ток по крайней мере одного из защитных устройств в токовой части не должен превышать предела, указанного в таблице 21.

Эти испытания проводят при наиболее неблагоприятном сочетании параметров, перечисленных в 5.5, в соответствии с эксплуатационными спецификациями изготовителя.

### 9.2.5 Пробой компонентов

### 9.2.5.1 Общие положения

Пробой компонентов, определенный в результате анализа цепи, приведенного в 8.1.16, должен быть испытан с использованием устройства, работающего под нагрузкой, создающей наиболее неблагоприятные условия.

При испытании в соответствии с пунктом 9.2.5.2 не должно происходить выброса пламени или расплавленного металла, а также воспламенения хлопка.

Примечание — Возможна потеря основной функции.

Испытание не требуется:

* если анализ цепи показывает, другой компонент или часть цепи не будут перегружены в результате пробоя другого компонента в следствии обрыва, или короткого замыкания;
* для компонентов в цепях, питаемых от источников ограниченной энергии в соответствии с 8.1.14;
* на силовых полупроводниковых устройствах, во время испытаний на короткое замыкание;
* для компонентов, которые ранее прошли положительные испытания на пробой условий цепи, в которых компонент используется в устройстве.

### 9.2.5.2 Испытание на пробой компонентов

Каждый идентифицированный компонент подвергают испытанию на пробой в режимах обрыва и/или короткого замыкания, в зависимости от того, какой из них наиболее неблагоприятный.

Во время этого испытания не должно происходить выброса пламени или расплавленного металла, а также воспламенения хлопка. Плавкий элемент не должен размыкаться.

Компоненты, такие как конденсаторы или диоды, заворачивают или отключают. Для устройства без оболочки применяют внешнюю металлическую оболочку или проволочный каркас (с хлопком установленным на сетке) либо другой указанный производителем, который в 1,5 раза больше размера устройства для имитации заземленных частей вокруг устройства. При применении устройства с стандартно поставляемой оболочке хлопок размещают поверх всех отверстий. Внешняя оболочка или проволочный каркас (если предусмотрен) и любая заземленная или открытая глухая металлическая деталь должны быть соединены через плавкий элемент F к цепи питания в соответствии с [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.4.1.2, d).

Примечание — Определение аппаратуры в оболочке приведено в [IEC 60947-1:2020], приложение C.

### 9.3 Соответствие требованиям к работоспособности

### 9.3.1 Циклы испытаний

Типовые испытания сгруппированы в несколько циклов, как показано в таблице 19.

### 9.3.2 Общие условия испытаний

### 9.3.2.1 Общие требования

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.2.1 со следующим дополнением.

В настоящем подпункта термином «испытание» применяют для обозначения каждого испытания, которое должно быть выполнено; термин «проверка» применяют для обозначения «испытание для верификации» - проверки состояния КУУЗ после более раннего испытания, при котором на устройство могло быть оказано неблагоприятное воздействие.

Число испытуемых образцов для каждого цикла и условия испытаний (например, уставки расцепителей перегрузки, подключения к контактным зажимам и т. д.) указаны в таблице 19.

При отсутствии других указаний испытания следует проводить на КУУЗ одинакового размера и конструкции с максимальным номинальным рабочим током (токами), учитывающим все номинальные токи для данного размера и конструкции.

Примечания

1 — Некоторые категории применения могут быть присвоены без испытаний или с ограниченным числом испытаний, если испытания аналогичной или большей жесткости уже проводились (см. 5.4.2).

2 — Аналогичная конструкция означает: изменения не окажут негативного влияния на работоспособность устройства. Например, никаких изменений в токоведущих деталях, за исключением средств измерения тока (например, биметаллических), дуговой камеры и т.д.

КУУЗ для незаземленных или систем с изолированным заземлением (IT) проводят испытания в соответствии с приложением G.

### 9.3.2.2 Оценка результатов

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.2.2.

### 9.3.2.3 Оценка результатов испытания

Состояние КУУЗ после испытаний следует контролировать проверками, требуемыми в каждом цикле.

КУУЗ считают соответствующими требованиям настоящего стандарта, если они отвечают требованиям каждого применяемого цикла, если применимо.

### 9.3.2.4 Протоколы испытаний

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.2.4.

### 9.3.3 Работоспособность без нагрузки, в условиях нормальной нагрузки и перегрузки

### 9.3.3.1 Срабатывание

Испытания проводят с целью проверки функционирования устройства с точки зрения требований 8.2.1.1.

### 9.3.3.2 Пределы срабатывания

### 9.3.3.2.1 Общие положения

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.2 со следующим дополнением.

Если расцепитель сверхтока является встроенной частью КУУЗ, его следует проверять установленным в соответствующий КУУЗ. Расцепитель в виде отдельного устройства устанавливают аналогично нормальным условиям эксплуатации. Комплектное КУУЗ монтируют в соответствии с 9.3.2.1. Испытываемое КУУЗ защищают от внешнего нагрева или охлаждения.

Испытания рабочих пределов реле и расцепителей проводят в соответствии с подпунктом 9.3.3.2.2.

### 9.3.3.2.2 Реле и расцепители

a)  Реле минимального напряжения или расцепители

Реле минимального напряжения или расцепители испытывают в соответствии с требованиями 8.2.1.3. При подключении к коммутационному устройству расцепитель устанавливают на коммутационном устройстве, имеющем максимальный номинальный ток, для которого подходит расцепитель.

1) Напряжение отпускания

Напряжение должно быть снижено по сравнению с номинальным напряжением питания цепи управления со скоростью, достигающей 0 В примерно через 30 с.

Испытание нижнего предела проводят без предварительного нагрева катушки расцепителя. В случае расцепителя с диапазоном номинального напряжения питания цепи управления, испытанию подвергают к максимальному напряжению диапазона. При подключении к коммутационному устройству испытание нижнего предела проводят при отсутствии тока в силовой цепи.

Испытание на верхний предел проводят, при постоянной температуре, соответствующему значению номинального напряжения питания цепи управления к расцепителю и номинальному току в силовых полюсах. Это испытание допускается объединить с испытанием на превышение температуры, предусмотренным в пункте 9.3.3.3. В случае расцепителя с диапазоном номинального напряжения питания цепи управления это испытание проводится при минимальном номинальном напряжении питания цепи управления.

2) Испытание пределов оперирования устройства смонтированного на коммутационное устройство

Испытание проводят при разомкнутой силовой цепи, при комнатной температуре и напряжении питания, равном 35% от номинального максимального управляющего напряжения питания, необходимо убедиться в том, что коммутационное устройство не может быть замкнуто срабатыванием его органа управления. При повышении напряжения питания до 85% от минимального управляющего напряжения питания, необходимо убедиться в том, что коммутационное устройство может быть замкнуто с помощью его органа управления.

3) Характеристики в условиях максимального напряжения

При подключении к коммутационному устройству испытание проводится при отсутствии тока в силовой цепи. Испытание при 110% от номинального напряжения питания проводят в течение 30 мин или до тех пор, пока температура не достигнет теплового равновесия и без нарушения функций устройства. Проверку проводят в соответствии с 2) выше.

b) Независимый расцепитель, управляемый катушкой

Независимые расцепители подвергают испытаниям в соответствии с требованиями пункта 8.2.1.4 при температуре окружающей среды. При подключении к коммутационному устройству расцепитель монтируют на коммутационном устройстве, имеющем максимальный номинальный ток, для которого подходит расцепитель.

В случае расцепителя, имеющего диапазон номинальных напряжений питания цепи управления, испытательные напряжения должны составлять 70% от минимального номинального напряжения питания цепи управления и 110% от максимального номинального напряжения питания цепи управления.

c) Тепловые, электронные и магнитные реле или расцепители перегрузки с временной задержкой

Реле или расцепители перегрузки должны быть подключены с использованием проводов в соответствии с [IEC 60947-1:2020], таблицы 9, 10 и 11 для испытательных токов, соответствующих:

* 100% от тока уставки реле перегрузки для реле перегрузки классов расцепления 2, 3, 5 и 10 А для всех типов реле перегрузки (см. таблицу 3) и 10, 20, 30 и 40 для электронных типов реле перегрузки;
* 125% от тока уставки реле перегрузки для тепловых реле перегрузки классов расцепления 10, 20, 30 и 40 (см. таблицу 3) и для реле перегрузки, для которых указано максимальное время расцепления более 40 с (см. 5.7.3).

Необходимо проверить, что реле и расцепители работают в соответствии с требованиями 8.2.1.5.1 при питании всех полюсов.

Характеристики, приведенные в 8.2.1.5.1, подтверждают испытаниями при минус 5 ºС, плюс 20 ºС, 40 ºС. Все установленные времятоковые характеристики за пределами диапазона от минус 5 ºС до плюс 40 ºС проверяют при наименьшей и наибольшей значениях температуры. Реле и расцепители, заявленные как компенсированные относительно температуры окружающего воздуха, в случае диапазона температур, указанного изготовителем, больше диапазона, приведенного в таблице 2, то не подвергают проверке при температурах минус 5 ºС и/или плюс 40 ºС, если при испытаниях при заявленных наименьшей и наибольшей температурах значения тока расцепления соответствуют пределам, указанным для минус 5 ºС и/или плюс 40 ºС, приведенным в таблице 2.

Для электронных реле и расцепителей перегрузки проверку испытанием тепловой памяти по 8.2.1.5.1.2 проводят при плюс 20 ºС.

Трехполюсные тепловые или электронные реле перегрузки, подключенные к питанию только на двух полюсах, испытывают в соответствии с 8.2.1.5.2 на всех комбинациях полюсов и на наименьшем и наибольшем значениях тока уставки для реле с регулируемой уставкой.

d) Магнитные реле перегрузки мгновенного действия

Каждое реле должно быть испытано отдельно. Ток, проходящий через реле, увеличивают со скоростью, подходящей для получения точных показаний. Значения должны соответствовать указанным в 8.2.1.5.3.

e) Расцепители короткого замыкания

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.2 со следующими дополнениями.

Температура окружающего воздуха должна измеряют, как при испытаниях на превышение температуры (см. 8.2.2). Любой отдельный расцепитель должен монтироваться так же, как при нормальных условиях эксплуатации. КУУЗ в сборе монтируют в соответствии с пунктом 8.2.2.

Для КУУЗ с регулируемыми расцепителями короткого замыкания испытания проводят при:

* наименьшем токе уставки; и
* наибольшем токе уставки,

С проводниками, соответствующими номинальному рабочему току *I*e для каждого случая.

Для испытаний, при которых характеристика расцепления не зависит от температуры контактных зажимов (например, электронные расцепители перегрузки, магнитные расцепители), данные подключения (тип, поперечное сечение, длина) могут отличаться от тех, которые требуются в [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.3.4.

Испытания могут проводиться при любом удобном напряжении.

Срабатывание расцепителей короткого замыкания проверяют при 80% и 120% от значения тока уставки короткого замыкания расцепителя. Испытательные токи не должны иметь асимметричными.

При испытательном токе, значение которого равно 80% от тока уставки короткого замыкания, расцепитель не должен срабатывать, при поддержании тока в течение 0,2 с.

При испытательном токе, значение которого равно 120% от тока уставки короткого замыкания, расцепитель должен срабатывать в течение 0,2 с.

Для КУУЗ с электронным расцепителем максимального тока срабатывание расцепителя от короткого замыкания допускается проверять только одним испытанием на каждом полюсе в отдельности.

Для КУУЗ с электромагнитными многополюсными расцепителями максимального тока срабатывания короткого замыкания проверяют только одним испытанием на каждой комбинации двух последовательных фазных полюсов. Кроме того, срабатывание расцепителей короткого замыкания проверяют один раз на каждом полюсе по отдельности при 120% от номинального, либо от значения заявленного изготовителем для отдельных полюсов, либо от значения тока уставки короткого замыкания (если значение для отдельных полюсов не указано), при этом значении они должны срабатывать в течение 0,2 с.

f)  реле минимального тока

Пределы срабатывания проверяют в соответствии с 8.2.1.5.3.

g)  реле минимального тока для автоматического переключения

Пределы срабатывания проверяют в соответствии с 8.2.1.5.3.

h) Реле или расцепитель с контролем опрокидывания ротора электродвигателя

Пределы срабатывания проверяют в соответствии с 8.2.1.5.4.

Для реле или расцепитель, с контролем опрокидывания ротора электродвигателя, по значению тока, испытание проводят на наименьшем и наибольшем значениях тока уставки и наименьшем и наибольшем значениях времени блокировки опрокидывания (четыре уставки).

Для реле или расцепителя, контроля опрокидывания ротора электродвигателя, работающего в соединении с средством обнаружения вращения, испытание проводят на наименьшем и наибольшем времени блокировки опрокидывания. Датчик допускается имитировать при помощи подачи сигнала на вход реле или расцепителя опрокидывания.

i) Реле или расцепитель перегрузки (заклинивания ротора)

Пределы срабатывания проверяют в соответствии с 8.2.1.5.5.

Проверку проводят на наименьшем и наибольшем значениях тока уставки и на наименьшем и наибольшем значениях времени блокировки торможения (четыре уставки).

Для каждой из четырех уставок, испытания проводят при следующих условиях:

* используют испытательный ток равный 95 % значения тока уставки. Реле или расцепителя перегрузки не должно срабатывать;
* увеличивают испытательный ток до 120 % значения тока уставки. Реле или расцепитель перегрузки должно расцепляться в соответствии с требованиями, приведенными в 8.2.1.5.5.

### 9.3.3.3 Превышение температуры

### 9.3.3.3.1 Температура окружающего воздуха

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.3.1.

### 9.3.3.3.2 Измерение температуры частей

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.3.2.

### 9.3.3.3.3 Превышение температуры части

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.3.3.

### 9.3.3.3.4 Превышение температуры силовой цепи

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.3.4 с той разницей, что одиночное испытание проводят на всех полюсах силовой цепи, нагруженных их индивидуальными максимальными номинальными токами, в соответствии с 8.2.2.5 и со следующим дополнением.

Нагрузка силовой цепи должна быть как указано в 8.2.2.5.

Все вспомогательные цепи, нормально проводящие ток, нагружают их максимальным номинальным рабочим током (см. 5.6), на цепи управления подают номинальное напряжение (см. 5.5).

Для четырехполюсных КУУЗ испытание следует вначале выполнять на трех полюсах, содержащих расцепители сверхтока. Для КУУЗ со значением условного теплового тока не более 63 А следует проводить отдельное дополнительное испытание пропусканием испытательного тока через четвертый, смежный с ним полюс. Для более высоких значений теплового тока методику испытания отдельно согласовывают между изготовителем и потребителем. Испытание следует проводить в цикле испытаний I (см. 9.5.2.2).

### 9.3.3.3.5 Превышение температуры цепей управления

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.3.5 со следующим дополнением.

Повышение температуры измеряют во время испытания по 9.3.3.3.4.

### 9.3.3.3.6 Превышение температуры катушек электромагнитов

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.3.6 со следующим дополнением.

Катушка с наибольшим измеренным значением потребляемой мощности удержания для переменного или постоянного тока заданной частоты в соответствии с подпунктом 9.3.3.9.2 считается типовым образцом для всех катушек для одного и того же КУУЗ и должна использоваться для испытания на превышение температуры.

a) Электромагниты КУУЗ, предназначенные для продолжительного или восьмичасового режима, подвергают испытанию только в условиях, указанных в 8.2.2.7.1, с соответствующим номинальным током в силовой цепи в течение испытания. Повышение температуры измеряют во время испытания по 9.3.3.3.4.

b) Электромагниты КУУЗ, предназначенные для повторно-кратковременного режима, подвергают указанному выше испытанию, а также испытанию, приведенному в 8.2.2.7.2 для соответствующего класса режима при обесточенной силовой цепи.

c) Специальные обмотки (для кратковременного и повторно-кратковременного режимов эксплуатации) подвергают испытанию по 8.2.2.7.3 при отсутствии тока в силовой цепи.

### 9.3.3.3.7 Превышение температуры вспомогательных цепей

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.3.7 со следующим дополнением.

Повышение температуры измеряют во время испытания по 9.3.3.3.4.

### 9.3.3.4 Диэлектрические свойства

### 9.3.3.4.1 Типовые испытания

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.4.2 со следующим изменением.

* Применить два абзаца после пункта 1):

Металлическую фольгу наносят на все поверхности, доступным для прикосновения во время нормальной эксплуатации или регулировки устройства, в так же к поверхностям доступным для стандартного испытательного пальца.

