|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ЕВРАЗИЙСКИЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ**  **(ЕАСС)**  **EURO-ASIAN COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION**  **(ЕАSC)** | | |
|  | **МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  **СТАНДАРТ** | **ГОСТ**  **IEC 60947-5-1–**  **202\_**  (*проект,  первая редакция*) |

**АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНАЯ**

**Часть 5-1**

**Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления**

**(IEС 60947-5-1:2024, 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 общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

**Сведения о стандарте**

1 ПОДГОТОВЛЕН Акционерным обществом «Диэлектрические кабельные системы» (АО «ДКС») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 202\_ г. № )

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 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту   
IEC 60947-5-1:2024 «Аппаратура распределения и управления низковольтная.   
Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления» («Low- voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices», IDT).

Международный стандарт разработан подкомитетом 121A «Низковольтное коммутационное и распределительное оборудование» Технического комитета TC 121 «Низковольтное коммутационное и распределительное оборудование и сборка» Международной электротехнической комиссии (IEC).

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

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

5 ВЗАМЕН ГОСТ IEC 60947-5-1–2014

*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»*

Исключительное право официального опубликования настоящего стандарта на территории указанных выше государств принадлежит национальным (государственным) органам по стандартизации этих государств

**Содержание**

1 Область применения...............................................................................................

2 Нормативные ссылки...............................................................................................

3 Термины и определения........................

4 Классификация .........................................................................................................

5 Характеристики ........................................................................................................

6 Информация о продукции..................................

7 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортировки....................

8 Требования к конструкции и работоспособности................ ..............

9 Испытания ..................................................................................... ..............

Приложение A (обязательное) Электрические параметры согласно категориям применения (см. 4.1)

Приложение B (рекомендуемое) Примеры испытательных индуктивных нагрузок контактов на постоянном токе

Приложение C (обязательное) Специальные испытания на износостойкость

Приложение D (обязательное) Дополнительные требования к магнитным выключателям с герконовым контактом

Приложение E (рекомендуемое) Вопросы, являющиеся предметом соглашения изготовителя с потребителем

Приложение F (обязательное) Аппараты класса II для цепей управления - Требования и испытания

Приложение G (обязательное) Дополнительные требования к аппаратам для цепей управления в оболочках с кабелем, составляющим единое целое с аппаратом

Приложение H (обязательное) Дополнительные требования к бесконтактным коммутационным элементам аппаратов для цепей управления

Приложение I (рекомендуемое)

Приложение J (обязательное) Специальные требования к световым индикаторам, индикаторным стойкам и устройствам звуковой сигнализации

Приложение K (обязательное) Специальные требования к аппаратам для цепей управления с полным отключением цепи

Приложение L (обязательное) Специальные требования к механически связанным контактным элементам

Приложение M (обязательное) Маркировка выводов, отличительных номеров и отличительных букв для коммутационных элементов цепей управления

Приложение N (обязательное) Процедура определения данных о надежности электромеханических аппаратов для цепей управления, используемых в системах функциональной безопасности

Приложение O (обязательное) Дополнительные требования к аппаратам для цепей управления, включающим встроенный интерфейс связи в соответствии с IEC 61131-9

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

Библиография

|  |
| --- |
| **МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ** |
| **АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНАЯ**  **Часть 5-1**  **Аппараты коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления**  Low- voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices |
| **Дата введения –** |

# 1 Область применения

Настоящая часть стандарта IEC 60947 распространяется на аппараты для цепей управления и коммутационные элементы, предназначенные для управления, сигнализации, блокировки и т.д. аппаратуры управления.

Настоящий стандарт распространяется на аппараты для цепей управления на номинальное напряжение до 1000 В переменного тока (частотой не более 1000 Гц) или 600 В постоянного тока.

Настоящий стандарт распространяется на следующие аппараты для цепей управления:

– переключатели управления с ручным управлением;

– переключатели управления с электромагнитным приводом, как с временной задержкой, так и мгновенного действия;

– контакторные реле;

– контрольные переключатели;

– реле давления;

– термочувствительные переключатели (термостаты);

– программаторы;

– позиционные переключатели;

– переключатели управления, приводимые в действие частью машины или механизма;

– сопутствующее оборудование схемы управления, например индикаторные лампы;

– устройства цепей управления, включающие полупроводниковые переключающие элементы;

- устройства схемы управления, включающие встроенный однокапельный цифровой интерфейс связи.

Примечание 1 – В настоящем стандарте аппаратура цепей управления и коммутационные элементы одинаково называются «оборудование» или «аппаратура».

Настоящий стандарт также применяют к конкретным типам коммутационных элементов цепей управления, связанных с другими устройствами (на главные цепи которых распространяются другие стандарты), как указано в следующем неполном перечне:

- вспомогательные контакты коммутационного устройства (например, контактора, автоматического выключателя), которые не предназначены исключительно для использования с катушкой этого устройства;

- блокировочные контакты дверей корпуса;

- контакты цепей управления поворотных переключателей;

- контакты цепи управления реле перегрузки.

Настоящий стандарт не распространяется на:

- реле, на которые распространяется серия IEC 60255 или IEC 61810;

- автоматические электрические аппараты управления для бытовых и аналогичных целей;

- использование аппаратов цепей управления и коммутационных элементов с дополнительными мерами предосторожности во взрывоопасных средах. Они приведены в стандартах серии IEC 60079;

В данном стандарте не рассматриваются конкретные требования к цвету или значениям силы срабатывания.

Примечание 2 – Требования к цвету приведены в IEC 60073, а также в CIE S004/E-2001.

Целью настоящего стандарта является:

– определения;

– классификация;

– характеристики;

– информацию об изделии;

– нормальные условия обслуживания, монтажа и транспортировки;

– требования к конструкции и эксплуатационным характеристикам, включая электромагнитную совместимость (ЭМС) и все связанные с этим меры безопасности изделия;

– испытания для проверки требований и номинальных характеристик.

# 2 Нормативные ссылки

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

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)* [Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Fc: Вибрация (синусоидальная)]

IEC 60068-2-14:2007, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature* (Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-14. Испытания. Испытание N: Смена температуры)

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock* (Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-27. Испытания. Испытание *Еа* и руководство: Удар)

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing - Part 2-30: Tests - Test Db: Damp heat, cyclic (12h+12h cycle)* [Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-30. Испытания. Испытание Db: Влажное тепло, циклическое (12+12 часовой цикл)]

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

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*, размещены на сайте http://www.graphical-symbols.info/equipment (Графические обозначения, применяемые на оборудовании)

IEC 60695-2-10:2021, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure* (Испытания на пожароопасность. Часть 2-10. Методы испытаний накалённой/нагретой проволокой. Установка для испытания раскаленной проволокой и общие процедуры испытаний)

IEC 60695-2-11:2021, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)* [Испытания на пожароопасность. Часть 2-11. Методы испытаний накалённой/нагретой проволокой. Испытание раскаленной проволокой на воспламеняемость конечной продукции]

IEC 60695-2-12:2021, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials* [Испытания на пожарную опасность. Часть 2-12. Методы испытаний накалённой/нагретой проволокой. Метод определения индекса воспламеняемости материалов накалённой проволокой (ИВРП)]

IEC 60730-1:2022, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements* (Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 1. Общие требования)

IEC 60947-1:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear - Part 1: General rules* (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 1. Общие правила)

IEC 60947-4-1:2018 *Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4-1: Contactors and motor-starters - Electromechanical contactors and motor-starters* (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 4-1. Контакторы и пускатели. Электромеханические контакторы и пускатели)

IEC 60947-5-2:2019*, Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches* (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-2. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Сенсорные выключатели)

IEC 60947-5-5:1997, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-5: Control circuit devices and switching elements – Electrical emergency stop device with mechanical latching function* (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 5-5. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Электрические устройства аварийной остановки с механической функцией фиксации)

IEC 60947-5-5:1997/AMD1:2005

IEC 60947-5-5:1997/AMD2:2016

IEC 60999-1:1999, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm2 up to 35 mm2 (included)* [Устройства соединительные. Медные электропровода. Требования безопасности к винтовым и безвинтовым зажимам. Часть 1. Общие и частные требования к зажимам для проводов сечением от 0,2 мм2 до 35мм2 (включительно)]

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test* (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-2. Методики испытаний и измерений. Испытание на невосприимчивость к электростатическому разряду)

IEC 61000-4-3:2020, *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test* (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-3. Методики испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к воздействию электромагнитного поля с излучением на радиочастотах)

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test* (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытание на невосприимчивость к быстрым переходным процессам и всплескам)

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test* (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4: Методики испытаний и измерений. Раздел 5: Испытание на невосприимчивость к выбросу напряжения)

IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017

IEC 61000-4-6:2023 *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields* (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-6. Методики испытаний и измерений. Защищенность от помех, наведенных радиочастотными полями)

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-8: Testing and measurement techniques - Power frequency magnetic field immunity test* (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-8: Методики испытаний и измерений. Испытание на помехоустойчивость в условиях магнитного поля промышленной частоты)

IEC 61000-4-11:2020, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current up to 16 A per phase* (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-11. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к провалам напряжения, кратковременным прерываниям и колебаниям напряжения для оборудования с входным током до 16 А на фазу)

IEC 61131-9:2022, *Programmable controllers – Part 9: Single-drop digital communication interface for small sensors and actuators (SDCI)* (Контролеры программируемые. Часть 9. Одноточечный интерфейс цифровой связи для небольших датчиков и исполнительных устройств)

IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment* (Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования)

IEC 62262:2002, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)* [Электрооборудование. Степени защиты, обеспечиваемой оболочками от наружного механического удара (код IK)]

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

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement* (Электромагнитная совместимость. Оборудование промышленное, научное и медицинское. Характеристики радиочастотных помех. Нормы и методы измерений)

CISPR 11:2015/AMD1:2016

CISPR 11:2015/AMD2:2019

CISPR 32:2015, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements* (Электромагнитная совместимость оборудования мультимедиа. Требования к электромагнитной эмиссии)

CISPR 32:2015/AMD1:2019

ISO 2859-1:1999, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection* (Процедуры выборочного контроля по качественным признакам. Часть 1. Планы выборочного контроля с указанием приемлемого уровня качества (AQL) для последовательного контроля партий)

ISO 14159:2002, *Safety of machinery – Hygiene requirements for the design of machinery* (Безопасность машин. Гигиенические требования к конструкции машин).

# 3 Термины и определения

**3.1 Термины и определения**

**3.1.1 Общие положения**

Для целей настоящего стандарта применяют термины и определения, приведенные в IEC 60947-1:2020.

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

- Электротехническая энциклопедия IEC Electropedia: <http://www.electropedia.org/>;

- Поисковая платформа ISO: <http://www.iso.org/obp>.

**3.1.2 Основные термины и определения**

3.1.2.1 **аппаратура для цепей управления** (control circuit device): Электрические устройства, предназначенные для управления сигнализации, блокировки и т.д. систем управления и распределения.

Примечание 1 – Аппаратура для цепей управления включают переключатели управления и связанные с ними устройства, такие как сигнальные лампы.

Примечание 2 – Аппаратура для цепей управления могут также включать связанные с ними устройства, рассматриваемые в других стандартах, такие как приборы, потенциометры, реле, в той мере, в какой эти устройства используются для целей, указанных выше.

3.1.2.2 **аппарат для цепей управления** [control switch (for control and auxiliary circuits)]: Коммутационный контактный аппарат, предназначенный для управления работой систем управления и распределения электрической энергии, в т.ч. сигнализации, электрической блокировки и т.д.

Примечание 1 – Аппарат для цепей управления содержит один или несколько коммутационных элементов и общий механизм управления.

Примечание 2 – Аппарат для цепей управления может содержать полупроводниковые или контактные элементы (см. 3.1.5.2 и 3.1.5.3).

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-441:1984, 441-14-46, изменен - добавлено новое примечание 2].

3.1.2.3 **аппарат для цепей управления, применяемый для разъединения** (control switch suitable for isolation): Аппарат для цепей управления, который в разомкнутом положении удовлетворяет требованиям, предъявляемым для разъединения (см. 3.3.19 и 8.1.7 IEC 60947-1:2020).

Примечание – Такие аппараты для цепей управления предназначены для более высокой степени безопасности работающих на управляемом оборудовании. Для этой цели они должны допускать ручное управление, основанное на способности квалифицированного персонала правильно реагировать в случае возможного отказа оборудования, например, в случае ненадежно разомкнутых контактов.

3.1.2.4 **пульт управления** (control station): Система, образованная одним или несколькими аппаратами цепей управления, расположенными на одной панели или в одном корпусе.

Примечание – Панель или корпус пульта управления может содержать также аппаратуру смежного оборудования, например, потенциометр, световые индикаторы, контрольные приборы и т.д.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-441:1984, 441-12-08]

3.1.2.5 **ограниченный источник энергии** (limited energy source): Источник питания, сконструированный и защищенный таким образом, что как при нормальных условиях эксплуатации, так и при единичных неисправностях ток, который может подаваться, не представляет опасности с точки зрения пожароопасности.

[ИСТОЧНИК: IEC 60947-4-1:2018, 3.6.4]

3.1.2.6 **состояние одиночной неисправности** (single fault condition): Состояние, при котором происходит сбой в одной защите (но не в усиленной защите) или в одном компоненте или устройстве.

Примечание – Если одно состояние неисправности приводит к одному или нескольким другим состояниям неисправности, все они рассматриваются как одно состояние неисправности.

[ИСТОЧНИК: Руководство IEC 104:2019, 3.8, изменено – Примечание 2 удалено.]

3.1.2.7 **время восстановления** (recovery time): Период времени между прерыванием работы и моментом, когда указанная функция будет выполнена снова.

3.1.2.8 **нормальное состояние нагрузки** (normal load condition): Перечень рабочих параметров для коммутационного элемента, соответствующих одной или нескольким категориям использования, показанным в таблице 1, и идентифицированных как «нормальные» для данного коммутационного элемента.

Примечание – Обычное использование управляющего выключателя заключается в замыкании, обслуживании и размыкании цепей.

3.1.2.9 **ненормальное состояние нагрузки** (abnormal load condition): Перечень условий эксплуатации, приводящих к превышению рабочих параметров, указанных в соответствующей категории использования в таблице 1, используемой для определения нормальных условий нагрузки.

Примечание – Могут возникать ненормальные условия нагрузки, например, когда катушка контактора находится под напряжением, но устройство не работает должным образом.

3.1.2.10 **слаботочный зажимный вывод** (low-current terminal): Вывод, предназначенный для подключения проводника к устройству, способному подавать на устройство ток, не превышающий 300 мА

Примечание – Это не относится к специальным выводным конструкциям, предназначенным для соединения с плоскими или другими многопроволочными кабелями путем выполнения одного «зажимного действия» только для более чем одного провода (например, шинные соединения).

[ИСТОЧНИК: IEC 62873-3-1:2020, 3.6, измененный - Удаление слов «сигнал напряжения и/или»].

3.1.2.11 **квалифицированный персонал (специалист по электротехнике)** [skilled personnel, electrically skilled person]: Лицо, имеющее соответствующее образование и опыт, позволяющие ему осознавать риски и избегать опасностей, которые может создать электричество.

**3.1.3 Термины и определения, относящиеся к аппаратам для цепей управления**

Примечание – Аппараты для цепей управления приводятся в действие системой автоматического управления (см. 3.6.5 стандарта IEC 60947-1:2020). Они также обозначаются как контрольные переключатели (см. 3.4.18 стандарта IEC 60947-1:2020).

3.1.3.1 **контакторное реле мгновенного действия** (instantaneous contactor relay): Реле, работающее без преднамеренной выдержки времени.

Примечание – Если нет указаний по выдержке времени, контакторное реле является реле мгновенного действия.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-441:1984, 441-14-36]

3.1.3.2 **контакторное реле с выдержкой времени срабатывания** (time-delay contactor relay): Реле с определенными характеристиками выдержки времени.

Примечание 1 – Выдержка времени срабатывания может быть связана с включением напряжения (выдержка *е*), с отключением напряжения (выдержка *d*) или с тем и другим вместе.

Примечание 2 – Контакторное реле с выдержкой времени может иметь также контактные элементы мгновенного действия.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-441:1984, 441-14-37, изменено - добавлено новое примечание 2 к позиции].

3.1.3.3 **позиционный выключатель** (position switch): Автоматический аппарат для цепей управления, передаточный механизм которого приводится в действие подвижной деталью машины, когда эта деталь достигает определенного положения.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-441:1984, 441-14-49]

3.1.3.4 **программатор** (programmer): Аппарат для цепей управления, имеющий множество элементов коммутации, которые после их запуска срабатывают в определенной последовательности.

**3.1.4 Термины и определения, относящиеся к аппаратам для цепей управления с ручным приводом**

Примечание – Аппараты для цепей управления с ручным приводом приводятся в действие усилием руки оператора (см. 3.6.4 IEC 60947-1:2020).

3.1.4.1 **кнопка нажимная** (push-button): Аппарат для цепей управления, снабженный органом управления, предназначенным для приведения в действие нажимным усилием пальца или ладони оператора, и имеющий возвратный орган (пружину).

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-441:1984, 441-14-53]

3.1.4.2 **кнопка вытяжная** (pull-button): Аппарат для цепей управления, снабженный органом управления, предназначенным для вытягивания его рукой, и имеющий возвратный элемент (пружину).

3.1.4.3 **кнопка нажимная - вытяжная** (push-pull button): Аппарат для цепей управления, снабженный органом управления, предназначенным для приведения его в действие нажатием руки и затем вытягиванием в начальное положение или наоборот.

Примечание – Существуют также кнопки двойного нажатия, кнопки типа «нажатие-поворот» и кнопки с другими комбинациями действия.

3.1.4.4 **кнопка поворотная** (rotary button): Комбинация коммутационных элементов типа «нажимная кнопка», в которой орган управления приводится в действие нажимным усилием руки оператора (см. также 3.1.4.15 - 3.1.4.18 включительно).

ПРИМЕР Селекторный переключатель.

Примечание – Кнопка поворотная может иметь более двух положений; она может иметь или не иметь возвратную пружину.

3.1.4.5 **кнопка нажимная с защелкой** (latched push-button): Аппарат, снабженный возвратной пружиной, которая остается в сжатом состоянии до тех пор, пока какой-либо стопор не будет освобожден отдельным воздействием (нажатием).

Примечание – Защелка может быть освобождена последующим приведением в действие (например, нажатием, поворотом и т.д.) той же самой или соседней кнопки, или действием электромагнита и т. д.

3.1.4.6 **кнопка нажимная с блокировкой** (locked push-button): Аппарат, который может находиться в одном или нескольких положениях за счет отдельного воздействия (нажимного усилия).

Примечание – Блокировка может быть достигнута вращением кнопки, поворотом ключа, воздействием на рычаг и т.д.

3.1.4.7 **кнопка нажимная, приводимая в действие ключом** (key-operated push-button): Аппарат, который может быть приведен в действие только тогда, когда в него вставлен ключ.

Примечание – Может быть предусмотрена возможность извлечения ключа в любом положении.

3.1.4.8 **кнопка нажимная с выдержкой возврата** (time-delay push-button): Аппарат, контакты которого возвращаются в начальное положение только по окончании конкретного времени после отмены (снятия) усилия управления.

3.1.4.9 **кнопка нажимная с выдержкой срабатывания** (delayed action push-button): Аппарат, срабатывание которого происходит только спустя определенное время после начала нажатия.

3.1.4.10 **кнопка нажимная с сигнализацией** (illuminated push-button): Аппарат, в корпус которого встроена сигнальная лампа.

3.1.4.11 **кнопка нажимная закрытая** (covered push-button): Аппарат, корпус которого защищен от несвоевременного нажатия крышкой.

3.1.4.12 **кнопка нажимная защищенная** (shrouded push-button): Аппарат, корпус которого защищен от несвоевременного нажатия.

3.1.4.13 **кнопка нажимная свободная** (free push-button): Аппарат, вращение органа управления которого относительно оси не ограничено.

3.1.4.14 **кнопка нажимная с направляющей** (guided push-button): Аппарат, вращение органа управления которого вокруг оси исключено.

ПРИМЕР Кнопки, орган управления которых имеет выступ, а также квадратное или прямоугольное сечение и т.д.

3.1.4.15 **переключатель управления поворотный** **(переключатель поворотный)** [rotary control switch (rotary switch)]: Аппарат для цепей управления, снабженный органом управления, приводимым в действие посредством вращения.

3.1.4.16 **переключатель поворотный с ключом** (key-operated rotary switch): Аппарат, в котором в качестве органа управления используется ключ.

Примечание – Может быть предусмотрена возможность извлечения ключа в любом положении переключателя.

3.1.4.17 **переключатель поворотный с ограниченным ходом** (limited movement rotary switch): Аппарат с ограничением углового перемещения органа управления.

3.1.4.18 **переключатель поворотный на одно направление** (unidirectional movement rotary switch): Аппарат, механизм привода которого позволяет вращение только в одну сторону.

3.1.4.19 **аппарат для цепей управления с направляющей тягой** (joy stick): Аппарат, снабженный органом управления, представляющим собой тягу, расположенную, как правило, перпендикулярно к панели или крышке устройства, когда она находится в одном из положений переключения, и предназначенную для углового перемещения контактов.

Примечание 1 – Аппарат с направляющей тягой может иметь более двух положений, связанных с различными направлениями перемещения тяги и контактных элементов. Такой аппарат называют переключателем с тягой.

Примечание 2 – Тяга может иметь или не иметь возвратной пружины.

3.1.4.20 **аппарат для цепей управления со свободной тягой** (wobble stick): Аппарат с направляющей тягой, одинаково воздействующей на все контактные элементы одинаковым образом независимо от направления перемещения.

3.1.4.21 **педальный выключатель** (foot switch (pedal)): Аппарат для цепей управления, снабженный органом управления, специально предназначенным для привода его в действие нажатием ногой.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-441:1984, 441-14-52].

**3.1.5 Термины и определения, относящиеся к деталям аппаратов для цепей управления**

3.1.5.1 **элемент коммутационный** (switching element): Элемент, предназначенный для замыкания и размыкания проводящего пути цепи.

Примечание – Коммутационный элемент может быть полупроводниковым элементом (см. 3.1.5.2) или контактным элементом (см. 3.1.5.3).

3.1.5.2 **элемент полупроводниковый** (semiconductor element): Деталь аппарата, позволяющая переключать ток в электрической цепи посредством воздействия на проводимость полупроводникового материала.

3.1.5.3 **элемент контактный** **(аппарата для цепей управления)** [contact element (of a control switch)]: Деталь аппарата для цепей управления (неподвижная и подвижная, проводящая и изолированная) необходимая для замыкания или размыкания единственного пути прохождения тока в цепи.

Примечание 1 – Контактный элемент и механизм передачи усилия могут быть объединены в единый узел, но чаще один или несколько элементов могут быть скомбинированы с одним или несколькими механизмами передачи усилия, и их конструкция может быть разной.

Примечание 2 – Определения типов контактных элементов указаны в 3.1.5.4 - 3.1.5.13.

Примечание 3 – В состав контактных элементов не входят катушки и магниты управления.

3.1.5.4 **элемент контактный одинарного разрыва цепи** (single gap contact element): Элемент, отключающий или включающий токоведущий участок цепи только в одном месте.

см.: рисунок 3 a) и рисунок 3 c).

3.1.5.5 **элемент контактный двойного разрыва цепи** (double gap contact element): Элемент, отключающий или включающий токоведущий участок цепи последовательно в двух местах.

см.: рисунок 3 b), рисунок 3 d) и рисунок 3 e).

3.1.5.6 **элемент контактный замыкающий** [make-contact element (normally open]: Элемент, замыкающий токоведущий участок при срабатывании аппарата для цепей управления.

3.1.5.7 **элемент контактный размыкающий** [break-contact element (normally closed)]: Элемент, размыкающий токоведущий участок при срабатывании аппарата для цепей управления.

3.1.5.8 **элемент контактный переключающий** (change-over contact elements): Комбинированный элемент, содержащий один замыкающий и один размыкающий контактные элементы.

см.: рисунок 3 c), рисунок 3 d) и рисунок 3 e).

3.1.5.9 **элемент контактный импульсный** [pulse contact element, fleeting contact element]: Элемент, размыкающий или замыкающий цепь во время части перемещения механизма из одного положения в другое.

3.1.5.10 **элементы контактные электрически разделенные** (electrically separated contact elements): Элементы одного аппарата для цепей управления, но изолированные друг от друга так, что могут быть подсоединены к электрическим раздельным цепям как, одинаковой, так и противоположной полярности.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-441:1984, 441-15-24, измененный - Дополнен заявлением о полярности].

3.1.5.11 **элемент контактный мгновенного действия независимый** (independent action contact element): Элемент аппарата с автоматическим или ручным приводом, скорость перемещения контактов которого практически не зависит от скорости приводной системы.

3.1.5.12 **элемент контактный зависимого действия** (dependent action contact element): Элемент аппарата с автоматическим или ручным приводом, скорость движения которого зависит от скорости приводной системы.

3.1.5.13 **контактный узел** (contact unit): Элемент или комбинация контактных элементов, которые могут быть объединены с подобными элементами, приводимыми в действие общим механизмом передачи.

3.1.5.14 **кнопка** (button): Внешняя часть органа управления нажимной кнопки, к которой прикладывают усилие нажатия.

3.1.5.15 **кнопка утапливаемая** (flush-button): Кнопка, которая до нажатия расположена на уровне панели управления, а после нажатия - ниже панели управления.

3.1.5.16 **кнопка утопленная** (recessed button): Кнопка, расположенная ниже панели управления до и после нажатия.

3.1.5.17 **кнопка выступающая** (extended button): Кнопка, расположенная выше панели управления до и после нажатия.

3.1.5.18 **кнопка грибовидная** (mushroom button): Кнопка, верхняя полусферическая выступающая часть которой имеет больший диаметр, чем нижняя часть.

3.1.5.19 **механизм фиксации** **(поворотного переключателя)** [locating mechanism (of a rotary switch)]: Часть управляющего устройства, удерживающая орган управления и (или) контактные элементы в конкретном положении.

Примечание – Другие устройства (например, кнопка с двумя положениями или аварийный выключатель) также могут иметь такую функцию.

3.1.5.20 **упор** (end stop): Устройство, ограничивающее перемещение подвижной детали аппарата.

Примечание – Упор может оказывать воздействие на орган управления или контактный элемент.

3.1.5.21 **механически связанные контактные элементы** (mechanically linked contact elements): Комбинация из n замыкающих контактных элементов и m размыкающих контактных элементов, сконструированных таким образом, что они не могут одновременно находиться в замкнутом положении при условиях, определенных в L.9.5.

Примечание 1 – Одно устройство цепи управления может иметь более одной группы механически связанных контактных элементов.

Примечание 2 – См. также L.8.1.9.

**3.1.6 Термины и определения, касающиеся работы контакторных приставок**

3.1.6.1 **выдержка времени** ***е*** **(контактного элемента)** [*e*-delay (of a contact element)]: Выдержка при срабатывании контактного элемента контакторного реле при подаче напряжения на катушку электромагнита контакторного реле.

ПРИМЕР Задержка замыкания замыкающих контактов.

Примечание – Термины «*e*-задержка» и «*d*-задержка» могут применяться к контактным элементам любого типа (см. 3.1.5.3).

3.1.6.2 **выдержка времени** ***d*** **(контактного элемента)** [*d*-delay (of a contact element)]: Выдержка при срабатывании контактного элемента контакторного реле после отключения напряжения от катушки электромагнита контакторного реле.

ПРИМЕР задержка размыкания замыкающих контактов.

Примечание – Термины «*e*-задержка» и «*d*-задержка» могут применяться к контактным элементам любого типа (см. 3.1.5.3).

3.1.6.3 **выдержка времени фиксированная (контактного элемента)** [fixed delay (of a contact element)]: Выдержка при срабатывании контактного элемента контакторного реле, не подлежащая регулированию.

3.1.6.4 **выдержка времени регулируемая (контактного элемента)** [adjustable delay (of a contact element)]: Выдержка при срабатывании контактного элемента контакторного реле, подлежащая регулированию после установки реле.

**3.1.7 Термины и определения, касающиеся работы приведения в действие аппаратов для цепей управления**

3.1.7.1 **фактор действия** (actuating quantity): Величина физического воздействия, значение которой вызывает срабатывание или несрабатывание автоматического аппарата для цепей управления.

3.1.7.2 **величина рабочая** (operating value): Значение величины воздействия, достаточное для приведения в действие автоматического аппарата для цепей управления.

3.1.7.3 **величина возврата** (return value): Значение величины воздействия, достигнутое для возвращения в исходное состояние аппарата, находящегося во включенном состоянии.

3.1.7.4 **величина дифференциальная** (differential value): Разность между рабочей величиной и величиной возврата.

**3.1.8 Термины и определения, касающиеся работы приведения в действие поворотных переключателей**

3.1.8.1 **положение определенное (положение для поворотного переключателя)** [definite position of a rotary switch]: Положение, в котором механизм установки приводит в действие поворотный выключатель и удерживает его до тех пор, пока момент управляющего усилия не превысит конкретную величину.

3.1.8.2 **положение покоя** (position of rest): Стабильное положение, в которое механизм установки положения приводит переключатель за счет накопленной энергии и в котором удерживает.

3.1.8.3 **положение переходное** (transit position): Положение, в котором механизм установки положения испытывает значительное изменение управляющего момента, но в котором орган управления не может оставаться.

3.1.8.4 **положение вызова** (biased position): Положение поворотного переключателя, в котором орган управления испытывает действие упора и с которого он возвращается в состояние покоя за счет накопленной энергии (например, с помощью пружины).

Примечание – При перемещении из положения вызова в положение покоя поворотный переключатель может пройти одно или несколько промежуточных положений.

3.1.8.5 **положение фиксирования** (latched position): Положение вызова, в котором механизм возврата удерживается с помощью устройства фиксирования.

Примечание – Фиксирующее устройство может быть отключено вручную или другим способом.

3.1.8.6 **положение блокировки** (locked position): Определенное положение, в котором поворотный переключатель удерживается отдельным механизмом.