Нанесение металлической фольги для испытания на выдерживание напряжения частоты питания после переключения и испытаний на короткое замыкание не требуется.

* Применяют следующее предложение после второго абзаца пункта 2), c), ii):

Где цепь управления, обычно подключенная к силовой цепи, отключена (в соответствии с [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.4.1, пункт 2), b)), метод, используемый для поддержания силовых контактов замкнутыми, указывают в протоколе испытания.

* Применяется следующий абзац в конце пункта 3), c):

Где цепь управления, обычно подключенная к силовой цепи, отключена, метод, используемый для поддержания силовых контактов замкнутыми, указывают в протоколе испытания.

* Предложение пункта 8) заменяется следующим:

Для КУУЗ, пригодных для применения в качестве разъединителя, ток утечки измеряют через каждый полюс при разомкнутых контактах при испытательном напряжении 1,1 *U*e и не должен превышать 0,5 мА.

### 9.3.3.4.2 Приемо-сдаточные испытания

### 9.3.3.4.2.1 Общие положения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.4.2 со следующим дополнением.

### 9.3.3.4.2.2 Приемо-сдаточные испытания на выдерживание напряжения промышленной частоты для устройств, содержащих компоненты, ограничивающие напряжение

По усмотрению изготовителя устройство, включающее компоненты, ограничивающие напряжение, подвергают испытаниям в следующих циклах от a) к b):

а) Применение испытательного напряжения

Испытание проводят в соответствии с [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.4.2, 2). Значение испытательного напряжения соответствует действующему значению *U*v (максимальное рабочее напряжение компонентов, ограничивающих напряжение) или наибольшему значению *U*v постоянного тока компонентов, ограничивающих напряжение, с допуском – 10 %.

Критерий соответствия: реле перегрузки по току испытательного устройства не должно расцепляться (нижний предел расцепления).

b) Проверка надлежащего функционирования компонентов, ограничивающих напряжение

Испытание проводят в соответствии с [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.4.2, 2). Значение испытательного напряжения определяет изготовитель таким образом, чтобы между верхним пределом расцепления и нижним пределом расцепления испытательного устройства генерировался ток.

Критерий соответствия: ток должен находиться между a) и b), а компонент ограничения напряжения не должен быть поврежден.

### 9.3.3.5 Включающая и отключающая способности

### 9.3.3.5.1 Общие условия испытаний

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.5.1 со следующим дополнением.

Испытания проводят в рабочих условиях, указанных в таблице 8.

Напряжение питания цепи управления должно составлять 100 % *U*s, за исключением того, чтопри испытании на включающую способность для категорий применения AC-3 и AC-3e, и AC-4, напряжение питания цепи управления должно составлять 110 % *U*s для половины числа циклов срабатывания и 85 % *U*s – для другой половины.

Подсоединения к силовой цепь КУУЗ выполняют как при эксплуатации. Если необходимо или уместно, цепи управления и вспомогательные цепи, в частности рабочая катушка КУУЗ, могут питаться от независимого источника с поперечным сечением, приведенным в [IEC 60947-1:2020], таблицах 9, 10 и 11 для категорий применения. Такой источник должен подавать ток и напряжение такое же рода, как указано для условий эксплуатации.

Для проведении испытаний на номинальную включающую и отключающую способности допускается реле перегрузки замкнуть накоротко.

### 9.3.3.5.2 Испытательная цепь

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.5.2.

### 9.3.3.5.3 Характеристики восстанавливающегося напряжения

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.5.3.

### 9.3.3.5.4 Свободно

### 9.3.3.5.5 Номинальные включающая и отключающая способности

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.5 со следующим дополнением.

1) *Методика испытания для категорий применения, кроме АС-4*

КУУЗ должны выполнять операции включения и отключения согласно 8.2.4.1 и таблице 8.

КУУЗ категорий применения АС-3 и AC-3e должны подвергаться 50 включениям, а затем 50 включениям и отключениям.

2) *Методика испытания для категории применения АС-4*

КУУЗ должны включать и отключать токи, указанные в таблице 8.

Вначале выполняют 50 включений, а затем 50 включений и отключений.

Цепь нагрузки подключают к КУУЗ аналогично обмоткам двигателя. КУУЗ для работы в режиме реверсного торможения противотоком, состоящих из двух устройств А и В, оба устройства следует соединить и использовать, как в нормальных условиях эксплуатации. Каждый цикл из 50 срабатываний должен состоять из:

замыкания А – размыкания А – замыкания В – размыкания В – паузы.

Переключение с «размыкания А» на «замыкание В» осуществляют настолько быстро, насколько допускает система управления. Следует использовать механическую и/или электрическую блокировки, предусмотренные в реверсивном устройстве КУУЗ или предназначенные для соединения КУУЗ для работы в режиме реверсного торможения противотоком.

Если реверсирующая схема допускает возможность одновременного питания обоих КУУЗ, следует выполнить еще 10 дополнительных циклов с одновременным питанием обоих КУУЗ.

### 9.3.3.5.6 Поведение и состояние КУУЗ во время и после испытаний на включающую и отключающую способности, переключение и реверсного торможения противотоком

a) Не допускаются зажигание дуги, перекрытие между полюсами или между полюсами и корпусом, расплавление плавкого элемента *F* в цепи обнаружения тока утечки ([IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.4.1.2) и сваривание контактов.

b) После испытания КУУЗ, во включенном положении, следует проверить наличие проводимость в каждой паре зажимов питания и нагрузки.

c) Проверку отсутствия сваривания контактов выполняют следующим образом:

В случае КУУЗ с ручным органом управления, проверку отсутствия проводимости между любыми зажимами питания и нагрузки вначале проводят с положением органа ручного управления для замкнутого положения при отсутствии напряжения в цепи управления, а затем с положением органа ручного управления для разомкнутого положения с напряжением питания в цепи управления. В случае КУУЗ без органа ручного управления это проверяется, при всех замыкающих устройствах дистанционного управления, находящихся в замкнутом положении, путём приведения каждого из них в действие без возникновения проводимости между любыми зажимами питания и нагрузки.

Примечание — Для соблюдения правильной процедуры проверки необходимо обратиться к инструкциям изготовителя.

### 9.3.3.6 Работоспособность в процессе эксплуатации

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.6 со следующим дополнением.

Испытания на условную работоспособность предназначены для проверки способности КУУЗ удовлетворять требованиям, указанным в таблице 10, и после испытаний на короткое замыкание при *I*cr или *I*cs – требованиям таблицы 11.

Для КУУЗ, снабженных зеркальными контактами, проводят дополнительное испытание, указанное в F.7.3.

Соединения с силовой цепью аналогичными как при эксплуатации КУУЗ с поперечным сечением, данным в [IEC 60947-1:2020], таблицы 9, 10 и 11 для категорий применения.

При проведении испытаний реле перегрузки допускается замкнуть накоротко.

Используют испытательную цепь, приведенную в 9.3.3.5.2.

Напряжение цепи управления должно составлять 100 % номинального значения.

### 9.3.3.7 Износостойкость

### 9.3.3.7.1 Механическая износостойкость

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.7.2 со следующим дополнением.

Механическую износостойкость КУУЗ проверяют с помощью специального испытания, проводимого по усмотрению изготовителя.

Рекомендации по проведению этого испытания приведены в разделе A.2.

### 9.3.3.7.2 Коммутационная износостойкость

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.7.3 со следующим дополнением.

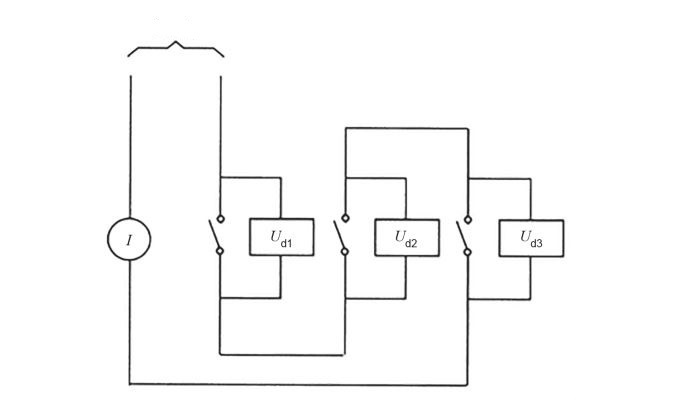
Коммутационную износостойкость КУУЗ проверяют с помощью специального испытания, проводимого по усмотрению изготовителя.

Рекомендации по проведению этого испытания приведены в разделе A.3.

### 9.3.3.8 Полное сопротивление полюса

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.8. На рисунке 4 приведен пример измерительной

цепи.



Источник питания

Рисунок 4 – Пример измерения полного сопротивления полюса для трехполюсного КУУЗ

### 9.3.3.9 Потребляемая мощность катушки

### 9.3.3.9.1 Общие положения

Характеристики источника питания, необходимого для электромагнита КУУЗ, определяют как для удерживающей мощности, так и для мощности включения.

В случае, если катушки охватывают диапазон напряжений, подвергают испытанию 5 катушек, пронумерованных i, должны быть испытаны следующим образом:

Катушка с наименьшим номинальным напряжением питания цепи управления *U*s, катушка с наибольшим номинальным напряжением питания цепи управления *U*s, плюс 3 другие катушки, которые считаются типовыми образцами для катушек с наибольшей расчетной мощностью удержания по усмотрению изготовителя.

Испытание проводят при температуре окружающей среды +23 ± 3 °C. Испытание проводят без какой-либо нагрузки в силовой и вспомогательной цепях. На катушку подают номинальное напряжение питания цепи управления *U*s при номинальной частоте. Для катушки, с заявленым диапазоном напряжений, испытание проводят при максимальном высоком напряжении при соответствующей частоте.

Для электромагнита, управляемого переменным током, измеренными значениями считают значения полученные с использованием метода измерения действующего значения, охватывающего, как минимум полосу частот от 0 Гц до 10 кГц. Для электромагнита, управляемого постоянным током, измеренными значениями считают значения среднее значение. Для электромагнита, управляемого переменным и постоянным током, измеренными значениями считают результирующие значения мощности с погрешностью измерения не более 5 %.

Для электромагнита с электронным управлением измеренными значениями считают значения полученные с использованием метода измерения действующего значения, охватывающего, как минимум полосу частот от 0 Гц до 100 кГц, но не менее чем в десять раз превышающую скорость переключения электронного управления.

Заявленное изготовителем значение должно быть равно или выше среднего значения 5 испытанных катушек.

### 9.3.3.9.2 Удерживающая мощность для обычного электромагнита и электромагнита с электронным управлением

Измерение тока катушки *I*(i) выполняют после того, как на катушку подано напряжение и она достигла установившейся температуры.

Потребляемая мощность удержания определяется следующим образом:

*S*h(i) = *U*s(i) • *I*(i) [ВА] для электромагнита, управляемого переменным током;

*P*c(i) = *U*s(i) • *I*(i) [Вт] для электромагнита, управляемого постоянным током.

*S*h = ∑ (*U*s(i) • *I*(i)) / 5 [ВА], соответственно *P*c = ∑ (*U*s(i) • *I*(i)) / 5 [Вт]

Для электромагнита с электронным управлением с номинальным напряжением переменного и постоянного тока измерение следует выполнять для обоих номинальных значений.

Примечание — Рассеиваемая мощность электромагнита, управляемого переменным током, может также быть выражена в [Вт] с учетом коэффициента мощности.

### 9.3.3.9.3 Мощность включения для электромагнита, управляемого постоянным током, с раздельными включающими и удерживающими обмотками или для электромагнита, управляемого переменным током

Измерение включения выполняют непосредственно после измерения удерживающего тока (см. 9.3.3.9.2).

Измерение тока катушки *I*(i) считать соответственно *Ȋ*(i) должно выполняют сразу после того, как катушка будет обесточена, КУУЗ выдержана в выключенном положении и снова включено.

Мощность включения датчика определяется следующим образом:

*S*p(i) = *U*s • *Ȋ*(i) [ВА]

*S*p = ∑ *U*s(i) • *Ȋ*(i) / 5 [ВА] для электромагнита, управляемого переменным и постоянным токами

Для электромагнита, управляемого постоянным током, потребляемая мощность выражается в ВА, чтобы представить полную мощность из-за его нелинейной формы сигнала, но она также может быть выражена в Вт.

Примечания

1 — Если в документации изготовителя не указано иное, то для обычного электромагнита, управляемого постоянным током, мощность включения равна удерживающей мощности.

2 — В зависимости от конструкции КУУЗ с раздельными включающими и удерживающими обмотками следует соблюдать осторожность, чтобы не сжечь катушку, проводят короткое измерение (катушка находится под напряжением менее 1с или в 2 раза больше времени включения, указанного изготовителем, если более 1 с).

### 9.3.3.9.4 Мощность включения для электромагнита с электронным управлением

Измерение включения находится на рассмотрении.

### 9.3.4 Работоспособность в условиях короткого замыкания

### 9.3.4.1 Общие условия испытаний на короткое замыкание

### 9.3.4.1.1 Общие требования

Этот подпункт определяет условия испытаний для проверки соответствия требованиям 8.2.5.

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.4.1.1 со следующим расширением:

КУУЗ следует испытывать на открытом воздухе. Для испытаний на номинальную рабочую наибольшую отключающую способность во всех точках КУУЗ вероятного источника выброса газов или других продуктов, способных вызвать пробой электрической изоляции, устанавливают проволочную сетку в соответствии с местоположением и расстояниями, указанными изготовителем. Расстояние от испытуемого КУУЗ до проволочной сетки, указывают в протоколе испытаний. КУУЗ, предназначенные для применения в индивидуальных оболочках, дополнительно подвергают испытанию в наименьшей из оболочек, указанных изготовителем в соответствии с циклом испытаний VII. Для устройств, испытываемых только на открытом воздухе, изготовитель предоставляет информацию, указывающую то, что устройство не было проверено для использования в индивидуальной оболочке.

Примечания

1 — Индивидуальной считают оболочку, по своим размерам и конструкции предназначенную вмещать только одно КУУЗ, при необходимости, вместе со вспомогательной аппаратурой.

2 — Требования к стационарным и подвижным оболочкам, включающих множество устройств, приведены в IEC 61439 (все части).

Указанное выше дополнительное испытание проводят на новом образце с следующим циклом операций O–t–CO–t–rCO (см. 9.5.8.2) с последующей проверкой диэлектрической прочности изоляции согласно 9.5.3.4.

Если КУУЗ оснащенных регулируемыми расцепителями сверхтока, уставки расцепителей должны быть такими, как указано для каждого цикла испытаний.

Для КУУЗ без расцепителей сверхтока, но оснащенных независимым расцепителем, на расцепитель должно подаваться напряжение, равное 70 % номинального напряжения цепи управления расцепителя (см. 8.2.1.4), не ранее начала и не позже 10 мс после начала короткого замыкания.

Для указанных испытаний, входную сторону испытательной цепи подключают к соответствующим контактными зажимами КУУЗ согласно маркировке изготовителя. При отсутствии маркировки присоединение к испытательной цепи выполняют согласно таблице 18.

### 9.3.4.1.2 Испытательная цепь

Применяют[IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.4.1.2.

### 9.3.4.1.3 Коэффициент мощности испытательной цепи

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.4.1.3 со следующим дополнением.

Коэффициент мощности приведен в таблице 13 в случае ее использования.

### 9.3.4.1.4 Постоянная времени испытательной цепи

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.4.1.4.

### 9.3.4.1.5 Калибровка испытательной цепи

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.4.1.5.

### 9.3.4.1.6 Методика испытания

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.4.1.6 со следующим расширением.

КУУЗ монтируют подключают как при обычном применении с поперечным сечением, указанном в [IEC 60947-1:2020], таблицы 9, 10 и 11 для категорий применения.

Испытания на работоспособность в условиях короткого замыкания проводят в соответствии с циклами испытаний III и IV (9.5.4 и 9.5.5).

Для КУУЗ, рассчитанной на номинальный ток до 630 А включительно, используют проводник общей длиной 75 см и сечением по 9.3.3.2 следующим образом:

* 50 см со стороны питания;
* 25 см со стороны нагрузки.