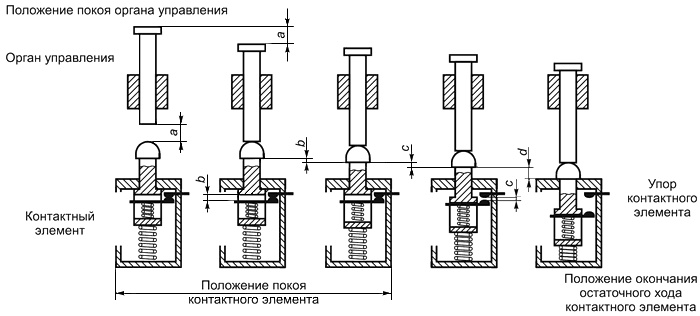
Примечание – Блокировка может быть достигнута поворотом ключа, воздействием на рычаг и т.д.

3.1.8.7 **диаграмма работы** (operating diagram): Последовательность вступления в работу контактных элементов после приведения в действие поворотного выключателя.

**3.1.9 Термины и определения, относящиеся к работе приведения в действие аппаратов для цепей управления с механическим приводом**

3.1.9.1 **ход начальный** **(люфт) органа управления** (pre-travel of the actuator): Максимальное перемещение органа управления, которое не оказывает никакого действия на контактные элементы.

Примечание – См. размер *a* на рисунке 1.

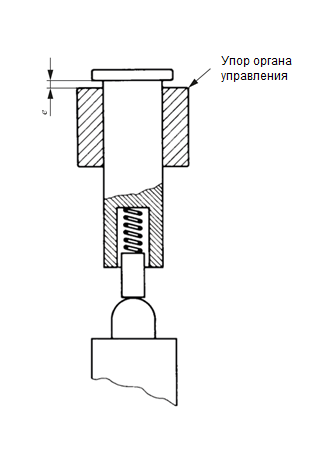


*а* - холостой ход органа управления; *b* - холостой ход контактного элемента; *с* - минимальное требуемое расстояние между разомкнутыми контактами; *d* - остаточный ход контактного элемента; Примечание – *b+с+d* - полный ход контактного элемента; *a+b+c+d+e* - полный ход органа управления

Ввиду возможности установления упругой связи между органами управления и контактным элементом (см. рисунок 2) остаточный ход органа управления может превышать остаточный ход контактного элемента на величину *е*.

**Рисунок 1 – Работа нажимной кнопки**

3.1.9.2 **ход остаточный органа управления** (over-travel of the actuator): Перемещение органа управления после того, как все контакты достигли положения замыкания (размыкания).



**Рисунок 2 – Разность *е* между остаточным ходом органа управления и контактного элемента**

3.1.9.3 **связь прямая** (direct drive): Связь между органом управления и контактным элементом, исключающим любой люфт органа управления.

3.1.9.4 **связь зависимая** (positive drive): Связь между органом управления и контактным элементом, при котором усилие, приложенное к органу управления, непосредственно передается к контактному элементу.

3.1.9.5 **связь независимая** (limited drive): Связь между органом управления и контактным элементом, ограничивающая усилие, передаваемое контактному элементу.

3.1.9.6 **момент приведения в действие** (actuating torque):Крутящий момент, приложенный к приводу, необходимый для выполнения предусмотренной операции.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-441:1984, 441-16-18, измененный - замена «момента» на «крутящий момент»].

3.1.9.7 **восстанавливающий момент** (restoring torque): Крутящий момент, обеспечиваемый для возвращения привода или контактного элемента в исходное положение.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-441:1984, 441-16-20, модифицированный - Замена «момента» на «крутящий момент»].

3.1.9.8 **минимальное начальное усилие** [minimum starting force]: Наименьшее усилие, вызывающее начало движения (холостого) органа управления.

3.1.9.9 **минимальный начальный момент** [minimum starting torque]: Наименьшее значение крутящего момента, вызывающий начало движения (холостого) органа управления.

3.1.9.10 **минимальное усилие срабатывания** [minimum actuating force]: Наименьшее усилие, прикладываемое к органу управления для того, чтобы все контакты заняли положение замыкания (размыкания).

3.1.9.11 **минимальный момент срабатывания** [minimum actuating torque]: Наименьший момент, прикладываемый к органу управления для того, чтобы все контакты заняли положение замыкания (размыкания).

3.1.9.12 **ход (люфт) начальный контактного элемента** (pre-travel of the contact element): Относительное перемещение контактных элементов до момента их замыкания.

Примечание – См. размер *b* на рисунке 1.

3.1.9.13 **ход остаточный контактного элемента** (over-travel of the contact element): Относительное перемещение контактных элементов после достижения ими положения замыкания (размыкания).

Примечание – См. размер *d* на рисунке 1.

3.1.9.14 **время дребезга** (bounce time): Время между моментом, когда контакт замыкается (размыкается) в первый раз, и моментом, когда цепь окончательно замкнута (разомкнута)

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-444:2002, 444-05-04, изменен - рисунок 1 удален].

**3.1.10 Термины и определения, касающиеся магнитных переключателей с герконовым контактом**

3.1.10.1 **магнитный переключатель с герконовым контактом** (reed contact magnetic switch): Аппарат для цепи управления, содержащее один или несколько переключающих элементов с герконовыми контактами, управляемых магнитным приводом.

ПРИМЕР Бесконтактный герконовый выключатель, поплавковый герконовый выключатель.

Примечание – В стандарте IEC 62246-4 магнитный переключатель с герконовым контактом называется «магнитный датчик приближения с герконовым контактом» или «магнитное сенсорное устройство».

3.1.10.2 **кодовый магнитный переключатель** (coded magnetic switch): Аппарат для цепи управления, включающее два или более герконовых переключающих элемента (элементов), управляемых отдельным кодированным магнитным приводом, когда этот привод достигает заранее определенного положения.

ПРИМЕР Магнитный привод, в который встроены кодированные постоянные магниты.

3.1.10.3 **номинальное расстояние дальности действия** (rated operating distance):

*s*n

Условная величина, используемая для обозначения рабочих расстояний.

Примечание – Номинальное (паспортное) значение расстояния дальности действия, не учитывающее технологические допуски и отклонения, связанные с реальными режимами работы, такие как отклонения значений напряжения и температуры.

[ИСТОЧНИК: IEC 60947-5-2:2019, 3.3.1.1, изменено - примечание 2 к записи удалено].

3.1.10.4 **рабочее расстояние дальности действия** (assured operating distance):

*s*ао

Значение расстояния от чувствительной поверхности, в пределах которого определяется наличие магнитного привода при соблюдении всех заданных условий окружающей среды и производственных допусков.

[ИСТОЧНИК: IEC 60947-5-3:2013, 2.6.4, изменено - «указанный объект» заменен на «магнитный привод»].

3.1.10.5 **гарантированное расстояние расцепления** (assured release distance):

*s*ar

Значение расстояния от чувствительной поверхности, за пределами которого правильно определяется отсутствие магнитного привода при всех заданных условиях окружающей среды и производственных допусках.

[ИСТОЧНИК: IEC 60947-5-3:2013, 2.6.5, изменено - «указанная цель» заменена на «магнитный привод»].

3.1.10.6 **магнитный привод** (magnetic actuator): Отдельный (или встроенный) металлический компонент, соленоиды или другие источники магнитного поля, приводящие в действие герконовые контакты магнитного переключателя путем изменения величины магнитного поля в зоне срабатывания.

ПРИМЕР Постоянные магниты, ферромагнитные пластины.

**3.1.11 Термины и определения, относящиеся к аппаратуре цепей управления класса II**

3.1.11.1 **герметизация** (encapsulation): Процесс, при котором все компоненты, проводники и концы цельных кабелей помещаются в изолирующий компаунд с помощью соответствующих средств, таких как встраивание или герметизация.

3.1.11.2 **встраивание** (embedding): Процесс полной упаковки электрического устройства (ов) путем заливки его (их) компаундом в форму и извлечения упакованного устройства (ов) из формы после затвердевания компаунда.

3.1.11.3 **заливка (компаундом)** (potting): Процесс заливки, при котором форма остается прикрепленной к заключенному в корпус электрическому устройству (устройствам).

3.1.11.4 **компаунд** (compound): Термоактивная, термопластическая полимерная смола и эластомерные материалы с наполнителями и/или добавками или без них после затвердевания.

3.1.11.5 **двойная изоляция** (double insulation): Изоляция, включающая как основную, так и дополнительную изоляцию.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-195:2021, 195-06-08]

3.1.11.6 **усиленная изоляция** (reinforced insulation): Изоляция опасных частей, находящихся под напряжением, которая обеспечивает степень защиты от поражения электрическим током, эквивалентную двойной изоляции.

Примечание – Усиленная изоляция может состоять из нескольких слоев, которые не могут быть испытаны по отдельности в качестве основной или дополнительной изоляции.

[ИСТОЧНИК: IEC 60050-195:2021, 195-06-09]

**3.1.12 Термины и определения, относящиеся к аппаратуре для цепей управления со встроенными подключенными кабелями**

3.1.12.1 **аппаратура для цепей управления с кабельным соединением** (cable connected control circuit device):

Аппаратура для цепей управления, имеющее встроенные провода для электрического соединения с другим оборудованием и/или источником питания.

3.1.12.2 **средства герметизации кабельного ввода** (cable entrance sealing means): Средства герметизации между кабелем и корпусом устройства, обеспечивающие требуемую защиту от истирания кабеля и которые могут обеспечить требуемую герметизацию корпуса и места крепления кабеля.

3.1.12.3 **крепление кабеля** (cable anchorage): Средство для снятия механической нагрузки с конца кабеля, предотвращающее повреждение электрического соединения между устройством и кабелем.

**3.1.13 Термины и определения, относящиеся к полупроводниковым переключающим элементам**

3.1.13.1 **падение напряжения** (voltage drop):

*U*d

Напряжение, измеряемое на бесконтактном коммутационном элементе, когда по нему проходит рабочий ток в установленных условиях.

3.1.13.2 **минимальный рабочий ток** (minimum operational current):

*I*m

Ток, необходимый для поддержания бесконтактного коммутационного элемента в проводящем состоянии.

3.1.13.3 **ток в отключенном состоянии элемента** (OFF-state current):

*I*r

Ток, проходящий через цепь нагрузки, когда коммутационный элемент находится в закрытом состоянии.

**3.1.14 Термины и определения, относящиеся к световым индикаторам, индикаторным стойкам и устройствам звуковой сигнализации**

3.1.14.1 **световой индикатор** (indicator light): Информационный указатель, функционирующий на основе загорания и погасания источника света.

3.1.14.2 **светофильтр светового индикатора** (lens of an indicator light): Видимая часть, сменная или постоянная, с прозрачной или полупрозрачной поверхностью.

3.1.14.3 **арматура** (bezel): Устройство крепления светофильтра.

3.1.14.4 **световой индикатор со встроенным устройством понижения напряжения** (indicator light with a built-in voltage-reducing device): Световой индикатор, в корпусе которого содержится устройство (трансформатор, резистор и т.д.), предназначенное для получения на выводах лампы напряжения, отличающегося от номинального рабочего напряжения индикатора.

3.1.14.5 **индикаторная стойка** (indicating tower): Сборка, содержащая один или более сигнальных узлов, подающих информацию в виде световых или звуковых сигналов.

Примечание – Индикаторная стойка может содержать дополнительно другие элементы, например элементы сетевого интерфейса.

3.1.14.6 **устройство звуковой сигнализации, монтируемое на панели** (panel mounted audible signalling device): Устройство, монтируемое на одном отверстии, с подсветкой или без нее, передающее информацию с помощью звукового сигнала.

Примечание – Согласно определению 3.2 стандарта ISO 7731:2003, звуковые устройства, монтируемые на панели, обычно используются для подачи звуковых предупреждающих сигналов, но они не предназначены для подачи аварийных сигналов.

3.1.14.7 **уровень звукового давления** (sound pressure level): Десятикратный логарифм с основанием 10 отношения среднеквадратичного значения звукового давления по времени к квадрату исходного значения.

Примечание 1 – Уровень звукового давления выражается в децибелах (дБ).

Примечание 2 – Исходное значение равно 20 мкПа.

[ИСТОЧНИК: IEC 61672-1:2013, 3.2]

**3.1.15 Термины и определения, относящиеся к аппаратам для цепей управления с полным отключением цепи**

3.1.15.1 **аппарат для цепей управления с полным отключением цепи** (control switch with direct opening action): Аппарат, содержащий один или несколько размыкающих контактных элементов, связанных с органом управления с помощью неупругих деталей таким образом, что полное размыкание контактов наступает после того, как орган управления переместится из отключенного положения за счет приложенного усилия (момента), указанного изготовителем.

3.1.15.2 **естественное (прямое) движение размыкания контактного элемента** [direct opening action (of a contact element)]: Размыкание контактов непосредственно за счет движения органа управления, осуществляемого с помощью неупругих элементов (например, без пружины).

3.1.15.3 **ход естественного движения размыкания** (direct opening travel): Разность между положением начала движения органа управления и положением, соответствующим выполнению прямого движения размыкания.

3.1.15.4 **сила прямого размыкания** [direct opening force]: Усилия, прикладываемые к органу управления для выполнения прямого движения размыкания.

3.1.15.5 **момент прямого размыкания** [direct opening torque]: Момент приведения в действие, для поворотного переключателя управления, прикладываемые к органу управления для выполнения прямого движения размыкания.

**3.1.16 Термины и определения, относящиеся к цифровому интерфейсу связи**

3.1.16.1 **цифровой коммуникационный интерфейс с одной каплей** (single drop digital communication interface):

SDCI

Цифровой коммуникационный интерфейс для коммутации устройств 24 В (например, IO-LinkTM[[1]](#footnote-1)), определяющий канал связи «точка-точка» для подключения датчиков и исполнительных механизмов к ведущему устройству.

**3.1.17 Алфавитный указатель терминов**

|  |  |
| --- | --- |
| **А** |  |
| аппарат для цепей управления | 3.1.2.2 |
| аппарат для цепей управления, применяемый для разъединения | 3.1.2.3 |
| аппарат для цепей управления с направляющей тягой | 3.1.4.19 |
| аппаратура для цепей управления с кабельным соединением | 3.1.12.1 |
| аппарат для цепей управления со свободной тягой | 3.1.4.20 |
| аппаратура для цепей управления | 3.1.2.1 |
| аппарат для цепей управления с полным отключением цепи | 3.1.15.1 |
| арматура | 3.1.14.3 |
| **В** |  |
| величина возврата | 3.1.7.3 |
| время восстановления | 3.1.2.7 |
| величина дифференциальная | 3.1.7.4 |
| величина рабочая | 3.1.7.2 |
| время дребезга | 3.1.9.14 |
| восстанавливающий момент | 3.1.9.7 |
| встраивание | 3.1.11.2 |
| выдержка времени *d* (контактного элемента) | 3.1.6.2 |
| выдержка времени *е* (контактного элемента) | 3.1.6.1 |
| выдержка времени регулируемая (контактного элемента) | 3.1.6.4 |
| выдержка времени фиксированная (контактного элемента) | 3.1.6.3 |
| **Г** |  |
| гарантированное расстояние расцепления | 3.1.10.5 |
| герметизация | 3.1.11.1 |
| **Д** |  |
| двойная изоляция | 3.1.11.5 |
| диаграмма работы | 3.1.8.7 |
| **Е** |  |
| естественное (прямое) движение размыкания контактного элемента | 3.1.15.2 |
| **З** |  |
| заливка (компаундом) | 3.1.11.3 |
| **И** |  |
| индикаторная стойка | 3.1.14.5 |
| **К** |  |
| квалифицированный персонал  (специалист по электротехнике) | 3.1.2.11 |
| кнопка | 3.1.5.14 |
| кнопка выступающая | 3.1.5.17 |
| кнопка вытяжная | 3.1.4.2 |
| кнопка грибовидная | 3.1.5.18 |
| кнопка нажимная | 3.1.4.1 |
| кнопка нажимная закрытая | 3.1.4.11 |
| кнопка нажимная защищенная | 3.1.4.12 |
| кнопка нажимная с блокировкой | 3.1.4.6 |
| кнопка нажимная свободная | 3.1.4.13 |
| кнопка нажимная с выдержкой возврата | 3.1.4.8 |
| кнопка нажимная с выдержкой срабатывания | 3.1.4.9 |
| кнопка нажимная - вытяжная | 3.1.4.3 |
| кнопка нажимная с защелкой | 3.1.4.5 |
| кнопка нажимная, приводимая в действие ключом | 3.1.4.7 |
| кнопка нажимная с направляющей | 3.1.4.14 |
| кнопка поворотная | 3.1.4.4 |
| кнопка с сигнализацией | 3.1.4.10 |
| кнопка утапливаемая | 3.1.5.15 |
| кнопка утопленная | 3.1.5.16 |
| кодовый магнитный переключатель | 3.1.10.2 |
| компаунд | 3.1.11.4 |
| контакторное реле с выдержкой времени срабатывания | 3.1.3.2 |
| контакторное реле мгновенного действия | 3.1.3.1 |
| контактный узел | 3.1.5.13 |
| крепление кабеля | 3.1.12.3 |
| **М** |  |
| магнитный переключатель с герконовым контактом | 3.1.10.1 |
| магнитный привод | 3.1.10.6 |
| механизм фиксации (поворотного переключателя) | 3.1.5.19 |
| механически связанные контактные элементы | 3.1.5.21 |
| минимальный момент срабатывания | 3.1.9.11 |
| минимальный начальный момент | 3.1.9.9 |
| минимальное начальное усилие | 3.1.9.8 |
| минимальный рабочий ток | 3.1.13.2 |
| минимальное усилие срабатывания | 3.1.9.10 |
| момент приведения в действие | 3.1.9.6 |
| момент прямого размыкания | 3.1.15.5 |
| **Н** |  |
| ненормальное состояние нагрузки | 3.1.2.9 |
| номинальное расстояние дальности действия | 3.1.10.3 |
| нормальное состояние нагрузки | 3.1.2.8 |
| **О** |  |
| ограниченный источник энергии | 3.1.2.5 |
| **П** |  |
| падение напряжения | 3.1.13.1 |
| педальный выключатель | 3.1.4.21 |
| переключатель поворотный на одно направление | 3.1.4.18 |
| переключатель поворотный с ограниченным ходом | 3.1.4.17 |
| переключатель поворотный с ключом | 3.1.4.16 |
| переключатель управления поворотный (переключатель поворотный) | 3.1.4.15 |
| позиционный выключатель | 3.1.3.3 |
| положение блокировки | 3.1.8.6 |
| положение вызова | 3.1.8.4 |
| положение определенное (положение для поворотного переключателя) | 3.1.8.1 |
| положение переходное | 3.1.8.3 |
| положение покоя | 3.1.8.2 |
| положение фиксирования | 3.1.8.5 |
| программатор | 3.1.3.4 |
| пульт управления | 3.1.2.4 |
| **Р** |  |
| рабочее расстояние дальности действия | 3.1.10.4 |
| **С** |  |
| световой индикатор | 3.1.14.1 |
| световой индикатор со встроенным устройством понижения напряжения | 3.1.14.4 |
| светофильтр светового индикатора | 3.1.14.2 |
| связь зависимая | 3.1.9.4 |
| связь независимая | 3.1.9.5 |
| связь прямая | 3.1.9.3 |
| сила прямого размыкания | 3.1.15.4 |
| слаботочный зажимный вывод | 3.1.2.10 |
| состояние одиночной неисправности | 3.1.2.6 |
| средства герметизации кабельного ввода | 3.1.12.2 |
| **Т** |  |
| ток в отключенном состоянии элемента | 3.1.13.3 |
| **У** |  |
| упор | 3.1.5.20 |
| уровень звукового давления | 3.1.14.7 |
| усиленная изоляция | 3.1.11.6 |
| устройство звуковой сигнализации, монтируемое на панели | 3.1.14.6 |
| **Ф** |  |
| фактор действия | 3.1.7.1 |
| **X** |  |
| ход естественного движения размыкания | 3.1.15.3 |
| ход (люфт) начальный контактного элемента | 3.1.9.12 |
| ход начальный (люфт) органа управления | 3.1.9.1 |
| ход остаточный контактного элемента | 3.1.9.13 |
| ход остаточный органа управления | 3.1.9.2 |
| **Ц** |  |
| цифровой коммуникационный интерфейс с одной каплей | 3.1.16.1 |
| **Э** |  |
| элемент коммутационный | 3.1.5.1 |
| элемент контактный (аппарата для цепей управления) | 3.1.5.3 |
| элемент контактный двойного разрыва цепи | 3.1.5.5 |
| элемент контактный зависимого действия | 3.1.5.12 |
| элемент контактный замыкающий | 3.1.5.6 |
| элемент контактный импульсный | 3.1.5.9 |
| элемент контактный мгновенного действия независимый | 3.1.5.11 |
| элемент контактный одинарного разрыва цепи | 3.1.5.4 |
| элемент контактный переключающий | 3.1.5.8 |
| элемент контактный размыкающий | 3.1.5.7 |
| элемент полупроводниковый | 3.1.5.2 |
| элементы контактные электрически разделенные | 3.1.5.10 |

**3.2 Символы и сокращенные термины**

ЭМС – электромагнитная совместимость;

*I*e – номинальный рабочий ток;

*I*th – условный тепловой ток на открытом воздухе;

*I*the – условный тепловой ток в оболочке;

*T*0,95 – время достижения 95 % установившегося тока;

*U*c – номинальное напряжение цепи управления;

*U*e – номинальное рабочее напряжение;

*U*i – номинальное напряжение изоляции;

*U*imp –номинальное импульсное выдерживаемое напряжение;

*U*s –номинальное напряжение питания цепи управления.

# 4 Классификация

**4.1 Контактные элементы**

Контактные элементы классифицируют по:

a) Категориям применения (см. 5.4);

b) Номинальным электрическим характеристикам согласно категориям применения (см. приложение А);

c) Одной из следующих букв, обозначающих формы контактных элементов (см. рисунок 3):

Форма А - замыкающий контактный элемент одинарного разрыва;

Форма В - размыкающий контактный элемент одинарного разрыва;

Форма С - контактный элемент на два направления одинарного разрыва;

Форма X - замыкающий контактный элемент двойного разрыва;

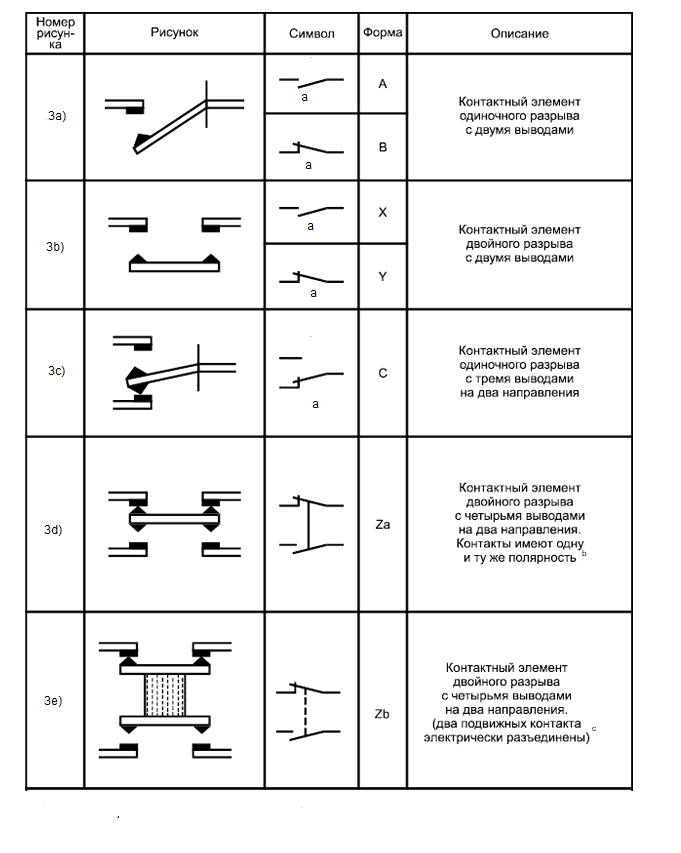
Форма Y - размыкающий контактный элемент двойного разрыва;

Форма Z - контактный элемент на два направления двойного разрыва с четырьмя выводами;

d) по другим признакам, не указаным в c).

Примечание 1 – Как показано на рисунке 3 е), две подвижные детали контактного элемента электрически разъединены (см. 3.1.5.10).

Примечание 2 – Различают контактные элементы на два направления: с замыканием цепи перед разрывом (перекрытие), для которых две цепи одновременно замкнуты во время прохождения части пути подвижными контактами из одного положения в другое, и с разрывом цепи перед замыканием (без перекрытия), для которых две цепи одновременно разомкнуты во время прохождения части пути подвижными контактами из одного положения в другое. Если нет других указаний, контактные элементы на два направления рассматривают как контакты с разрывом цепи перед замыканием.



a Символы в соответствии с IEC 60617.

b Контакты имеют одинаковую полярность.

c Конфигурации с несколькими электрически разделенными контактами также охватываются Zb.

**Рисунок 3 – Примеры (схемы) контактных элементов**

**4.2 Аппараты для цепей управления**

Аппараты для цепей управления допускается классифицировать по функции их контактного элемента и конструкции механизма управления (например, нажимная кнопка, форма X).

**4.3 Аппаратура для цепей управления**

Аппаратуру для цепей управления допускается классифицировать в зависимости от аппарата управления и связанных с ним устройств для цепей управления (например, нажимная кнопка и световой индикатор).

**4.4 Коммутационные элементы с выдержкой времени**

Элементы различают по способу осуществления выдержки времени, например выдержка электрическая, магнитная, механическая или пневматическая.

**4.5 Монтаж аппаратов для цепей управления**

Аппараты для цепей управления по способу монтажа допускается классифицировать в зависимости от размеров отверстий (например, D12, D16, D22, D30 (см. 7.3.2).

# 5 Характеристики

**5.1 Перечень характеристик**

**5.1.1 Общие**

Ниже перечислены следующие характеристики аппаратов и коммутационных элементов для цепей управления:

- тип аппарата (см. 5.2);

- номинальные и предельные значения коммутационных элементов (см. 5.3);

- категории применения коммутационных элементов (см. 5.4);

- характеристики при нормальных условиях эксплуатации и в условиях перегрузки (см. 5.3.6);

- цепи управления (см. 5.5).

Примечание – По вопросам, подлежащим согласованию между изготовителем и потребителем, см. приложение Е.

Для обмена информацией в электронном формате:

Например, электронный каталог IEC 62683, доступен в электронном формате в базе данных IEC CDD и содержит формат данных об основных характеристиках некоторой аппаратуры для цепей управления и их устройств.

**5.1.2 Функционирование аппарата управления**

Основное назначение аппарата для цепей управления - коммутация нагрузок для различных категорий применения (см. таблицу 1).

Другие его функции, например, управление лампами накаливания с вольфрамовой нитью, небольшими двигателями и т.д., в настоящем стандарте не рассматриваются, но упоминаются в 5.3.6.1.

**Таблица 1 – Категории применения коммутационных элементов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| **Род тока** | **Категория** | **Характерные примеры применения** |
| Переменный ток | АС-12 | Управление омическими и статическими нагрузками, отключаемыми с помощью фотоэлементов |
|  | АС-13 | Управление статическими нагрузками, отключаемыми с помощью трансформатора |
|  | АС-14 | Управление электромагнитами малой мощности (до 72 Вт включ.) |
|  | АС-15 | Управление электромагнитами большой мощности (свыше 72 Вт) |
| Постоянный ток | DC-12 | Управление омическими и статическими нагрузками, отключаемыми с помощью фотоэлементов |
|  | DC-13 | Управление электромагнитами |
|  | DC-14 | Управление электромагнитами, снабженными ограничительными резисторами |

**5.2 Тип аппарата для цепей управления или коммутационного элемента**

**5.2.1 Виды аппаратов для цепей управления**

Для определения типа аппарата управления или коммутационного элемента должны быть уточнены следующие особенности:

- ручные аппараты для цепей управления, например нажимные кнопки, поворотные переключатели, педальные выключатели и т.д.;

- электромагнитные выключатели для цепей управления с выдержкой времени или мгновенного действия, например контакторные приставки;

- автоматические аппараты для цепей управления, например контактные датчики давления, контактные температурные датчики (термостаты), программаторы и т.д.;

- позиционные выключатели;

- связанная аппаратура управления, например световые указатели и т.д.

**5.2.2 Виды коммутационных элементов**

Должен быть указан вид коммутационных элементов:

- вспомогательные контакты аппарата (например контактор, автоматический выключатель и т.д.), которые не предназначены исключительно для использования в цепи с катушкой этих устройств;

- контакты блокировки дверей и крышек;

- контакты цепей управления поворотных переключателей;

- контакты цепей управления реле перегрузки.

**5.2.3 Число полюсов**

Должно быть указано число полюсов.

**5.2.4 Род тока**

Должен быть указан род тока:

- переменный ток;

- постоянный ток.

**5.2.5 Среда переключения**

Должна быть указана среда переключения:

- воздух;

- масло;

- газ;

- вакуум и т.д.

**5.2.6 Условия функционирования**

**5.2.6.1 Способ приведения в действие**

Должен быть указан способ приведения в действие:

- ручной;

- электромагнитный;

- пневматический;

- электропневматический.

**5.2.6.2 Способ управления:**

Должен быть указан способ управления:

- автоматический;

- неавтоматический;

- полуавтоматический.

**5.3 Номинальные и предельные значения параметров коммутационных элементов**

**5.3.1 Общие положения**

Номинальные предельные значения параметров коммутационных элементов аппаратов для цепей управления должны соответствовать требованиям 5.3.2 - 5.3.6 включительно.

**5.3.2 Номинальные напряжения (коммутационного элемента)**

**5.3.2.1 Общие положения**

Коммутационные элементы характеризуются номинальными напряжениями, описанными в 5.3.2.2 - 5.3.2.4.

**5.3.2.2 Номинальное рабочее напряжение (*U*e)**

Применяют пункт 5.3.1.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

Примечание – Для применения аппаратов для цепей управления с малым током см. IEC 60947-5-4.

**5.3.2.3 Номинальное напряжение изоляции (*U*i)**

Применяют пункт 5.3.1.2 IEC 60947-1:2020.