Для циклов срабатываний приняты следующие условные обозначения:

* О – операция отключения;
* СО – операция включения вручную при предварительно запитанной цепи управления с последующей операцией отключения. В отсутствие органа ручного управления вместо СО следует использовать цикл срабатывания гСО;
* rCO – операция включения дистанционным управлением (путем подачи питания в цепь управления) с последующей операцией отключения;
* t – интервал времени между двумя последовательными короткими замыканиями, который должен быть 3 мин или соответствовать времени повторного включения КУУЗ после срабатывания, если оно имеет большее значение. Фактическое значение t указывают в протоколе испытаний.

Максимальное значение *I*2*t* (см. [1], подпункт 3.7.18) указывают в протоколе испытаний.

Примечание — Максимальное значение *I*2*t*, зарегистрированное во время испытаний, может быть менее максимально возможного для заданных условий. В случае необходимости определения максимального значения необходимо провести дополнительные испытания.

*Четырехполюсные КУУЗ*

a) Для четырехполюсных КУУЗ с полюсами, имеющими одинаковую коммутационную способность, испытания следует проводить на трех полюсах согласно [IEC 60947-1:2020], рисунок 11.

b) Для четырехполюсных КУУЗ, четвертый полюс которых рассчитан на пониженный ток короткого замыкания, испытания следует проводить на трех основных полюсах в соответствии с [IEC 60947-1:2020], рисунок 11; на четвертом и смежном с ним полюсе следует провести дополнительное испытание при напряжении *U*e/  в испытательной цепи согласно [IEC 60947-1:2020], рисунок 12 (см. последний абзац к этому рисунку). Испытательный ток должен соответствовать току коммутационной способности четвертого полюса.

c) Для четырехполюсных КУУЗ с коммутируемым нейтральным полюсом (см. [IEC 60947-1:2020], подпункт 8.1.8) испытание следует проводить на четырех полюсах согласно [IEC 60947-1:2020], рисунок 12.

### 9.3.4.1.7 Разъяснение записей

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.4.1.8.

### 9.3.4.2 Поведение КУУЗ во время испытания на включение и отключение в условиях короткого замыкания

Применяют подпункты 9.3.3.5.6, a) и 9.3.3.5.6, c). После возвращения в исходное состояние применяют подпункт 9.3.3.5.6, b).

Дополнительно, не допускается разрушение корпуса, но допускается наличие волосовидных трещин на поверхности корпуса.

Примечание — Волосовидные трещины являются следствием высокого давления газа или воздействия тепловых нагрузок в результате дугогашения при отключении больших токов и носят поверхностный характер. Следовательно, они не распространяются на всю толщину пластмассового корпуса устройства.

Дверца или крышка оболочки, при их наличии, не должны открываться во время испытаний, но должны иметь возможность открытия после.

### 9.4 Испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС)

### 9.4.1 Общие положения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.4.1 со следующими дополнениями.

По согласованию с изготовителем более одного или все испытания на ЭМС допускается проводить на одном и том же образце, новым или прошедшим циклы испытаний по 9.3.1. Последовательность испытаний на ЭМС допускается проводить в произвольной последовательности.

КУУЗ с номинальной частотой 50 – 60 Гц испытывают на любой одной из номинальных частот.

ЭМС проверяют на серийно произведенном образце. В случаяе, если ряд КУУЗ содержит идентичную управляющую электронику и датчики в одинаковых размерах корпуса, допускается испытать только один типовой образец КУУЗ, как указано изготовителем.

Протокол испытания и руководство по эксплуатации должны включать любые специальные меры, которые были приняты для обеспечения соответствия, например, использование экранированных или специальных кабелей. Если вспомогательная аппаратура используется с КУУЗ для соблюдения требований к помехозащищенности или эмиссии, ее указывают в протоколе и руководстве по эксплуатации.

Уставку тока *I*R в реле или расцепителе максимального тока устанавливают на минимальное значение.

Уставки для реле или расцепителя кратковременного и мгновенного действия, если применимо, устанавливают на минимальное значение, но не менее чем в 2,5 раза от *I*R.

Если иное не указано в соответствующем разделе, после испытаний на устойчивость следует проверить пределы срабатывания по 8.2.1.2 и, если необходимо, проверяют по 8.2.1.5.1.2.

После испытаний на помехоустойчивость, не требуется проверка на работоспособность.

В протоколе испытаний также должны содержаться сведения о специальных мерах, предпринимаемых для достижения соответствия требованиям, например, использование экранированных или специальных кабелей. В протоколе также указывают вспомогательную аппаратуру, используемую совместно с аппаратами для определения соответствия требованиям к помехоустойчивости или к излучению помех.

Если не указано иное в соответствующих разделах, испытуемый образец должен быть в разомкнутом или в замкнутом положении (выбирают наиболее не благоприятное положение), и он должен работать приноминальном напряжении цепи управления.

Если не указано иное в соответствующих разделах, испытуемый образец располагают на открытом воздухе.

Силовые контакты КУУЗ допускается соединить соединены последовательно при однофазной подаче питания.

### 9.4.2 Помехоустойчивость

### 9.4.2.1 Общие положения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.4.2.1 со следующими дополнениями.

Требуются испытания, указанные в таблице 15.

Если во время испытаний ЭМС проводники необходимо подключить к испытуемому образцу, то выбор поперечного сечения и типа проводника должен соответствовать документации изготовителя.

Таблица 15- Испытания на помехоустойчивость ЭМС

|  |  |
| --- | --- |
| Тип испытания | Требуемый уровень испытания |
| Электростатический разряд | Применяется уровень испытаний, указанный в [IEC 60947-1:2020], таблица 23. |
| Излучаемые радиочастотные электромагнитные поля | Применяется уровень испытаний, указанный в [IEC 60947-1:2020], таблица 23. |
| Наносекундные импульсные помехи a | Применяется уровень испытаний, указанный в [IEC 60947-1:2020], таблица 23. |
| Импульсные перенапряжения (1,2/50 мкс – 8/20 мкс) | Применяется уровень испытаний, указанный в [IEC 60947-1:2020], таблица 23. |
| Перенапряжение магнитного поля | Применяется уровень испытаний, указанный в [IEC 60947-1:2020], таблица 23. |
| Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями (общий режим) b,c | Применяется уровень испытаний d, указанный в [IEC 60947-1:2020], таблица 23. |
| Провалы напряжения и кратковременные перерывы питания | Применяется уровень испытаний, указанный в [IEC 60947-1:2020], таблица 23. |
| Гармоники тока | 9.4.2.9.1 |
| Провалы напряжения и кратковременные перерывы питания | 9.4.2.9.2 |
| a КУУЗ включают по крайней мере один раз во время испытания, а реле перегрузки нагружено в 0,9 раза больше установленного тока с максимальным значением до 100 А.  b Применимо только к портам, соединяющимся с кабелями, общая длина которых в соответствии с функциональными требованиями изготовителя может превышать 3 м.  c Уровень испытания допускается принять как эквивалентный ток в нагрузке 150 Ом.  dЗа исключением полосы частот от 47 до 68 МГц, где уровень должен составлять 3 В. | |

После испытаний рабочие пределы, указанные в подпункте 9.5.2.4, проверяют при температуре окружающей среды.

### 9.4.2.2 Электростатический разряд

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.4.2.2 со следующим дополнением.

Контактные разряды применяют только к точкам, с открытым доступом при нормальном использовании. Испытание не требуется для контактных зажимов питания и устройств с IP00 (открытая рама или шасси). В последнем случае изготовитель предоставляет инструкции о том, как уменьшить вероятность повреждения из-за статического разряда.

КУУЗ должен соответствовать таблице 14, критерий B.

### 9.4.2.3 Излучаемые радиочастотные электромагнитные поля

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.4.2.3 со следующим дополнением.

КУУЗ должен соответствовать таблице 14, критерий A.

### 9.4.2.4 Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.4.2.4 со следующим дополнением.

КУУЗ должен соответствовать таблице 14, критерий A.

### 9.4.2.5 Наносекундные импульсные помехи

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.4.2.5 со следующим дополнением.

Подвергают испытаниям контактные зажимы для управления и вспомогательных цепей, предназначенные для подключения проводника длиной более 3 м.

КУУЗ должен соответствовать таблице 14, критерий B.

### 9.4.2.6 Импульсные перенапряжения (1,2/50 мкс – 8/20 мкс)

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.4.2.6 со следующим дополнением.

КУУЗ должен соответствовать таблице 14, критерий B.

### 9.4.2.7 Перенапряжение магнитного поля

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.4.2.7 со следующим дополнением.

КУУЗ должен соответствовать таблице 14, критерий соответствия A.

### 9.4.2.8 Провалы напряжения и кратковременные перерывы питания

Применяют [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.4.2.8 к критерию соответствия C из таблицы 14 за исключением 0,5 цикла и 1 цикла, для которых применяется критерий соответствия B из таблицы 14.

Применяют только общие показатели, приведенные в таблице 14. Во время испытания допускается кратковременное размыкание контактов КУУЗ, по завершению проведения испытаний КУУЗ должен оставаться полностью работоспособным без необходимости сброса настроек (перезагрузки).

### 9.4.2.9 Гармонические составляющие

### 9.4.2.9.1 Гармоники тока

Данное испытание применяется только к КУУЗ, оборудованным электрической защитой от короткого замыкания.

1) Испытательные токи

Форма волны испытательного тока должна соответствовать одному из двух вариантов:

* вариант a): последовательно применяется два сигнала:
* сигнал содержащий основную и третью гармонические составляющие;
* сигнал содержащий основную и пятую гармонические составляющие.
* вариант b): сигнал содержит основную и третью, пятую и седьмую гармонические составляющие.

Испытания должны быть:

* для варианта a):

испытание третьей гармонической составляющей и коэффициентом амплитуды:

* 72 % основной гармонической составляющей ≤ третья гармоническая составляющая ≤ 88 % основной гармонической составляющей;
* коэффициент амплитуды: 2,0 ± 0,2;

испытание пятой гармонической составляющей и коэффициентом амплитуды:

* 45 % основной гармонической составляющей ≤ пятая гармоническая составляющая ≤ 55 % основной гармонической составляющей;
* коэффициент амплитуды: 1,9 ± 0,2;
* для варианта b):

испытательный ток, каждый период которого, состоит из двух равных противоположных полуволн определяют следующим образом:

* время прохождения тока в течение каждого полупериода, ≤ 21 % периода;
* коэффициент амплитуды: ≥ 2,1.

Примечания

1 — Испытательные токи могут генерироваться источником питания, основанным на применении тиристоров (см. рисунок 5), насыщенных сердечников, программируемых источников питания или других соответствующих источников.

2 — Коэффициент амплитуды – это максимальное значение тока деленное на действующее значение сигнала тока. Соответствующая формула приведена на рисунке 5.

3 — Этот испытательный ток для варианта b) содержит следующие гармонические составляющие относящиеся к основной гармонической составляющей:

- третья гармоническая составляющая > 60 %;

- пятая гармоническая составляющая > 14 %;

- седьмая гармоническая составляющая > 7 %.

Высшие гармонические составляющие также могут присутствовать.

4 — Форма сигнала испытательного тока для варианта b) может быть получена, например, встречно-параллельным включением двух тиристоров (см. рисунок 5).

5 — Испытательные токи равные 0,9 *I*R и 2,0 *I*R (см. критерий соответствия A) являются действующими значениями сигнала сложной формы.

2) Методика испытаний

Испытания проводят на любой паре полюсов случайно выбранных в соответствии с подпунктом 8.2.1.5.1, пропуская испытательный ток при любом подходящем напряжении. Для реле или расцепителей, контроля потери фазы, три полюса должны быть соединены последовательно или в трехфазном режиме.

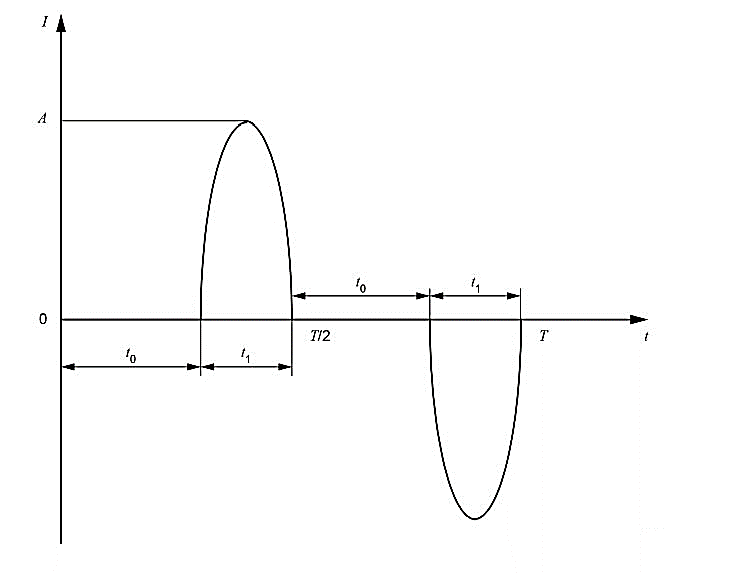
Функция определения остаточного тока в соответствии с [IEC 60947-1:2020], приложение T должна быть отключена. Для этого испытания допускается предоставление образца с отключенной функцией.

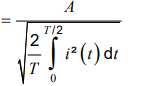
Расцепители минимального напряжения, если применимо, подключены к питанию или отключены. Все другие вспомогательные устройства должны быть отключены во время проведения испытания.

Продолжительность испытаний по проверке устойчивости к нежелательному расцеплению (равному 0,9 от значения уставки тока) должна быть больше в 10 раз времени расцепления, соответствующего двойной уставке тока.

КУУЗ должен соответствовать таблице 14, критерий A.

Примечание — Асимметрия формы сигнала тока, обычно возникающая в случае выхода из строя силового полупроводника, подключенного к сети, создает значительный дисбаланс и может повлиять на определение тока электронной защиты от перегрузки, и поэтому важно измерение точного среднеквадратичного значения.



*A –* максимальный ток; *T –* период; *t*1 – продолжительность каждого полупериода; *t*0 *–* время задержки

Коэффициент амплитуды

Рисунок 5 — Изображение формы испытательного сигнала тока получаемую при встречно-параллельном включении тиристоров

### 9.4.2.9.2 Провалы напряжения и кратковременные перерывы питания

Данное испытание применяют только к КУУЗ, оборудованным электрической защитой от короткого замыкания.

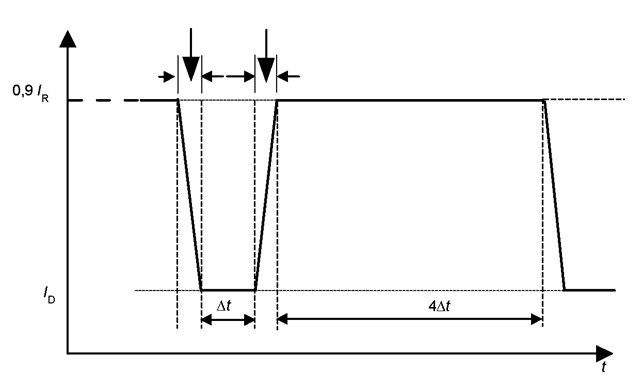
КУУЗ, непосредственно реагируют на провалы напряжения и кратковременные перерывы питания цепей управления; они должны действовать в пределах, указанных в 8.2.1.2, что проверяют испытаниями на пределы срабатывания, указанные в 9.3.3.2.

1) Методика испытаний

Испытания проводят на любой паре полюсов выбранных случайно. Для реле или расцепителей, контроля потери фазы, три полюса соединяют последовательно или в трехфазном режиме.

Испытания проводят с синусоидальным током при любом удобном напряжении. Ток прикладывают в соответствии с рисунком 6 и таблицей 16, где *I*R – это ток уставки, *I*D – испытательный ток провала и *Т* – это период синусоидального тока.

Длительность каждого испытания должна быть между трех- и четырехкратным максимальным временем срабатывания, соответствующим двукратной уставке по току, но не более 10 мин.



не более

1 мс

не более

1 мс

*I*R – ток уставки; *I*D – испытательный ток провала; ∆*t* – время провала; 4∆*t* – время задержки

Рисунок 6 — Испытательный ток для проверки влияния провалов и прерывания тока

Таблица 16 – Испытательные параметры провалов и прерывания тока

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер испытания | *I*D | *Δt* |
| 1  2  3  4  5 | 0 | 0,5 *Т*  1,0 *Т*  5,0 *Т*  25,0 *Т*  50,0 *Т* |
| 6  7  8 | 0,4 *I*R | 10,0 *Т*  25,0 *Т*  50,0 *Т* |
| 9  10  11 | 0,7 *I*R | 10,0 *Т*  25,0 *Т*  50,0 *Т* |

2) Результаты испытания

КУУЗ должен соответствовать таблице 14, критерий B.