**5.3.2.4 Номинальное выдерживаемое импульсное напряжение (*U*imp)**

Применяют пункт 5.3.1.3 стандарта IEC 60947-1:2020.

**5.3.3 Токи**

**5.3.3.1 Общие положения**

Коммутационный элемент характеризуется токами, описанными в пунктах 5.3.3.2 - 5.3.3.4.

**5.3.3.2 Условный тепловой ток на открытом воздухе (*I*th)**

Применяют пункт 5.3.2.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**5.3.3.3 Условный тепловой ток в оболочке (*I*the)**

Применяют пункт 5.3.2.2 стандарта IEC 60947-1:2020.

**5.3.3.4 Номинальный рабочий ток (*I*e)**

Применяют первый абзац пункта 5.3.2.3 стандарта IEC 60947-1:2020.

**5.3.4 Номинальная частота**

Применяют пункт 5.3.3 стандарта IEC 60947-1:2020.

**5.3.5 Свободный пункт**

**5.3.6 Характеристики при нормальных условиях эксплуатации и в условиях перегрузки**

**5.3.6.1 Номинальная включающая и отключающая способности и работоспособность коммутационных элементов при нормальных условиях эксплуатации**

Коммутационный элемент должен удовлетворять требованиям согласно установленной категории применения и требованиям, соответствующим номинальному рабочему напряжению (см. таблицу 2).

Примечание – Нет необходимости отдельно уточнять включающую и отключающую способности коммутационного элемента, для которых назначена какая-либо категория применения.

Коммутационный элемент, используемый для управления малогабаритными двигателями и лампами накаливания с вольфрамовой нитью, должен иметь категорию применения и соответствовать требованиям IЕС 60947-4-1.

ПРИМЕР 1 Типичным примером небольшой двигательной нагрузки является двигательная нагрузка для бытового или аналогичного применения (AC-7a, AC-7b), см. таблицу 1 IEC 60947-4-1:2018.

ПРИМЕР 2 Типичным примером для ламповой нагрузки является электрическая разрядная лампа или лампа накаливания (AC-5a, AC-5b), см. таблицу 1 стандарта IEC 60947-4-1:2018.

**Таблица 2 – Проверка включающей и отключающей способностей коммутационных элементов в условиях нормальных нагрузок, соответствующих категориям применения**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Категория применения** | **Включение a, e** | | | **Отключение a, e** | | | **Минимальное время выполнения** | **Последовательность, количество и скорость выполнения операций** | | | |
| *I*/*I*e | *U*/*U*e |  | *I*/*I*e | *U*/*U*e |  |
| **Переменный ток** |  |  | cos φ |  |  | cos φ | **Циклы**  **(при 50 Гц**  **или 60 Гц)** | **Порядковый номер** d, e | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| AC-12 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | 1 | 0,9 | 2 | 50 | 10 | 990 | 5 000 |
| AC-13 | 2 | 1 | 0,65 | 1 | 1 | 0,65 | 2 b |
| AC-14 | 6 | 1 | 0,3 | 1 | 1 | 0,3 | 2 b |
| AC-15 | 10 | 1 | 0,3 | 1 | 1 | 0,3 | 2 b |
| **Постоянный ток** |  |  | ***T*0,95**  мс |  |  | ***T*0,95**  мс | **Время**  мс |  |  |  |  |
| DC-12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 25 | 50 | 10 | 990 | 5 000 |
| DC-13 | 1 | 1 | 6 × *P* c | 1 | 1 | 6 × *P*c | *T*0,95 |
| DC-14 | 10 | 1 | 15 | 1 | 1 | 15 | 25 b |
| *I*e номинальный рабочий ток | | |  |  |  | *I* ток включения и отключения | | | |  |  |
| *U*e номинальное рабочее напряжение | | | |  |  | *U* напряжение перед включением | | |  |  |  |
| *P* = *U*e × *I*e мощность в установившемся режиме, Вт | | | | | | *T*0,95 время достижения 95% значения тока установившегося режима | | | | | |
| Примечание – Цель испытания см. в разделе 9.3.3.5.3. | | | | | | | | | | | |
| a Допуски на испытательные величины см. в разделе 9.3.2.2.  b Оба значения времени включения (для *I*make и для *I*break) должны быть не менее 2 циклов (или 25 мс для DC-14).  c Значение «6 × P» получено на основе эмпирической зависимости, которая, как выяснилось, отражает большинство магнитных нагрузок постоянного тока до верхнего предела P = 50 Вт, т.е. 6 × P = 300 мс. Предполагается, что нагрузки с потребляемой мощностью более 50 Вт состоят из параллельно включенных меньших нагрузок.  Следовательно, величина 300 мс представляет верхний предел независимо от количества поглощаемой энергии.  У аппаратов для цепей управления с полупроводниковыми переключающими элементами максимальная постоянная времени должна составлять 60 мс, т.е. *T*0,95 = 180 мс (3 × постоянная времени).  d Для всех категорий использования последовательность испытаний должна быть в указанном порядке.  e Скорость испытания должна быть следующей:  Для порядкового номера № 1: 6 рабочих циклов в минуту, которые должны выполняться при испытательном напряжении, поднятом до *U*e × 1,1, и соответствующем испытательном токе, причем испытательный ток *I* должен быть предварительно установлен при напряжении *U*e.  Для порядкового номера №2: максимально быстро, обеспечивая полное замыкание и размыкание контактов.  Для порядкового номера №3: 60 рабочих циклов в минуту.  Для порядкового номера № 4: 6 рабочих циклов в минуту.  Исключение: Для проверки вспомогательных контактов коммутационного устройства (например, контактора или автоматического выключателя), которые предназначены исключительно для использования с этим устройством или их серией, и вспомогательный контакт приводится в действие приводным механизмом коммутационного устройства, испытание может проводиться с максимальной частотой срабатывания этого коммутационного устройства если этот показатель ниже значений, указанных в данной таблице. Если вспомогательный контакт предназначен для использования с серией коммутационных устройств, то скорость должна быть максимальной, доступной в данной серии. | | | | | | | | | | | |

**5.3.6.2 Включающая и отключающая способности в условиях перегрузки**

Коммутационный элемент должен соответствовать требованиям согласно установленной категории применения (см. таблицу 3).

Примечание – Условия перегрузок, указанных в таблице 3, соответствуют случаю, когда электромагнит не работает и коммутационные элементы должны отключать ток установившегося режима.

**Таблица 3 – Проверка включающей и отключающей способностей коммутационных элементов в условиях перегрузки, соответствующих категориям применения**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Категория применения** | **Включениеa** | | | **Отключениеa** | | | **Минимальное время выполнения** | **Изготовление и разбивка** | |
| *I*/*I*e | *U*/*U*e |  | *I*/*I*e | *U*/*U*e |  | **Номер** | **Скорость в минуту** |
| **Постоянный ток** |  |  | cos φ |  |  | cos φ | **Циклы**  **(при 50 Гц**  **или 60 Гц)** |  |  |
| AC-12 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| AC-13b | 10 | 1,1 | 0,65 | 1,1 | 1,1 | 0,65 | 2 c | 10 | 6 |
| AC-14 | 6 | 1,1 | 0,7 | 6 | 1,1 | 0,7 | 2 | 10 | 6 |
| AC-15 | 10 | 1,1 | 0,3 | 10 | 1,1 | 0,3 | 2 | 10 | 6 |
| **Переменный ток** |  |  | ***T*0,95**  мс |  |  | ***T*0,95**  мс | **Время**  мс |  |  |
| DC-12 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| DC-13d | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| DC-14 | 10 | 1,1 | 15 | 10 | 1,1 | 15 | 25c | 10 | 6 |
| *I*e номинальный рабочий ток | | |  |  | *I* ток включения и отключения | | | |  |
| *U*e номинальное рабочее напряжение | | |  |  | *U* напряжение перед включением | | |  |  |
| *P* = *U*e × *I*e мощность в установившемся режиме, Вт | | | | | *T*0,95 время достижения 95% значения тока установившегося режима | | | | |
| Примечание Состояние перегрузки имитирует заблокированный открытый электромагнит. См. пункт 9.3.3.5.4. | | | | | | | | | |
| a Допуски на испытательные величины см. в пункте 9.3.2.2.  b Для аппаратов для цепей управления с полупроводниковыми коммутационными элементами для проверки нештатных условий следует использовать устройство защиты от перегрузки, указанное изготовителем.  c Оба значения времени включения (для *I*make и для *I*break) должны быть не менее 2 циклов (или 25 мс для DC-14).  d Испытание DC-13 в условиях перегрузки проводится в рамках испытания в нормальных условиях. | | | | | | | | | |

**5.3.7 Характеристики короткого замыкания - Номинальный условный ток короткого замыкания**

Применяют подпункт 5.3.6.4 IEC 60947-1:2020.

**5.4 Категории применения коммутационных элементов**

Категории применения, указанные в таблице 1, используют как стандартные. Любая другая категория применения должна быть согласована между изготовителем и потребителем, но информация, указанная в каталоге изготовителя или в тендере, может представлять собой такое соглашение.

**5.5 Цепи управления**

Подпункт 5.5.1 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующим дополнением к перечню характеристик:

– ограниченная энергия (если источник соответствует пункту 8.1.18 настоящего стандарта);

– питание ЗСНН (БСНН) (в соответствии с приложением N к IEC 60947-1:2020);

– потребляемая мощность электромагнита контакторного реле, необходимая для определения характеристик источника питания цепи управления, которая определяется как:

• мощность удержания и

• мощность срабатывания в соответствии с IEC 60947-4-1.

Примечание – В США и Канаде цепи управления могут питаться от источников класса 2, как определено в NFPA 70 и CSA C22.1, вместо источников SЗСНН (БСНН) или в дополнение к ним.

**5.6 Свободный пункт**

**5.7 Свободный пункт**

**5.8 Свободный пункт**

**5.9 Свободный пункт**

**5.10 Электрически разъединенные контактные элементы**

Изготовитель должен указать, являются ли контактные элементы аппарата для цепей управления электрически разъединенными или нет (см. 3.1.5.10). Предполагается, что электрически разъединенные контактные элементы имеют противоположную полярность, если изготовителем не указано иное.

**5.11** **Факторы срабатывания автоматических аппаратов для цепей управления**

Рабочее и возвратное значения действующей величины следует определять по нормальным возрастающим и убывающим значениям действующей величины. При отсутствии других указаний скорость изменения должна быть постоянной и обеспечивать рабочее (или возвратное) значение не менее чем за 10 с.

Как рабочее, так и возвратное значения могут быть нерегулируемыми или одна из них, или обе могут быть регулируемыми (или регулируемой может быть их разность).

Изготовитель должен указывать допустимое или максимальное значение, больше верхнего значения регулируемой уставки рабочего значения, либо минимальное значение, меньше нижнего значения регулируемой уставки возвратного значения.

При допустимом значении не допускается повреждения автоматического аппарата для цепей управления или изменения его характеристик.

**5.12 Автоматические аппараты для цепей управления с двумя или несколькими контактными элементами**

Автоматические аппараты для цепей управления с двумя или несколькими контактными элементами, не имеющими индивидуальной регулировки, могут иметь различные рабочие и возвратные значения для каждого контактного элемента.

Автоматические аппараты для цепей управления с двумя или несколькими контактными элементами, которые имеют индивидуальную регулировку, считают комбинированными автоматическими аппаратами для цепей управления.

# 6 Информация о продукции

**6.1 Характер информации**

Изготовитель должен предоставить следующую информацию:

*Идентификация*

a) наименование или торговая марка изготовителя;

b) обозначение типа или номера серии, позволяющее получить данные о коммутационном элементе (или аппарате для цепей управления) от изготовителя или из каталога, или в соответствии с приложением А;

c) обозначение настоящего стандарта, если изготовитель подтверждает соответствие настоящему стандарту;

*Характеристики*

d) номинальные рабочие напряжения (см. 5.3.2.2);

e) категория применения и номинальные рабочие токи при номинальных рабочих напряжениях аппарата для цепей управления. Если вспомогательные контакты коммутационного аппарата (контактора или выключателя) предназначены исключительно для использования с этим аппаратом или его серией (см. сноску *e* таблицы 2), то должна быть указана предполагаемая управляемая нагрузка (т.е. катушка коммутационного аппарата);

f) значение номинальной частоты/частотных диапазонов (см. 5.3.4), где это применимо, например: 50 Гц, 50 Гц/60 Гц и/или указание «Постоянный ток» или символ (IEC 60417-5031:2002-10);

g) сила приведения в действие (или крутящий момент), где применимо;

h) время восстановления, где применимо;

*Безопасность и установка*

i) номинальное напряжение изоляции (см. 5.3.2.3);

j) номинальное выдерживаемое импульсное напряжение (см. 5.3.2.4);

k) номинальное напряжение цепи управления *U*C (см. 5.5), характер тока и номинальная частота, если применимо;

l) номинальное напряжение питания цепи управления *U*S (см. 5.5), характер тока и номинальная частота, если применимо;

В случае электромагнитов с электронным управлением может потребоваться и другая информация, например, конфигурация цепи управления (см. 5.5);

m) код IP (см. приложение C к IEC 60947-1:2020);

n) степень загрязнения (см. 7.1.3.2);

o) тип и максимальные значения номинальных характеристик аппаратов защиты от токов короткого замыкания (см. 9.3.4.3);

p) условный ток короткого замыкания;

q) способность к разъединению, где применимо, с символом IEC 60617-S00288:2001-07;

r) для каждой соответствующей цепи - пригодность для использования с цепью ЗСНН/БСНН с соответствующим максимальным номинальным рабочим напряжением (см. IEC 61140 и приложение N к IEC 60947-1:2020);

s) длина изоляции, которую необходимо снять перед вставкой провода в вывод;

t) для неуниверсальных безвинтовых выводов:

• «s» или «sol» для выводов, заявленных для сплошных проводов;

• «r» для выводов, заявленных для сплошных и многожильных проводов;

• «f» для выводов, заявленных для гибких проводов.

u) указание контактных элементов одинаковой полярности;

v) максимальное количество контактов, которые должны быть установлены в аппарате для цепей управления, где это применимо;

w) для источников света оборудования - предупреждающая информация в зависимости от ожидаемой опасности оптического излучения, если таковая имеется;

Примечание – Классификация групп риска, связанных с опасностями, и предлагаемая предупреждающая информация описаны в разделе 6.1 IEC 62471:2006 и в стандарте IEC TR 62471-2:2009[[2]](#footnote-2)

x) среда A или среда B для ЭМС (см. 8.3.1 IEC 60947-1:2020).

Может быть предоставлена следующая необязательная информация:

y) декларация материала в соответствии с IEC TS 63058:2021 (см. 6.4.2).

**6.2 Маркировка**

**6.2.1 Общие положения**

Маркировка должна быть нестираемой и легко читаемой и не допускается ее нанесение на головки винтов или подвижные шайбы.

Маркировка данных, указанных в пунктах a) и b) пункта 6.1, является обязательной для размещения на заводской табличке аппаратуры цепей управления для получения полной информации от изготовителя.

Маркировка данных, указанных в подпункте u) пункта 6.1, должна быть включена в заводскую табличку аппаратуры цепей управления для обеспечения правильного подключения при монтаже.

Если позволяет место, данные, указанные в подпунктах c)-f) и i)-s) пункта 6.1, наносят на заводской табличке, или на аппаратуре для цепей управления, или иным образом в документации изготовителя.

Обозначение «s», «sol», «r» или «f» для неуниверсальных безвинтовых выводов наносят на аппаратуре или, если места недостаточно, на наименьшей упаковочной единице или в технической информации, прилагаемой к изделию.

Необходимо предусмотреть маркировку данных, указанных в подпункте w) пункта 6.1.

Дополнительные требования к маркировке указаны в приложениях к настоящему стандарту и должны учитываться, если это применимо.

**6.2.2 Идентификация и маркировка выводом**

Применяют пункт 8.1.8.4 стандарта IEC 60947-1:2020 с дополнительными требованиями, указанными в приложении M.

**6.2.3 Обозначение функции**

На органы управления наносят гравировку обозначения функции. Если, например, кнопка останова имеет символ, выгравированный или нанесенный на орган управления другим способом, он должен быть в виде круга или овала. Эти символы могут быть использованы только для кнопок останова.

Если позволяет место, то для получения более полной информации допускается использовать буквы и слова. Во всех других случаях необходимое обозначение для идентификации кнопки наносят на табличку, закрепленную около каждого органа управления или расположенную возле него.

Символы должны соответствовать стандарту IEC 60417.

**6.2.4 Аварийный останов**

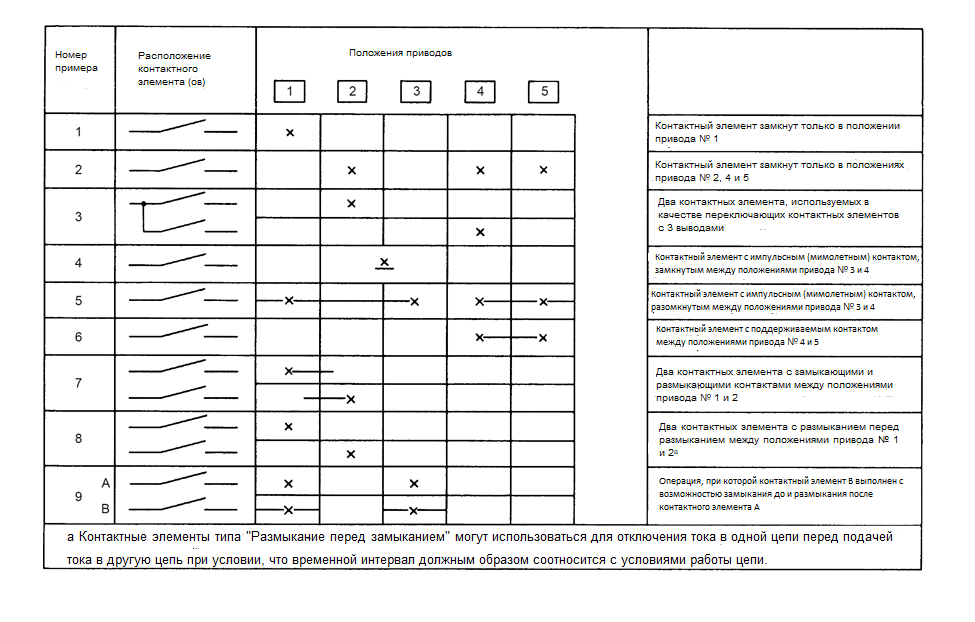
Применяют пункт 4.2 IEC 60947-5-5:1997 и IEC 60947-5-5:1997/AMD2:2016.

**6.2.5 Диаграмма работы**

**6.2.5.1 Общие положения**

Поскольку поворотный переключатель может иметь большое число контактных элементов и положений органа управления, изготовитель должен указывать взаимное расположение органов управления и контактных элементов.

Эту взаимосвязь представляют в виде диаграммы работы. На рисунке 4 показаны примеры вместе с пояснениями.



**Рисунок 4 – Примеры рекомендуемого метода построения**

**диаграммы работы поворотного переключателя**

**6.2.5.2 Индикация положения и положение контактов**

Подпункт 8.1.6.1 IEC 60947-1:2020 применяют со следующим дополнением:

Индикация положения должна быть четкой, а соответствующий текст или символы должны быть нестираемыми и легко читаемыми.

**6.2.5.3 Маркировка выводов для диаграммы работ**

Маркировка выводов должна быть легко сопоставима с диаграммой работы. Необходимо также смотреть приложение М.

**6.2.6 Маркировка выдержки времени**

Для контактных приставок с выдержкой времени в маркировке необходимо указывать значение выдержки, если она нерегулируемая, и диапазон выдержек времени - если регулируемая.

Если несколько контактных элементов имеют более одной выдержки времени, то относительную выдержку между операцией каждого контактного элемента и следующей операцией допускается указывать для контактных элементов, которые следуют за первой выдержкой.

Если несколько контактных элементов имеют регулируемые выдержки времени, то необходимо указывать, регулируются ли они индивидуально или нет.

Изготовитель должен указывать для каждого контактного элемента с выдержкой времени характеристики выдержки согласно 3.1.6.1 или 3.1.6.2.

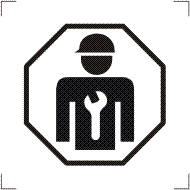
**6.3 Инструкции по монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию, выводу из эксплуатации и демонтажа**

Подпункт 6.3 IEC 60947-1:2020 применяют со следующими дополнениями:

Информация и инструкции по безопасности предоставляют по необходимости для безопасного использования аппарата для цепей управления. Такая информация должна быть легко понятна потребителю, т.е. в виде общепринятых символов и/или рисунков. Примеры приведены в стандартах ISO 7000 и IEC 60417.

Выбор, установка и обслуживание изделий, входящих в сферу действия настоящего стандарта, должны осуществляться только квалифицированным персоналом.

ПРИМЕР Следующие символы допускается использовать для обозначения «квалифицированного специалиста».



|  |  |
| --- | --- |
| **IEC 60417-6182:2013-09**  Монтаж, электротехническая экспертиза | **IEC 60417-6183:2013-09**  Монтаж, механическая экспертиза |

**6.4 Экологическая информация**

**6.4.1 Процесс экологически безопасного проектирования (процесс ECD)**

Помощь в рассмотрении экологических аспектов, относящихся к изделиям, входящим в область применения настоящего стандарта, приведена в пунктах 4 и 5 IEC TS 63058:2021.

**6.4.2 Порядок составления декларации о материалах**

Составление декларации о материалах остается на усмотрение изготовителя. Если это предусмотрено, в пункте 7 стандарта IEC TS 63058:2021 указывается содержание декларации о материалах.

**6.5 Дополнительная информация**

Дополнительная информация, необходимая для определенных типов аппаратов цепей управления, должна приводиться согласно соответствующим правилам, указанных в соответствующих приложениях для:

- аппаратов цепей управления класса II, см. F.6.2;

- полупроводниковых коммутационных элементов для аппаратов цепей управления, см. пункт H.6;

- световых индикаторов, индикаторных стоек и устройств звуковой сигнализации, см. пункт J.6;

- аппаратов для цепей управления с прямым размыканием, см. пункт K.6;

- механически связанных контактных элементов, см. пункт L.6;

- данные о надежности, см. пункт N.4;

- данные по интерфейсу, см. пункт O.6.

# 7 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортировки

**7.1 Нормальные условия эксплуатации**

**7.1.1 Температура окружающего воздуха**

Применяют подпункт 7.1.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**7.1.2 Высота**

Применяют подпункт 7.1.2 стандарта IEC 60947-1:2020.

**7.1.3 Атмосферные условия**

**7.1.3.1 Влажность**

Применяют подпункт 7.1.3.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**7.1.3.2 Степень загрязнения**

Подпункт 7.1.3.2 IEC 60947-1:2020 применяют со следующим условием:

Если изготовителем не указано иное, аппаратура для цепей управления предназначена для установки в условиях окружающей среды со степенью загрязнения 3. Однако могут применяться другие степени загрязнения в зависимости от микросреды.

**7.1.4 Удары и вибрация**

Применяют стандартные условия воздействия ударов и вибрации, указанные в таблице Q.1 стандарта IEC 60947-1:2020, если в настоящем стандарте не указано иное.

**7.2 Условия при транспортировке и хранении**

Применяют подраздел 7.2 стандарта IEC 60947-1:2020.

**7.3 Монтаж**

**7.3.1 Общие положения**

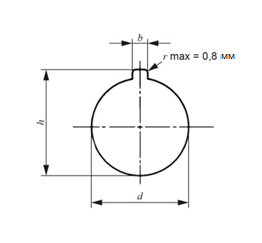
Оборудование должно монтироваться в соответствии с инструкциями производителя.

**7.3.2 Монтаж аппаратов с одно крепежное отверстие**

**7.3.2.1 Размеры**

Нажимные кнопки и световые индикаторы, предназначенные для монтажа в вводно-крепежных отверстиях, устанавливают в отверстие круглой формы (например, станции управления или машины), имеющее вырез прямоугольной формы для фиксирующего выступа.

Размеры указаны в таблице 4 и на рисунке 5.



**Рисунок 5 - Диаметр крепежного отверстия и размеры выреза под имеющийся выступ (при наличии)**

**Таблица 4 - Диаметр крепежного отверстия и размеры выреза под имеющийся выступ (при наличии)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер элемента | Диаметр крепежного отверстия *d*, мм | | Размер выреза под выступ | | | |
|  | Номин. | Пред. откл. | Высота *h*, мм | | Ширина *b*, мм | |
|  |  |  | Номин. | Пред. откл. | Номин. | Пред. откл. |
| D30 | 30,5 | +0,5  0 | 33,0 | +0,5  0 | 4,8 | +0,2  0 |
| D22 | 22,3 | +0,5  0 | 24,1 | +0,4  0 | 3,2 | +0,2  0 |
| D16 | 16,2 | +0,5  0 | 17,9 | +0,2  0 | 1,7 | +0,2  0 |
| D12 | 12,1 | +0,5  0 | 13,8 | +0,2  0 | 1,7 | +0,2  0 |

**7.3.2.2 Положение выреза под имеющийся выступ (при наличии)**

Стандартным считают положение выреза сверху (положение 12 ч, соответствующее 12-часовой отметке циферблата), связанное с размером *b* в таблице 4.

**7.3.2.3 Диапазон толщины панели**

Аппарат, снабженный герметической прокладкой, предусмотренной изготовителем, или без нее, должен допускать возможность монтажа на панели толщиной от 1 до 6 мм, при необходимости с помощью одной или нескольких поставляемых для этой цепи деталей.

Примечание - Герметизирующая прокладка не стандартизирована.

**7.3.2.4 Группировка аппаратов**

Если несколько аппаратов с установочными размерами, указанными в 7.3.2.1, устанавливают в ряд на одной панели, межосевые расстояния *а* в одном ряду и расстояния *b* между осевыми линиями рядов не должны быть менее значений, указанных в таблице 5, если нет иных указаний со стороны изготовителя.

**Таблица 5 - Предпочтительные минимальные расстояния между центрами установочных отверстий**

В миллиметрах

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| Размер элемента | *а*  мм | *b*  мм |
| D30 | 50 | 65 |
| D22 | 30 | 50 |
| D16 | 25 | 25 |
| D12 | 20 | 20 |

Расстояния *а* и *b* могут быть взаимозаменяемыми.

Эти значения служат основой для модернизации аппаратов, однако когда аппараты, разные по конструкции, планируется установить в одной системе, заказчику необходимо проверить взаимозаменяемость этих аппаратов и убедиться в выполнении требований к расстояниям по изоляции и путям утечки, установленным для соединенных аппаратов в технической документации.

Примечание - Вследствие особенностей конструкции, соединений и т.д. некоторые аппараты допускают установку с расстояниями менее указанных в таблице 5 по согласованию с изготовителем. С другой стороны, некоторые типы аппаратов могут устанавливаться на больших расстояниях, чем указано в таблице 5.

# 8 Требования к конструкции и работоспособности

**8.1 Требования к конструкции**

**8.1.1 Общие положения**

Применяют подпункт 8.1.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**8.1.2 Материалы**

**8.1.2.1 Общие требования к материалам**

Подраздел 8.1.2.1 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующим дополнением:

Особое внимание следует уделять влагостойкости и необходимости защиты некоторых изоляционных материалов от воздействия влаги.

Вместо пункта 8.1.2.2 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют пункт 8.1.2.2 настоящего стандарта.

**8.1.2.2 Испытание раскаленной проволкой**

Пригодность используемых материалов проверяют путем:

а) проведения испытаний на оборудовании; или

b) проведения испытаний на срезах, взятых из оборудования; или

c) проведения испытаний на любых деталях из идентичного материала, имеющих характерную толщину; или

d) предоставление данных от поставщика изоляционных материалов, соответствующих требованиям IEC 60695-2-12.

Пригодность необходимо определять с точки зрения устойчивости к воздействию высоких температур и огня. Необходимо указывать, какой метод из пунктов а), b), c) и d) используется для подтверждения соответствия.

Если идентичный материал, имеющий типичные поперечные сечения, уже удовлетворяет требованиям любого из испытаний, указанных в пункте 9.2.2 стандарта IEC 60947-1:2020, то эти испытания повторять не нужно.

Испытания оборудования проводят с помощью испытания конечного продукта на раскаленную проволоку в соответствии с IEC 60695-2-10 и IEC 60695-2-11.

Испытания проводят в соответствии с пунктом 9.2.2.1 стандарта IEC 60947-1:2020 с соблюдением условий, указанных в Таблица 6.

Для деталей массой менее 2 г и для мелких деталей, как указано в стандарте IEC 60695-2-11, никаких других испытаний не требуется.

**Таблица 6 – Условия испытания на раскаленную проволоку**

|  |  |
| --- | --- |
| **Испытываемая деталь** | **Условия испытания** |
| Деталь массой менее 2 г (см. 3.14 стандарта IEC 60695-2-11:2021) | Испытание не требуется a, c |
| Деталь, которая является небольшой деталью в соответствии с 3.15 стандарта IEC 60695-2-11:2021 | Испытание не требуется a, c |
| Деталь, удерживающая токоведущие части в нужном положении | Испытание раскаленной проволокой при температуре 750 °C |
| Все остальные детали | Испытание раскаленной проволокой при температуре 650 °C b |
| a Альтернативные испытания допускается не проводить не.  b Температура раскаленной проволоки может быть снижена до 550 °C, если будет доказано, что остаточный риск возгорания является приемлемым.  c Для изделий, содержащих множество деталей массой менее 2 г и/или мелких деталей, количество непроверенного материала, находящегося в непосредственной близости, не должно превышать 10 г. Максимальные расстояния близости должны быть основаны на оценке риска, учитывающей опасность распространения огня. | |

**8.1.2.3 Испытание на основе категории воспламеняемости**

Применяют пункт 8.1.2.3 IEC 60947-1:2020.

**8.1.3 Токоведущие части и их соединения**

Применяют пункт 8.1.3 стандарта IEC 60947-1:2020.

**8.1.4 Зазоры и расстояния утечки**

Применяют пункт 8.1.4 стандарта IEC 60947-1:2020.

**8.1.5 Орган управления**

**8.1.5.1 Изоляция**

Применяют пункт 8.1.5.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**8.1.5.2 Направление движения**

Применяют пункт 8.1.5.2 стандарта IEC 60947-1:2020.