### 9.4.3 Излучение помех

### 9.4.3.1 Общие положения

Применяется [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.4.3 со следующим дополнением.

Если порт управления предназначен для подключения к полевой шине, то порт должен соответствовать требованиям к проводимому излучению соответствующего стандарта для этой полевой шины.

Если порт измерения и управления технологическим процессом предназначен для подключения к сети электросвязи общего пользования, то этот порт должен рассматриваться как порт электросвязи. К этому порту применяются установленные требования к выбросам CISPR 32, класс B.

### 9.4.3.2 Испытание на кондуктивные радиочастотные электромагнитные помехи

Описание испытания, методика испытания и испытательная установка приведены в разделе 7 CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016 и в CISPR 11:2015/AMD2:2019.

Должно быть достаточно испытать два образца из диапазона КУУЗ с различными номинальными значениями мощности, которые представляют самую высокую и самую низкую номинальные значения мощности в диапазоне.

Для прохождения испытания устройство не должно превышать уровней, указанных в таблице 17.

Таблица 17 –Пределы напряжения электромагнитной помехи на контактных зажимах для кондуктивной радиочастотной помехи (для силовой портов)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Диапазон частоты, МГц | (Условия окружающей среды) Среда A, dB (∞V) | Среда B, dB (∞V) |
| 0,15-0,50 | 79 квазипиковый  66 средний показатель | от 66 до 56 квазипиковых  среднее значение от 56 до 46  (уменьшается с логарифмом частоты) |
| 0,50-5,00 | 73 квазипиковый  60 среднее значение | 56 квазипиковый  46 среднее значение |
| 5,00-30,00 | 73 квазипиковый  60 среднее значение | 60 квазипиковый  50 среднее значение |
| Примечание — Пределы в соответствии с CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD2:2019, CISPR 11:2015/AMD1:2016, Группа 1 для силовых входных портов и общей номинальной мощности менее 20 кВА. | | |

### 9.4.3.3 Испытание на излучение радиочастотных электромагнитных помех

Описание испытания, методика испытания и испытательная установка приведены в разделе 7 CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016 и в CISPR 11:2015/AMD2:2019.

Примечание — В США цифровые устройства с потребляемой мощностью менее 6 мВт освобождаются от испытаний на радиочастотное помехи.

Этого должно быть достаточно для испытания одного репрезентативного образца из ряда КУУЗ различной номинальной мощности. Помехи не должны превышать уровней, указанных в таблице 18.

Таблица 18 –Пределы испытания на излучение помех

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диапазон частоты, МГц | Среда A a, квазипиковый dB (µV) | | | Среда B b, квазипиковый dB (µV) | |
|  | на 30 м | на 10 м | на 3 м | на 10 м | на 3 м |
| от 30 до 230 | 30 | 40 | 50 | 30 | 40 |
| от 230 до 1000 | 37 | 47 | 57 | 37 | 47 |
| a Испытания могут проводиться на расстоянии 3 м только для небольшого оборудования (оборудование, расположенное либо на столе, либо стоящее на полу, которое, включая его кабели, помещается в цилиндрический испытательный объем диаметром 1,2 м и 1,5 м над плоскостью земли). | | | | | |

### 9.5 Циклы испытаний

### 9.5.1 Общие положения

КУУЗ следует испытывать согласно циклам испытаний, указанным в таблице 19. Испытания в каждом цикле следует проводить в указанном порядке.

Таблица 19 – Циклы испытаний

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цикл испытания, № | Наименование испытания | Испытание, подпункт | Работоспособность, подпункт | *U*e/*I*e | *U*e/*I*cs | Испытуемый образец | | Уставка расцепителя с |
| Количество | Номер d |
| I | Превышение температуры (для наибольшего *I*e) | 9.5.2.2 | 8.2.2 |  |  | 1f |  |  |
| Срабатывание | 9.5.2.3 | 8.2.1 |  |  |  |  |  |
| Пределы срабатывания | 9.5.2.4 | 8.2.1 |  |  |  |  |  |
| Диэлектрические свойства изоляции | 9.5.2.5 | 8.2.3 |  |  |  |  |  |
| II | Номинальная включающая и отключающая способность | 9.5.3.2 | 8.2.4.1 | e |  | 1 f |  |  |
| Условная коммутационная и механическая работоспособность | 9.5.3.3 | 8.2.4.2 (а + с) |  |  |  |  |  |
| Диэлектрической прочности изоляции | 9.5.3.4 | 9.3.3.4 |  |  |  |  |  |
| III | Работоспособность при *U*e*/I*e | 9.5.4.2 | 8.2.4.2 b) |  |  |  | 1 | Макс. |
| Номинальная отключающая способность при *I*cr | 9.5.4.3 | 8.2.5 a) |  |  |  |
| Работоспособность при *U*e*/I*e | 9.5.4.2 | 8.2.4.2 b) |  |  | 2 |
| Диэлектрической прочности изоляции | 9.5.4.5 | 9.3.3.4 |  |  |  |
| Расцепителя перегрузки | 9.5.4.6 | 8.2.1.5 | e |  |  | 2 |
| Номинальная отключающая способность при *I*r | 9.5.4.3 | 8.2.5 a) |  |  |  |
| Диэлектрической прочности изоляции | 9.5.4.5 | 9.3.3.4 |  |  |  |
| Расцепителя перегрузки | 9.5.4.6 | 8.2.1.5 |  |  |  |
| IV | Работоспособность при *U*e/Ie | 9.5.5.2 | 8.2.4.2 b) | e | 1 | 1 a |  |  |
| Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность при *I*cs | 9.5.5.3 | 8.2.5 a) |  |  | Макс. |
| Работоспособность при *U*e*/I*e | 9.5.5.2 | 8.2.4.2 b) |  | 2 | 2 b | 1 | Макс. |
| Проверка электрической прочности изоляции | 9.5.5.5 | 9.3.3.4 |  | 2 | Макс. |
| Превышение температуры | 9.5.5.6 | 8.2.2 |  | >3 | 3 b |  |  |
| Расцепитель перегрузки | 9.5.5.7 | 8.2.1.5 |  | 1 | Макс. |
| 2 | Макс. |
| 3 | Мин. |
| V | Дополнительные испытания отключающей способности | 9.5.6.2 | 8.2.5 b) |  |  | 1 | 1 | Макс. |
| g | Диэлектрической прочности изоляции | 9.5.6.4 | 9.3.3.4 |  |  |  |  |  |
| VI | Наибольшая отключающая способность | 9.5.7.2 | 8.2.5 с) |  |  | 1 | 1 | Макс. |
| h | Диэлектрической прочности изоляции | 9.5.7.4 | 9.3.3.4 |  |  |  |  |  |
| VII | Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность при *I*cs | 9.5.8.2 | 8.2.5 а) |  |  |  |  |  |
| i | Диэлектрической прочности изоляции | 9.5.8.4 | 9.3.3.4 |  |  | 1 | 1 | Макс. |
| VIII j | ЭМС | 9.5.9 | 8.3 |  |  |  |  |  |
| a Для КУУЗ с неиндентифицированными контактными зажимами для подключения питания и нагрузки, имеющих несъемные или зафиксированные от возможного смещения расцепители (см. 8.1.8.2), должен быть испытан дополнительный образец с обратными соединениями.  b Для КУУЗ с неиндентифицированными контактными зажимами для подключения питания и нагрузки, имеющих несъемные или зафиксированные от возможного смещения расцепители (см. 8.1.8.2), один образец необходимо испытывать с обратными соединениями.  c Уставки расцепителей сверхтока, если регулируются.  d Номер образца, если значений *I*cs относительно *U*e несколько:  № 1 – наибольшее *U*e/соответствующее *I*cs;  № 2 – наибольшее *I*cs/соответствующее *U*e;  № 3 – средние значения – *U*e /соответствующее *I*cs.  e Согласно 9.3.2.1 номинальные значения *U*e*/I*e могут предназначаться для некоторых категорий применения без испытаний или при ограниченном числе испытаний и/или образцов, если испытания аналогичного или более высокого уровня жесткости уже проведены.  f В циклах испытаний I и II допускается использовать один и тот же образец.  g См. 8.2.5; испытание при наибольшей *U*e.  h Только для четырехполюсных КУУЗ.  i Для КУУЗ, предназначенных для применения в индивидуальной оболочке.  j Если применимо (8.3). | | | | | | | | |

### 9.5.2 Цикл испытаний I: Превышение температуры, пределы срабатывания, диэлектрические свойства

### 9.5.2.1 Общие положения

Цикл испытаний I включает в себя следующее:

* испытание на превышение температуры (9.5.2.2);
* испытание на срабатывание (9.5.2.3);
* испытание на пределы срабатывания (9.5.2.4);
* испытание диэлектрических свойств (9.5.2.5);
* проверка положений силового контакта , для применения в качестве разъединителя(9.5.2.6).

### 9.5.2.2 Испытание на превышение температуры

Испытание на превышение температуры следует проводить при условном тепловом токе в соответствии с 9.3.3.3. По окончании испытания значения превышения температуры не должны выходить за пределы, указанные в таблице 15 настоящего стандарта и в [IEC 60947-1:2020], таблицы 3 и 6.

Во время испытания на катушки минимального расцепителя напряжения, если применимо, должны подаваться одна номинальная частота и соответствующее напряжение, выбираемые случайным образом. Дополнительные испытания для проверки катушки на других номинальных частотах и напряжениях должны проводиться вне указанной последовательности.

### 9.5.2.3 Испытание на срабатывание

Испытания следует проводить для КУУЗ, если это установлено 9.3.2.1, согласно 8.2.1.1 по следующим направлениям:

* для проверки срабатывания КУУЗ при подаче питания к замыкающему устройству;
* для проверки механизма свободного расцепления КУУЗ, если операция замыкания начата при приведенном в действие расцепляющем устройстве;
* для проверки того, что при включенных КУУЗ срабатывание внешнего устройства с силовым приводом не должно вызвать повреждение КУУЗ и представлять опасность для оператора;
* для проверки того, что операция возврата КУУЗ не должна вызывать замыкание контактов КУУЗ в отсутствие команды на замыкание.

Если КУУЗ оснащены комбинированным приводным механизмом размыкания (отключения) и возврата, то при включенных КУУЗ приведение в действие механизма возврата должно вызвать отключение КУУЗ.

Если КУУЗ оснащены только механизмом возврата или размыкания (отключения) – возврата, либо отдельными приводными механизмами размыкания или возврата, то при включенных КУУЗ и исходном положении механизма возврата приведение в действие механизма расцепления должно вызвать срабатывание КУУЗ на размыкание.

Примечание — Данные испытания позволяют проверить, что действие расцепления перегрузкине может быть отменено удерживанием механизма возврата в исходном положении.

При нагрузке КУУЗ током, как для испытания на превышение температуры силовой цепи, и при достижении установившейся температуры необходимо провести срабатывание КУУЗ обычным способом три раза с минимальной паузой между циклами. При этом не должно произойти расцепление КУУЗ как следствие произведенных циклов срабатывания.

Механическое срабатывание КУУЗ допускается проверять без токовой нагрузки.

Для КУУЗ с приводным устройством, действующим от накопленной энергии, следует проверить, что подвижные контакты не могут быть переведены из разомкнутого положения в любое другое, если механизм управления не накопил полную энергию, что видно по индикаторному устройству.

Если время замыкания и размыкания КУУЗ указано изготовителем, то оно должно соответствовать установленным значениям.

### 9.5.2.4 Испытание на пределы срабатывания

### 9.5.2.4.1 Общие положения

Испытания следует выполнять в соответствии с 9.3.3.2.

### 9.5.2.4.2 КУУЗ с двигательным приводом

КУУЗ следует испытывать на проверку соответствия требованиям к работоспособности, указанным в 8.2.1.2.

КУУЗ с энергозависимым приводом следует испытывать с накопленной в механизме управления энергией, в пределах между наименьшим и наибольшим значениями, указанными изготовителем.

### 9.5.2.4.3 Реле или расцепители

a) *Срабатывание независимых расцепителей*

Независимые расцепители следует испытывать на соответствие требованиям, указанным в 8.2.1.4.

b) *Срабатывание минимальных реле или расцепителей напряжения*

Минимальные реле или расцепители напряжения следует испытывать на соответствие требованиям 8.2.1.3. Каждый предел следует проверять три раза. При испытании на уменьшение напряжения, его снижают от номинального значения до нуля равномерно в течение 1 мин.

c) *Срабатывание реле или расцепителя максимального тока*

i) *Срабатывание в условиях перегрузки*

*Реле или расцепители мгновенного действия или с независимой выдержкой времени* (типы a) и b) по 5.7.2.3.1)

Срабатывание проверяют при 90 и 110 % номинального тока расцепления реле или расцепителя**.** Испытательный ток не должен быть асимметричным.

При испытательном токе, равном 90 % номинального значения тока расцепления, КУУЗ не должны расцепляться при поддержании тока в течение:

* 0,2 с для реле или расцепителей мгновенного действия;
* интервала, равного двукратной выдержке времени, указанной изготовителем для реле или расцепителей с независимой выдержкой времени.

При испытательном токе, равном 110 % номинального тока расцепления, КУУЗ должны расцепиться в течение:

* 0,2 с для реле или расцепителей мгновенного действия;
* интервала, равного двукратной выдержке времени, указанной изготовителем для реле или расцепителей с независимой выдержкой времени.

Срабатывание многополюсных реле или расцепителей следует проверять при подаче испытательного тока на все полюса одновременно.

*Реле или расцепители с обратнозависимой выдержкой времени* (тип с) по 5.7.2.3.1).

Проверка реле или расцепителей на соответствие требованиям работоспособности по 8.2.1.5.1 проводиться со всеми полюсами под нагрузкой.

Кроме того, характеристики, определенные в 8.2.1.5.1.1, должны быть проверены испытаниями при минус 5 ºС, плюс 20 ºС, плюс 40 ºС и могут быть проверены при наименьшей и наибольшей температурах, указанной изготовителем, если они выше. Тем не менее, для реле и расцепители, которые заявлены как компенсированные относительно температуры окружающего воздуха, в случае диапазона температур, указанного изготовителем, больше диапазона на рисунке 1, то не проводиться проверка на температурах минус 5 ºС и/или плюс 40 ºС, если при испытаниях на заявленных наименьшей и наибольшей температурах значения тока расцепления соответствуют пределам, указанным для минус 5 ºС и/или плюс 40 ºС на рисунке 1.

Для электронных реле и расцепителей перегрузки проверку испытанием тепловой памяти по 8.2.1.5.1.2 проводят при плюс 20 ºС.

Трехполюсные тепловые или электронные реле перегрузки, подключенные к питанию только на двух полюсах, испытывают в соответствии с 8.2.1.5.1.1 на всех комбинациях полюсов и на наименьшем и наибольшем значениях тока уставки для реле с регулируемой уставкой.

ii) Срабатывание в условиях короткого замыкания

*Реле или расцепители мгновенного действия или с независимой выдержкой времени* (а) и b) по 5.7.2.3.2).

а) Срабатывание реле или расцепителей максимального тока, предназначенных для защиты от короткого замыкания, проверяют при 80 и 120 % уставки тока короткого замыкания реле или расцепителя. Испытательный ток не должен быть асимметричным. При испытательном токе, равном 80 % уставки тока короткого замыкания, КУУЗ не должны расцепляться при поддержании тока в течение:

* 0,2 с для реле или расцепителей мгновенного действия;
* интервала, равного двукратной выдержке времени, указанной изготовителем для реле или расцепителей с независимой выдержкой времени.

При испытательном токе, равном 120 % уставки тока короткого замыкания, КУУЗ должны расцепиться в течение:

* 0,2 с для реле или расцепителей мгновенного действия;
* интервала, равного двукратной выдержке времени, указанной изготовителем для реле или расцепителей с независимой выдержкой времени.