**8.1.5.3 Усилие (момент) управления**

Усилие (момент) управления, необходимое(ый) для воздействия на орган управления, должно(ен) соответствовать его применению. Следует принять во внимание размер органа управления, тип корпуса или панели, окружение аппарата и назначение его в системе.

**8.1.5.4 Ограничение вращения (поворотных переключателей)**

Если используемые органы управления аппарата имеют ограниченное или однонаправленное движение, то и снабжают надежными ограничителями, выдерживающими пятикратный по сравнению с нормальным воздействием момент, указанный изготовителем.

**8.1.5.5 Срочный останов**

Требования для стопорных устройств срочного останова с функцией защелкивания указаны в IEC 60947-5-5.

**8.1.6 Указание положения контактов**

Применяют пункт 8.1.6 стандарта IEC 60947-1:2020.

**8.1.7 Требования к аппаратам для цепей управления, пригодных для применения в качестве разъединителя**

Аппарат цепей управления пригодный для применения в качестве разъединителя должен иметь ручное управление с прямым размыканием цепи (см. приложение K) и обеспечивать в положении размомнтых контактов функцию разъединения (см. 3.1.2.3 настоящего документа и 8.1.7 IEC 60947-1:2020).

Положение размомкнутых контактов аппарата должно представлять собой положение, в котором аппарат может оставаться бесконечно долгое время, пока к нему не приложено управляющее усилие.

Для того, чтобы воспрепятствовать неожиданному переходу контактов в замкнутое состояние, переключение аппаратов должно блокироваться, когда контакты находятся в разомкнутом состоянии, что достигается применением замка или блокировочного устройства, доступ к которым невозможен без специального инструмента или ключа.

**8.1.8 Выводы**

Пункт 8.1.8 IEC 60947-1:2020 применяют со следующим дополнением:

Требования пункта 8.1.8 должны быть проверены испытаниями по 9.2.5 настоящего стандарта.

**8.1.9 Свободный пункт**

**8.1.10 Требования к защитному заземляющему устройству**

Пункт 8.1.10 IEC 60947-1:2020 применяют со следующим дополнением:

Аппараты для цепей управления класса II не требуют защитного заземляющего устройства (см. IEC 61140).

**8.1.11 Оболочки для аппаратов**

Применяют пункт 8.1.11 стандарта IEC 60947-1:2020.

**8.1.12 Степени защиты аппаратов в оболочках**

Применяют пункт 8.1.12 стандарта IEC 60947-1:2020.

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

Применяют пункт 8.1.13 стандарта IEC 60947-1:2020.

**8.1.14 Требования к аппаратуре для цепей управления с искусственным оптическим излучением**

Оборудование с лампой или системой ламп, излучающих ультрафиолетовое, видимое или инфракрасное излучение, включая светодиоды, не должно допускать непреднамеренного выхода излучения, которое может привести к возникновению опасности. Источники излучения оценивают в соответствии с IEC 62471.

Должны быть предоставлены необходимые меры защиты, ограничения по использованию и инструкции по эксплуатации.

Примечание 1 - Обращается внимание на возможность существования дополнительных указаний или требований, которые могут быть установлены национальными или другими органами.

Примечание 2 - Источники света оборудования могут быть отнесены к группам риска 1, 2 или 3 и группе исключения в соответствии с в соответствии с IEC TR 62471-2:2009.

Примечание 3 - При необходимости, в качестве инструктивного материала допускается использовать инструкции для групп риска RG 1, RG 2 и RG 3, указанные в IEC TR 62471-2:2009.

Примечание 4 - Стандарт IEC TR 62471-2:2009 отозван, но на данный момент -это наилучший вариант, на который можно ссылаться. Перед IEC TC 76 поставлена задача установить требования, которые в будущем могут быть включены в стандарты на продукцию.

**8.1.15 Биологическое и химическое воздействие**

Особые области применения, выходящие за рамки обычных условий эксплуатации, указанных в пункте 7 настоящего стандарта, могут потребовать дополнительного рассмотрения биологических и химических последствий. Необходимо принять необходимые меры предосторожности, чтобы убедиться в пригодности продукта для данного применения.

Примечание - Дополнительные требования могут быть актуальны в связи со специальными областями применения/отраслями промышленности, например, для производства продуктов питания и напитков, химической промышленности, судоходства, станкостроения.

**8.1.16 Гигиенические требования**

Если оборудование предназначено для использования в условиях, требующих соблюдения гигиенических требований, ISO 14159 может быть рассмотрен для разработки и проведения проверки.

**8.1.17 Аспекты безопасности**

Целостность и доступность основных функций аппаратов для цепей управления может зависеть от физической безопасности и кибербезопасности. На основе оценки риска безопасности рекомендуется разработать меры безопасности, если это необходимо.

Руководство и минимальные требования по аспектам безопасности приведены в IEC TS 63208.

Примечание - Также могут быть рассмотрены другие документы, например, серия IEC 62443.

**8.1.18 Ограниченный источник энергии**

**8.1.18.1 Общие положения**

Ограниченный источник энергии допускается реализовать в виде вторичной цепи, полученной из цепей, подключенных к части, находящейся под напряжением, со следующими средствами разделения:

а) гальваническое разделение;

b) сопротивление, ограничивающее ток.

Примечание - Источники класса 2, определенные в NFPA 70, Национальном электротехническом кодексе, и CSA C22.1, кодексе CE, имеют те же характеристики электрической мощности, что и источники энергии с ограниченным энергопотреблением с гальваническим разделением.

**8.1.18.2 Ограниченный источник энергии с гальваническим разделением**

Ограниченный источник энергии с гальваническим разделением включает в себя изолирующий компонент, такой как трансформатор, между первичной цепью и ограниченной выходной мощностью. Он соответствует одному из следующих требований:

a) выходная мощность по своей природе ограничена в соответствии с таблицей 7; или

b) линейное или нелинейное сопротивление ограничивает выходную мощность в соответствии с таблицей 7. Если используется устройство с положительным температурным коэффициентом (например, термистор PTC), оно должно пройти соответствующие испытания, указанные в IEC 60730-1; или

c) регулирующая сеть ограничивает выходную мощность в соответствии с таблицей 7, как при наличии, так и при отсутствии единой неисправности в регулирующей сети; или

d) используется устройство защиты от перегрузки по току, и выходная мощность ограничивается в соответствии с таблицей 8.

Если используется устройство защиты от перегрузки по току, то это должен быть предохранитель или нерегулируемое электромеханическое устройство (например, автоматический выключатель).

Соответствие определению максимальной доступной мощности проверяется испытанием по п. 9.2.10.

**Таблица 7 – Пределы для ограниченных источников энергии без устройства защиты от сверхтоков**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Выходное напряжение a** | | **Выходной ток b, d** | **Полная мощность c, d** |
| ***U*oc** | | ***I*sc A** | **S ВA** |
| **Переменный ток** | **Постоянный ток** |  |  |
| ≤ 30 среднеквадратичное значение | ≤ 30 Постоянного тока | ≤ 8 | ≤ 100 |
| - | 30 < *U*oc ≤ 60 e | ≤ | ≤ 100 |
| a *U*oc: Выходное напряжение измеряется при отключенных цепях нагрузки. Напряжения указаны для практически синусоидального переменного тока и постоянного тока без пульсаций. Для несинусоидального переменного тока и постоянного тока с пульсациями, превышающими 10% от пикового значения, пиковое напряжение не должно превышать 42,4 В.  b *I*sc: Максимальный выходной ток при любой неемкостной нагрузке, включая короткое замыкание.  c *S* (ВA): Максимальная выходная мощность в ВА при любой неемкостной нагрузке.  d Измерение *I*sc и *S* производится через 5 с после приложения нагрузки, если защита осуществляется электронной схемой или устройством с положительным температурным коэффициентом (например, PTC), и через 60 с в других случаях.  e В США предел составляет 60 В постоянного тока непрерывно или при коммутации постоянного тока за пределами 10–200 Гц, 24,8 В постоянного тока при коммутации в диапазоне от 10 до 200 Гц. | | | |

**Таблица 8 – Пределы для ограниченных источников энергии с устройством защиты от сверхтоков**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Выходное напряжение a** | | **Выходной ток b, d** | **Полная мощность c, d** | **Номинальный ток защитного устройства от сверхтока e** |
| ***U*oc** | | ***I*sc A** | ***S* ВA** | **A** |
| **Переменный ток** | **Постоянный ток** |  |  |  |
| ≤ 20 | ≤ 20 | ≤ | ≤ 250 | ≤ 5,0 |
| 20 < *U*oc ≤ 30 | 20 < *U*oc ≤ 30 f | ≤ |
| - | 30 < *U*oc ≤ 60 f | ≤ |
| Примечание– Причиной проведения измерений при отключенных устройствах защиты от сверхтоков является определение количества энергии, которая может вызвать возможный перегрев в течение времени работы устройств защиты от сверхтоков. | | | | |
| a *U*oc: Выходное напряжение измеряется при отключенных цепях нагрузки. Напряжения указаны для существенно синусоидального переменного тока и постоянного тока без пульсаций. Для несинусоидального переменного тока и постоянного тока с пульсацией более 10 % от пикового значения, пиковое напряжение не должно превышать 42,4 В.  b *I*sc: Максимальный выходной ток при любой неемкостной нагрузке, включая короткое замыкание, измеряется через 60 с после включения нагрузки.  c *S* (ВA): Максимальная выходная кажущаяся мощность в ВА с любой неемкостной нагрузкой, измеренная через 60 с после включения нагрузки.  d Во время измерения в цепи остаются сопротивления, ограничивающие ток, но устройства защиты от перегрузки по току отключаются.  e Номинальные значения тока устройств защиты от перегрузки по току, которые размыкают цепь в течение 120 с при токе, равном 210 % от номинального тока, указанного в таблице.  f В США предел составляет 60 В постоянного тока в непрерывном режиме или при переключении постоянного тока в диапазоне от 10 Гц до 200 Гц, 24,8 В постоянного тока при переключении от 10 Гц до 200 Гц. | | | | |

**8.1.18.3 Источник энергии с ограниченным сопротивлением по току**

Источник энергии с ограниченным сопротивлением по току имеет следующие характеристики:

а) выходное напряжение ограничено в соответствии с таблицей 9, и

b) линейное или нелинейное сопротивление ограничивает выходной сигнал в соответствии с таблицей 9, как при наличии, так и при отсутствии единой неисправности.

Ограниченный источник энергии с токоограничивающим сопротивлением может быть получен либо от сети, либо от гальванически разделенной цепи, например, вторичной цепи трансформатора.

**Таблица 9 – Пределы для ограниченного источника энергии с ограниченным сопротивлением тока**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Выходное напряжение a** | | **Выходной ток b, d** | **Полная мощность c, d** |
| ***U*oc** | | ***I*sc A** | **S ВA** |
| **Переменный ток** | **Постоянный ток** |  |  |
| ≤ 30 среднеквадратичное значение | ≤ 30 В постоянного тока | 0,5 | ≤ 15 |
| a *U*oc: Выходное напряжение измеряется при отключенных цепях нагрузки. Напряжения указаны для существенно синусоидального переменного тока и постоянного тока без пульсаций. Для несинусоидального переменного тока и постоянного тока с пульсацией более 10 % от пикового значения пиковое напряжение не должно превышать 42,4 В.  b *I*sc: Максимальный выходной ток, измеренный на выходе ограниченного источника энергии.  c *S* (ВA): Максимальная выходная мощность в ВА.  d Измерения *I*sc и *S* производятся через 5 с после подачи короткого замыкания. | | | |

**8.1.19 Неисправности в условиях перегрузки**

Оборудование необходимо спроектировать таким образом, чтобы избегать режимов работы или последовательностей, которые могут вызвать неисправное состояние или отказ компонента, приводящий к опасности, если другие меры по предотвращению опасности не предусмотрены установкой и не описаны в информации по установке, прилагаемой к оборудованию. Требования в 8.1.19 также применяют к условиям перегрузки, если применимо.

Анализ цепи или испытания проводят для определения того, приведет ли вход из строя компонентов (включая системы изоляции) к возникновению опасности.

Этот анализ должен включать ситуации, когда отказ компонента или изоляции (основной и дополнительной) приведет к:

- повышению риска поражения электрическим током;

- опасности разрушения, приводящего к выбросу пламени, горящих частиц или расплавленного металла.

Анализ или испытание должны учитывать влияние короткого замыкания и обрыва цепи на работу компонента. Испытание необходимо, если только анализ не может убедительно показать, что отказ компонента не приведет к возникновению опасности. Соответствие требованиям проверяют с помощью испытания, указанного в пункте 9.2.11.

Считается, что компоненты, надежность которых оценивается в соответствии с соответствующими стандартами на продукцию, отвечают этим требованиям и не нуждаются в дальнейшем исследовании, если они испытаны в условиях, для которых предназначено оборудование.

**8.1.20 Энергетическая цепь с накопленным зарядом**

Части, включающие накопленный заряд (конденсаторы), которые доступны (например, выводы катушки) или съемные для обслуживания (например, замены катушки), установки или отсоединения, не должны представлять риск поражения электрическим током или опасность возникновения дуги.

Конденсаторы, подключенные к доступным опасным токоведущим частям, должны быть разряжены до уровня энергии менее 0,5 мДж в течение 5 с после отключения питания. В противном случае на изделии должно быть размещено хорошо видимое предупреждающее уведомление с указанием времени разряда до предельных значений или соответствующего метода разряда конденсатора перед прикосновением к соединительным частям.

Примечание – Доступные токоведущие части включают части, которые не защищены соответствующей мерой, например, степенью защиты IP.

**8.1.21 Встроенное программное обеспечение**

Информация и минимальные требования, касающиеся встроенного программного обеспечения, поддерживающего основные функции аппарата для цепей управления, приведены в руководстве IEC TR 63201.

**8.2 Требования к работоспособности**

**8.2.1 Рабочие условия**

**8.2.1.1 Общие положения**

Применяют пункт 8.2.1.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**8.2.1.2 Пределы срабатывания контакторных приставок**

Пределы срабатывания контакторных приставок должны соответствовать пункту 8.2.1.2 стандарта IEC 60947-1:2020.

**8.2.2 Превышение температуры**

Применяют пункт 8.2.2 стандарта IEC 60947-1:2020.

**8.2.3 Диэлектрические свойства**

Применяют пункт 8.2.3 стандарта IEC 60947-1:2020 со следующим дополнением.

Аппараты для цепей управления класса II см. приложение F.

**8.2.4 Включающая и отключающая способности аппаратов в условиях нормальной нагрузки и перегрузки**

**8.2.4.1 Прочность на изгиб и разрыв**

a) Включающая и отключающая способности при нормальных условиях

Коммутационные элементы в условиях нормальной нагрузки должны включать и отключать (без выхода из строя) токи при условиях, указанных в таблице 2, для соответствующих категорий применения и числа циклов срабатывания в условиях, указанных в 9.3.3.5.3.

Примечание – В Соединенных Штатах Америки и Канаде установлено, что коммутационные элементы способны безотказно проводить и отключать токи при условиях, указанных для электрических номиналов, основанных на категориях использования (например, A600), указанных в таблице A.1. См. федеральные нормы и стандарты на продукцию.

b) Включающая и отключающая способности в условиях перегрузки

Коммутационные элементы в условиях перегрузки должны включать и отключать (без выхода из строя) токи для соответствующих категорий применения и числа циклов срабатывания (см. таблицу 3).

**8.2.4.2 Свободный пункт**

**8.2.4.3 Износостойкость**

Пункт 8.2.4.3 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующими дополнениями:

a) Механическая износостойкость

Механическую износостойкость аппарата проверяют при необходимости в ходе специального испытания, проводимого по согласованию с изготовителем. Проведение данного испытания - в соответствии с приложением С.

b) Коммутационная износостойкость

Коммутационную износостойкость аппарата проверяют, при необходимости, в ходе специального испытания, проводимого по согласованию с изготовителем. Проведение испытания - в соответствии с приложением С.

Примечание –Предполагается, что минимальный срок службы в 6 050 циклов проверяется путем проведения проверки работоспособности коммутационных элементов при нормальных условиях (9.3.3.5.3).

**8.2.5 Условный ток короткого замыкания**

Коммутационные элементы должны выдерживать перегрузки, связанные с токами короткого замыкания, в условиях по 8.3.4.

**8.2.6 Свободный пункт**

**8.2.7 Дополнительные требования к аппаратам для цепей управления, способным к разъединению**

Аппараты испытывают по IEC 60947-1, подпункт 9.3.3.4, при испытательном напряжении, значение которого указано в IEC 60947-1, таблица 14, и которое соответствует номинальному значению импульсного выдерживаемого напряжения *U*imp, установленному изготовителем.

**8.3 Электромагнитная совместимость (ЭМС)**

**8.3.1 Общие положения**

Пункт 8.3.1 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующими дополнениями:

Общая электромагнитная обстановка для оборудования, на которое распространяется действие настоящего стандарта, промышленная зона электромагнитной совместимости ЭМО 3 в соответствии с IEC TR 63216.

Примечание 1 – промышленная зона электромагнитной совместимости ЭМО 3 относится к устройствам управления или цифровым сигнальным интерфейсам, которые не подключены к питанию напрямую от заводской сети (см. IEC TR 63216).

Испытания на электромагнитную совместимость проводят при номинальном рабочем напряжении *U*e, или, если номинальное рабочее напряжение указано в виде диапазона, то испытание проводят при напряжении, которое соответствует наихудшему условию. Наихудшее условие оценивают, например, с помощью предварительных испытаний.

Для каждого испытания, определенного в п. 9.4.2, допускается использование нового испытываемого оборудования, но во время каждого испытания, определенного 9.4.2 использование нового испытываемого оборудования, техническое обслуживание или замена частей испытываемого оборудования не допускаются.

Оборудование, на которое распространяется действие настоящего стандарта, предназначено для использования в среде А.

Примечание 2 – В некоторых случаях оборудование также может быть предусмотрено для использования в среде B. Информация об этом случае указана в пункте 9.4.3.

Контакторные приставки, содержащие электронные схемы, должны соответствовать общим требованиям пункта 8.3.1 стандарта IEC 60947-4-1:2018.

**8.3.2 Помехоустойчивость**

Пункт 8.3.2 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующими изменениями:

Испытания проводят в соответствии с 9.4.2 настоящего стандарта.

Применяют критерии приемки таблицы 10. Критерии приемки должны соответствовать испытываемому оборудованию и занесены в протокол испытаний.

Контакторные приставки, включающие электронные схемы, должны соответствовать требованиям, указанных в 8.3.2 IEC 60947-4-1:2018.

**Таблица 10 – Критерии приемки**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Пункт** | **Критерии приемки**  **(критерии эффективности во время испытаний)** | | |
| **A** | **B** | **C** |
| Общая производительность | Нормальная производительность в заданных пределах | Временное ухудшение или потеря работоспособности, которые могут быть восстановлены самостоятельно a | Временное ухудшение или потеря производительности, требующие вмешательства оператора или перезагрузки системы. |
| Работа цепей управления | Нет нежелательного срабатывания, контактный элемент должен оставаться в ожидаемом положении | Временное непреднамеренное размыкание или замыкание контактного элемента  Самовосстанавливающийся a | Непреднамеренное размыкание или замыкание контактного элемента  Не восстанавливается самостоятельно |
| Работа дисплеев и компонентов сигнализации | Видимая информация на дисплее не изменяется.  Только незначительные колебания интенсивности света или звука в источнике оптического или звукового сигнала, или незначительное  перемещение символов, или незначительное изменение  частоты источника звукового сигнала | Временные видимые изменения или потеря информации.  Нежелательный оптический или звуковой сигнал | Отключение, постоянная потеря дисплея или неверная информация.  Недопустимый режим работы.  Не восстанавливается самостоятельно. |
| Функции обработки информации и распознавания | Бесперебойная связь и обмен данными с внешними устройствами остаются в рамках спецификации. | Временно нарушенная связь, которая обнаруживается и может быть  восстановлена самостоятельно | Ошибочная обработка информации.  Необнаруженная потеря данных и/или информации.  Ошибки при передаче данных.  Не восстанавливается самостоятельно |
| a Время восстановления не должно отклоняться более чем на 50 % по сравнению с устройством в новых условиях. | | | |

**8.3.3 Эмиссия**

Подпункт 8.3.3 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующим дополнением:

Испытания проводят в соответствии с пунктом 9.4.3. Оборудование относится к группе 1, класс А.

**8.4 Специальные требования**

**8.4.1 Дополнительные требования к магнитным переключателям с герконовым контактом**

См. приложение D.

**8.4.2 Аппараты для цепей управления класса II**

См. приложение F.

**8.4.3 Дополнительные требования к аппаратам для цепей управления в оболочках с кабелем, составляющим единое целое с аппаратом**

См. приложение G.

**8.4.4 Дополнительные требования к бесконтактным коммутационным элементам аппаратов для цепей управления**

См. приложение H.

**8.4.5 Специальные требования к световым индикаторам и индикаторным стойкам и их дополнительным звуковым функциям**

См. приложение J.

**8.4.6 Специальные требования к контрольным выключателям с прямым действием на открытие**

См. приложение K.

**8.4.7 Специальные требования к механически связанным контактным элементам**

См. приложение L.

**8.4.8 Дополнительные требования к аппаратам для цепей управления, имеющим встроенный коммуникационный интерфейс (SDCI)**

См. приложение O.

# 9 Испытания

**9.1 Виды испытаний**

**9.1.1 Общие положения**

Применяют пункт 9.1.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.1.2 Типовые испытания**

Типовые испытания предназначены для проверки соответствия конструкции аппаратов для цепей управления требованиям настоящего стандарта:

Они состоят из проверок следующих характеристик:

a) превышение температуры (9.3.3.3);

b) электроизоляционных свойств (9.3.3.4);

c) включающих и отключающих способностей коммутационных элементов в условиях нормальных нагрузок (9.3.3.5.3);

d) включающих и отключающих способностей коммутационных элементов в условиях перегрузок (9.3.3.5.4);

e) работоспособности в условиях короткого замыкания (9.3.4);

f) конструктивных особенностей (9.2);

g) степени защиты аппаратов для цепей управления в оболочке (9.3.1);

h) испытаний на электромагнитную совместимость, где это применимо (9.4);

i) испытаний разряда накопленной энергии, где это применимо (9.2.13);

j) проверки пределов срабатывания контакторных приставок (см. 9.3.3.2).

**9.1.3 Контрольные испытания**

Пункт 9.1.3 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующими дополнениями.

Контрольные испытания включают в себя:

– проверку функционирования (электрическую и/или механическую);

– проверку пределов срабатывания контакторных приставок (см. 9.3.3.2);

– испытания электроизоляционных свойств (см. 9.3.3.4.2).

При необходимости допускается проводить дополнительные контрольные испытания для аппаратов для цепей управления или устройств для цепей управления при необходимости. Для этих испытаний рекомендуется принимать план выборки образцов, при условии соблюдения условий проведения испытаний для выборки, указанные в пункте 9.1.4.

**9.1.4 Выборочные испытания**

Пункт 9.1.4 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующими дополнениями.

Выборочные испытания включают:

– проверку функционирования (электрическую и/или механическую);

– проверку пределов срабатывания контакторных приставок (см. 9.3.3.2);

– испытания электроизоляционных свойств (см. 9.3.3.4.2);

– испытание электроизоляционных свойств для проверки воздушных зазоров, если применимо (см. 9.3.3.4.3);

– проверку отобранных аппаратах для проверки величины выдержки времени или диапазона выдержек времени, указанного производителем.

Вместо стандартных испытаний допускается использовать выборочные испытания. Выборка должена соответствовать или превышать следующие требования, указанные в таблице 2-A стандарта ISO 2859-1:1999:

– выборку проводят на основе AQL ≤ 1;

– приемочный номер Ac = 0 (дефект не допускается).;

– номер браковки Re = 1 (при наличии 1 дефекта испытаниям подвергают всю партию).

Выборку производят через регулярные промежутки времени для каждой конкретной партии.

Допускается использовать альтернативные статистические методы, обеспечивающие соответствие вышеуказанным требованиям, например, статистические методы контроля непрерывного производства или управления технологическим процессом с использованием индекса производительности.

**9.1.5 Специальные испытания**

**9.1.5.1 Общие положения**

Применяют пункт 9.1.5.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.1.5.2 Испытания на прочность**

Если изготовитель заявляет о механической и/или электрической прочности, применяется приложение С.

**9.1.5.3 Испытания на надежность**

Если производитель заявляет о данных для функциональной безопасности, применяется приложение N.

Механические и электрические испытания на прочность проводят с приводом, управляемым машиной, соответствующей требованиям 9.3.2.1.

**9.1.5.4 Испытания на воздействие окружающей среды**

В случаях, когда необходимо оценить способность аппаратов управления выполнять свои функции при определенных климатических условиях окружающей среды, отличающихся от нормальных условий эксплуатации, как описано в 7.1, испытания проводят в соответствии с приложением Q к IEC 60947-1:2020.

Процедуры температурной подготовки и испытания проводят в открытом положении или при отключенном питании, если предусмотрены выводы питания. После испытания аппарат должен соответствовать требованиям, указанным в пунктах 8.2.1.2 или 8.1.5.3.

При подключении вспомогательных устройств к основному устройству их электрические и механические характеристики (включая надлежащую установку) должны подвергаться испытанию совместно с основным устройством в соответствии с соответствующими условиями окружающей среды.

**9.1.5.5 Специальное испытание для механически связанных контактных элементов**

Для механически связанных контактных элементов применяется L.9.5.

**9.2 Соответствие требованиям конструкции**

**9.2.1 Общие положения**

Проверке на соответствие требованиям к конструкции аппаратов, изложенным в 8.1, подлежат, например:

- материалы;

- аппараты;

- степени защиты оболочек;

- механические и электрические свойства выводов;

- органы управления;

- поведения в условиях неисправности.

**9.2.2 Испытание материалов на воздействие аномальному нагреву и огню**

**9.2.2.1 Испытание (аппарата) раскаленной проволокой**

Пункт 9.2.2.1 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующим дополнением:

Применяют условия, указанные в 8.1.2.2 настоящего стандарта и в таблице 6.

**9.2.2.2 Испытания (материалов) на воспламеняемость, испытания раскаленной проволокой и горением дуги**

Применяют пункт 9.2.2.2 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.2.3 Оборудование**

Применяют пункт 9.2.3 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.2.4 Степени защиты**

Применяют пункт 9.2.4 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.2.5 Механические и электрические свойства выводов аппарата**

**9.2.5.1 Общие условия испытаний**

Применяют пункт 9.2.5.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.2.5.2 Испытание выводов аппарата на механическую прочность**

Применяют пункт 9.2.5.2 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.2.5.3 Испытание на повреждение и случайное ослабление проводников (на изгиб)**

Применяют пункт 9.2.5.3 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.2.5.4 Испытание на вытягивание**

Применяют пункт 9.2.5.4 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.2.5.5 Испытание на возможность введения в зажим неподготовленных круглых медных проводников с максимальным поперечным сечением**

Применяют пункт 9.2.5.5 IEC 60947-1:2020.

**9.2.5.6 Свободный пункт**

**9.2.5.7 Электрическая износостойкость безвинтовых зажимов**

Пункт 9.2.5.7 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующими изменениями.

– Данное испытание не требуется для:

• выводов, отвечающих требованиям стандарта IEC 60999-1 и используемых в соответствии с требованиями изготовителя;

• слаботочных выводов (см. 3.1.2.10).

– Испытание должно проводят на соединительном устройстве, оснащенном зажимными устройствами.

– Количество образцов должно быть не менее 8.

– Испытание проводиться в виде 8 отдельных испытаний:

• восемь зажимных устройств испытывают на заявленное падение напряжения;

• если количество отказавших зажимных устройств не превышает двух, испытание считается пройденным.

Примечание 1 – Описание элементов соединительного устройства приведено на рисунке D.8 стандарта IEC 60947-1:2020.

Примечание 2 – Описание одиночного испытания из 8 образцов см. в С.1.2.2.

Подключение и отсоединение проводов производят в соответствии с инструкциями изготовителя.

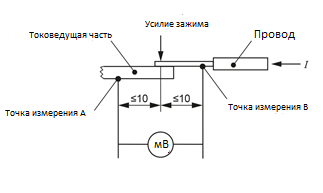
Подходящее устройство для проведения испытаний показано на рисунке 6. Если точки измерения не возможно расположить на расстоянии менее 10 мм от точки контакта, разность напряжений между идеальными и фактическими точками измерения вычетают из измеренного падения напряжения. Эта разность напряжений на участке проводника определяют с помощью подходящего метода измерений на одном образце при стабильной температуре. Методы измерений и результаты необходимо задокументировать в протоколе испытаний.

Применяемый испытательный ток должен соответствовать таблице 11.

Падение напряжения не должно превышать 15 мВ.

Образец устройства допускается снабжать отверстиями или эквивалентными устройствами, которые обеспечивают точки доступа для измерения падения напряжения на выводе.

Примечание 3 – Как правило изделия, на которые распространяется действие настоящего стандарта, оснащают множеством различных типов проводов (многожильные, одножильные, гибкие и т.д.), что приводит к достаточному количеству испытаний для одного и того же вывода.



**Рисунок 6 – Измерение падения напряжения в точке контакта зажимного устройства или вывода**

**Таблица 11 – Испытательные значения для электрических характеристик и испытания безвинтовых зажимов на износостойкость**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Размер проводника**  мм2 | **Испытательный ток a**  **A** | |
| Для минимального сечения | Для максимального сечения |
| 0,2 | 1 | *I*th или *I*the, заявленные для продукции |
| 0,34 | 2 |
| 0,5 | 3 |
| 0,75 | 6 |
| 1,0 | 8 |
| 1,5 | 12 |
| 2,5 | 20 |
| 4,0 | 25 |
| a Для выводов питания (т.е. выводов для сигнальных ламп в соответствии с приложением J) испытательный ток должен быть *I*e. | | |

**9.2.5.8 Испытание безвинтовых зажимов на механическую износостойкость**

Пункт 9.2.5.8 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующими изменениями.