Срабатывание многополюсных размыкающих реле или расцепителей проверяют на двух полюсах, соединенных последовательно, с использованием всех возможных комбинаций полюсов, оснащенных расцепителями короткого замыкания.

b) Кроме того, срабатывание расцепителей короткого замыкания следует проверять индивидуально на каждом полюсе при значении тока расцепления, указанного изготовителем для однополюсного устройства; расцепление должно произойти в течение:

* 0,2 с для реле или расцепителей мгновенного действия;
* интервала, равного двукратной выдержке времени, указанной изготовителем для реле или расцепителей с независимой выдержкой времени.

iii) *Дополнительное испытание на выдержку времени для реле или расцепителей с независимой выдержкой времени* (типа b) согласно 5.7.2.3.1 и 5.7.2.3.2).

*Время размыкания*

Данное испытание проводят при токе, равном 1,5 уставки тока:

* при подаче тока во все полюса для реле или расцепителей перегрузки (типа b) по 5.7.2.3.1);
* с двумя полюсами, соединенными последовательно, с использованием всех возможных комбинаций последовательного пропускания испытательного тока для реле или расцепителей короткого замыкания (типа b) по 5.7.2.3.2).

Измеренное время размыкания должно быть в пределах выдержки времени, заданной изготовителем.

*Время нерасцепления*

Данное испытание выполняют в тех же условиях, что и вышеуказанное испытание.

Вначале ток поддерживают в течение времени нерасцепления, указанного изготовителем; затем значение тока снижают до номинального и поддерживают при этом уровне в течение двукратной номинальной выдержки времени, установленной изготовителем. При этом не должно происходить расцепление КУУЗ.

iv)*Минимальные реле тока для автоматического переключения*

Пределы срабатывания должны проверяться в соответствии с 8.2.1.5.3.

v) *Реле или расцепитель, контроля опрокидывания ротора электродвигателя*

Пределы срабатывания должны проверяться в соответствии с 8.2.1.5.4.

Для реле тока или расцепителей с контролем опрокидывания ротора электродвигателя, проверка проводяиът при наименьшем и наибольшем значениях тока уставки и наименьшем и наибольшем значении времени блокировки опрокидывания ротора электродвигателя (четыре уставки).

Для реле или расцепителей, с контролем опрокидыванию ротора электродвигателя, работающего в соединении с средством обнаружения вращения, проверку проводят на наименьшем и наибольшем времени блокировки опрокидывания ротора электродвигателя. Датчик допускается имитировать с помощью подачи сигнала на вход датчика реле или расцепителя, контроля опрокидывания ротора электродвигателя.

vi) Реле или расцепитель перегрузки

Пределы срабатывания проверяют в соответствии с 8.2.1.5.5.

Проверку проводят на наименьшем и наибольшем значениях тока уставки и на наименьшем и наибольшем значениях времени блокировки торможения (четыре уставки).

Для каждой из четырех уставок, испытания проводят при следующих условиях:

* используют испытательный ток равный 95 % от значения тока уставки. Реле или расцепитель перегрузки не должны срабатывать;
* увеличивают испытательный ток до 120 % значения тока уставки. Реле или расцепитель перегрузки должно сработать в соответствии с требованиями 8.2.1.5.5.

### 9.5.2.5 Проверка диэлектрическихх свойств

КУУЗ следует испытывать в соответствии с 9.3.3.4.

### 9.5.2.6 Проверка положения силового контакта для КУУЗ, пригодных применения в качестве разъединителя

Для КУУЗ, пригодных применения в качестве разъединителя, испытание проводят проверкой эффективности обозначения положения силового контакта согласно [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.2.6.

### 9.5.3 Цикл испытаний II: работоспособность в условиях нормальной нагрузки и перегрузки

### 9.5.3.1 Общие положения

Цикл испытаний II включает следующее:

* испытание на номинальную включающую и отключающую способности (9.5.3.2);
* испытание на условную работоспособность (9.5.3.3);
* проверку диэлектрической прочности изоляции (9.5.3.4).

### 9.5.3.2 Испытание на номинальную включающую и отключающую способности

КУУЗ подвергают испытанию в соответствии с 9.3.3.5.

### 9.5.3.2.1 Номинальная включающая и отключающая способности для категорий применения, кроме АС-4 (например, КУУЗ прямого действия)

Применяют 9.3.3.5.5 пункт 1.

### 9.5.3.2.2 Номинальная включающая и отключающая способности для категории применения AC-4 (например, КУУЗ прямого действия или реверсного торможения противотоком)

Применяют 9.3.3.5.5 пункт 2.

### 9.5.3.2.3 Поведение КУУЗ во время испытаний и состояние после испытаний на включение и отключение, переключение и реверсирование

Должны выполняют условия подпункта 9.3.3.5.6.

### 9.5.3.3 Испытание на условную работоспособность

### 9.5.3.3.1 Общие положения

КУУЗ должны испытывают в соответствии с 9.3.3.6.

### 9.5.3.3.2 Условная работоспособность для категорий применения, кроме АС-4 (например, КУУЗ прямого действия и с двумя направлениями вращения двигателя)

КУУЗ должны включать и отключать токи, соответствующие его категории применения, для числа срабатываний, указанных в таблице 10.

### 9.5.3.3.3 Условная работоспособность для категории применения АС-4 (например, КУУЗ прямого действия или реверсного торможения противотоком)

КУУЗ должны включать и отключать токи, соответствующие его категории применения, для числа срабатываний, указанных в таблице 10.

Для КУУЗ с возможностью работы при реверсном торможении противотоком последовательность срабатываний должна быть следующей:

замыкание А – размыкание А – замыкание В – размыкание В – период отключения.

Переключение от «замыкания А» к «замыканию В» должно происходить так быстро, насколько позволяет нормальная система управления.

### 9.5.3.3.4 Поведение КУУЗ во время и после испытаний на условную работоспособность

Должны выполняться условия 9.3.3.5.6.

### 9.5.3.4 Проверка диэлектрической прочности изоляции

Диэлектрическую прочность изоляции следует проверять по 9.3.3.4.

Для КУУЗ, пригодных для разъединения, ток утечки должен быть измерен в соответствии с 9.3.3.4.1, за исключением того, что значение тока утечки не должно превышать 2 мА.

### 9.5.4 Цикл испытаний III: работоспособность до и после циклов срабатываний при испытаниях при ожидаемых условных токах *I*cr и «*r»*

### 9.5.4.1 Общие положения

Цикл испытаний III включает следующее:

Испытание на первом образце:

* испытание на работоспособность при *U*e/*I*e (9.5.4.2);
* номинальная отключающая способность при ожидаемом условном токе *I*cr в цикле срабатываний O – t – CO – t – CO – t – O – t – rCO – t – rCO;
* испытание на работоспособность при *U*e/*I*e (9.5.4.2);
* проверка диэлектрической прочности изоляции (9.5.4.5);
* проверка расцепителей перегрузки (9.5.4.6).

Испытание на втором образце:

* номинальная отключающая способность при ожидаемом условном токе «r» в цикле срабатываний O – t – CO – t – rCO;
* проверка диэлектрической прочности (9.5.4.5);
* проверка расцепителей перегрузки (9.5.4.6).

Примечание — По согласованию с изготовителем испытания допускается выполнять на одном образце.

### 9.5.4.2 Испытание на работоспособность

До и после испытаний при *I*cr на первом образце КУУЗ испытывают по 8.2.4.2, пункт b) и 9.3.3.6.

### 9.5.4.3 Испытание при ожидаемых условных токах *I*cr и *I*r

Испытание на короткое замыкание проводят по общим условиям 9.3.3.7 со значениями ожидаемых условных токов *I*cr и *I*r в соответствии с 8.2.5, пункт a).

Цикл срабатываний в соответствии 9.5.4.

### 9.5.4.4 Поведение КУУЗ во время испытаний на *I*cr и *I*r

Применяют подпункт 9.3.4.2.

### 9.5.4.5 Проверка диэлектрической прочности изоляции

Диэлектрическую прочность изоляции проверяют в соответствии с 9.5.3.4.

### 9.5.4.6 Проверка расцепителей перегрузки

После испытания по 9.5.4.5 следует проверить срабатывание расцепителей перегрузки в соответствии по 8.2.1.5 при контрольной температуре и любом удобном напряжении. Для реле перегрузки с обратнозависимой выдержкой времени проверяют следующее:

- при 1,2 уставки тока для категорий применения AC-3, AC-3e, AC-4, DC-3, DC-5;

- при 1,45 уставки тока для категорий применения AC-40, AC-1, AC-5a, AC-5b, DC-40, DC-1, DC-6.

Для этих испытаний все полюса соединяют последовательно. Альтернативно это испытание выполняют с применением трехфазного источника питания.

Расцепление должно произойти в течение 2 ч.

### 9.5.5 Цикл испытаний IV: Работоспособность до и после циклов срабатывания на *I*cs

### 9.5.5.1 Общие положения

Цикл испытаний IV включает следующее:

* испытание на работоспособность (9.5.5.2):
* испытание на токе короткого замыкания Ics (9.5.5.3);
* проверка диэлектрической прочности изоляции (9.5.5.5);
* проверка превышения температуры (9.5.5.6);
* проверка расцепителей перегрузки (9.5.5.7).

### 9.5.5.2 Испытание на работоспособность

До и после испытания по 9.5.5.3 следует провести испытание на КУУЗ в соответствии с 9.3.3.6 по параметрам, указанным в таблице 11.

### 9.5.5.3 Испытание на номинальную рабочую наибольшую отключающую способность при *I*cs

Испытание на короткое замыкание проводят по общим условиям по 9.3.3.7 со значениями ожидаемого тока *I*cs (см. 5.3.6), указанным изготовителем.

Коэффициент мощности для данного испытания по [1], таблица 16.

Цикл срабатываний должен быть следующим: O – t – CO – t – rCO (см. 9.3.4.1.6).

Примечание — В США и Канаде указывают минимальные значения рабочей наибольшей отключающей способности *(I*cs*)*, и поэтому требуется проведение дополнительного цикла испытаний для проверки отключающей способности отдельного полюса многополюсных КУУЗ, соответствующей минимальному указанному значению наибольшей отключающей способности, и удовлетворяющему межфазному напряжению для КУУЗ, маркированных только межфазным напряжением или фазно-нейтральному напряжению для КУУЗ, маркированных фазно-нейтральным/межфазным напряжением.

### 9.5.5.4 Поведение КУУЗ во время и после испытаний на *I*cs

Применяется подпункт 9.3.4.2.

### 9.5.5.5 Проверка диэлектрической прочности изоляции

Диэлектрическая прочность изоляции проводят в соответствии с 9.5.3.4.

### 9.5.5.6 Проверка превышения температуры

Превышение температуры на контактных зажимах следует определять при номинальном рабочем токе соответственно категории применения согласно 9.3.3.3.1-9.3.3.3.4. Превышение температуры должно быть в пределах значений, указанных в таблице 5.

### 9.5.5.7 Проверка расцепителей перегрузки

После испытания по 9.5.5.6 следует проверять срабатывание расцепителей перегрузки по 9.5.4.6.

### 9.5.6 Цикл испытания V: дополнительное испытание на отключающую способность

### 9.5.6.1 Общие положения

Цикл испытаний V включает следующее:

* дополнительное испытание на отключающую способность (9.5.6.2);
* проверку прочности диэлектрической изоляции (9.5.6.4).

### 9.5.6.2 Дополнительное испытание отключающей способности

КУУЗ должны отключать испытательный ток, указанный в 8.2.5, b), при номинальном рабочем напряжении *U*e и коэффициенте мощности или постоянной времени согласно [1], таблица 16.

Цикл срабатываний должен быть: O – t – O – t – O.

### 9.5.6.3 Поведение КУУЗ во время и после дополнительного испытания на отключающую способность

Должны выполняться требования подпункта 9.3.3.5.6.

### 9.5.6.4 Проверка диэлектрической прочности изоляции

Диэлектрическая прочность изоляции должна проверяться в соответствии с 9.5.3.4.

### 9.5.7 Цикл испытаний VI: дополнительный цикл испытания для четырехполюсных КУУЗ

### 9.5.7.1 Общие положения

Цикл испытания VI включает следующее:

* испытание на наибольшую отключающую способность (9.5.7.2);
* проверка диэлектрической прочности изоляции (9.5.7.4).

### 9.5.7.2 Испытание на наибольшую отключающую способность

Для четырехполючных КУУЗ, четвертый полюс которых рассчитан на пониженный номинал тока короткого замыкания, следует проводить дополнительное испытание по 9.3.4.1.6, пункт b).

Цикл срабатывания должен быть: O – t – CO – t – rCO.

### 9.5.7.3 Поведение КУУЗ во время и после дополнительного испытания на отключающую способность

Применяется подпункт 9.3.4.2.

### 9.5.7.4 Проверка диэлектрической прочности изоляции

Диэлектрическая прочность изоляции должна проверяться в соответствии с 9.5.3.4.

### 9.5.8 Цикл испытаний VII: дополнительный цикл испытаний для КУУЗ, предназначенных для использования в индивидуальной оболочке

### 9.5.8.1 Общие положения

Цикл испытания VII включает следующее:

* испытание на номинальную рабочую наибольшую отключающую способность при *I*cs (9.5.8.2);
* проверка диэлектрической прочности изоляции (9.5.8.4).

### 9.5.8.2 Испытание на номинальную рабочую наибольшую отключающую способность при *I*cs

КУУЗ, предназначенные для использования в индивидуальной оболочке, должны пройти дополнительные испытания по 9.3.4.1.1 в наименьшей из оболочек, указанных изготовителем, при номинальном рабочем напряжении *U*e и коэффициенте мощности или постоянной времени по [IEC 60947-1:2020], таблица 16.

Испытательный ток должен быть равен номинальной рабочей наибольшей отключающей способности *I*cs КУУЗ, соответствующей наибольшему значению *U*e*.*

Цикл срабатываний должен быть: O–t–CO–t–rCO.

### 9.5.8.3 Поведение КУУЗ во время испытания на номинальную рабочую наибольшую отключающую способность при *I*cs

Применяется подпункт 9.3.4.2.

### 9.5.8.4 Проверка диэлектрической прочности изоляции

Диэлектрическую прочность изоляции проверяют в соответствии с 9.5.3.4.

### 9.5.9 Цикл испытаний VIII: ЭМС

КУУЗ следует испытывать в соответствии с разделом 9.4.

### 9.6 Контрольные испытания

### 9.6.1 Общие положения

Для обеспечения соответствия аппаратуры в течение срока его службы на основе типовых испытаний изготовителю следует рассмотреть вопрос о том, как поддерживать ожидаемые изменения характеристик аппаратуры в соответствующих пределах.

Контрольные испытания следует проводить в тех же или аналогичных условиях, указанных для типовых испытаний в 9.1.2. Однако пределы срабатывания согласно 9.5.2.4 допускается проверить при преобладающей температуре окружающего воздуха.

### 9.6.2 Срабатывание и пределы срабатывания

Испытания проводят для проверки срабатывания в пределах, указанных в 8.2.1.

Примечание — В данных испытаниях нет необходимости в достижении теплового равновесия. Отсутствие теплового равновесия допускается компенсировать применением последовательного подключенного сопротивления или соответствующим снижением пределов напряжения.

Необходимо провести испытания для проверки калибровки реле или расцепителей. В случае рале или расцепителей перегрузки с выдержкой времени допускается проведение единичного испытания с одновременной подачей на все полюса тока, кратного току уставки, для проверки соответствия времени расцепления (в пределах допусков) характеристикам, представленных изготовителем; в случае реле или расцепителей перегрузки мгновенного действия испытательный ток должен составлять 1,1 тока уставки. Для минимальных реле тока, опрокидывания ротора электродвигателя и реле перегрузки испытания следует проводиться с целью проверки правильного функционирования этих реле (см. 8.2.1.5.3, 8.2.1.5.4 и 8.2.1.5.5).

Примечание 2 — В случае реле или расцепителя перегрузки с задержкой времени с гидравлическим замедлителем калибровка может выполняться при незаполненном жидкостью расцепителе током, составляющим процентную долю тока уставки, указанную изготовителем и поддающуюся проверке в процессе специального испытания.

### 9.6.3 Испытание диэлектрических свойств

Испытания диэлектрической прочности изоляции проводят в соответствии с 9.3.3.4.

# Приложение А

**(обязательное)**

**Специальные испытания**

### A.1 Общие положения

Специальные испытания проводят по усмотрению изготовителя.

### A.2 Механическая износостойкость

### A.2.1 Общие положения

Механическая износостойкость конструкции КУУЗ определяется количеством циклов срабатывания без нагрузки, достигаемое или превышаемое 90 % всех аппаратов данного типа до необходимого их ремонта или замены каких-либо частей (включая электронные части электромагнита с электронным управлением и любую механическую часть); однако при этом допускается обслуживание, предусмотренное инструкцией изготовителя (включая замену контактов), как указано в A.2.2.1 и A.2.2.2.

Предпочтительные числа циклов срабатывания без нагрузки составляют (в миллионах):

0,001 – 0,003 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 1 – 3 и 10.

### A.2.2 Проверка механической износостойкости

### A.2.2.1 Состояние КУУЗ, подлежащих испытаниям

КУУЗ должны быть установлены как в нормальных условиях эксплуатации; в частности, проводники должны быть присоединены как в нормальных условиях эксплуатации.

Испытание проводят в отсутствие напряжения или тока в силовой цепи.

### A.2.2.2 Рабочие условия

К цепям управления должно быть подано номинальное напряжение и, если возможно, при номинальной частоте.

Если к катушкам последовательно подключают активное или полное сопротивление, которое при срабатывании может замыкаться накоротко или нет, испытания следует проводить с присоединением этих сопротивлений как при нормальной эксплуатации.

### A.2.2.3 Методика испытаний

a) Испытания проводят с частотой срабатывания, соответствующей классу повторно-кратковременного режима. Однако изготовитель дает право увеличить частоту срабатывания, если КУУЗ способны удовлетворять предъявляемым требованиям испытаний при повышенной частоте срабатывания.

b) Для КУУЗ, оснащенных органами дистанционного и ручного управления, на одном образце следует проводить срабатывание посредством органа дистанционного управления, а на другом образце – посредством органа ручного управления.

c) Для электромагнитных КУУЗ время подачи напряжения на катушку управления должно быть больше времени срабатывания КУУЗ, а время обесточивания катушки должно быть таким, чтобы КУУЗ успевали прийти в состояние покоя в обоих крайних положениях.

d) Число выполненных циклов срабатывания должно быть не меньше установленного изготовителем числа циклов срабатывания при отсутствии нагрузки.

e) При испытаниях КУУЗ, оснащенных катушками независимых расцепителей или минимальными расцепителями напряжения, не менее 10 % общего числа размыканий должно выполняться этими расцепителями.

### A.2.2.4 Оценка результатов испытаний

После испытаний на механическую износостойкость КУУЗ должны быть способны срабатывать в условиях, оговоренных 8.2.1.2 и 9.3.3.2, при комнатной температуре.

Любые реле времени или другие устройства автоматического управления должны оставаться работоспособными.

### A.2.2.5 Статистический анализ результатов испытания КУУЗ

Механическая износостойкость конструкции КУУЗ устанавливаетсяизготовителем и проверяется путемстатистического анализа результатов данного испытания.

Для КУУЗ, изготавливаемых в малых количествах, испытания по А.2.2.6 и А.2.2.7 не проводят. Однако КУУЗ, изготавливаемым в малых количествах и отличающимся от базовой конструкции только изменениями деталей (т.е. без существенных изменений конструкции), не оказывающими заметного влияния на характеристики устройства, изготовитель может задать механическую износостойкость на основании опыта эксплуатации аналогичных конструкций, анализа свойств материалов и т. п. и на основе анализа результатов испытаний аппаратов крупносерийного производства той же базовой конструкции.

После этого назначения проводят испытание. Испытание является одним из двух, описанных ниже и выбранным изготовителем, как наиболее пригодное в каждом конкретном случае, например, в зависимости от планируемого объема производства или соответственно условному тепловому току.

Примечание — Это испытание не предназначается для контроля каждой партии или в качестве приемочного для потребителя.

### A.2.2.6 Одноступенчатое испытание восьми КУУЗ

Восемь КУУЗ испытывают на заданную механическую износостойкость.

Если число отказов не более двух, испытание считают положительным.

### A.2.2.7 Двухступенчатое испытание трех КУУЗ

Три КУУЗ испытывают на заданную механическую износостойкость.

Испытание считают положительным, если отказов нет, и отрицательным, если число отказов больше одного. В случае одного отказа испытанию подвергают три дополнительных образца. Испытание считают положительным при отсутствии отказов во второй выборке и отрицательным, если число отказов в двух выборках два или более.

Примечание — Оба испытания: одноступенчатое восьми КУУЗ и двухступенчатое трех КУУЗ приведены в ISO 2859-1:1999 (см. таблицы 10-D-2 и 10-С-2).

Эти два испытания были выбраны как основанные на испытаниях ограниченного числа КУУЗ с практически одинаковыми статистическими характеристиками (приемочный уровень дефектности: 10 %).

### A.2.2.8 Другие методы

Также могут быть использованы другие методы, приведенные в ISO 2859-1. Максимальный уровень приемлемого качества должен составлять 10 %. Выбранный метод должен быть указан в протоколе испытаний. Также допускается использовать методы, приведенные в IEC 61649.

Примечание — Оба испытания: одноступенчатое восьми КУУЗ и двухступенчатое трех КУУЗ приведены в ISO 2859-1:1999 (см. таблицы 10-D-2 и 10-С-2). Эти два испытания были выбраны как основанные на испытаниях ограниченного числа КУУЗ с практически одинаковыми статистическими характеристиками (приемочный уровень дефектности: 10 %).

### A.3 Коммутационная износостойкость

Стойкость к коммутационному износу КУУЗ условно характеризуется числом циклов срабатывания под нагрузкой соответственно различным категориям применения по таблице 11, которые они способны выполнить без ремонта или замены частей.

Изготовитель может указывать значения полученной коммутационной износостойкости:

* в условиях нормальной нагрузки и перегрузки;
* после короткого замыкания (после циклов срабатыванияО – t– CO – t – rСО при *I*cs).

Для категорий АС-3, АС-3e и АС-4 испытательная цепь должна включать катушки индуктивности и сопротивления, подобранные так, чтобы обеспечить нужные значения тока, напряжения и коэффициента мощности согласно таблице 11, кроме того, для категории АС-4 следует использовать испытательную цепь для проверки включающей и отключающей способности, см. 9.3.3.5.

Частоту срабатывания (время включения и отключения) должен выбирать изготовитель.

Испытания следует считать удовлетворительными, если значения износостойкости, зафиксированные в протоколе испытаний, составляют не менее 95 % от значений, заданных для соответствующих величин тока и напряжения.

Испытания должны быть проведены на КУУЗ в условиях, соответствующих А.2.2.1 и А.2.2.2, методами, если это применимо, по А.2.2.3, за исключением возможности замены контактов.

После испытания КУУЗ должны отвечать требованиям к срабатыванию по 9.3.3.2 и выдерживать испытательное напряжение для проверки диэлектрических свойств изоляции согласно [IEC 60947-1:2020], подпункт 9.3.3.4.1, 4), b), и [1], подпункт 9.3.3.4.1, 4); испытательное напряжение применяется только:

* между всеми полюсами, соединёнными вместе и корпусом КУУЗ, и
* между каждым полюсом и всеми остальными полюсами, соединенными с корпусом КУУЗ.

# Приложение В

**(ХХХ)**

**Свободно**

# Приложение C

**(обязательное)**

**Маркировка и идентификация контактных зажимов КУУЗ**

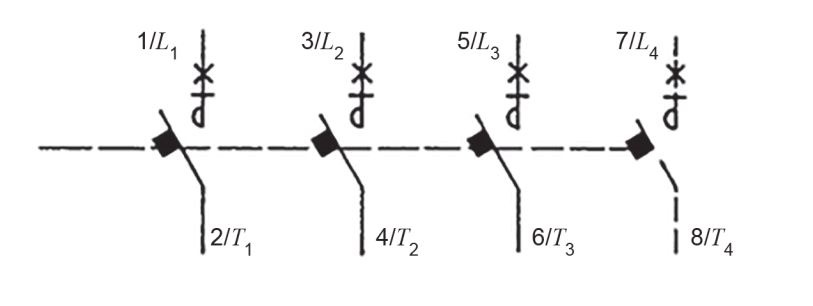
### C.1 Общие положения

Применяют [IEC 60947-1:2020], приложение L со следующим дополнением.

### C.2 Маркировка и идентификация контактных зажимов силовых цепей

### C.2.1 Общие положения

Контактные зажимы силовых цепей следует маркировать однозначными цифрами и буквенно-цифровыми обозначениями.



Примечание — Два действующих альтернативных способа маркировки, т. е. 1 - 2 и L1 - T1 постепенно будут вытесняться указанным новым способом.

Альтернативно контактные зажимы можно идентифицировать на коммутационной схеме, поставляемой вместе с устройством.

### C.2.2 Маркировка и идентификация контактных зажимов вспомогательный цепей

контактные зажимы вспомогательных цепей устройств защиты от сверхтока порядковые номера 9 и 0 являются предпочтительными, и в каждом случае вспомогательные контактные зажимы указывают на электрической схеме, прилагаемой КУУЗ.

# Приложение D

**(справочное)**

**Вопросы, подлежащие согласованию между изготовителем и потребителем**

Примечание — В настоящем приложении:

* термин «согласование» используют в очень широком смысле;
* к «потребителям» относят и испытательные лаборатории.

Применяется [IEC 60947-1:2020], приложение J, насколько оно охватывает пункты настоящего стандарта, со следующими дополнениями:

|  |  |
| --- | --- |
| Пункт стандарта | Рассматриваемый вопрос |
| 5.3.4, примечание | Защита от перегрузок в повторно-кратковременном режиме |
| 5.4.2 | Области применения, отличающиеся от категорий применения по таблице 1 |
| 5.7.2.4 | Применение реле или расцепителей, отличающихся от перечисленных в 5.7.2.3 |
| 8.2.2.7.3 | Номинальные характеристики специальных обмоток (указываются изготовителем) |
| Таблица 8 | Проверка условий включения для категорий АС-3, АС-3e и АС-4 при испытаниях на включение и отключение (с согласия изготовителя) |
| 9.1.5 | Специальные испытания |
| 9.3.3.3.4 | Методика испытаний на превышение температуры четырехполюсных КУУЗ с условным тепловым током св. 63 А |

# Приложение E

**(ХХХ)**

**Свободно**

# Приложение F

**(обязательное)**

**Требования к вспомогательному контакту, соединенному с силовым контактом (зеркальным контактом)**

### F.1 Применение и объект

### F.1.1 Применение

Настоящее приложение применяется к вспомогательным контактам, механически связанным с силовыми контактами КУУЗ и обозначенным как зеркальные контакты, чтобы избежать путаницы с механически связанными контактными элементами, попадающими под действие IEC 60947-5-1:2016, приложение L. Однако это не мешает данному вспомогательному контакту соответствовать как требованиям к зеркальному контакту настоящего приложения, так и к механически связанному контакту IEC 60947-5-1:2016, приложение L.

Примечания

1 — Типичное применение зеркальных контактов заключается в обеспечении высоконадежного контроля состояния КУУЗ в цепи управления машиной. Однако на зеркальный контакт нельзя полагаться исключительно как на средство обеспечения целостности функции безопасности.

2 — Зеркальные контакты ранее назывались контактами с положительным предохранением, принудительными контактами, связанными контактами или контактами с положительным приводом.

3 — Значение “механически связанный” также применимо к дополнительным контактным блокам, которые могут быть установлены потребителем.

### F.1.2 Объект

В настоящем приложении приводятся дополнительные спецификации (определение, требования и испытания), применяют для определения требуемых конструктивных характеристик, маркировки и характеристик зеркального контакта.

### F.2 Термины и определения

В настоящем приложении применяют следующие термины и определение.

F.2.1 **зеркальный контакт** (mirror contact): нормально замкнутый контакт, которые не может находиться в замкнутом положении одновременно с нормально разомкнутым основным контактом при условиях, определенных в пункте F.7.

Примечание1 — У одного КУУЗ может быть более одного зеркального контакта.

### F.3 Характеристики

Все зеркальные контакты также должны соответствовать соответствующим требованиям, приведенным в IEC 60947-5-1:2016.

### F.4 Информация об устройстве

Применяется IEC 60947-5-1:2016, раздел 5 со следующим дополнением.

Зеркальные контакты необходимо четко идентифицированы:

* на самом КУУЗ или
* в документации изготовителя или
* и там, и там.

Если для идентификации зеркального контакта используется условное обозначение, он должен быть таким, как показано на рисунке F.1 в соответствии с IEC 60617-S01462:2003-08.

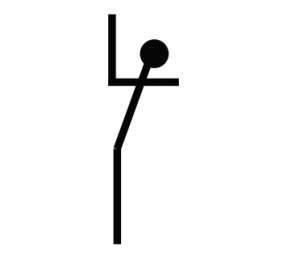


Рисунок F.1 – Зеркальный контакт

### F.5 Обычные условия обслуживания, монтажа и транспортировки

Дополнительные требования отсутствуют.

### F.6 Требования к конструкции и эксплуатационным характеристикам

Применяют IEC 60947-5-1:2016, раздел 7 со следующим дополнением.

Если какой-либо из силовых контактов замкнут, ни один зеркальный контакт не должен быть замкнут.

### F.7 Испытания

### F.7.1 Общие положения

Применяют IEC 60947-5-1:2016, раздел 8 со следующим дополнением.

Испытания проводят в соответствии как с F.7.2, так и с F.7.3.

### F.7.2 Испытания устройства в новом состоянии

Для каждого зеркального контакта испытание проводят на m устройствах, где m – количество силовых контактов.

Примечание — В зависимости от конструкции устройства необходимое количество m устройств может быть сведено к минимуму на основе инженерного решения для покрытия наихудших случаев.

Новое устройства используется для испытания каждого зеркального контакта с каждым из силовых контактов.

Испытания проводят на устройствах в новом и чистом состоянии. Процедура испытания следующая:

а) Для имитации возникновения сваривания на одном полюсе один силовой контакт фиксируют в закрытом положении, например, путем сварки или склеивания каждой точки контакта (например, при двойном разрывающем контакте сварка выполняется в двух точках контакта). Толщина сварки или склеивания должна быть такой, чтобы расстояние между контактами существенно не изменялось, а используемый метод должен быть указан в протоколе испытания.

b1) При обесточенной рабочей катушке импульсное испытательное напряжение 2,5 кВ с корректировкой высоты над уровнем моря (корректировка должна быть произведена в соответствии с приведенной ниже таблицей F.1, рассчитанной по [IEC 60947-1:2020], таблица 12) должен наноситься поперек зеркального контакта. Не должно быть прерывистого разряда.

Таблица F.1- Испытательное напряжение в зависимости от высоты

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровень моря** | **200 м** | **500 м** | **1000 м** | **2000 м** |
| 2,50 кВ | 2,37 кВ | 2,37 кВ | 2,29 кВ | 2,12 кВ |
| Примечание — Это испытание обеспечивает минимальный зазор в 0,5 мм в соответствии с рисунками А.1, А.2 и А.3 из IEC 60664-1:2020, на основании которого выпущена таблица 13 в [IEC 60947-1:2020]. | | | | |

b2) В качестве альтернативы пункту b1) выше, при обесточенной рабочей катушке зазор контакта должен быть измерен прямым способом; он должен составлять более 0,5 мм. В случае двух или более последовательных контактных зазоров сумма контактных зазоров должна составлять более 0,5 мм.

Последовательности a) и b1) или b2) повторяются на новых образцах для каждого силового контакта, сваренного последовательно.

### F.7.3 Испытание после условных эксплуатационных характеристик (определено в таблице 10)

В конце условных эксплуатационных испытаний в соответствии с пунктом 9.3.3.6 должно быть проверено, что при подаче напряжения на электромагнит зеркальный контакт выдерживает номинальное напряжение изоляции *U*i.

# Приложение G

**(обязательное)**

**Последовательность испытаний КУУЗ для систем IT**

Примечание — Данная последовательность испытания предназначена охватить случай повторного замыкания на землю при наличии первого замыкания на противоположной стороне КУУЗ при установке в системы IT.

### G.1 Общие положения

Данную последовательность испытаний применяют к многополюсным КУУЗ для применения в системы IT в соответствии с [IEC 60947-1:2020], подпункт 4.3.2.1; данная последовательность включает следующие испытания:

* короткое замыкание отдельных полюсов (*I*IT) в G.2;
* проверка диэлектрической прочности изоляции в G.3;
* проверка расцепителей перегрузки в G.4.