– Данное испытание не требуется для:

• если выводы соответствуют стандарту IEC 60999-1 и используются в соответствии с требованиями изготовителя;

• слаботочных выводов (см. 3.1.2.10);

– Испытание проводят на соединительном устройстве, оснащенном зажимными элементами;

– Количество образцов должно быть не менее 8;

– Испытание проводят в виде 8 отдельных испытаний:

• восемь зажимных устройств испытывают на заявленное падение напряжения;

• если количество отказавших зажимных устройств не превышает двух, испытание считается пройденным.

Примечание 1 – Описание одиночного испытания из 8 образцов см. в С.1.2.2.

Испытательный ток должен соответствовать таблице 11.

Максимальная температура для температурных циклов должна составлять 40 °C.

Максимальное падение напряжения не должно превышать меньшего из следующих двух значений:

- 22,5 мВ; или

- 1,5-кратного значения, измеренного после 24-го цикла.

Образец устройства допускается снабжать отверстиями или эквивалентными устройствами, которые обеспечивают точки доступа для измерения падения напряжения на выводе.

**9.2.6 Проверка усилия приведения в действие (или крутящего момента)**

В соответствии с требованиями пункта 8.1.5.3 проверяют минимальное усилие приведения в действие или крутящий момент. Рабочие характеристики должны соответствовать требованиям пункта 8.1.5.3.

**9.2.7 Проверка ограничения поворота (поворотного переключателя)**

Если это испытание необходимо в соответствии с пунктом 8.1.5.4, его проводят в соответствии с этапом VI пункта 9.3.1. Испытательный образец устанавливают в соответствии с инструкциями изготовителя.

Рабочий крутящий момент измеряют пять раз и записывают максимальное значение.

Максимальное значение крутящего момента, умноженное на пять, прикладывают к приводу путем нажатия на ограничитель. Крутящий момент должен быть приложен в течение 10 секунд.

Испытание считается пройденным, если ограничительное средство не сдвинулось с места, не ослабло и не помешало нормальной работе привода.

**9.2.8 Испытание на вытягивание, кручение, изгиб металлических кабелепроводов**

Применяют пункт 9.2.8 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.2.9 Испытание на целостность защитного заземления**

Применяют пункт 9.2.9 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.2.10 Испытание источника ограниченной энергии**

Цепь источника ограниченной энергии подвергают испытаниям следующим образом, при этом оборудование должно работать в нормальных условиях эксплуатации.

В случае, если потребность в ограниченном источнике энергии зависит от устройства (ов) защиты от перегрузки по току, устройство (ы) должно быть замкнуто.

При работе оборудования в нормальных условиях переменную резистивную нагрузку подключают к рассматриваемым частям и регулируют для получения уровня требуемой ограниченной мощности. При необходимости производят дальнейшую регулировку для поддержания ограниченной мощности в течение периода, указанного в п. 8.1.18.

К рассматриваемой цепи подключают нагрузка с переменным сопротивлением и настраивают таким образом, чтобы получить предел кажущейся мощности, указанный в таблице 7, таблице 8 или таблице 9, в зависимости от ситуации.

При необходимости производят дополнительную регулировку для поддержания предельной кажущейся мощности в течение периода времени, указанного в таблицах 7, 8 или 9, в зависимости от ситуации.

Испытание считается пройденным, если по истечении испытательного периода доступная видимая мощность не превышает пределов, указанных в таблицах 7, 8 или 9, в зависимости от ситуации.

Если потребность в ограниченном источнике энергии зависит от защитного(ых) устройства(й) от сверхтоков, номинальный ток хотя бы одного из защитных устройств на пути тока не допускается превышать предел, указанный в таблице 8.

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

**9.2.11 Неисправность компонентов**

**9.2.11.1 Общие положения**

Неисправность компонента, выявленная в результате анализа цепи в соответствии с 8.1.19, должна быть проверена при работе изделия с нагрузкой, создающей более тяжелые условия.

Испытание не требуется:

- если анализ цепи показывает, что никакой другой компонент или часть цепи не будет перегружен в результате отказа другого компонента в режиме обрыва или короткого замыкания;

- для компонентов в цепях, питаемых от ограниченных источников энергии в соответствии с 8.1.18;

- для компонентов, которые ранее были положительно оценены с учетом их режимов отказа и условий, в которых компонент используется в аппарате.

**9.2.11.2 Испытание компонентов на разрушение**

Каждый идентифицированный компонент подвергают испытанию на разрушение компонентов в режимах обрыва и/или короткого замыкания, в зависимости от того, какой из них является наиболее жестким.

Испытание на разрушение компонентов проводят после того, как все цепи аппарата, которые могут повлиять на результат испытания, подключены и находятся в рабочем состоянии.

Компоненты, такие как конденсаторы или диоды, имеют короткое замыкание или разомкнутую цепь. Для устройства, не имеющего специального корпуса, необходимо предусмотреть внешний металлический корпус или каркас из проволочной сетки (с подкладкой из хлопка), который в 1,5 раза больше размера устройства (или отличается от него, в соответствии с заявлениями изготовителя) для имитации потенциально заземленных частей вокруг устройства.

При наличии специального ограждения с подкладкой из хлопка необходимо закрыть все отверстия. Внешняя специальная оболочка или каркас из проволочной сетки (если они предусмотрены) и любая заземленная или открытая металлическая деталь необходимо соединить через плавкий элемент F в соответствии с пунктом 9.3.4.1.2 d) из IEC 60947-1:2020, к цепи питания. Для каждого выявленного режима неисправности допускается использовать новый образец.

В течение 10 минут после начала испытания не допускается выброс пламени, расплавленного металла, возгорание хлопка. Не допускается размыкание плавкого элемента.

Примечание 1 – Во время этого испытания допускается нарушение основной функции.

Примечание 2 – Определение закрытого оборудования приведено в приложении С к стандарту IEC 60947-1:2020.

**9.2.12 Испытание на искусственное оптическое излучение**

Соответствие требованиям пункта 8.1.14 проверяют конструкцией, изучением технических характеристик изготовителя лампы и, при необходимости, измерением оптического излучения с последующим определением применимых групп риска в соответствии с IEC 62471.

Примечание – Руководство по методам измерений приведено в стандарте IEC 62471.

**9.2.13 Проверка энергии накопленного заряда**

Проверку предельного значения энергии, определенного в пункте 8.1.20, подтверждают измерением и расчетом по формуле (1).

где

*E* - энергия, выраженная в джоулях (Дж)

*C* - емкость, выраженная в фарадах (Ф)

*V* - измеренное напряжение на конденсаторе, в вольтах (В).

**9.3 Работоспособность**

**9.3.1 Последовательность проведения испытаний**

Различают следующие виды и последовательность проведения испытаний, проводимых на типовых образцах:

- Последовательность испытаний I (образец № 1):

Испытание № 1 - Пределы работоспособности контакторных приставок (9.3.3.2), если применимо;

Испытание № 2 – Превышение температуры (9.3.3.3);

Испытание № 3 - Электроизоляционные свойства (9.3.3.4);

Испытание № 4 - Механические и электрические свойства выводов (9.2.5);

– Последовательность испытаний II (образец № 2):

Испытание № 1 – Включающая и отключающая способности коммутационных элементов в условиях нормальных нагрузок (9.3.3.5.3);

Номер испытания 2 – Проверка электрической прочности изоляции (9.3.3.5.6 b));

– Последовательность испытаний III (образец № 3):

Испытание № 1 – Включающая и отключающая способности коммутационных элементов в условиях перегрузок (9.3.3.5.4)

Испытание № 2 – Проверка электрической прочности изоляции (9.3.3.5.6 b))

– Последовательность испытаний IV (образец № 4):

Испытание № 1 – Работоспособность при условном токе короткого замыкания (9.3.4);

Испытание № 2 – Проверка электрической прочности изоляции (9.3.3.5.6 b));

– Последовательность испытаний V (образец № 5):

Испытание № 1 – Степень защиты аппаратов для цепей управления в оболочке (IEC 60947-1:2020, Приложение С);

Испытание № 2 – Проверка целостности защитного заземления (9.2.9), если применимо;

Испытание № 3 – Испытание на вытягивание кабелепровода, испытание на крутящий момент и испытание на изгиб с металлическими кабелепроводами (9.2.8), если применимо.

– Последовательность испытаний VI (образец № 6):

Испытание № 1 – Измерение воздушных зазоров и путей утечки тока, в случае необходимости (8.1.4 из IEC 60947-1:2020);

Испытание № 2 – Проверка ограничения вращения поворотного переключателя (9.2.7);

Испытание № 3 – Проверка усилия срабатывания или крутящего момента (9.2.6).

Для испытаний, указанных в пунктах 9.2.2, 9.2.10, 9.2.11, 9.2.12 и 9.2.13, могут быть использованы дополнительные образцы, если это применимо.

Ни в одном из вышеуказанных испытаний не допускается отказов.

На одном образце допускается проводить более одной последовательности испытаний или все последовательности испытаний. Однако, испытания необходимо проводить в последовательности, указанной для каждого образца выше.

К аппаратам для цепей управления класса II применяют одну дополнительную последовательность испытаний, см. приложение F.

У аппаратов для цепей управления с интегрированными кабелями применяется одна дополнительная последовательность испытаний, см. приложение G.

Для полупроводниковых коммутационных элементов применяют одну дополнительную последовательность испытаний, см. приложение H.

Для световых индикаторов и индикаторным стойкам применяют 4 четыре дополнительные последовательности испытаний, см. приложение J.

К аппаратам для цепей управления с полным отключением цепи применяют две дополнительные последовательности испытаний в соответствии с K.9.3.1, а процедура для испытательной последовательности IV изменена, см. K.9.3.4.

**9.3.2 Общие условия испытаний**

**9.3.2.1 Общие положения**

Пункт 9.3.2.1 IEC 60947-1:2020 применяют со следующим дополнением:

Испытания проводят воздействием на орган управления с помощью устройства, отвечающего следующим требованиям 9.3.2.1, а) для линейного приложения усилия или, в соответствии с 9.3.2.1, перечисление b) или 9.3.2.1, перечисление с) для поворотных выключателей.

a) для нажимных кнопок и (или) вспомогательных устройств управления усилие (момент) управления должно(ен) прикладываться в направлении движения органа управления.

Усилие (момент) или ход рабочего органа аппарата должны удовлетворять следующим условиям согласно указаниям изготовителя:

- максимальное усилие (момент), воздействующее на орган управления, не должно(ен) более чем в 1,5 раза превосходить усилие (момент), установленное(ый) для максимального остаточного хода контактного элемента (элементов);

- остаточный ход контактных элементов должен составлять (50-80) % от полного остаточного хода, установленного конструкцией контактных элементов.

Во время всего цикла переключения, когда контакты перемещаются из разомкнутого положения в замкнутое (или наоборот), или, по крайней мере, в момент, когда осуществляется «операция коммутации», скорость рабочего органа аппарата для цепи управления, измеренная в диапазоне перемещений, где она касается органа управления, должна составлять от 0,05 до 0,15 м/с.

Механическая связь между аппаратом для цепей управления и органом управления должна иметь зазор (холостой ход), достаточный для того, чтобы аппараты управления не препятствовали свободному движению (перебросу) органа управления.

b) Для переключателей с полным круговым вращением в обе стороны один цикл воздействия аппаратов управления включает либо полный оборот органа управления по часовой стрелке, либо полный оборот против часовой стрелки. Однако в этом случае около трех четвертей полного числа циклов испытания должны быть осуществлены в направлении по часовой стрелке, а остальная часть от общего числа циклов - в направлении против часовой стрелки. Угловая скорость должна быть заявлена изготовителем. Предпочтительное значение находится в диапазоне от 0,5 до 1 оборота в секунду.

c) Для поворотных переключателей с ограниченным движением скорость вращения должна быть заявлена изготовителем. Предпочтительное значение находится в диапазоне от 1 до 4 оборотов в секунду.

**9.3.2.2 Испытательные параметры**

Пункт 9.3.2.2 IEC 60947-1:2020 применяют за исключением пункта 9.3.2.2.3

**9.3.2.3 Оценка результатов испытаний**

Состояние аппарата для цепей управления после каждого проведенного испытания проверяют на соответствие требованиями по испытаниям.

Аппарат для цепей управления рассматривают как отвечающий требованиям настоящего стандарта, если он удовлетворяет требованиям каждого испытания и (или) циклу испытаний в зависимости от случая.

**9.3.2.4 Протоколы испытаний**

Применяют пункт 9.3.2.4 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.3.3 Работоспособность при нулевой, нормальной нагрузках и перегрузке**

**9.3.3.1 Срабатывание**

Применяют пункт 9.3.3.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.3.3.2 Пределы срабатывания контакторных приставок**

Пункт 9.3.3.2 IEC 60947-1:2020 применяют с ограничениями, указанными в 8.2.1.2.

**9.3.3.3 Превышение температуры**

Пункт 9.3.3.3 IEC 60947-1:2020 применяют со следующим дополнением:

Все коммутационные элементы аппарата для цепей управления подвергают испытаниям. Все коммутационные элементы, которые могут быть включены одновременно, испытывают одновременно. Однако коммутационные элементы, образующие общую часть с механизмом переключения и сконструированные так, что контакты не могут оставаться в замкнутом положении, испытанию не подвергают. Для аппаратов с диапазоном испытательного тока до 8 А в соответствии с IEC 60947-1:2020 (таблица 9), испытание допускается проводить с минимальным сечением не менее 1 мм2.

Примечание – Допускается проведение несколько испытаний по контролю превышения температуры, если устройство для цепи управления имеет несколько положений, в которых контактные элементы замкнуты.

Минимальная длина каждого временного соединения, от зажима до зажима, должна составлять 1 м.

**9.3.3.4 Диэлектрические свойства**

**9.3.3.4.1 Типовые испытания**

Пункт 9.3.3.4.1 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующими дополнениями.

Требования к аппаратам для цепей управления класса защиты II, см. приложение F.

Требования к световым индикаторам и индикаторным стойкам, см. приложение J.

Добавить следующий текст после 2) c) iii) пункта 9.3.3.4.1 IEC 60947-1:2020:

Аппарат для цепей управления должен выдерживать испытательное напряжение, прикладываемое в следующих условиях:

– между токоведущими частями коммутационного элемента и частями аппарата для цепей управления, предназначенными для соединения с землей;

– между токоведущими частями коммутационного элемента и поверхностями аппарата для цепей управления, к которым возможно касание при эксплуатации и которые являются проводящими или стали таковыми после покрытия фольгой;

– между токоведущими частями коммутационных элементов, разделенных электрически.

**9.3.3.4.2 Стандартные испытания**

Подпункт 9.3.3.4.2 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующим дополнением.

Напряжение подают в течение минимальной продолжительности 1 с. Использование металлической фольги и внешних зажимных соединений не является обязательным.

Примечание – Возможно комбинированное испытание 9.3.3.4.2 IEC 60947-1:2020.

Если аппарат для цепей управления собран без проводки с использованием ранее испытанных устройств, то испытание диэлектрической прочности для комбинации не является необходимым.

ПРИМЕР Сборка ранее испытанных контактных блоков в корпусе.

**9.3.3.4.3 Выборочные испытания**

Применяют пункт 9.3.3.4.3 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.3.3.4.4 Испытания для оборудования с защитным разделением**

Применяют пункт 9.3.3.4.4 стандарта IEC 60947-1:2020.

**9.3.3.5 Включающая и отключающая способность**

**9.3.3.5.1 Общие положения**

Испытания для проверки включающей и отключающей способности проводят в соответствии с общими требованиями к испытаниям, указанными в 9.3.2.1.

**9.3.3.5.2 Испытательные цепи и соединения**

Испытания проводят на однополюсном аппарате или на одном полюсе многополюсного аппарата при условии, что конструкция и принцип действия всех полюсов одинаковы. Для устройств с диапазоном испытательного тока до 8 А в соответствии с IEC 60947-1:2020, таблица 9, испытание допускается проводить с минимальным поперечным сечением 1 мм2.

Рядом расположенные контакторные элементы рассматривают как элементы разной полярности, если иное не оговорено изготовителем.

Контакты форм С и Za на два направления имеют одинаковую полярность, переключающие контакты формы Zb - разную.

Однополюсные устройства или контактные элементы многополюсного устройства, имеющие одинаковую полярность, необходимо соединять по схеме, показанной на рисунке 7. Контактные элементы, не подлежащие испытанию, не присоединяют.

Контакты форм С и Za на два направления испытывают поочередно в нормально открытом и нормально закрытом положении и соединяют в соответствии с рисунком 7.

Электрически разделенные контактные элементы необходимо соединить в соответствии со схемой, показанной на рисунке 8. Соседние контактные элементы противоположной полярности, не подвергаемые испытаниям, необходимо совместно соединить с источником питания, как показано на рисунке.

Контакты формы Zb на два направления испытывают поочередно в нормально открытых и нормально закрытых положениях. Но два противоположно расположенных зажима подсоединяют к источнику питания, как показано на рисунке 8 для контакта противоположной полярности.

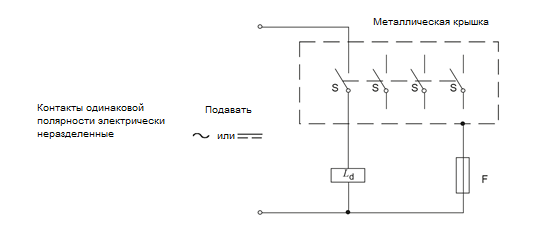
Если для операций включения и отключения требуются различные усилия, то вместо нагрузки в соответствии с рисунком 9, используют нагрузку *L*d в соответствии с рисунками 7 и 8.

Для испытаний на переменном токе нагрузка должна представлять собой индуктор с воздушным сердечником, включенный последовательно с резистором, если необходимо, для получения заданного коэффициента мощности. Индуктивную нагрузку шунтируют резистором, через который протекает 3% испытательного тока (см. рисунок 9).

Примечание 1 – Нагрузки со стальным сердечником могут влиять на синусоидальную форму тока испытательной нагрузки. Нагрузки с воздушным сердечником не вызывают таких эффектов.

Примечание 2 – В Соединенных Штатах Америки и Канаде используются как нагрузки с железным сердечником, так и нагрузки с воздушным сердечником.

Для испытаний на постоянном токе, чтобы получить указанный установившийся ток, испытательный ток должен увеличиваться от нуля до установившегося значения в пределах, показанных на рисунке 10. Для справки, пример нагрузки со стальным сердечником показан в приложении B. Испытательное напряжение и испытательный ток должны соответствовать таблице 2 и таблице 3. Применяемая испытательная схема указвают в протоколе испытаний.



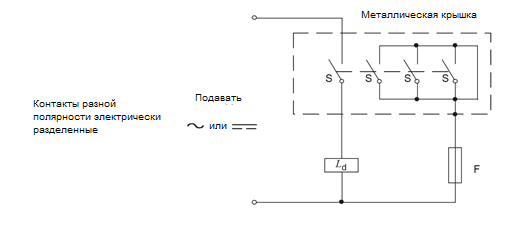
где:

*L*d – нагрузка в соответствии с рисунком 9;

F – предохранитель или устройство для измерения электрической прочности изоляции;

S контактный элемент (нормально разомкнутый и нормально замкнутый)

**Рисунок 7 – Испытательная схема для многополюсного выключателя – Контакты одинаковой полярности, электрически неразделенные**



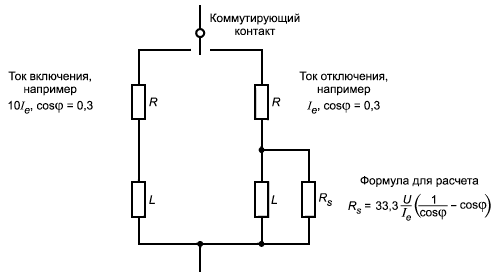
где:

*L*d – нагрузка в соответствии с рисунком 9;

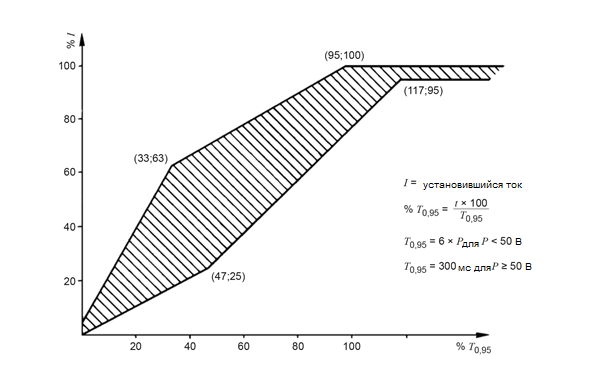
F – предохранитель или устройство для измерения электрической прочности изоляции;

S контактный элемент (нормально разомкнутый и нормально замкнутый).

**Рисунок 8 – Испытательная схема для многополюсного выключателя – электрически разделенные**



**Рисунок 9 – Схема нагрузки *L*d для условий испытаний, требующих различных значений токов включения и отключения и (или) коэффициентов мощности (постоянной времени)**



**Рисунок 10 – Предельные значения соотношения ток/время для испытательных цепей на постоянном токе**

**9.3.3.5.3 Включающая и отключающая способности коммутационных элементов в нормальных условиях**

Испытания предназначены для проверки способности аппарата для цепей управления выполнять свои предназначенные функции в соответствии с категорией использования.

При нагрузке, установленной в соответствии с таблицей 2, 6 050 рабочих циклов должны быть выполнены в следующей последовательности:

– 50 операций с интервалом 10 с при установленном напряжении 1,1 × *U*e;

– 10 операций с максимально возможной частотой при полном замыкании и размыкании контактов;

– 990 операций с интервалом 1 с;

– 5 000 операций с интервалом 10 с (или с более коротким интервалом, указанным изготовителем).

Если конструкция аппарата не позволяет осуществить циклы быстрого включения-отключения, например, реле перегрузки, то операции включения-отключения производят с интервалом 10 с или со скоростью, на которую рассчитан конкретный аппарат.

Для коммутационных аппаратов для цепей управления, например, контакторов, автоматических выключателей, число циклов включений-отключений должно соответствовать установленным значениям рабочих характеристик конкретного коммутационного аппарата (см. стандарты на коммутационные аппараты конкретных видов).

**9.3.3.5.4 Включающая и отключающая способности коммутационных элементов в условиях перегрузок**

Испытание предназначено для проверки способности аппарата для цепей управления включать и отключать токи цепей с электромагнитными нагрузками. Параметры нагрузок, а также циклы оперирования должны соответствовать таблице 3.

**9.3.3.5.5 Свободный пункт**

**9.3.3.5.6 Результаты испытаний**

Следующие критерии должны быть полностью соблюдены.

a) В процессе испытаний по 9.3.3.5.3 и 9.3.3.5.4 не должно быть никаких электрических или механических повреждений аппарата, в т.ч. повреждений пайки контактов, затягивания дуги, выхода из строя предохранителей.

b) После проведения испытаний по 9.3.3.5.3 и 9.3.3.5.4 аппарат должен выдерживать испытательное напряжение промышленной частоты равное 2 × *U*e, но не ниже 1 000 В, как указано в 9.3.3.4.1.

**9.3.4 Работоспособность в условиях короткого замыкания**

**9.3.4.1 Основные условия испытаний при коротком замыкании**

Коммутационный элемент должен быть новым и чистым, смонтированным в рабочем положении.

Условия и процедура испытаний для полупроводниковых коммутационных элементов и управляющих переключателей с прямым размыкающим действием см. в H.9.3.4.

**9.3.4.2 Процедуры испытания**

Допускается перед испытанием провести небольшое число переключений коммутационного элемента вхолостую или с переключением тока, значение которого не должно превышать номинальное.

Контактный элемент с двумя выводами испытывают с органом управления в положении, которое соответствует положению замыкания испытуемого коммутационного элемента.

Контактный элемент, подлежащий испытанию, соединяют последовательно с защитным устройством от токов короткого замыкания, с полным сопротивлением нагрузки и отдельным коммутационным устройством в однофазную схему в соответствии с рисунком 11. Испытательные параметры должны соответствовать 9.3.4.3.

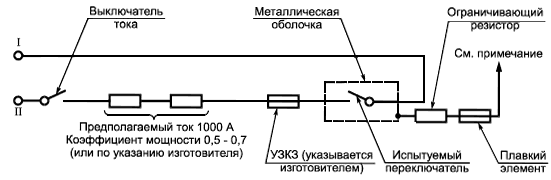
При испытании включение тока производят отдельным выключателем; испытательный ток поддерживают, пока не сработает устройство защиты от токов короткого замыкания.

Испытание проводят три раза на одном и том же контактном элементе; после каждого испытания устройство защиты от токов короткого замыкания (далее - УЗКЗ) должно быть отрегулировано снова или заменено. Интервал между испытаниями должен быть не менее 3 мин. Реальный интервал указывают в протоколе испытаний.

Испытание контактных элементов на два направления проводят отдельно на замыкающих и размыкающих контактах.

Примечание - Аппараты для цепей управления, имеющие одновременно контактные элементы с двумя выводами и контактные элементы на два направления, должны испытываться как два аппарата разных типов.

Каждый контактный элемент испытывают на отдельном аппарате для цепей управления.



Примечание – Металлическая оболочка, последовательно соединенная с ограничивающим резистором и плавким элементом, подсоединенная к I или II.

**Рисунок 11 – Испытательная схема при проверке условного тока короткого замыкания**

**9.3.4.3 Испытательная схема и значения испытательных параметров**

Коммутационный элемент монтируют последовательно с устройством защиты от токов короткого замыкания, тип и характеристики которого указывает изготовитель, и коммутационным аппаратом, предназначенным для замыкания цепи при испытании.

Испытательная цепь должна иметь коэффициент мощности от 0,5 до 0,7 посредством включения в нее индуктивности без магнитного сердечника, соединенной последовательно с резистором, и быть отрегулирована на предполагаемый ток 1000 А или другое значение, если оно оговорено изготовителем, но не менее 100 А, при номинальном значении рабочего напряжения. Напряжение в разомкнутой цепи должно составлять 1,1 максимального номинального рабочего напряжения коммутационного элемента.

Коммутационный элемент подключают к цепи с помощью проводника общей длиной 1 м и сечением, соответствующим рабочему току коммутационного элемента. Для устройств с диапазоном испытательного тока до 8 А в соответствии с IEC 60947-1:2020, таблица 9, испытание допускается проводить с минимальным поперечным сечением 1 мм2.

**9.3.4.4 Состояние коммутационного элемента после испытания**

Следующие критерии должны быть полностью соблюдены.

a) после испытания на короткое замыкание должна быть обеспечена возможность отключения коммутационных элементов с помощью штатного механизма управления;

b) После испытания аппарат должен выдерживать напряжение промышленной частоты равное 2 × *U*e, но не менее 1 000 В, в соответствии с 9.3.3.4.1.

**9.4 Испытания на ЭМС**

**9.4.1 Общие положения**

Пункты 9.3.2.1 и 9.4.1 IEC 60947-1:2020, применяют со следующими дополнениями.

– Аппаратура для цепей управления, предназначенные для установки в отверстии панели, должны быть установлены в отверстии, которое расположено в центре заземленной квадратной металлической пластины.

Аппаратура для цепей управления, предназначенные для установки на поверхностях или на стандартных рейках, установливают непосредственно на заземленной квадратной металлической пластине или на стандартной рейке, которая закреплена на заземленной квадратной металлической пластине.

Аппаратура для цепей управления, предназначенные для установки в соответствующих металлических корпусах, устанавливают в заземленном металлическом корпусе с наименьшим доступным размером или на заземленной приблизительно квадратной металлической пластине, в зависимости от того, какая конфигурация дает наихудшие результаты.

– Размер металлической пластины должен быть (300 x 300) ±50 мм, а толщина мм.

– Если иное не требуется базовой публикацией ЭМС, соединительные провода должны быть м. Если длина соединительных проводов отличается от 2 м, длину указывают в протоколе испытаний.

– Для аппаратуры для цепей управления, не имеющих встроенных кабелей, тип используемого кабеля или провода должен соответствовать технической документации на изделие и записан в протоколе испытаний.

– Испытуемый электроаппарат должен находиться во включенном состоянии или в отключенном состоянии, в зависимости от того, что хуже. Проверенное состояние записывают в протоколе испытаний. Если наихудший случай не может быть оценен предварительными испытаниями, испытуемый электроаппарат испытывают во включенном и отключенном состоянии.

– Испытания на месте не принимаются.

Для испытаний на ЭМС аппаратуры для цепей управления со встроенным интерфейсом связи в соответствии с IEC 61131-9:2022 применяется раздел O.9.1.2.

**9.4.2 Помехоустойчивость**

**9.4.2.1 Электростатические разряды**

Испытание проводят в соответствии с IEC 61000-4-2:2008 и условиями, указанными в таблице 12, повторяют 10 раз в каждой контрольной точке с минимальным временным интервалом 1 с между импульсами. Выбор контрольных точек осуществляется в соответствии с пунктом 8.3 IEC 61000-4-2:2008.

**9.4.2.2 Излучаемые радиочастотные электромагнитные поля**

Испытание проводят в соответствии с IEC 61000-4-3:2020 с условиями, указанными в таблице 12.

Длина соединительных проводов и расположение проводки должны соответствовать IEC 61000-4-3:2020.

**9.4.2.3 Быстрые электрические переходные процессы/импульсы напряжения**

Испытание проводят в соответствии с IEC 61000-4-4:2012 с условиями, указанными в таблице 12.

**9.4.2.4 Импульсы напряжения**

Испытание проводят с использованием методов IEC 61000-4-5:2014 и IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017 с условиями, указанными в таблице 12.

Импульсы напряжения прикладывают:

а) между выводами, предназначенными для подключения к источнику питания;

b) между каждым выводом, предназначенным для подключения к источнику питания, и каждым выходным выводом полупроводниковых коммутационных элементов, если таковые имеются.

Частота повторения приложений должна составлять один импульс в минуту, при этом количество импульсов должно быть пять положительных и пять отрицательных.

После испытания испытуемый электроаппарат должен выдерживать силовое частотное напряжение 2 × *U*e, но не менее 1 000 В, приложенное, как указано в 9.3.3.4.1.

Примечание 1 – Если все испытания на устойчивость проводятся на одном и том же образце, испытание на частоту питания допускается проводить после последнего испытания на помехоустойчивость.

Примечание 2 – Для устройств, уже прошедших типовые испытания в соответствии с IEC 60947-5-1:2016 или более ранними изданиями, повторное испытание, включающее испытание на частоту питания не требуется.

**9.4.2.5 Кондуктивные помехи, вызванные радиочастотными полями**

Испытание проведят в соответствии с IEC 61000-4-6:2023 с условиями, указанными в таблице 12.

**9.4.2.6 Магнитные поля промышленной частоты**

Испытание проводят в соответствии с IEC 61000-4-8:2010 с условиями, указанными в таблице 12.

**9.4.2.7 Провалы и прерывания напряжения**

Испытание проводят в соответствии с IEC 61000-4-11:2020 с условиями, указанными в таблице 12.

**9.4.2.8 Условия испытаний на иммунитет**

**Таблица 12 – Испытания на иммунитет**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Типовые испытания** | | **Требуемый уровень испытаний** | | **Критерий эффективности** | |
| Испытание на устойчивость к электростатическому разряду IEC 61000-4-2 | | Выброс воздуха | ±8 кВ | B a | |
| Контактный разряд | ±4 кВ | B a | |
| Испытание на устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю IEC 61000-4-3 | | От 80 МГц до 1 ГГц | 10 В/м | A | |
| От 1,4 до 6 ГГц | 3 В/м | A | |
| Испытание на устойчивость к быстрым электрическим переходным процессам/импульсам IEC 61000-4-4 | | ±2 кВ / 5 кГц и/или 100 кГц b на разъемах питания  ±1 кВ / 5 кГц и/или 100 кГц b на сигнальных портах c | | B a | |
| Испытание на устойчивость к перенапряжению d  IEC 61000-4-5 | | ±2 кВ (фаза-земля)  ±1 кВ (фаза-фаза) | | B | |
| Испытание на устойчивость к кондуктивным помехам, вызванным радиочастотными полями IEC 61000-4-6 | | От 150 кГц до 80 МГц | 10 В | A | |
| Испытание на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты e  IEC 61000-4-8 | | 30 A/м | | A | |
| Испытание на устойчивость к перепадам напряжения f, g (50/60 Гц)  IEC 61000-4-11 | 0 % во время 0,5 цикла | | | B a  ч |
| 0 % во время 1 цикла | | | B |
| 40 % во время 10/12 циклов | | | C |
| 70 % во время 25/30 циклов | | | C |
| Испытание на устойчивость к коротким прерываниям f, g (50/60 Гц) IEC 61000-4-11 | 0 % во время  250/300 циклов при 0° | | | C |
| a Для сохранения функциональности на системном уровне (например, автоматизация или процесс) состояние коммутационного элемента не должно меняться более чем на 1 мс для устройств постоянного тока или на один полупериод частоты питания для устройств переменного тока.  b b Испытание может проводиться на одной или на обеих частотах повторения. Ранее использовалась частота повторения 5 кГц, однако 100 кГц ближе к реальности.  c Применяется только для портов, подходящих для подключения кабеля длиной более 3 м.  d Испытания не проводятся для портов питания постоянного тока и сигнальных портов с длиной кабеля менее 30 м. При длине более или равной 30 м см. таблицу 2 и таблицу 3 IEC 61000-6-2:2016. Данное испытание не применяется для входных/выходных портов постоянного тока ≤ 60 В, если вторичные цепи (изолированные от сети переменного тока) не подвержены переходным перенапряжениям).  е Применимо только к оборудованию, содержащему устройства, восприимчивые к магнитным полям промышленной частоты, например, датчики Холла.  f Значение перед символом солидуса (/) относится к испытаниям на частоте 50 Гц, а значение за ним - к испытаниям на частоте 60 Гц.  g Указанный процент означает процент от номинального рабочего напряжения, например, 0 % означает 0 В. Указанный процент означает процент от номинального рабочего напряжения, например, 0 % означает 0 В.  h Для устройств с потребляемой мощностью более 750 мВт время восстановления переключающего элемента может быть больше одного полуцикла, но должно быть меньше максимального времени восстановления. | | | | |

**9.4.3 Выбросы**

Испытания проводят в соответствии с классификацией оборудования, указанной в пункте 5 CISPR 11:2015 для оборудования Группы 1, Класса A. Пределы выбросов, указанные в пункте 6 CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016 и CISPR 11:2015/AMD2:2019, применяют вместе с методами испытаний, указанными в Пункте 7 CISPR 11:2015 и CISPR 11:2015/AMD1:2016. При ссылке на пункт 7 CISPR 11:2015 первый и второй абзацы 7.1 CISPR 11:2015 исключаются.

В случае, если оборудование содержит порт(ы) для связи через проводную сеть, порт(ы) испытывают в соответствии с CISPR 32. Устройства цепей управления, подпадающие под действие настоящего документа, предназначены для использования в среде A.

В случаях, когда оборудование предназначено для использования в среде класса B (низковольтные сети общего пользования, такие как бытовые, коммерческие и легкие промышленные помещения/установки), оно должно соответствовать уровням испытаний для устройств группы 1, класса B, указанным в пункте 6 CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016 и CISPR 11:2015/AMD2:2019, или уведомление согласно пункту 6.3 IEC 60947-1:2020 должно быть включено в инструкции, чтобы сделать его доступным потенциальным клиентам.

**9.4.4 Результаты испытаний и протокол испытаний**

Результаты испытаний должны быть задокументированы в комплексном протоколе испытания. Протокол испытаний должен содержать цель, результаты и всю необходимую информацию об испытаниях. В протоколе испытаний указывают идентификационные признаки испытываемого аппарата для цепей управления, включая схему соединительных проводов и, если применимо, необходимое вспомогательное оборудование. Любое отклонение от плана испытаний должно упоминаться.

Примечание – Содержание плана испытаний указано в соответствующем базовом стандарте (см. серию IEC 61000, например, пункт 10 IEC 61000-4-2:2009).

**Приложение A**(обязательное)  
**Электрические параметры согласно категориям применения (см. 4.1)**

**Таблица А.1 – Примеры обозначения номинальных характеристик контактов согласно категориям применения**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Обозначение а** | **Категория применения** | **Условный тепловой ток в оболочке**  ***I*the**  **А** | **Номинальное значение рабочего тока *I*e (А), при рабочих напряжениях *U*e** | | | | | | **Номинальная мощность b**  **В·А** | |
| **Переменный ток** | |  | **120 В** | **240 В** | **380 В** | **480 В** | **500 В** | **600 В** | **Вклю-**  **чение (М)** | **Отклю-**  **чение (Р)** |
| А150 | АС-15 | 10 | 6 | – | – | – | – | – | 7200 | 720 |
| А300 | АС-15 | 10 | 6 | 3 | – | – | – | – | 7200 | 720 |
| А600 | АС-15 | 10 | 6 | 3 | 1,9 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 7200 | 720 |
| В150 | АС-15 | 5 | 3 | – | – | – | - | – | 3600 | 360 |
| В300 | АС-15 | 5 | 3 | 1,5 |  |  |  |  | 3600 | 360 |
| В600 | АС-15 | 5 | 3 | 1,5 | 0,95 | 0,75 | 0,72 | 0,6 | 3600 | 360 |
| С150 | АС-15 | 2,5 | 1,5 | – | – | – | – | – | 1800 | 180 |
| С300 | АС-15 | 2,5 | 1,5 | 0,75 | – | – | – | – | 1800 | 180 |
| С600 | АС-15 | 2,5 | 1,5 | 0,75 | 0,47 | 0,375 | 0,35 | 0,3 | 1800 | 180 |
| D150 | АС-14 | 1 | 0,6 | – | – | – | – | – | 432 | 72 |
| D300 | АС-14 | 1 | 0,6 | 0,3 | – | – | – | – | 432 | 72 |
| Е150 | АС-14 | 0,5 | 0,3 | – | – | – | – | – | 216 | 36 |
| **Постоянный ток** | |  | **125 В** | **250 В** |  | **400 В** | **500 В** | **600 В** |  |  |
| N150 | DC-13 | 10 | 2,2 | – |  | – | – | – | 275 | 275 |
| N300 | DC-13 | 10 | 2,2 | 1,1 |  | – | – | – | 275 | 275 |
| N600 | DC-13 | 10 | 2,2 | 1,1 |  | 0,63 | 0,55 | 0,4 | 275 | 275 |
| Р150 | DC-13 | 5 | 1,1 | – |  | – | – | – | 138 | 138 |
| Р300 | DC-13 | 5 | 1,1 | 0,55 |  | – | – | – | 138 | 138 |
| Р600 | DC-13 | 5 | 1,1 | 0,55 |  | 0,31 | 0,27 | 0,2 | 138 | 138 |
| Q150 | DC-13 | 2,5 | 0,55 | – |  | – | – | – | 69 | 69 |
| Q300 | DC-13 | 2,5 | 0,55 | 0,27 |  | – | – | – | 69 | 69 |
| Q600 | DC-13 | 2,5 | 0,55 | 0,27 |  | 0,15 | 0,13 | 0,1 | 69 | 69 |
| R150 | DC-13 | 1 | 0,22 | – |  | – | – | – | 28 | 28 |
| R300 | DC-13 | 1 | 0,22 | 0,10 |  | – | – | – | 28 | 28 |
| а Буква в обозначении указывает на условный тепловой ток в оболочке и его род (переменный или постоянный), например буква B означает 5 А переменного тока. Номинальное напряжение изоляции *U*i не менее цифры после буквы.  b Соотношение между номинальным рабочим током *I*e (А), номинальным рабочим напряжением *U*e  (В) и полной разрывной мощностью B (ВА), при отключении выражается формулой B = *U*e∙*I*e. | | | | | | | | | | |

**Таблица А.2 – Примеры характеристик полупроводниковых коммутационных элементов при частоте 50 Гц и/или 60 Гц**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Характеристика коммутационного элемента** | **Номинальный рабочий ток *I*e** | **Номинальный ток включения**  **A** | | | | **Минимальный рабочий ток** | **Максимальный ток в отключенном состоянии** |
| **Обозначение** | **A** | AC15 | AC14 | AC13 | AC12 | **A** | **мА** |
| SA | 10 | 100 | 60 | 20 | 10 | 0,1 | 15 |
| SB | 5 | 50 | 30 | 10 | 5 | 0,1 | 15 |
| SC | 2 | 20 | 12 | 4 | 2 | 0,05 | 10 |
| SD | 1 | 10 | 6 | 2 | 1 | 0,05 | 10 |
| SE | 0,5 | 5 | 3 | 1 | 0,5 | 0,01 | 10 |
| SF | 0,25 | 2,5 | 1,5 | 0,5 | 0,25 | 0,01 | 5 |
| SG | 0,1 | 1 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,01 | 3 |
| Номинальное рабочее напряжение должно быть указано изготовителем. | | | | | | | |

**Таблица A.3 – Примеры характеристик полупроводниковых коммутационных элементов для постоянного тока**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Характеристика коммутационного элемента** | **Номинальный рабочий ток**  ***I*e** | **Номинальный ток включения**  **A** | | | **Максимальный ток в отключенном состоянии** |
| **Обозначение** | **A** | **DC14** | **DC13** | **DC12** | **мA** |
| SN | 10 | 100 | 10 | 10 | 5 |
| SP | 5 | 50 | 5 | 5 | 4 |
| SQ | 2 | 20 | 2 | 2 | 4 |
| SR | 1 | 10 | 1 | 1 | 2 |
| SS | 0,5 | 5 | 0,5 | 0,5 | 2 |
| ST | 0,25 | 2,5 | 0,25 | 0,25 | 1 |
| SU | 0,1 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0,4 |
| SV | 0,05 | 0,5 | 0,05 | 0,05 | 0,2 |
| Номинальное рабочее напряжение должно быть указано изготовителем. | | | | | |

**Приложение В**(рекомендуемое)  
**Примеры испытательных индуктивных нагрузок контактов на постоянном токе**

**В.1 Общие положения**

Индуктивные нагрузки в цепях управления постоянного тока возникают в основном в электромагнитных реле, контакторах и соленоидах с железным сердечником мощностью 50 Вт или менее. Влияние таких нагрузок на контакты аппаратов для цепей управления определяется энергией, накопленной в индуктивности, которая зависит от среднего коэффициента нарастания тока в индуктивности и от величины индуктивности.

Опытным путем установлено, что индуктивные нагрузки до 50 Вт почти всегда имеют длительность возрастания тока до 95% значения тока установившегося режима (*Т*0,95), равную 6 мс/Вт или менее.

**В.2 Конструкция**

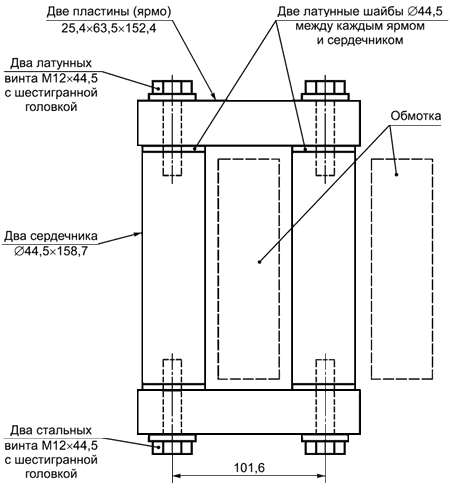
Чтобы приблизиться к реальным нагрузкам для испытания контактов, используемых в цепях управления постоянного тока, допускается применять следующие индуктивные нагрузки.

Магнитная цепь должна состоять из двух стальных сердечников диаметром 44,5 мм, длиной 158,7 мм, прикрепленных за концы винтами к стальному ярму размерами 25,4х63,5х152,4 мм. Расстояние между осями крепежных отверстий – 101,6 мм (см. рисунок В.1). Используемая сталь имеет сопротивление от 13,3 до 19,9 мкОм/см (этому требованию удовлетворяют холоднокатаные стали с низким содержанием углерода марок AISI 1010, 1015, 1018 или 116).

Немагнитный зазор величиной от 0,127 до 0,762 мм распологают на конце каждого сердечника, между сердечником и ярмом. Для крепления ярма следует использовать немагнитные винты со стороны зазора и стальные винты – с другой стороны.

Катушка, показанная на рисунке В.1, намотана на один из сердечников. Ток в катушке от источника испытательного напряжения регулируют до значений, указанных в таблице В.1, с помощью последовательно включенного резистора.

Величину зазора подбирают таким образом, чтобы ток в катушке возрастал от 0% до 95% своего полного значения в пределах, указанных на рисунке 9. Если ток снижается раньше длительности, меньшей чем предельная, сечение железного ярма увеличивают, если ток снижается после длительности, большей чем предельная, сечение ярма уменьшают



**Рисунок В.1 – Конструкция нагрузки для испытаний контактов на постоянном токе**

**Таблица В.1 – Нагрузки для цепей постоянного тока**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Конструкция катушки** | | | | | |
| **Испытательное напряжение** | **Число витков** | **Сечение провода** | **Ориентировочное сопротивление катушки** | **Предельный ток в цепи с последовательно включенным резистором** | **Мощность при испытательном напряжении** |
| В | мм2 | Ом | A | Вт |
| 125 | 7 000 | 0,52 | 74 | 1,1 | 138 |
| 250 | 14 000 | 0,26 | 295 | 0,55 | 138 |
| 600 | 33 400 | 0,10 | 1 680 | 0,20 | 120 |

**Приложение С**(обязательное)  
**Специальные испытания на износостойкость**

**С.1 Общие положения**

**С.1.1 Износостойкость**

Специальные испытания на износостойкость (см. 8.2.4.3), описанные в Приложении С проводят по усмотрению изготовителя. Если изготовитель установил значение механической и (или) коммутационной износостойкости, то это значение должно соответствовать результатам, полученным при специальных испытаниях согласно С.2 и (или) С.3.

Оба вида износостойкости относятся к полностью собранным аппаратам для цепей управления и должны быть выражены в виде числа циклов оперирования (см. С.2.1 и (или) С.3.1).

Предпочтительными значениями износостойкости (в миллионах циклов) являются следующие: 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 1; 3; 10; 30 или 100.

Примечание – Механическая износостойкость может быть заявлена на основании опыта эксплуатации аналогичной конструкции.

**C.1.2 Разновидности испытаний**

**C.1.2.1 Общие положения**

Любое испытание проводят в соответствии с общими условиями по 9.3.2.1 при частоте оперирования, равной или превышающей значение, установленное изготовителем. Подвижные части аппарата должны достичь максимальных рабочих положений в каждом направлении движения.

Результаты испытаний проверяют статистическим анализом в соответствии с методами испытаний: простое испытание восьми образцов (см. С.1.2.2) или двойное испытание трех образцов (см. С.1.2.3).

Примечание – Простое испытание восьми образцов или двойное испытание трех образцов указаны в 2859-1:1999 (см. таблицу 10-C-2 и Таблица 10-D-2). Испытания выбраны для проверки ограниченного количества аппаратов для цепей управления и получения тех же самых статистических характеристик (приемлемый уровень качества 10%). Допускается использовать другие методы для получения приемлемого уровня качества 10%.

**С.1.2.2 Простое испытание восьми образцов**

Восемь аппаратов для цепей управления испытвают на установленное число циклов оперирования.

Аппараты считают выдержавшими испытания, если имеются повреждения после испытаний не более, чем на двух образцах.

**С.1.2.3 Двойное испытание трех образцов**

Три аппарата для цепей управления подвергают испытанию на установленное число циклов оперирования.

Результаты испытаний считают положительными, если на испытуемых образцах повреждений не обнаружено, и отрицательными - если повреждено более одного образца. При повреждении одного образца необходимо дополнительно испытать еще три образца. Результаты испытания считают положительными, если на дополнительно отобранной партии образцов отсутствуют повреждения.

**C.1.3 Критерии повреждения**

Во время испытания электрического контакта по С.2.2 и С.3.2 не допускается электрических и механических повреждений.

После испытания коммутационный элемент должен выдержать испытание электрической прочности изоляции по 9.3.3.4 испытательным напряжением, равным 2 *U*e, но не менее 1000 В.

После испытания электромагнитные управляющие аппаратов должны соответствовать пределам эксплуатации силового оборудования при температуре окружающего воздуха 23 °C +/-5 °C в соответствии с 8.2.1.2 стандарта IEC 60947‑1:2020.

**C.2 Механическая износостойкость**

**C.2.1 Общие положения**

Механическая износостойкость аппарата для цепей управления характеризуется числом циклов оперирования без нагрузки, которое без замены или ремонта деталей выдержали не менее 90% образцов.

**С.2.2 Разновидность испытаний**

Испытания проводят в соответствии с С.1.2.

В процессе испытаний необходимо осуществлять периодический контроль за контактами при напряжении и токе, указанных изготовителем, при этом не допускается повреждений контактов (см. С.1.3).

**С.3 Коммутационная износостойкость**

**С.3.1 Общие положения**

Коммутационная износостойкость аппарата для цепей управления характеризуется числом циклов оперирования под нагрузкой, которое без замены или ремонта деталей выдержали не менее 90% образцов.

**C.3.2 Условия испытаний**

**C.3.2.1 Общие положения**

Испытания на коммутационную износостойкость включают в себя оперирование аппаратом в условиях в соответствии с таблицей С.1, по С.3.2.1 - при переменном токе или по С.3.2.2 - при постоянном токе.

Каждый цикл механического оперирования должен состоять из включения и отключения испытательного тока.

Длительность протекания тока должна быть не более 50% и не менее 10% продолжительности цикла срабатываний. Если применяют испытательную схему, представленную на рисунке С.1, продолжительность протекания тока при 10 *I*e должна быть такой, чтобы не вызвать чрезмерного перегрева.

Допускается также проведение данного испытания при реальной нагрузке, на которую рассчитан аппарат для цепей управления.

**Таблица С.1 – Включающая и отключающая способности при испытаниях на коммутационную износостойкость**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Род тока** | **Категория применения** | **Включение** | | | **Отключение** | | |
| Переменный | AC-15 | *I* | *U* | cos φ | *I* | *U* | cos φ |
| 10 *I*e | *U*e | 0,7a | *I*e | *U*e | 0,4a |
| Постоянный b | DC-13 | *I* | *U* | *T*0,95 | *I* | *U* | *T*0,95 |
| *I*e | *U*e | 6 × *P* c | *I*e | *U*e | 6 × *P* c |
| *I*e номинальный рабочий ток  *U*e номинальное рабочее напряжение  *P* = *U*e × *I*e потребляемая мощность в установившемся режиме, Вт | | | *I* ток включения или отключения  *U* напряжение  *T*0,95 время достижения 95% от тока установившегося режима, мс. | | | | |
| a Значения коэффициентов мощности являются условными и применяются для цепей, которые имитируют электрические характеристики цепей катушки. Следует отметить, что для цепей с коэффициентом мощности 0,4 испытательная схема имеет параллельно включенные резисторы с целью имитации эффекта ослабления потерь реального электромагнита за счет токов Фуко.  b Для электромагнитных нагрузок в цепях постоянного тока с коммутационной аппаратурой, снижающей сопротивление цепей, номинальный рабочий ток должен быть не менее максимального значения пускового тока.  c Величина «6×*Р»* является результатом эмпирического соотношения, которое, как полагают, представляет большинство электромагнитных нагрузок в цепях постоянного тока, до верхней мощности *Р*=50 Вт, т.е. 6·×*Р =300* мс. Предполагается, что нагрузки потребляемой мощности свыше 50 Вт составлены из нагрузок меньшей мощности, включенных параллельно. Следовательно, значение 6·*Р*=300 мс должно составлять верхний предел независимо от величины поглощаемой энергии.. | | | | | | | |

**С.3.2.1 Испытания на переменном токе**

Используют схему, представленную на рисунке С.1, содержащую:

– цепь включения тока, состоящую из индуктора с воздушным сердечником, соединенного последовательно с резистором, с коэффициентом мощности 0,7, пропускающую ток 10 *I*e;

– цепь отключения тока, состоящую из индуктора с воздушным сердечником и последовательно включенным резистором, параллельно которым включен резистор, через который проходит 3% тока отключения *I*e так, что общий коэффициент мощности составляет 0,4.

Если контактный элемент имеет длительность дребезга менее 3 мс, допускается проводить испытания по упрощенной схеме согласно рисунка С.2.

В протоколе испытания указывают примененную испытательную схему.

**С.3.2.2 Испытания на постоянном токе**

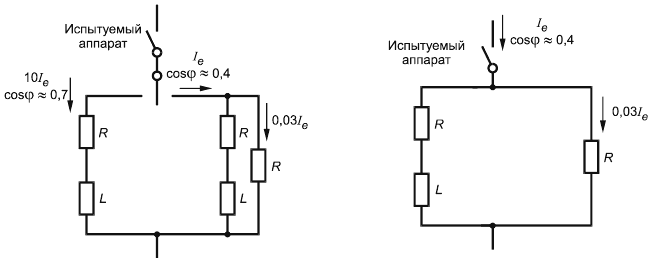
Используемые испытательные схемы должны содержать:

a) индуктор с воздушным сердечником, соединенный последовательно с резистором.

Резистор подключают к зажимам испытательной схемы для имитации ослабления тока, имеющего место за счет токов Фуко: величина резистора должна быть такой, чтобы через него протекал 1% испытательного тока; или

b) индуктор с железным сердечником и последовательно соединенным резистором в случае необходимости, с целью получения значения *T*0,95, указанных в таблице С.1

С помощью осциллографа следует убедиться, что время достижения 95% тока установившегося режима равно величине, указанной в таблице С.1, ±10%, и что время достижения 63% значения установившегося тока равно трети значения, указанного в таблице С.1, ±20%.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Рисунок C.1 – Нормальная схема (см. C.3.2.2)** |  | **Рисунок C.2 – Упрощенная схема**  **(см. C.3.2.2)** |

**Приложение D**(обязательное)  
**Дополнительные требования к магнитным выключателям с герконовым контактом**

Примечание – Нумерация Приложения D основана на нумерации данного стандарта.

**D.1 Общие положения**

Приложение D применяется к аппаратам для цепей управления промышленного назначения, включающим элементы коммутации герконовых контактов, управляемые постоянными магнитами, соленоидами или другими магнитными источниками. Эти устройства также должны соответствовать соответствующим требованиям настоящего стандарта. Целью Приложения D является установление дополнительных требований к магнитным переключателям герконовых контактов, которые не содержатся в настоящем стандарте.

**D.4 Классификация**

Пункт 4 применяют со следующим дополнением.

Герконовые магнитные выключатели также могут быть классифицированы в соответствии с пунктом 4 IEC 60947‑5‑2:2019.

**D.5 Характеристики**

Пункт 5 применяют со следующими изменениями.

**D.5.1.1 Общие положения**

**D.5.1.1.1 Работа герконового магнитного переключателя**

Выходной сигнал определяется наличием или отсутствием магнитного привода, который вызывает изменение магнитного поля в зоне обнаружения.

**D.5.1.1.2 Рабочие расстояния герконового магнитного выключателя**

Для герконовых магнитных выключателей с отдельным магнитным приводом номинальное рабочее расстояние *s*n указывает изготовитель.

Для кодированных магнитных выключателей гарантированное рабочее расстояние *s*ao и гарантированное расстояние срабатывания *s*ar также указывает изготовитель.

**D.6 Информация изделия**

**D.6.1 Характер информации**

Применяют подпункт 6.1 со следующим дополнением:

z) рабочие расстояния

Для кодированных магнитных выключателей, используемых в приложениях, связанных с безопасностью, см. также 9.2 ISO 14119:2013.

**D.7 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортировки**

Пункт 7 применяют со следующими изменениями.

**D.7.1.1 Температура окружающего воздуха**

*Дополнение:*

Для герконовых бесконтактных выключателей, используемых в условиях промышленного оборудования, применяют 7.1.2.1 стандарта IEC 60947-5-2:2019.

Примечание – Для использования при высоких температурах допускается использовать пункт 9.3.9 IEC 62246-4:2023 и приложение D IEC 62246-1-1:2018.

**D.7.1.3.1 Влажность**

*Дополнение:*

Для герконовых бесконтактных выключателей, используемых в условиях промышленного оборудования, применяют пункт 7.1.4.1 IEC 60947-5-2:2019.

**D.7.3 Монтаж**

*Дополнение:*

Для герконовых бесконтактных выключателей, в условиях промышленного оборудования, применяют п. 7.3 стандарта IEC 60947-5-2:2019.

Для кодированных магнитных выключателей, используемых в приложениях, связанных с безопасностью, см. требования к блокировочным устройствам типа 4 в ISO 14119:2013.

**D.8 Требования к конструкции и производительности**

Пункт 8 применяют со следующими изменениями.

**D.8.1.5 Привод**

Магнитные выключателей с герконовым контактом проверяют на работоспособность наличием или отсутствием магнитного привода перед чувствительной поверхностью.

**D.8.1.12 Степени защиты закрытого оборудования**

Пункт 8.1.12 применяют со следующим дополнением:

Для герконовых бесконтактных выключателей, используемых в условиях промышленного оборудования, применяют 8.1.10 IEC 60947-5-2:2019.

Для герконовых поплавковых выключателей см. также пункт 9.10.3 IEC 62246-4:2023.

**D.8.2.1 Условия эксплуатации**

Принципы работы расстояний срабатывания для герконовых магнитных переключателей с использованием магнитных приводов, ферромагнитных пластин и жидкостей см. в Приложении C IEC 62246-4:2023.

Для некодированных магнитных выключателей, используемых в приложениях, связанных с безопасностью, см. требования к блокировочным устройствам типа 3 в IEC 60947-5-3:2013 и ISO 14119:2013.

**D.9 Испытания**

**D.9.2.1 Общие положения**

Пункт 9.2.1 применяют со следующим дополнением:

Пункт 9.4.1 IEC 60947-5-2:2019 может быть применен для испытаний рабочих расстояний.

Примечание – В случае, если применение магнитного выключателя с герконовым контактом определяет дополнительные требования (например, использование при высоких температурах), превышающие указанные в Приложении D, см. IEC 62246-4:2023.

**Приложение E**(рекомендуемое)  
**Вопросы, являющиеся предметом соглашения изготовителя с потребителем**

Примечание - В настоящем приложении слово «соглашение» понимают в очень широком смысле, а слово «потребитель» обозначает также и испытательные лаборатории.

Приложение J IEC 60947-1 применимо в части пунктов и разделов, на которые ссылаются в настоящем стандарте, со следующими дополнениями:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Номер пункта настоящего стандарта** | Объект соглашения |
| 6.2.5 | Взаимосвязь между положениями органа управления поворотных переключателей и соответствующими положениями контактных элементов в диаграмме работы (указания изготовителя) |
| 6.2.6 | Характеристики временной задержки элементов с регулируемой задержкой вспомогательных контакторов (указание изготовителя) |
| К.7.1.1 | Выбор соединительных проводников для позиционных переключателей с прямым движением размыкания |
| 7.1.3.2 | Степень загрязнения окружающей среды устройства, если она отличается от степени загрязнения 3 |
| 9.3.1 | Испытательные циклы, осуществляемые на одном образце (по просьбе изготовителя) |
| 9.3.4.3 | Испытания при условном токе короткого замыкания:  - регулируемое значение для испытательной цепи, если предполагаемый ток отличается от 1000 А (установленное изготовителем);  - коэффициент мощности испытательной цепи менее 0,5 (по соглашению с изготовителем) |

**Приложение F**(обязательное)  
**Аппараты класса II для цепей управления –Требования и испытания**

Примечание - Нумерация приложения F основана на нумерации настоящего стандарта.

**F.1 Общие положения**

В настоящем приложении F изложены требования к конструкции и испытаниям, предъявляемые к аппаратам класса защиты II для цепей управления или к деталям этих аппаратов, у которых изоляция класса защиты II согласно IEC 61140 достигается путем заливки в корпус компаунда для обеспечения двойной изоляции или усиленной изоляции.

**F.6 Информация об изделии**

**F.6.2 Маркировка**

Пункт 6.2 применяют со следующим добавлением.