### G.2 Короткое замыкание отдельных полюсов

Испытание коротким замыканием проводят на отдельных полюсах многополюсного КУУЗ при общих условиях согласно 9.3.4.1, при значении тока *I*IT:

* в 1,2 раза выше наибольшего значения уставки тока отключения расцепителя с кратковременной задержкой, или при отсутствии такого расцепителя – в 1,2 раза выше наибольшего значения уставки тока отключения расцепителя мгновенного действия,

или, в соответствующих случаях,

* в 1,2 раза выше наибольшего значения уставки тока отключения расцепителя с выдержкой времени, но не превышать 50 кА.

Примечания

1 — Ожидаемый ток в испытательной цепи допускается увеличить для того, чтобы испытательный ток превышал фактический кратковременный или мгновенный ток срабатывания, учитывая полное сопротивление КУУЗ и его соединений.

2 — Может потребоваться более высокие значения *I*IT вместо испытанных и заявленных изготовителем.

Приложенное напряжение должно быть равно межфазному напряжению, соответствующему максимальному номинальному рабочему напряжению КУУЗ, при котором он пригоден для применения в системах IT. Количество образцов для проведения испытаний, и уставки регулируемых расцепителей определяют по таблице G.1. Коэффициент мощности должен соответствовать [IEC 60947-1:2020], таблица 16, относительно испытательного тока. При *I*IT = 50 кА, кратковременный или мгновенный ток срабатывания настраивают на ближайшее значение уставки ниже (50/1,2) кА.

Таблица G.1 – Отдельные полюса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число маркированных номиналов *U*e | | | Число  образцов | Ток уставки | Испытательное напряжение |
| 1 | 2 | Множество |
| X | X | X | 1 | Наибольший | Наибольшее *U*e |

Для четырехполюсных КУУЗ с защищенным нейтральным полюсом, испытательное напряжение для этого полюса должно быть равно межфазному напряжению, деленному на √3. Это испытание применяют только там, где есть конструкционные различия между защищенным нейтральным полюсом и фазовыми полюсами.

Испытательная цепь должна соответствовать 9.3.4.1.2 и [IEC 60947-1:2020], рисунок 9, источник питания S является производным от двух фаз трехфазного питания, плавкий предохранитель F подключен к оставшейся фазе. Оставшийся полюс или полюса подключают к этой же фазе через плавкий предохранитель F.

Цикл срабатываний следующий:

O – *t* – CO (см. 9.3.4.1.6)

и должен проводиться по очереди на каждом отдельном полюсе.

В случае, если КУУЗ снабжен как расцепителем с кратковременной задержкой, так и мгновенным расцепителем, мгновенный расцепитель может сработать перед расцепителем с кратковременной задержкой, в зависимости от уставки и допусков.

### G.3 Проверка диэлектрической прочности изоляции

Испытания проводят согласно G.2, диэлектрическую прочность изоляции проверяют согласно 9.5.5.5.

### G.4 Проверка реле перегрузки

Испытания проводятся согласно G.3, срабатывание реле перегрузки проверяют согласно 9.5.5.7.

### G.5 Маркировка

КУУЗ, для которых все значения номинального напряжения были испытаны в соответствии с настоящим приложением или охватываются испытаниями, не требующие дополнительной маркировки.

КУУЗ, для которых все значения номинального напряжения не были испытаны в соответствии с настоящим приложением или не охватываются испытаниями обозначают символом  (IEC 60417-6363:2016-07), которое размещают на КУУЗ непосредственно после этих значений номинального напряжения, например, 600 В  в соответствии с 6.2.

Если КУУЗ не был испытан в соответствии с настоящим приложением, может использоваться единая маркировка символом  (IEC 60417-6363:2016-07) при условии, для безошибочного охвата всех номинальных напряжений.

# Приложение H

**(ХХХ)**

**Свободно**

# Приложение I

**(справочное)**

**Классификатор символов и графическое представление характеристик**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Перечень характеристик | Условное обозначение | Ссылка на IEC 60417 | Подпункт настоящего стандарта |
| КУУЗ, замкнутое положение |  | IEC 60417- 5007: 2002-10 | 6.1.2, k) |
| КУУЗ, разомкнутое положение |  | IEC 60417- 5008: 2002-10 | 6.1.2, k) |
| КУУЗ, пригодный для разъединения |  | IEC 60417- 6410: 2018-11 | 3.2 |
| Вывод нейтрального полюса | N |  | 8.1.9 |
| Вывод защитного заземления |  | IEC 60417- 5019: 2006-08 | 8.1.10 |
| Номинальное напряжение цепи управления | *U*c |  | 5.5 |
| Номинальный ток | *I*e |  | 5.3.2 |
| Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение | *U*imp |  | 6.1.2, j) |
| Номинальное напряжение изоляции | *U*i |  |  |
| Номинальное рабочее напряжение | *U*e |  | 5.4.1 |
| Номинальная наибольшая отключающая способность | *I*cs |  | 5.3.6 |
| Предельный ток избирательности | *I*s |  |  |
| Ток перехода | *I*B |  |  |
| Условный тепловой ток в оболочке | *I*the |  | 5.3.2 |
| Условный тепловой ток на открытом воздухе | *I*th |  | 5.3.2 |
| Ток уставки регулируемого расцепителя перегрузки | *I*r |  |  |
| Испытательный ток короткого замыкания индивидуальных полюсов (системы IT) | *I*IT |  | Приложение G |
| Уставка номинального мгновенного тока короткого замыкания | *I*i |  |  |
| Максимальное соответствующее время расцепления | *t*i |  |  |
| Не пригоден для использования в системах IT |  | IEC 60417- 6363: 2016-07 | Приложение G |

# Приложение J

**(ХХХ)**

**Свободно**

# Приложение K

**(обязательное)**

**Процедура получения данных по применению электромеханических КУУЗ в назначениях функциональной безопасности**

### K.1 Общие положения

Применяют [IEC 60947-1:2020], приложение K со следующими дополнениями:

### K.2 Требования испытаний

Механическую износостойкость определяют в соответствии с A.2. Для коммутации без тока применят механическая износостойкость.

Коммутационную износостойкость определяют в соответствии с A.3 с использованием категории применения AC-3, если иное не указано изготовителем.

Испытательная среда должна соответствовать разделу 7.

Модификации устройства, которые не влияют на данные, перечисленные в [1], подпункт K.4, не требуют повторного испытания для устройства.

### K.3 Характеристика режима отказа

В таблице K.1 приведены типичные режимы отказа КУУЗ.

Таблица K.1- Режим отказа КУУЗ

|  |  |
| --- | --- |
| **Режимы отказа** | **Характеристики для нормального размыкания КУУЗ** |
| Отказ размыкания | – ток, остающийся после отключения электромагнита |
| Отказ замыкания | – отсутствие тока в одном или нескольких полюсах после включения электромагнита |
| Короткое замыкание между полюсами | – повреждение изоляции между полюсами |
| Короткое замыкание между полюсом и любой смежной частью | – нарушение изоляции с любой смежной частью |

### K.4 Коэффициенты отказов КУУЗ

В дополнении к данным, перечисленным в [IEC 60947-1:2020], K.5, типичные коэффициенты отказов КУУЗ приведены в таблице K.2.

Отказоустойчивость аппаратных средств для одного КУУЗ обычно равна нулю.

Примечание — В IEC 62061 отказоустойчивость аппаратных средств, равная N, означает, что N +1 отказов могут привести к потере функции.

Таблица K.2- Типичные коэффициенты отказов для КУУЗ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид отказа** | **Типичные коэффициенты отказов F, связанные с результатами испытания на коммутационную износостойкость a** | **Типичные коэффициенты отказов F, связанные с результатами испытания на механическую износостойкость a** |
| Отказ размыкания b | 73 % | 50 % |
| Отказ замыкания | 25 % | 50 % |
| Короткое замыкание между полюсами | 1 % | 0 % |
| Короткое замыкание между полюсом и любой смежной частью (например, резервная клемма, пластина заземления, электромагнит) | 1 % | 0 % |
| Если КУУЗ используется таким образом, что опасная ситуация может быть вызвана видом отказа, для которого коэффициент отказов превышает 40%, системе необходима функция диагностики и соответствующая функция (функции) реагирования на отказы. | | |
| a Типичные значения получены в результате испытаний, проведенных на различных КУУЗ.  b Диагностический охват подсистемы, включающей КУУЗ с зеркальными контактами в соответствии с приложением F, может составлять 99 %, если предусмотрена соответствующая функция (функции) реагирования на отказы. | | |

# Приложение L

**(ХХХ)**

**Свободно**

# Приложение M

**(обязательное)**

**Показатели мониторинга нагрузки**

### M.1 Общие положения

Внедрение подхода к энергоэффективности (ЭЭ) для систем с приводом от двигателя переменного тока (например, насосы, компрессоры) или деятельность по управлению активами требует наличия показателей мониторинга нагрузки, основанных на количестве поставляемой электроэнергии.

Примером реализации таких показателей мониторинга нагрузки является обнаружение внезапных изменений или дрейфов активной мощности или фазного тока.

### M.2 Перечень показателей

В таблице M.1 приведены минимальные требования к предлагаемому комплексу показателей, рекомендуемых для анализа ЭЭ или управления капиталом.

Достоверность и повторяемость, указанные в таблице M.1, применимы ко всей цепочке мониторинга, включая внешние датчики, если таковые имеются.

Выбор показателей в таблице M.1 осуществляется по усмотрению изготовителя.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Название показателя** | **Определение** | **Единицы a** | **Условное обозначение** | **Минимальный диапазон** | **Достоверность c** | **Повторяемость d** |
| ток фазы х (фазный ток) | величина тока, протекающего в фазе х системы распределения электроэнергии | А | *I*x | от 0,4•Ie до 0,7•Ie | ± 25 % | 2 % |
| от 0,7•Ie до 1,1•Ie | ± 10 % | 2 % |
| Линейное напряжение | напряжение между фазами | В | *U*pg | от 0,9•Ue до 1,1•Ue | ± 5 % | 2 % |
| Фазное напряжение | напряжение между фазами в многофазной системе и нейтральной точкой | В | *V*pN | от 0,9•Ue/√3 до 1,1•Ue/√3 | ± 5 % | 2 % |
| Общая активная мощность | сумма активных мощностей во всех фазах системы распределения энергии | Вт | *P* | PF ≥ 0,9 | ± 20 % | 3 % |
| Общая полная мощность | сумма полных мощностей во всех фазах системы распределения энергии | ВА | *S* | – | ± 25 % | 3 % |
| Дисбаланс тока b | отношение между максимальным отклонением тока любой фазы от среднего тока | % | *I*imb | от 70 % до 130 % | ± 10 пунктов e | ± 2 пунктов e |
| Коэффициент мощности | при периодических условиях отношение абсолютного значения активной мощности P к полной мощности S: | – | *PF* (*λ* в IEC 60050 (все части)) | от 0,5 до 1 | ± 0,3 f | ± 0,04 f |
| Примечание 1 — Если изготовителем не указано иное, предполагается, что влияние температуры окружающего воздуха компенсируется. Если нет, то исходная температура окружающего воздуха указана изготовителем.  Примечание 2 — Характеристики могут быть отнесены к классам PROFIEnergy от X до Y, область точности 2, которая объединяет достоверность и повторяемость в «точность». | | | | | | |
| a Абсолютное значение или на единицу (отношение к эталонному значению, например, FLA для тока)  b См. [IEC 60947-1:2020], приложение T.  c Достоверность характеризуется систематической погрешностью измеренного значения (см. ISO 3534-2:2006, подпункт 3.3.3).  d Повторяемость представляет собой случайную часть погрешности измерения. Это вариационный параметр, характеризующий дисперсию измерений, проведенных в одних и тех же условиях. Это значение должно быть объявлено вместе с временным окном или количеством измерений (см. M.3).  e «пункт» — это абсолютное отклонение от измерения, выраженное в процентах. Например, если измеренное значение дисбаланса составляет 8 %, то соответствующий критерий повторяемости заключается в измерении значений от 6 % до 10 %.  f PF не имеет единицы измерения. Следовательно, предел выражается как абсолютное отклонение от измеренного значения. | | | | | | |

Интервал регенерации является глобальным требованием и не должен превышать 1 мин. Он может быть определен индивидуально для каждого показателя. Минимальная полоса пропускания измерения должна составлять до 7-й гармоники основной частоты.

Значения, приведенные для достоверности и повторяемости в таблице M.1, приведены для минимального диапазона и не могут быть использованы для характеристики точности защиты двигателя от перегрузки.

### M.3 Неопределенность

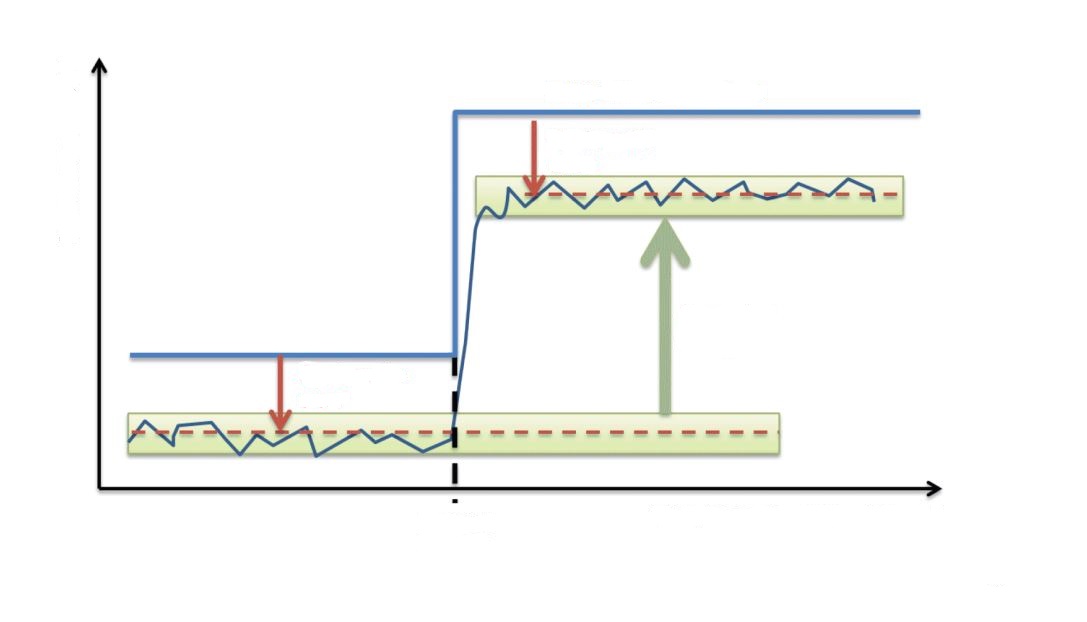
Неопределенность измерения — это комбинация систематической ошибки и случайной погрешности, обе из которых относятся к условно истинному значению, которое обычно получается с помощью измерительного прибора в 10 раз точнее, чем испытуемое устройство.

Систематическая ошибка количественно определяет достоверность измерения, т.е. насколько близки средние результаты измерения к истинному значению. В данных условиях систематическая ошибка возникает в результате факторов, оказывающих фиксированное влияние на результаты измерений, таких как несовершенная калибровка или коррекция цепочки измерений, возникающая в результате температурных воздействий.

Случайная ошибка возникает в результате факторов, оказывающих непредсказуемое влияние на результаты измерений, таких как шум в различных звеньях измерительной цепочки, несовершенства алгоритмов измерения, перекрестные помехи и другие проблемы электромагнитной совместимости. Случайная ошибка количественно определяет точность или повторяемость измерения, т.е. насколько близки результаты повторных измерений друг к другу. Наиболее распространенным используемым статистическим показателем является стандартное отклонение σ. Это может быть оценено по серии из N результатов измерений в тех же условиях, что и:

при

Для применения мониторинга нагрузки и особенно для оценки ЭЭ систематическая погрешность отдельных измерений не имеет значения, поскольку цель состоит в выявлении тенденций или проверке влияния технологических изменений. Например, кто-то может захотеть проверить влияние действий по повышению Ээ или изменений в технологическом процессе на среднее энергопотребление, как показано на рисунке M.1.



Процесс изменения

Время (число измерений *n*)

Количественное изменение

Условно истинное значение

Систематическая ошибка

Измерения *x (n)*

Систематическая ошибка

Рисунок M.1 – Пример количественной оценки изменения процесса

Систематическая ошибка не имеет большого значения для обнаружения изменений: как только влияние значительно превышает случайную ошибку, это легко отражается на результатах измерений, и изменение будет хорошо определено количественно. В пограничных случаях может потребоваться некоторое усреднение.

Любой интегрированный или последующий процесс интегрирования или усреднения имеет тенденцию уменьшать случайную ошибку, так что существенной остается только систематическая ошибка. Следовательно, изменения и тенденции легко обнаруживаются по таким интегрированным/усредненным величинам, независимо от неопределенности (достоверности и точности) измерительного устройства.

### M.4 Испытания

### M.4.1 Контрольные испытания

Контрольные испытания не требуются.

### M.4.2 Типовые испытания

### M.4.2.1 Общие положения

Различные методы проверки (см. таблицу M.2) показателей эффективности включают:

* проверка путем измерения;
* проверка с помощью моделирования, с использованием моделей, для которых должна быть продемонстрирована достоверность;
* проверка путем оценки проекта, т.е. подтверждение правильного применения расчетов и правил проектирования, включая использование соответствующих пределов безопасности.

Таблица M.2 – Различные возможности, разрешенные для проверки показателей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Показатель** | **Определение** | **Гармоники** | **Не испытанная фаза** |
| ток фазы х (фазный ток) | Измерение | Измерение  Моделирование  Оценка проекта | Измерение  Моделирование  Оценка проекта |
|
| Линейное напряжение | Измерение | Измерение  Моделирование  Оценка проекта | Измерение  Моделирование  Оценка проекта |
| Фазное напряжение | Измерение | Измерение  Моделирование  Оценка проекта | Измерение  Моделирование  Оценка проекта |
| Общая активная мощность | Измерение | Измерение  Моделирование  Оценка проекта | — |
| Общая полная мощность | Измерение | Измерение  Моделирование  Оценка проекта | — |
| Дисбаланс тока b | Измерение | — | — |
| Общий коэффициент мощности | Измерение | Измерение  Моделирование  Оценка проекта | — |

### M.4.2.2 Условия испытания

Если устройство имеет только единственное значение мощности, следует испытывать только один образец. Для ряда устройств следует испытывать наименьшие и наибольшие номинальные значения.

Испытание должно проводиться в условиях, установленных в таблице M.3.

Таблица M.3 – Ссылка на условия проверки

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Значение** |
| Ток | Минимальное значение (см. таблицу M.1) a |
| Напряжение | Минимальное значение (см. таблицу M.1) a |
| Коэффициент мощности | 0,7 IND |
| Частота | 50 или 60 Гц |
| Температура окружающей среды b | 23 °С |
| a Если спецификация линейки производителя отличается от таблицы M.1, то необходимо провести испытание в соответствии с минимальными номинальными значениями напряжения/тока.  b Если не предусмотрена компенсация, то температура окружающей среды должна быть указана изготовителем. | |

Уровни гармоник для проверки приведены в следующей таблице M.4.

Таблица M.4 – Уровни гармоник

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Гармоника** | **Напряжение, %** | **Ток, %** |
| 5-ая | 12 | 12 |
| 7-ая | 10 | 10 |
| Примечание — Гармоники выражаются в процентах от основного значения. | | |

### M.4.2.3 Критерии испытания

Оценку эффективности следует рассматривать как статистический подход. Для получения подробной информации обратитесь к пункту M.3. Коэффициент охвата для оценки повторяемости измеренных значений показателя равен двум.

# Приложение N

**(обязательное)**

**Дополнительные требования и испытания для оборудования с защитным разделением**

### N.1 Общие положения

Настоящее приложение установливает дополнительные требования к [IEC 60947-1:2020], приложение N.

### N.2 Термины и определения

В настоящем стандарте используют термины и определения, приведенные в [IEC 60947-1:2020], приложение N, а также применяют следующие термины и определения.

N.2.1 **ток прикосновения** (touch current): электрический ток, проходящий через тело человека или через тело животного, в случае его касается одной или нескольких доступных частей электроустановки или электрооборудования.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-826:2004, 826-11-12]

### N.3 Требования

### N.3.1 Метод испытания функции защитного сопротивления

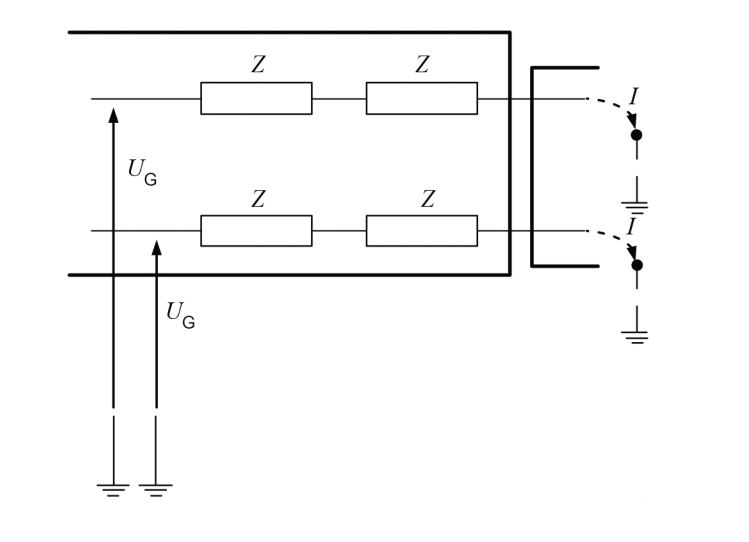
Защитное сопротивление организуют таким образом, чтобы как при нормальных условиях, так и при единичных неисправностях, в соответствии с 4.2 и 4.3 соответственно стандарта IEC 61140:2016, ток прикосновения и доступная энергия разряда были ограничены.

Защитные сопротивления разрабатывают и испытывают с учетом стойкости к импульсным напряжениям и временным перенапряжениям в цепях, к которым они подключены.

Соответствие требованию по ограничению тока прикосновения проверяют испытанием по N.3.2.

Соответствие ограниченному значению энергии разряда в 0,5 мДж проверяют с помощью выполнение вычислений и/или измерений для определения напряжения и емкости.

На рисунке N.1 показаны примеры метода, используемого для организации защитного сопротивления.



*Z* – сопротивление; *U*G – опасное напряжение, заземленное или незаземленное; *I* – ток прикосновения

Примечания

1 — Для обеспечения защиты в условиях единичной неисправности используйте следующее уравнение: .

2 — Этот рисунок воспроизведен с рисунка A.2 стандарта IEC 62477-1:2012.

Рисунок N.1 — Защита с помощью защитного сопротивления

### N.3.2 Измерение тока прикосновения

Испытываемое устройство установливают в изолированном состоянии без какого-либо подключения к земле и которое должно работать при номинальном напряжении. В этих условиях ток прикосновения измеряют между видимыми частями и землей в соответствии с испытательной цепью, приведенной на рисунке N.2.

Нейтраль сети испытательного полигона подключают непосредственно к земле для подключения устройства к системе с заземленной нейтралью.

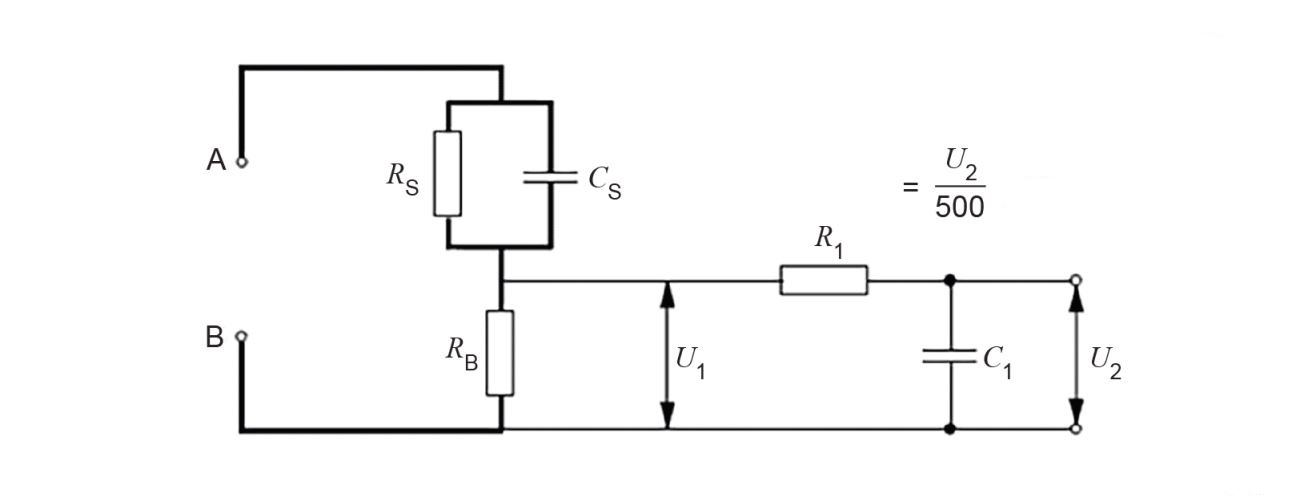
Для подключения устройства к изолированной системе или системе с полным сопротивлением нейтраль подсоединяют через сопротивление 1 кОм к PE-проводнику, который соединяют к каждой входной фазе по очереди. В принимаемого значения принимают наибольшее значение.

Допускаются следующие максимальные значения тока прикосновения (значения переменного тока для частот до 100 Гц):

a) постоянный ток, протекающий между одновременно доступными токопроводящими частями, не превышающий 0,5 мА переменного или постоянного тока при нормальных условиях эксплуатации;

b) значения, не превышающие 3,5 мА переменного тока или 10 мА постоянного тока при единичных неисправностях.

Как показано на рисунке N.2, напряжение *U*2 измеряется и ток вычисляется путем деления измеренного напряжения *U*2 на 500.



Взвешенный ток прикосновения (восприятие/реакция)

(пиковое значение)

Испытательные выводы

Вольтметр или осциллограф (действительное или пиковое показание)

Входное сопротивление: > 1 МОм

Входная емкость: < 200 пФ

Диапазон частоты: от 15 Гц до 1 МГц (подходит для самой высокой рассматриваемой частоты)

*R*S — 1500 Ом; *R*B — 500 Ом; *R*1 — 10 кОм; *C*S — 0,22 мкФ; *C*1 — 0,022 мкФ.

Примечание — Схема измерения на этом рисунке приведена на рисунке 4 стандарта IEC 60990:2016.

Рисунок N.2 – Измерительный прибор

Применяемые для измерения электроизмерительные приборы должны иметь достаточную полосу пропускания для обеспечения точных показаний с учетом всех компонентов (частота питания от сети постоянного тока, переменного тока, высокая частота и гармоническое содержание) измеряемого параметра. Если измеряется среднеквадратичное значение, следует позаботиться о том, чтобы измерительные приборы давали точные среднеквадратичные показания как для несинусоидальных, так и для синусоидальных сигналов.

**Приложение ДА**

**(справочное)**

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам**

Таблица ДА

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение и ссылочного международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта |
| IEC 60034-1:2017 | — | \* |
| IEC 60085:2007 | IDT | ГОСТ Р МЭК 60085ꟷ2011 «Электрическая изоляция. Классификация и обозначение по термическим свойствам» |
| IEC 60417 | — | \*\* |
| IEC 60617 | — | \*\*\* |
| IEC 60715:2017 | IDT | ГОСТ IEC 60715ꟷ2021 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Установка и крепление на направляющих электрических аппаратов в устройствах распределения и управления» |
| IEC 60730-1 | IDT | ГОСТ IEC 60730-1 «Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 1. Общие требования» |
| IEC 60947-1:2020 | IDT | ГОСТ IEC 60947-1ꟷ2017 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила» |
| IEC 60947-2:2016  IEC 60947-2:2016/AMD1:2019 | IDT | ГОСТ IEC 60947-2ꟷ2021 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели» |
| IEC 60947-5-1:2016 | — | \* |
| IEC 61000-6-2 | — | \* |
| IEC 61051-2 | IDT | ГОСТ IEC 61051-2 «Варисторы для электронного оборудования. Часть 2. Групповые технические условия на варисторы для подавления импульсного перенапряжения» |
| CISPR 11:2015  CISPR 11:2015/AMD1:2016  CISPR 11:2015/AMD2:2019 | MOD | \*  ГОСТ 30805.11—2002 (CISPR 11—97) «Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные от промышленных, научных, медицинских и бытовых (ПНМБ) высокочастотных устройств. Требования и методы испытаний» |
| CISPR 32 | IDT | ГОСТ CISPR 32 «Электромагнитная совместимость оборудования мультимедие. Требования к электромагнитной эмиссии» |
| ISO 3864-2 | — | \* |
| \* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует.  \*\* Доступно на сайте <https://www.graphical-symbols.info/equipment>.  \*\*\* Доступно на сайте http://std.iec.ch/iec60617.  Примечание ꟷ В настоящей таблице использованы следующее условные обозначения степени соответствия стандартов:   * IDT – идентичные стандарты; * MOD – модифицированные стандарты | | |

**Библиография**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УДК 621.316.3.027.2:006.354 |  |  | МКС 29.240.30 | IDT |
| Ключевые слова: КУУЗ, технические требования, испытания | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Руководитель разработки:  Директор департамента продуктового маркетинга, распределение э/э, автоматизация и ИТ АО «ДКС» |  |  |  | Р.Р. Ахмедшин |
| *должность* |  | *подпись* |  | *инициалы фамилия* |
|  |  |  |  |  |
| Исполнитель:  Руководитель проектного отдела НВО |  |  |  | С.А. Колобков |
| *должность* |  | *подпись* |  | *инициалы фамилия* |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ЕВРАЗИЙСКИЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ**  **(ЕАСС)**  **EURO-ASIAN COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION**  **(ЕАSC)** | | |
|  | | **МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ** | ГОСТ  IEC 60947-6-2—  202\_\_ |

**АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

**НИЗКОВОЛЬТНАЯ**

**Часть 6-2.**

**Аппаратура многофункциональная.**

**Коммутационные устройства (или оборудование) управления и защиты**

**(IEС 60947-6-2:2020, IDT)**

*Настоящий проект стандарта   
не подлежит применению до его принятия*

**Минск**

**Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации**

**202**

**Предисловие**

Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС) представляет собой региональное объединение национальных органов по стандартизации государств, входящих в Содружество Независимых Государств. В дальнейшем возможно вступление в ЕАСС национальных органов по стандартизации других государств.

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 Акционерным обществом «Диэлектрические кабельные системы» (АО «ДКС») на основе собственного перевода на русский язык английской 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 )

За принятие проголосовали:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004–97 | Код страны по МК (ИСО 3166) 004–97 | Сокращенное наименование национального органа по стандартизации |
| Азербайджан | AZ | Азстандарт |
| Армения | AM | ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения |
| Беларусь | BY | Госстандарт Республики Беларусь |
| Грузия | GE | Грузстандарт |
| Казахстан | KZ | Госстандарт Республики Казахстан |
| Киргизия | KG | Кыргызстандарт |
| Молдова | MD | Институт стандартизации Молдовы |
| Россия | RU | Росстандарт |
| Таджикистан | TJ | Таджикстандарт |
| Туркмения | TM | Главгосслужба «Туркменстандартлары» |
| Узбекистан | UZ | Узстандарт |
| Украина | UA | Минэкономразвития Украины |

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от г. № межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60947-6-2–202\_ введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60947-6-2:2020 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 6-2. Оборудование многофункциональное. Коммутационные устройства (или оборудование) управления и защиты» (Low-voltage switchgear and controlgear - Part 6-2: Multiple function equipment - Control and protective switching devices (or equipment) (CPS))

Международный стандарт IEC 60947-6-2 разработан подкомитетом 121A «Низковольтные распределительные устройства и устройства управления» Технического комитета 121 «Распределительные устройства и устройства управления и их сборки для низкого напряжения» Международной электротехнической комиссии (IEC).

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

6 ВЗАМЕН ГОСТ IEC 60947-6-2-2013

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

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

1. В связи с этим изготовитель несет ответственность за принятие дополнительных мер безопасности. [↑](#footnote-ref-1)
2. Заменен на IEC 60034-1:2022. Однако для однозначного соблюдения требования настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание [↑](#footnote-ref-2)
3. В стадии подготовки. Стадия на момент публикации: IEC TS APUB 63058:2020. [↑](#footnote-ref-3)