Аппараты класса II в соответствии с приложением F должны иметь маркировку в виде следующего символа (IEC 60417-5172:2003-02): Image

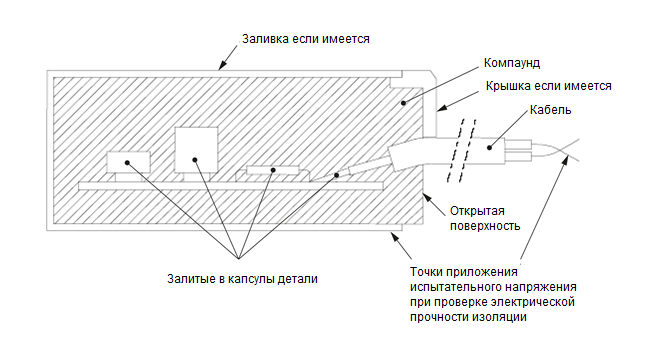
**F.8 Требования к конструкции и работоспособности**

**F.8.1 Требования к конструкции**

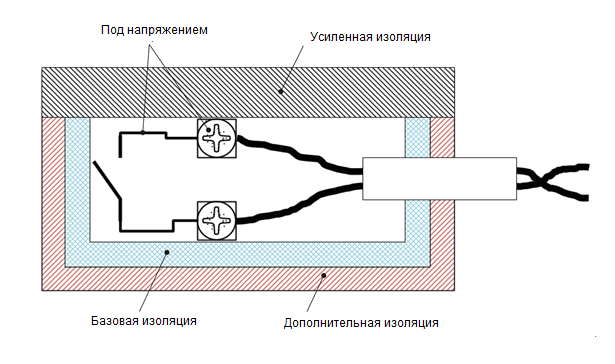
**F.8.1.1 Общие положения**

Аппараты для цепей управления класса II обеспечивают повышенную защиту от поражения электрическим током. Эта степень защиты может быть достигнута за счет заливки в корпус компаунда для обеспечения двойной или усиленной изоляции.

ПРИМЕР См. рис. F.1 и рис. F.2.



**Рисунок F.1 – Аппарат, изолированный заливкой компаунда в курпус**



**Рисунок F.2 – Аппараты, изолированные двойной и усиленной изоляцией**

**F.8.1.2 Материалы**

**F.8.1.2.1 Выбор компаунда**

Компаунд должен быть выбран таким образом, чтобы аппараты управления, залитые в корпусе, соответствовали испытаниям, определенные в пункте F.9.

**F.8.1.2.2 Адгезия компаунда**

Адгезия компаунда должна быть достаточной для того, чтобы не допустить проникновения влаги между компаундом и всеми залитыми деталями, а также смещения кабеля.

Соответствие должно быть проверено испытаниями F.9.1.2.5 и F.9.1.2.2.

**F.8.1.4 Расстояния и пути утечки**

Расстояния и пути утечки от всех токоведущих частей, которые не залиты в корпус до контактных поверхностей аппаратов, должны соответствовать требованиям IEC 60947-1:2020, 8.1.4, при следующих условиях.

В отношении импульсного выдерживаемого напряжения расстояния для двойной и усиленной изоляции определяют на одну ступень выше номинального импульсного выдерживаемого напряжения оборудования в соответствии с IEC 60947-1:2020, таблица 13.

Пути утечки для двойной изоляции определяют из суммы значений для основной изоляции и дополнительной изоляции, приведенные в IEC 60947-1:2020, таблица 15, оба из которых образуют двойную изоляцию. Пути утечки для усиленной изоляции должны быть по крайней мере равны удвоенному значению, указанному в IEC 60947-1:2020, таблица 15, для *U*i аппарата.

**F.8.2 Требования к эксплуатационным характеристикам**

**F.8.2.3 Электроизоляционные свойства**

Пункт 8.2.3 применяют со следующими изменениями.

Для проверки импульсного выдерживаемого напряжения испытательное   
напряжение *U*imp должно на одну категорию превышать максимальное номинальное рабочее напряжение, указанное IEC 60947-1 (первая графа таблицы Н.1), для установленной категории перенапряжения.

При проверке выдерживаемого напряжения промышленной частоты испытательное напряжение должно соответствовать сумме напряжения, указанного в IEC 60947-1:2020 (таблица 19 и 1000 В.

**F.9 Испытания**

**F.9.1 Виды испытаний**

**F.9.1.1 Общие положения**

Применяют пункт 9.1.1 IEC 60947-1:2020.

**F.9.1.2 Типовые испытания**

**F.9.1.2.1 Последовательность испытаний**

Следующая последовательность из шести испытаний (F.9.1.2.2 - F.9.1.2.7) применяют к каждому из трех образцов в указанном порядке с критериями приемки, определенными в Таблице F.1.

– Последовательность испытаний VII (образец № 7, 8, 9)

Испытание № 1 – Испытания на электрическую прочность изоляции на новом образце (F.9.1.2.2);

Испытание № 2 – Проверка кабеля, где применимо (F.9.1.2.3);

Испытание № 3 – Испытание на стойкость к быстрой смене температур (F.9.1.2.4);

Испытание № 4 – Испытание на ударостойкость (F.9.1.2.5);

Испытание № 5 – Испытание на влажное циклическое тепло (F.9.1.2.6);

Испытание № 6 – Испытание на электрическую прочность изоляции после механических нагрузок (F.9.1.2.7).

**Таблица F.1 – Критерии приемки для Приложения F**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии приемки** | **Описание** |
| FA | Не допускается происхождение пробоя изоляции. |
| FB | После испытания не допускается никакие видимые повреждения. Небольшие трещины соединений, если таковые имеются (см. рисунок F.1), приемлемы после испытаний F.9.1.2.4, F.9.1.2.5 и F.9.1.2.6. Не должны влиять на результаты окончательного испытания F.9.1.2.7. |
| FC | Результаты получат в соответствии с п. 9.3.3.4 с добавлением того, что ток утечки не должен превышать 2 мА при 1,1 *U*i. |

**F.9.1.2.2 Испытания на электрическую прочность на новом образце**

Применяется пункт 9.3.3.4 IEC 60947-1:2020, за исключением того, что напряжение прикладывают между оголенными концами проводов, соединенными между собой, и точкой корпуса (или металлической фольгой на корпусе) аппарата.

Применяют критерий приемки FA таблицы F.1.

**F.9.1.2.3 Проверка кабеля**

Бесконтактные датчики сигналов с кабелем, представляющие единое целое с аппаратом, должны удовлетворять требованиям приложения G.

**F.9.1.2.4 Испытание на стойкость к быстрой смене температур**

Испытание Na проводят в соответствии с IEC 60068-2-14:2023 со следующими параметрами:

– *T*A и *T*B – минимальная и максимальная температуры, установленные в 7.1.1IEC 60947‑1:2020;

– время переноса *t*2: от 2 мин до 3 мин;

– количество циклов: 5;

– время выдержки *t*1: 3 ч.

Применяют критерий приемки FB Таблицы F.1.

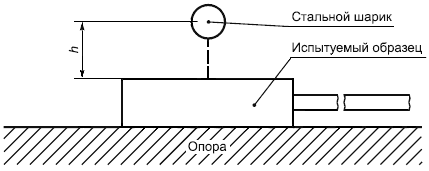
Восстановление должно проводиться в нормальных атмосферных условиях в течение не менее 3 ч.

**F.9.1.2.5 Испытание на ударостойкость**

Испытание проводят следующим образом (см. рисунок F.3). Испытуемый образец помещают на жесткую опору.

Три удара с энергией 0,5 Дж наносят в центр самой большой поверхности или по самой длинной оси (для цилиндрической формы) аппарата.

Наносят удары стальным шариком массой 0,25 кг, падающим с высоты 0,20 м.



**Рисунок F.3 – Испытательная установка**

Опору считают достаточно жесткой, если перемещение, вызванное энергией удара, составляет менее 0,1 мм.

Альтернативные методы испытаний, описанные в IEC 60068-2-75:2014, допускается применять для удара 0,5 Дж.

Применяют критерий приемки FB из Таблицы F.1. В случае, если заявлена устойчивость к механическим воздействиям выше IK04 в соответствии с IEC 62262:2002, применяют те же критерии приемки.

**F.9.1.2.6 Испытание на влажное циклическое тепло**

**F.9.1.2.6.1 Циклическое влажное тепло для класса II, достигаемое путем заливки в корпусе**

Испытание Db проводят в соответствии с IEC 60068-2-30:2005 со следующими параметрами:

– максимальная температура: 55 °C;

– количество циклов: 6.

В протоколе испытаний указывают вариант испытаний: 1 или 2.

В качестве альтернативы допускается применение метод испытания, описанный в F.9.1.2.6.2.

Применяют критерий приемки FB из Таблицы F.1.

**F.9.1.2.6.2 Влажное циклическое тепло для класса II, достигаемое двойной изоляцией и/или усиленной изоляцией**

Испытание Cab проводят в соответствии с IEC 60068-2-78:2012 со следующими параметрами:

– температура: (40 ± 2) °C;

– относительная влажность: (93 ± 3) % RH;

– продолжительность испытания: 48 ч.

Применяют критерий приемки FB из Таблицы F.1.

**F.9.1.2.7 Испытание на электрическую прочность изоляции после механических нагрузок**

После испытаний F.9.1.2.6 электрические свойства изоляции проверяют повторными испытаниями, указанные в F.9.1.2.2. Проверку электрических свойств изоляции начинают не позднее, чем через 3 мин после окончания испытания F.9.1.2.6.

Применяют критерий приемки FC из Таблицы F.1.

**Приложение G**(обязательное)  
**Дополнительные требования к аппаратам для цепей управления в оболочках с кабелем, составляющим единое целое с аппаратом**

Примечание - Нумерация приложения G основана на нумерации настоящего стандарта.

**G.1 Общие положения**

Настоящее приложение G содержит дополнительные требования, применяемые к аппаратам для цепей управления в оболочках с кабелем, составляющим единое целое с аппаратом и предназначенным для обеспечения электрического соединения с другим аппаратом и (или) источником электрической энергии.

Кабель, составляющий единое целое с подобными аппаратами для цепей управления, не может быть заменен потребителем. Настоящее приложение устанавливает требования, предъявляемые к конструкции и характеристикам кабеля, его креплению и герметичности кабельного ввода.

**G.8 Требования, предъявляемые к конструкции и параметрам (рабочим характеристикам)**

**G.8.1 Требования к конструкции**

**G.8.1.1 Материал кабеля**

Аппарат для цепей управления снабжвют гибким кабелем с соответствующими параметрами по напряжению, току, температуре и условиям окружающей среды.

Примечание – Длина кабеля должна быть установлена в стандарте на конкретное изделие.

**G.8.1.2 Крепление кабеля**

Крепление кабеля должно исключать передачу усилия, прикладываемого к кабелю, на электрические соединения внутри аппарата.

Не допускается нарушение соединения кабеля или деталей внутри него при смещение кабеля внутри или снаружи аппарата для цепей управления .

**G.8.1.3 Уплотняющее устройство кабельного ввода**

На вводе аппарата для цепей управления необходимо предусмотреть уплотняющее устройство, соответствующее степени защиты, указанной для конкретного аппарата (см. IEC 60947-1:2020, приложение С).

Примечание – Уплотняющее устройство допускается выполнять в виде единого целого с герметичным аппаратом.

**G.8.2 Требования к рабочим характеристикам**

Кабель и уплотняющее устройство кабельного ввода должны соответствовать требованиям к испытаниям, указанным в G.9.

**G.9 Испытания**

**G.9.1 Вид испытаний**

**G.9.1.1 Общие положения**

Применяют пункт 9.1.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**G.9.1.2 Типовые испытания**

**G.9.1.2.1 Общие положения**

Целью испытаний является проверка целостности крепления кабеля во время эксплуатации и монтажа.

Цикл из четырех испытаний проводят на типопредставителе в установленном порядке:

– Последовательность испытаний VIII (образец № 10)

Испытание № 1 – Испытание кабеля на вытягивающее усилие (G.9.1.2.2)

Испытание № 2 – Испытание кабеля на кручение (G.9.1.2.3)

Испытание № 3 – Испытание кабеля на осевое давление (G.9.1.2.4)

Испытание № 4 – Испытание кабеля на изгиб (G.9.1.2.5)

Аппараты для цепей управления установлиают в соответствии с инструкциями изготовителя. После установки аппараты для цепей управления и кабель фиксируют относительно друг друга.

**G.9.1.2.2 Испытание кабеля на вытягивающее усилие**

Кабель подвергают испытанию на постоянное вытягивающее усилие, прикладываемое вдоль оси кабельного ввода на изолирующую гильзу кабеля в течение 1 мин.

Приложенное растягивающее усилие должно соответствовать минимальным значениям таблицы G.3 на основе поперечного сечения провода и количества проводников в кабеле.

Типичные характеристики материала приведены в Таблице G.1. В Таблице G.2 приведены некоторые примеры обычных значений поперечного сечения и наружного диаметра.

Примечание – Значения усилия для испытания на вытягивающее усилие основаны на промышленных требованиях к меди по допустимому удлинению 1 % и прочности на разрыв 100 Н/мм2, как указано в Таблице G.1.

**Таблица G.1 – Характеристики материала (рекомендуемая)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Материал** | **Эксплуатационные характеристики** | **Value** |
| Медь (мягкая/нелегированная) | Прочность на разрыв | 200 Н/мм2– 250 Н/мм2 (MПa) |
| Предел текучести | 40 Н/мм2– 80 Н/мм22 |
| Удлинение при разрыве | > 40 % |
| Медь (при холодной деформации) | Прочность на разрыв | мин. 350 Н/мм2 |
| Предел текучести | мин. 320 Н/мм2 |
| Растяжение при разрыве | < 5 % |
| Чистая медь (электролитическая 99,9 %) | Прочность на разрыв | 220 Н/мм2 |
| Медь (промышленная) | Прочность на разрыв (1 % удлинение) | 120 Н/мм2– 180 Н/мм2 |
| Медь ETP1 (обычно используется в кабелях) | Прочность на разрыв | 240 Н/мм2 |
| Алюминий | Прочность на разрыв | 45 N Н/мм2 |
| Сталь промышленного производства | Прочность на разрыв | 880 Н/мм2 |

**Таблица G.2 – Примеры стандартных типов кабелей (рекомендуемая)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Количество зажимов** | **Поперечное сечение** | **Наружный диаметр** |
| (мм2) | (мм) |
| 2 | 0,09 | 1,9 |
| 3 | 0,09 | 2,2 |
| 2 | 0,09 | 2,2 |
| 4 | 0,08 | 2,6 |
| 3 | 0,14 | 2,9 |
| 3 | 0,25 | 3,7 |
| 2 | 0,25 | 3,7 |
| 3 | 0,25 | 4,5 |

**Таблица G.3 – Усилия при растяжении**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Количество проводников** | **Одинарное поперечное сечение** | | **Полное поперечное сечение** | **Предельное значение меди** | **Расчет усилия растяжения** | **Минимальное усилие растяжения** |
| (мм2) | | (мм2) | (Н/мм2) | (Н) | (Н) |
| 2 | 0,14 | | 0,28 | 100 | 28 | 28 |
| 3 | 0,42 | 42 | 42 |
| 4 | 0,56 | 56 | 56 |
| 12 | 1,68 | 168 | 90 a/160 b |
| 2 | 0,18 | | 0,36 | 100 | 36 | 36 |
| 3 | 0,54 | 54 | 54 |
| 4 | 0,72 | 72 | 72 |
| 8 | 1,44 | 144 | 90 b/144 |
| 2 | 0,20 | | 0,40 | 100 | 40 | 40 |
| 3 | 0,60 | 60 | 60 |
| 4 | 0,80 | 80 | 80 |
| 3 | 0,25 | | 0,75 | 100 | 75 | 75 |
| 4 | 1,00 | 100 | 90 a/100 |
| 5 | 1,25 | 125 | 90 a/125 |
| 7 | 1,75 | 175 | 90 a/160 b |
| 8 | 2,00 | 200 | 90 a/160 b |
| 3 | 0,34 | | 1,02 | 100 | 102 | 90 a/102 |
| 4 | 1,36 | 136 | 90 a/136 |
| 5 | 1,70 | 170 | 90 a/160 b |
| 8 | 2,72 | 272 | 90 a/160 b |
| 2 | 0,50 | | 1,00 | 100 | 100 | 90 a/100 |
| 3 | 1,50 | 150 | 90 a/150 |
| 4 | 2,00 | 200 | 90 a/160 b |
| 5 | 2,50 | 250 | 90 a/160 b |
| 2 | | 0,75 | 1,50 | | 100 | 150 | 90 a/150 |
| 3 | | 2,25 | | 225 | 90 a/160 b |
| 4 | | 3,00 | | 300 | 90 a/160 b |
| 5 | | 3,75 | | 375 | 90 a/160 b |
| При расчете усилий на растяжение в соответствии с данной таблицей экран должен рассматриваться как дополнительный проводник с аналогичным одинарным сечением, если он закреплен на корпусе и обладает свойствами разгрузки от натяжения.  Примечание – Эти значения действительны для промышленных сред. | | | | | | | |
| a Только для систем безопасного сверхнизкого напряжения (БСНН).  b Ограничение силы натяжения: *F*max = 160 Н. | | | | | | | |

**G.9.1.2.3 Испытание кабеля на кручение**

Кабель подвергают воздействию крутящего момента 0,1 Н·м при ограничении вращения до 360°.

Крутящий момент прикладывают сначала по направлению часовой стрелки, затем - в обратном направлении на расстоянии 100 мм от кабельного ввода аппарата в течение 1 мин в каждом направлении.

**G.9.1.2.4 Проверка кабеля на осевое давление**

Нагрузку прикладывают вдоль оси кабеля, максимально близко к кабельному вводу.

Нагрузку медленно увеличивают до 20 Н. Нагрузку каждый раз прикладывают в течение 1 мин с интервалом между приложениями в 1 мин.

После испытаний не допускается наличие видимого повреждения уплотняющего устройства кабельного ввода и смещения кабеля.

**G.9.1.2.5 Испытание кабеля на изгиб**

Кабель подвергают воздействию нагрузки и проверке на изгиб следующим образом:

a) груз массой 3 кг подвешивают к кабелю на расстоянии 1 м от кабельного ввода; ось кабельного ввода распологают вертикально;

b) наклоняют аппарат для цепей управления под углом 90° в одну сторону для получения изгиба кабеля под углом 90° и удерживают его в этом положении в течение 1 мин;

c) наклоняют аппарат для цепей управления под углом 90° в противоположную сторону по отношению к первоначальной вертикальной оси кабеля для получения изгиба кабеля под углом 90° в другом направлении и удерживают его в этом положении в течение 1 мин.

**G.9.1.2.6 Результаты испытаний**

После проведения испытаний не допускается повреждений кабеля, уплотняющего устройства кабеля, кабельного ввода и системы электрических соединений аппаратов для цепей управления.

Отсутствие повреждений контролируют визуальным осмотром и проверкой на соответствие степени защиты.

**Приложение H**(обязательное)  
**Дополнительные требования к бесконтактным коммутационным элементам аппаратов для цепей управления**

Примечание – Нумерация приложения H основана на нумерации настоящего стандарта.

**H.1 Общие положения**

Настоящее приложение распространяется на аппараты для цепей управления, имеющие бесконтактные элементы для управления, сигнализации, блокировки и т.д.

Эти аппараты должны также соответствовать требованиям настоящего стандарта.

Приложение H не применяется к порту SDCI (одноточечный интерфейс цифровой связи) без функции коммутационного элемента.

Целью приложения H является установление дополнительных требований к бесконтактным коммутационным элементам, которые не содержатся в настоящем стандарте.

**H.4 Классификация**

**H.4.1 Бесконтактные коммутационные элементы**

Бесконтактные коммутационные элементы подразделяют по:

1) категории применения (см. 5.4 и H.5.4);

2) электрическим характеристикам, согласно категориям применения (см. приложение A).

**H.5 Характеристики**

**H.5.3 Номинальные и предельные значения для бесконтактных коммутационных элементов**

**H.5.3.1 Общие положения**

Применяют пункт 5.3.1.

**H.5.3.2 Номинальное напряжение**

**H.5.3.2.1 Общие положения**

Бесконтактный коммутационный элемент определяется номинальными напряжениями, описанными в H.5.3.2.2 - H.5.3.2.5.

**H.5.3.2.2 Номинальное рабочее напряжение (*U*e)**

Применяют пункт 5.3.2.2.

**H.5.3.2.3 Номинальное напряжение изоляции (*U*i)**

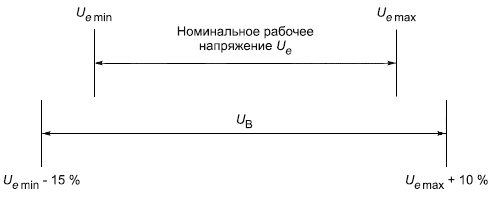
Применяют пункт 5.3.2.3.

**H.5.3.2.4 Номинальное выдерживаемое импульсное напряжение (*U*imp)**

Применяют пункт 5.3.2.4.

**H.5.3.2.5 Рабочее напряжение (*U*B)**

Рабочее напряжение может быть установлено для одного значения или для диапазона значений. Если напряжение устанавливают для диапазона значений, оно должно включать в себя все допуски *U*e и обозначено *U*B. Соотношение между *U*e и *U*B показано на рисунке H.1.



**Рисунок H.1 – Соотношение между *U*e и *U*B**

**H.5.4 Категории применения**

Применяют пункт 5.4.

**H.6 Информация об изделии**

**H.6.1 Вид информации**

Пункт 6.1 применяют со следующими дополнениями:

Основные параметры и применение:

a) падение напряжения (см. H.8.2.6.1);

b) минимальный рабочий ток (см. H.8.2.6.2);

c) ток в отключенном состоянии элемента (см. H.8.2.6.3);

d) включающая и отключающая способности (см. H.8.2.4.1);

e) условный ток короткого замыкания (см. H.8.2.5);

f) электромагнитная совместимость, ЭМС (см. H.8.3).

**H.8 Требования к конструкции и работоспособности**

**H.8.2 Требования к работоспособности**

Пункт 8.2 применяют со следующими дополнениями:

**H.8.2.4 Способность включаться в ненормальных и нормальных условиях**

**H.8.2.4.1 Включающая и отключающая способности**

Применяют пункты 5.3.6 и 8.2.4.1.

**H.8.2.5 Условный ток короткого замыкания**

Коммутационный элемент должен выдерживать нагрузки, возникающие при токах короткого замыкания, согласно условиям, указанным в H.9.3.4.

**H.8.2.6 Характерные значения**

**H.8.2.6.1 Падение напряжения (*U*d)**

Падение напряжения, измеренное на коммутационном элементе в проводящем состоянии, устанавливает изготовитель и проверено в соответствии с H.9.3.3.6.1.

**H.8.2.6.2 Минимальный рабочий ток (*I*m)**

Минимальный рабочий ток устанавливает изготовитель, проверку проводят в соответствии с H.9.3.3.6.2.

В таблице A.2 установлены минимальные рабочие токи для конкретных характеристик.

**H.8.2.6.3 Ток в отключенном состоянии (*I*r)**

Максимальный ток (*I*r), проходящий в цепи нагрузки в отключенном состоянии, должен соответствовать значениям, указанным в таблицах А.2 и А.3, за исключением требований, указанных в стандартах на аппарат конкретного типа. Ток в отключенном состоянии проверяют в соответствии с Н.9.3.3.6.3.

**H.8.3 Электромагнитная совместимость (ЭМС)**

Применяют пункт 8.3.

**H.9 Испытания**

**H.9.1.2 Типовые испытания**

Пункт 9.1.2 применяют со следующими дополнениями и/или изменениями:

Испытательная схема и процедура испытания для испытательной последовательности IV приведены в H.9.3.4.

Последовательность испытаний, приведенная в H.9.3.1, применяется дополнительно.

**H.9.3 Работоспособность**

**H.9.3.1 Последовательности испытаний**

Пункт 9.3.1 применяют со следующими дополнениями:

- Последовательность испытаний IX (образец № 11)

Испытание № 1 - падение напряжения (H.9.3.3.6.1)

Испытание № 2 - Минимальный рабочий ток (H.9.3.3.6.2)

Испытание № 3 - ток в отключенном состоянии (H.9.3.3.6.3)

**H.9.3.3 Эксплуатационные характеристики в условиях разомкнутой цепи, нормальной нагрузки и ненормальной нагрузки**

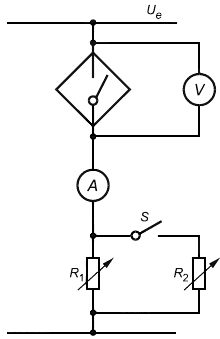
**H.9.3.3.6 Проверка значений характеристик**

**H.9.3.3.6.1 Падение напряжения (*U*d)**

Падение напряжения измеряют на рабочих выходах коммутационного элемента в проводящем состоянии, через которые протекают токи *I*m и *I*e при температуре окружающей среды 23 °C ± 5 °C и при температуре окружающей среды (23±5)°С и номинальной частоте.

Измерение проводят, используя схему, указанную на рисунке H.2, выключатель *S* находится во включенном положении, нагрузки должны быть активными, а *R*2 должен быть отрегулирован так, чтобы получить испытательный ток при напряжении питания *U*e.

Измеренное падение напряжения не должно превышать значения, указанного в H.8.2.6.1.



*R*1- омическая нагрузка; *R*2- омическая нагрузка; *V* - вольтметр с полным сопротивлением   
0,2 МОм/В; *А* - амперметр; *S* - переключатель;

Значения тока:

- действующее значение - для переменного тока;

- среднее значение - для постоянного тока.

**Рисунок Н.2 – Схема для проверки падения напряжения, минимального рабочего тока и тока в отключенном состоянии элемента**

**H.9.3.3.6.2 Минимальный рабочий ток (*I*m)**

Для проведения испытания коммутационный элемент подсоединяют к испытательной цепи согласно схеме, указанной на рисунке Н.2. При наличии напряжении питания (*U*e), разомкнутом переключателе и коммутационном элементе в проводящем состоянии, активная нагрузка *R*1 регулируется для получения тока *I*m. Измеренная величина должна соответствовать H.8.2.6.2.

**H.9.3.3.6.3 Ток в отключенном состоянии (*I*r)**

Для проведения испытания коммутационный элемент подсоединяют к испытательной цепи согласно схеме указанной на рисунке Н.2. При наличии рабочего напряжения *U*e выключатель *S* находится в замкнутом положении, активная нагрузка *R*2 регулируется до получения тока *I*e.

При выключении выключателя измеряется ток в непроводящем состоянии коммутационного элемента. Измеренное значение тока должно соответствовать H.8.2.6.3.

**H.9.3.4 Работоспособность в условиях тока короткого замыкания**

**H.9.3.4.1 Испытательная схема и способ проведения испытания**

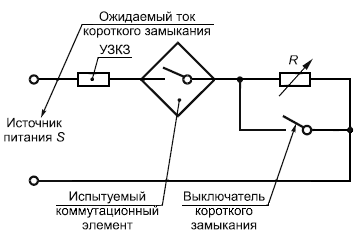
Для проведения испытаний к испытательной цепи подсоединяют новый коммутационный элемент так же, как в нормальных условиях эксплуатации на открытом воздухе, используя кабель общей длиной 2 м, рассчитанный на рабочий ток коммутационного элемента (см. рисунок Н.3).

Устройство защиты от токов короткого замыкания (УЗКЗ) должно соответствовать типу и характеристикам, установленным изготовителем. УЗКЗ не применяют, если коммутационный элемент полностью защищен от токов короткого замыкания.

Нагрузка *R* выбирается таким образом, чтобы ток, проходящий через коммутационный элемент, был равен номинальному рабочему току *I*е при номинальном рабочем напряжении *U*e. Источник питания *S* должен настрвивают на предполагаемый ток короткого замыкания 1000 А или другое значение, если указано изготовителем, но не менее 100 А (см. 9.3.4.3) при номинальном рабочем напряжении *U*e.

Напряжение разомкнутой цепи должно быть в 1,1 раза больше максимального номинального рабочего напряжения коммутационного элемента.

Выключатель SC, подключенный параллельно нагрузке *R*, устанавливается для инициирования короткого замыкания.



**Рисунок H.3 – Схема испытания на короткое замыкание**

Испытания проводят три раза, произвольно включая выключатель короткого замыкания. Испытательный ток поддерживают до тех пор, пока не сработает УЗКЗ, или в течение 30 мин – при наличии самозащиты коммутационного элемента от токов короткого замыкания. Интервал времени между каждым испытанием должен быть не менее 3 мин. Реальный интервал времени между испытаниями указывают в протоколе испытаний.

**H.9.3.4.2 Состояние коммутационного элемента после испытания**

Применяют пункт 9.3.4.4.

**Н.9.4 Проверка на электромагнитную совместимость**

**Н.9.4.1 Общие положения**

Применяют пункт 9.4.1 со следующим добавлением:

Коммутационный элемент испытывают:

a) в проводящем состоянии;

b) в непроводящем состоянии.

**H.9.4.2 Стойкость**

Пункт 9.4.2 применяют со следующими дополнениями:

**H.9.4.2.4 Перепады напряжения**

Пункт 9.4.2.4 применяют со следующими дополнениями:

Во время испытания коммутационный элемент находится под напряжением.

После испытания ток отключенного состояния полупроводникового коммутационного элемента должен быть проверен в соответствии с H.9.3.3.6.3.

Примечание 1 – Если все испытания на помехоустойчивость проводят на одном и том же образце, испытание на ток отключенного состояния допускается проводить после последнего испытания на помехоустойчивость.

Примечание 2 – Для устройств, уже прошедших типовые испытания в соответствии с IEC 60947-5-1:2016 или более ранними изданиями, повторное испытание, включая испытание промышленной частоты, не требуется.

**Н.8.7.3 Помехоэмиссия**

Пункт 9.4.3 применяют со следующим добавлением:

Испытание проводят в наиболее жестких условиях.

**Приложение I**(рекомендуемое)

Свободное

**Приложение J**(обязательное)  
**Специальные требования к световым индикаторам, индикаторным стойкам и устройствам звуковой сигнализации**

Примечание – Нумерация приложения J основана на нумерации настоящего стандарта.

**J.1 Общие положения**

Приложение J применяется к световым индикаторам, индикаторным стойкам и устройствам звуковой индикации, которые должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

Примечание – Каждое из этих устройств может включать одну или несколько функций.

Приложение J содержит дополнительные требования к этим устройствам, а также к определениям и терминам, необходимые для уточнения характеристик, требующиеся для их реализации и функционирования.

**J.4 Классификация**

Световые индикаторы классифицируют по:

– номинальной электрической мощности;

– цвету;

– диаметру отверстия крепления;

– способу подключения;

– роду тока и его частоте, если речь идет о переменном токе (например, индикаторы со встроенным трансформатором);

– типу патрона лампы;

– виду источника света (например: лампа накаливания, LED лампа).

**J.5 Характеристики**

**J.5.1 Номинальное рабочее напряжение светового индикатора**

Значение напряжения, установленного изготовителем, определяющее использование светового индикатора.

**J.5.2 Номинальная тепловая мощность светового индикатора**

Максимальная мощность лампы, которую выдерживает световой индикатор при конкретных условиях испытаний на нагрев.

Примечание - Поскольку мощность индикатора влияет на нагрев, это может привести к ограничению значения мощности в зависимости от условий монтажа; изготовитель должен указывать два значения номинальной мощности (см.J.9.3.3.3):

–для монтажа на стальной пластине;

–для монтажа в корпусе изготовленном из изоляционного материала.

**J.5.3 Номинальные характеристики лампы**

Номинальные характеристики лампы (ламп), при которых световой индикатор функционирует(ют) без достижения температур, допускающих выход из строя его элементов, указываются изготовителем.

Примечание 1 – Номинальные мощность и напряжение допускается указывать в форме обозначения типа лампы.

Примечание 2 – Предполагается, что рассеивание лампы не превышает номинальной мощности при номинальном напряжении.

**J.5.4 Номинальное напряжение для звуковой функции**

Значение напряжения, назначенное изготовителем, которое определяет применение звуковой функции.

**J.6 Сведения об аппарате**

Применяют следующие требования.

a) 6.1 a).

b) 6.1 b).

c) На световом индикаторе должна быть нанесена следующая маркировка:

• номинальное напряжение светового индикатора;

• номинальное напряжение лампы (если отличается от номинального напряжения светового индикатора);

• номинальная мощность лампы или ее обозначение типа, или номинальный ток для светодиода.

d) В случае звуковой функции изготовитель должен предоставить следующую информацию:

• номинальное напряжение для звуковой функции;

• уровень звукового давления по шкале А в дБ(А) на расстоянии 10 см или 1 м для звуковых устройств, монтируемых на панели;

• уровень звукового давления по шкале А в дБ(А) на расстоянии 1 м для звуковых устройств, отличных от звуковых устройств, монтируемых на панели.

Для аудиоизмерений должны использоваться взвешивания по быстрому или медленному времени.

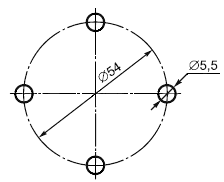
Примечание 1 – Информация о взвешивании уровня звукового давления по шкале А приведена в IEC 61672-1.

Примечание 2 – Потребитель устройства акустической сигнализации должен убедиться в том, что уровень звукового давления соответствует его назначению и не причиняет вреда слуху.

**J.7 Нормальные условия эксплуатации, монтажа и транспортировки**

Дополнительные указания отсутствуют.

Рекомендуемые установочные размеры для монтажа розетки индиторной стойки (см. Рисунок J.1).



**Рисунок J.1 - Монтажные размеры для гнезда индикаторной стойки**

**J.8 Требования к конструкции и работоспособности (эксплуатации)**

Пункт 8 применяют со следующими дополнениями:

**J.8.1.13 Световые индикаторы со встроенным трансформатором**

Трансформатор должен иметь разделенные обмотки.

Считают, что это условие может быть выполнено, если световой индикатор удовлетворяет требованиям 9.3.3.4.1.

**J.8.2.1.2 Пределы работоспособности**

Предельное значение напряжения питания на зажимах светового индикатора должно быть равно 1,1-кратному номинальному рабочему напряжению. Это требование проверяют только при испытании световых индикаторов со встроенным трансформатором согласно J.9.3.4.

**J.8.2.5.1 Стойкость встроенных трансформаторов к токам короткого замыкания**

Трансформатор должен выдерживать долговременное короткое замыкание вторичной обмотки.

Это условие считают выполненным, если световой индикатор соответствует требованиям J.9.3.3.3.

**J.9 Испытания**

**J.9.3 Испытания световых индикаторов и индикаторных стоек**

**J.9.3.1 Общие положения**

Индикаторы подвергают только типовым испытаниям. В Приложении J не предписано никаких дополнительных испытаний (контрольных или специальных). Испытательные образцы должны быть установлены в соответствии с инструкциями по испытаниям.

**J.9.3.2 Последовательности испытаний**

– Последовательность испытаний X (образец № 12)

Испытание № 1 – Испытание на нагрев (J.9.3.3.3)

Испытание № 2 – Испытания на электрическую прочность изоляции (J.9.3.3.4)

– Последовательность испытаний XI (образец № 13)

Испытание № 1 – Испытание на короткое замыкание (на встроенных трансформаторах), если применимо (J.9.3.4)

– Последовательность испытаний XII (образец № 14)

Испытание № 1 – Удар (J.9.4.2.2)

Испытание № 2 – Вибрация (J.9.4.2.3)

– Последовательность испытаний XIII (образец № 15)

Испытание № 1 – Степень защиты индикаторных стоек (J.9.5)

**J.9.3.3 Требования к испытаниям**

**J.9.3.3.3 Испытания на нагрев**

Испытания на нагрев проводят следующим образом.

a) если световой индикатор имеет одно и то же значение номинальной тепловой мощности (см. J.5.2) независимо от условий монтажа, проводят только одно испытание индикатора в изолирующем кожухе.

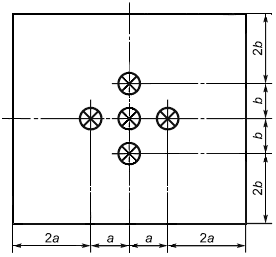
b) Если номинальная тепловая мощность (см. J.5.2) зависит от условий монтажа, проводят два испытания индикаторов, расположенных:

– на стальной панели;

– в корпусе изготовленном из изоляционного материала.

c) Монтаж на стальной панели:

Пять индикаторов со светофильтрами зеленого цвета монтируют в соответствии с рисунком J.2 на стальной панели толщиной 2 мм, окрашенной в черный матовый цвет.



**Рисунок J.2 – Монтажные размеры для испытаний на нагрев**

Размеры *a* и *b* должны быть:

– для индикаторов, образующих единое целое с кнопкой, - в соответствии с 7.3.2.4;

– для других индикаторов - согласно указаниям изготовителя, при этом используемые размеры должны быть указаны в протоколах испытаний.

Индикаторы оборудуют лампами в соответствии с указаниями изготовителя и в случае необходимости - встроенными устройствами, такими как трансформаторы, резисторы и т.д.

Размеры проводников должны соответствовать 9.3.3.3.

Стальную панель устанавливают вертикально на стол и на индикаторы подают номинальное напряжение. Продолжительность испытания определяют с учетом достижения температуры установившегося режима.

d) Монтаж в изолирующем кожухе:

Испытание, приведенное в соответствии с перечислением с), проводят с индикаторами, смонтированными в закрытом кожухе из изолирующего материала, например гетинакса толщиной 2 мм, размеры передней поверхности те же, что и стальной панели, а глубина должна быть равна 110 мм. Индикаторы снабжают лампами, тип которых предусмотрен изготовителем.

Лампы питают номинальным рабочим напряжением.

Продолжительность испытания определяют с учетом достижения температуры установившегося режима.

е) Результаты испытаний:

По окончании каждого испытания, проведенного в соответствии с перечислениями с) и d), измеряют температуру:

- на корпусе индикатора;

- на выводах;

- на доступной поверхности светофильтра.

f) Для индикаторных стоек размещение пяти световых сигнальных узлов выполняют в вертикальном положении. Три верхних сигнальных узла или максимальное их число, указанное изготовителем, если их число больше трех, по указанию изготовителя оснащают лампами максимальной мощности из сигнальных узлов и питаться номинальным рабочим напряжением. После достижения стабильной температуры ее измеряют на верху стойки и на ламповом светофильтре центрального элемента всей стойки.

Температура не должна превышать пределы по IEC 60947-1, пункт 8.2.2

Восстановление должно осуществляться в нормальных атмосферных условиях в течение не менее 3 часов.

**J.9.3.3. Испытания на электрическую прочность изоляции**

Пункт 9.3.3.4 применяют со следующим дополнением:

**J.9.3.3.4.5 Световые индикаторы со встроенным трансформатором**

Проводят два дополнительных испытания на электрическую прочность изоляции при продолжительности каждого испытания 1 мин:

– между первичной и вторичной обмотками трансформатора прикладывают испытательное напряжение согласно 9.3.3.4;

– между вторичной обмоткой трансформатора и корпусом светового индикатора прикладывают испытательное напряжение 1000 В.

**J.9.3.4 Испытание на короткое замыкание (на встроенные трансформаторы, если они есть)**

Испытание проводят при следующих условиях:

–напряжение первичной обмотки: 1,1 × *U*e;

– температура окружающего воздуха: 20 °C ± 5 °C;

– продолжительность испытания: 1 ч.

Трансформатор должен быть замкнут накоротко с помощью проводника с очень малым сопротивлением.

По окончании испытания и после охлаждения до температуры окружающего воздуха трансформатор должен выдержать проверку электрической прочности изоляции по J.9.3.3.4.5.

**J.9.4 Удар и вибрация**

**J.9.4.1 Общие положения**

Испытания на удар и вибрацию проводят только для индикаторных стоек. Световые индикаторы не подлежат испытаниям.

**J.9.4.2 Прямой монтаж**

**J.9.4.2.1 Общие положения**

Индикаторная стойка с пятью сигнальными узлами устанавливают с учетом указаний изготовителя без выступающих полюсов и с подачей номинального напряжения к трем верхним узлам.

Испытания проводят следующим образом.

**J.9.4.2.2 Удары**

Испытания проводят в условиях в соответствии с IEC 60068-2-27.

Наносят по шесть ударов в каждом направлении вдоль трех взаимно перпендикулярных осей (всего 36 ударов):

– форма импульса - половина синусоиды;

– амплитуда ускорения 15 *g*n;

– длительность импульса 11 мс.

**J.9.4.2.3 Вибрация**

В соответствии с IEC 60068-2-6 вдоль трех взаимно перпендикулярных осей:

– диапазон частот 10-55 Гц;

– амплитуда 0,5 мм;

– длительность цикла качания 5 мин;

– длительность при резонансной частоте или при 55 Гц - 30 мин в каждой из трех осей (всего 90 мин).

**J.9.4.3 Непрямой опорный монтаж**

Если информация об изделии содержит другие допустимые условия монтажа (например, монтаж полюсов), изготовитель должен указать уровень жесткости при испытаниях на удар и вибрацию, при котором соблюдаются требования J.9.4.4.

**J.9.4.4 Ожидаемые результаты**

После испытаний не допускается наличие видимых повреждений индикаторных стоек и повреждение сигнальной арматуры.

Испытания на электрическую прочность изоляции проведят в соответствии с J.9.3.3.4.

Примечание – Для устройств, уже прошедших типовые испытания в соответствии с IEC 60947-5-1:2016 или более ранними изданиями, повторное испытание, включая испытание промышленной частоты, не требуется.

**J.9.5 Степень защиты индикаторных стоек**

Если изготовитель указывает степень защиты, испытание проводят согласно IEC 60947-1, приложение С, со всеми съемными частями, установленными как при нормальной эксплуатации.

**Приложение К**(обязательное)  
**Специальные требования к аппаратам для цепей управления с полным отключением цепи**

Примечание – Нумерация приложения К основана на нумерации настоящего стандарта.

**K.1 Общие положения**

Настоящее приложение распространяется на аппараты для цепей управления с полным отключением цепи.

Все аппараты должны также отвечать требованиям настоящего стандарта, а также приложений F, G, Н и (или) J.

В настоящем приложении указаны дополнительные требования к аппаратам для цепей управления с полным отключением цепи, а также термины и определения, необходимые для уточнения характеристик.

**К.4 Классификация**

Существуют два типа аппаратов для целей управления с прямым движением контактов:

- Тип 1: с одним контактным элементом, являющимся контактным элементом с прямым размыканием.

- Тип 2: с одним или несколькими размыкающими контактными элементами и, возможно, с одним или несколькими замыкающими контактными элементами и (или) одним или несколькими двунаправленными контактами.

Все размыкающие контактные элементы, в т.ч. размыкающая часть двунаправленных контактных элементов, должны быть типа 1.

**K.5 Характеристики**

Применяют следующие дополнительные характеристики.

**K.5.3.2.3 Номинальное напряжение изоляции**

Минимальное значение номинального напряжения изоляции контактных элементов должно составлять 250 В.

**K.5.3.3.2 Условный тепловой ток на открытом воздухе**

Минимальное значение условного теплового тока контактных элементов на открытом воздухе должно составлять 2,5 А.

**K.5.4 Категории применения коммутационных элементов**

Должна выбираться категория применения AC-15 и/или DC-13.

В дополнение к AC-15 и/или DC-13, разрешены другие категории использования в соответствии с таблицей 1 (например, AC-14 или DC-12).

**K.6 Сведения об изделии**

Раздел 6 применяют со следующими дополнениями.

**K.6.2 Маркировка**

**K.6.2.7 Движение прямого размыкания**

Каждый контактный элемент с прямым движением размыкания должен быть маркирован снаружи несмываемым и легко читаемым символом , обозначение данного символа (IEC 60617-S00226:2001-07).

**K.6.2.8 Электрическое разделение контактных элементов на два направления**

Контактные элементы на два направления с четырьмя выводами должны быть маркированы с учетом нестираемости и различимости соответствующими формам Za или Zb в соответствии с рисунком 3.

**K.6.5 Дополнительные сведения**

**K.6.5.1 Ход органа управления и усилие приведения в действие**

Изготовитель указывает следующие данные:

a) минимальный ход прямого размыкания;

b) минимальное усилие, необходимое для выполнения прямого размыкания всех размыкающих контактов;

c) максимальный ход, включая превышающий минимальный (т.е. люфт);

d) максимальную скорость воздействия (только для конечных выключателей);

e) максимальную частоту переключения (только для конечных выключателей).

Эти данные маркируют на аппарате для цепей управления или приводят на схеме цепей или в других документах изготовителя.

Примечание 1 – См. также K.8.1.5.7.

Примечание 2 – Выключатели управления типа 2 могут быть разомкнуты с меньшим ходом, чем ход прямого размыкания, указанный изготовителем.

**K.6.5.2 Защита от короткого замыкания**

Обозначение типа устройства защиты от короткого замыкания должно быть нанесено на изделие либо указано в инструкции по эксплуатации.

**K.7 Требования к эксплуатации, монтажу и транспортировки**

Применяют раздел 7 со следующими дополнениями.

**K.7.1.1 Температура окружающего воздуха**

Применяют пункт 7.1.1 стандарта IEC 60947-1:2020, за исключением позиционных переключателей с прямым движением размыкания, верхние и нижние пределы температуры которых составляют соответственно +70 °C и -25 °C, а средняя температура, измеренная за 24 ч, не превышает +35 °C.

Примечание - Выбор соединительных проводников при необходимости может быть предметом соглашения между изготовителем и потребителем (см. сноску b в таблице 2 IEC 60947-1:2020).

**K.8 Требования к конструкции и работоспособности**

Раздел 8 применяют со следующими дополнениями.

**K.8.1 Требования к конструкции**

**K.8.1.5 Привод**

**K.8.1.5.6 Прочность механизма управления**

Чтобы иметь достаточную прочность, механизм управления должен соответствовать требованиям K.9.3.7.

**K.8.1.5.7 Индикация хода привода**

Чтобы облегчить настройку привода переключателя по отношению к внешнему управляющему средству, например кулачку, переключатель может включать в себя средство для указания минимального хода привода, необходимого для обеспечения непосредственного размыкания, например, путем нанесения метки на плунжер привода.

**K.8.1.9 Требования к размыкающему действию**

**K.8.1.9.1 Прямое движение размыкания**

Аппараты для цепей управления с прямым движением размыкания должны соответствовать требованиям, указанным в K.9.3.4, K.9.3.5 (в случае позиционного переключателя с прямым движением размыкания) и K.9.3.7 без заметной деформации, способной уменьшить стойкость к воздействию импульсного напряжения, прикладываемого между разомкнутыми контактами.

**K.8.1.9.2 Автоматическое размыкание выключателей с прямым движением размыкания, управляемых по кабелю**

Выключатели должны автоматически возвращаться в разомкнутое состояние в случае дефекта в кабеле или его креплении.

**K.8.1.9.3 Требования относительно прямого движения размыкания (см. 3.6.10 IEC 60947-1:2020)**

Для части хода, соответствующего разделению контактов, необходимо иметь зависимую связь без упругой детали (например, пружины) между подвижными контактами и точкой органа управления, к которой прикладывают управляющее усилие.

**K.8.1.9.4 Типы контактных элементов**

Аппараты для цепей управления с полным отключением цепи могут иметь контактные элементы мгновенного или зависимого действия.

Размыкающие контактные элементы должны быть электрически разделены и отделены от замыкающих контактов.

Если аппарат для цепей управления имеет контактные элементы на два направления формы С или Za (см. рисунки 3с, 3d), следует использовать один контакт (замыкающий или размыкающий). При наличии контакта на два направления формы Zb могут быть использованы оба контакта.

**K.9 Испытания**

**K.9.1 Общие положения**

Раздел 9 применяют с дополнениями, указанными в K.9.3. Кроме того, долговечность контактного элемента должна быть указана в соответствии с Приложением C.

**K.9.3 Работоспособность**

**K.9.3.1 Циклы испытаний**

Пункт 9.3.1 применяется со следующими дополнениями:

– Цикл испытаний XIV (образец № 16) – Механическое переключение позиционных выключателей с прямым движением размыкания.

Испытание № 1 − Механическое переключение в температурных пределах туры (см. K.9.3.5).

Испытание № 2 − Проверка прямого движения размыкания (см. K.9.3.6).

– Цикл испытаний XV (образец № 17)

Испытание № 1 − Проверка прочности механизма передачи усилия (см. K.9.3.7).

**K.9.3.4 Работоспособность при условном токе короткого замыкания**

Пункт 9.3.4 применяют со следующими дополнениями.

**K.9.3.4.2 Проверка условного тока короткого замыкания**

Испытание проводят в соответствии с 9.3.4.2, за исключением того, что ток устанавливается контактным элементом с прямым размыканием, а не дополнительной аппаратурой, и испытание проводят на каждом из трех аппаратов методом включения тока три раза тем же контактным элементом в однофазной цепи.

В случае аппаратов для цепей управления типа 2 контактный элемент может быть выбран произвольно.

**K.9.3.4.4 Состояние элемента коммутационного после испытания**

**K.9.3.4.4.1 Работоспособность аппарата после испытания**

После каждого испытания размыкающий контактный элемент должен разомкнуться под действием усилия, указанного изготовителем, на ход полного размыкания (см. K.5.4.1, перечисления а) и b).

Разомкнутое положение контактов проверяют приложением импульсного испытательного напряжения 2500 В между разомкнутыми контактами.

**K.8.3.5 Проверка механической работоспособности позиционных переключателей в температурных пределах**

Это испытание применяеют только к позиционным выключателям с прямым движением размыкания. Позиционный переключатель выдерживают при температуре   
+70 °C в течение 8 ч.

В конце выдержки при той же температуре через контакты пропускают максимальный рабочий ток в течение 10 мин. Контакты должны быть приведены в действие 10 раз посредством приложения усилия, установленного изготовителем, согласно K.6.5.1, перечисление b).

Затем проводят испытание на работоспособность при температуре минус 25°С, но без пропускания тока.

В конце этих испытаний разомкнутое положение контактов должно быть проверено по K.9.3.6.

**K.9.3.6 Проверка прямого движения размыкания**

Когда позиционный переключатель находится в положении, соответствующем ходу прямого размыкания, указанному в К.6.5.1, перечисление а), расстояние между разомкнутыми контактами должно выдержать испытательное напряжение 2500 В.

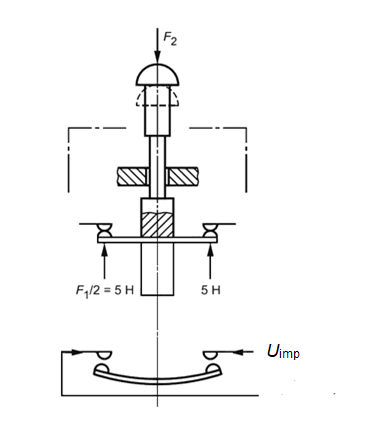
Для позиционных переключателей, способных к разъединению, значение выдерживаемого импульсного напряжения должно соответствовать IEC 60947-1:2020, таблица 14 импульсному выдерживаемому напряжению *U*imp, указанному изготовителем.

**K.9.3.7 Проверка прочности усилия механизма передачи усилия**

Замыкающие (размыкающие) контакт(ы) подвергают воздействию усилия *F*1 равного 10 Н (см. рисунок K.1). Усилие (момент) *F*2, превышающее(ий) *F*1, установленное(ый) изготовителем, должно(ен) прикладываться к органу управления до исполнения хода прямого размыкания.

После этого испытания механизм передачи усилия и (или) контакты должны сохранять способность к функционированию и выдерживать испытательное импульсное напряжение согласно K.9.3.6.

Для аппаратов для цепей управления, способных к разъединению, значение испытательного выдерживаемого импульсного напряжения должно соответствовать IEC 60947-1:2020, таблица 14, и номинальному импульсному выдерживаемому напряжению *U*imp, указанному изготовителем.



*F*1 - требуемое усилие (момент) размыкания, Н; *F*2 - усилие (момент), указанное(ый) изготовителем, Н *U*imp –импульсное испытательное напряжение

**Рисунок К.1 – Проверка прочности механизма передачи усилия**

**Приложение L**(обязательное)  
**Специальные требования к механически связанным контактным элементам**

Примечание – Нумерация Приложения L основана на нумерации данного стандарта.

Данное приложение распространяется на механически связанные вспомогательные контактные элементы, входящие в состав аппаратов для цепей управления, в которых обеспечивается внутреннее приводное усилие, например контакторное реле.

На соединение вспомогательных и главных контактов настоящее приложение не распространяется.

Примечания

1 – Типичным примером применения механически связанных контактных элементов является самоконтроль в цепях управления станками.

2 – Механически связанные контактные элементы ранее именовались силовыми контактами, контактами зависимого действия или связанными контактами.

3 – Аппараты для цепей управления с внешним приводом (например, нажимные кнопки или конечные выключатели) имеют не ограниченное максимальным значением приводное усилие (см. L.9.5, перечисление а), пункт 2), поэтому они не могут иметь механически связанных контактных элементов. В таких аппаратах в целях безопасности обычно применяют контакты с «прямым движением размыкания» (см. приложение К).

4 – Значение «механически связанные» также применимо к дополнительным контактным элементам, которые могут быть установлены потребителем.

В приложении L предусмотрены дополнительные технические условия (определения, требования и испытания), необходимые для формулировки требуемых характеристик конструкции, маркировки и параметров механически связанных контактных элементов.

**L.4 Классификация**

Применяют раздел 4.

**L.5 Характеристики**

Все механически связанные контактные элементы должны также отвечать требованиям настоящего стандарта.

**L.6 Информация о изделии**

Раздел 6 применяют со следующим дополнением.

**L.6.2.7 Идентификация и маркировка механически связанных контактных элементов**

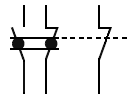
Механически связанные контактные элементы должны четко идентифицироваться:

- на самом аппарате для цепей управления; и (или)

- в документации изготовителя.

- или и то и другое.

Механическая связь должна быть показана на схеме соединений двумя параллельными линиями, соединяющими залитый кружок на каждом из механически связанных контактных символов. Пример показан на рисунке L.1



**Рисунок L.1 - Пример механически связанных замыкающего и размыкающего контактов и несвязанного размыкающего контакта**

Если аппараты, содержащие отдельные или все механически связанные контакты, маркируются, то следует использовать символ, показанный на рисунке L.2.



**Рисунок L.2 - Символ маркировки аппарата, содержащего механически связанные контакты**

**L.7 Нормальные условия обслуживания, монтажа и транспортирования**

Дополнительные требования отсутствуют.

**L.8 Требования к конструкции и работоспособности**

Раздел 8 применяют со следующим дополнением.

**L.8.1.9 Требования к механически связанным контактным элементам**

Если один из *n*-контактных (замыкающих) элементов находится в замкнутом состоянии, то ни один из *m*-контактных (размыкающих) элементов не должен быть замкнут.

Если один из *n*-контактных (размыкающих) элементов находится в замкнутом состоянии, то ни один из *n*-контактных (замыкающих) элементов не должен быть замкнут.

**L.9 Испытания**

**L.9.1 Общие положения**

Раздел 9 применяют со следующим дополнением.

**L.9.5 Специальное испытание для механически связанных контактных элементов**

Настоящее специальное испытание следует проводить на образце аппарата с сочетанием контактов *m+n*, где *m* - число размыкающих контактных элементов, а *n* - число замыкающих контактных элементов.

Каждое испытание проводят на новом образце.

Испытания следует проводить на новых и чистых аппаратах. Испытания проводят по следующей методике:

a) Испытание нормально замкнутого контакта

1) нормально замкнутый контактный элемент следует удерживать в замкнутом положении, например привариванием либо приклеиванием каждой точки контакта (например, двойной разрывной контакт приваривают в двух контактных точках). Толщина сварки или слоя клея должна быть такой, чтобы расстояние между контактами не превышало 0,02 мм.

2) Приводное усилие следует прикладывать возбуждением катушки управления при 110% ее номинального напряжения.

3) При прикладывании усилия импульсное испытательное напряжение 2,5 кВ (1,2/50 мкс на уровне моря с учетом корректировки по IEC 60947-1:2020, таблица 12) следует прикладывать к каждому нормально разомкнутому контакту. Не допускается наличие пробоев.

Примечание 1 – Согласно IEC 60947-1:2020, таблица 13, данное испытание гарантирует минимальный зазор 0,6 мм.

b) Испытание нормально разомкнутого контакта:

1) Приводное усилие должно прикладываться возбуждением катушки управления при ее номинальном напряжении.

2) Нормально разомкнутый контактный элемент следует удерживать в замкнутом положении, например привариванием либо приклеиванием каждой точки контакта (например, двойной разрывной контакт приваривают в двух контактных точках). Толщина сварки или слоя клея не должна превышать расстояние между контактами более 0,02 мм.

3) Приводное усилие следует прикладывать повторным возбуждением катушки управления.

4) При повторном возбуждении катушки управления импульсное испытательное напряжение, равное 2,5 кВ (1,2/50 мкс на уровне моря с учетом корректировки по IEC 60947-1:2020, таблица 12), следует прикладывать к каждому нормально разомкнутому контакту. Не должно быть пробивного разряда.

Примечание 2 – Согласно IEC 60947-1:2020, таблица 13, данное испытание гарантирует минимальный зазор 0,6 мм.

**Приложение М**(обязательное)  
**Маркировка выводов, отличительных номеров и отличительных букв для коммутационных элементов цепей управления**

**М.1 Общие положения**

Настоящее приложение применяется для коммутационных элементов цепей управления и контакторных приставок независимо от их конструкции, имеющих маркированные выводы.

Применение настоящего приложения устанавливает, когда выводы маркируются или в соответствии с требованиями настоящего стандарта, или в соответствии со сложившейся практикой.

**М.2 Правила маркировки выводов**

**М.2.1 Общие положения**

Применяют пункт L.3.2.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**М.2.2 Цифра функционального назначения**

Применяют пункт L.3.2.2 стандарта IEC 60947-1:2020.

**M.2.3 Последовательность цифр**

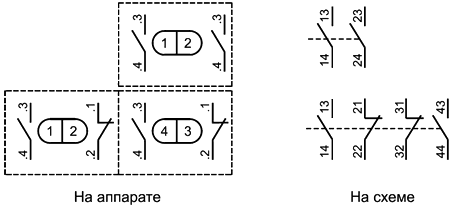
Цифра разряда десятка продолжает последовательность номера, начиная с цифры 1 (исключая отличительное обозначение цепи управления 01 и отличительное обозначение контакторной приставки 01Е), независимо от функции контакта.

Выводы общие для нескольких контактов маркируются общей последовательностью цифр.

Для контактных приставок, имеющих 10 контактных элементов, в последовательности цифр используется цифра 0 взамен 10.

Последовательность цифр может быть неполной только на маркировке выводов, если изготовителем предоставлена дополнительная информация или потребитель четко заказал комбинацию цифр.

ПРИМЕР Для цепей управления.

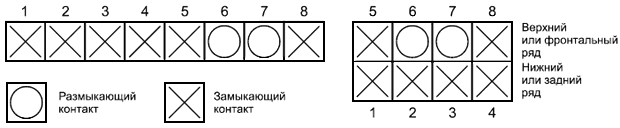


Примечание – Точка перед функциональной цифрой, показанная в примере, применена для показа цифровой зависимости и не обязательна для применения на практике.

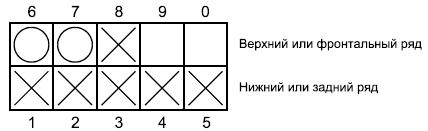
**М.2.4 Цифровой метод**

Выводы контактов должны нумероваться на аппарате последовательно, слева направо; для аппаратов с рядами выводов нумерация должна начинаться с ряда, ближайшего к монтажному уровню.

ПРИМЕР – Метод нумерации контактов на контакторных приставок различных конструктивных типов, но с общим отличительным номером 62 Е.



Установленный метод нумерации не допускает пробелов последовательности нумерации ячеек на стороне контактов.



**М.3 Отличительный номер и отличительная буква**

**М.3.1 Общие положения**

Количество и тип контактных элементов для цепей управления в соответствии с настоящим приложением определяется отличительным номером. Контакты цепей управления или контакторные приставок определяются отличительным номером и следующей за ним отличительной буквой.

**М.3.2 Отличительный номер**

Первая цифра отличительного номера обозначает количество замыкающих контактных элементов, а вторая цифра - количество размыкающих контактных элементов. Третья цифра, если необходима, обозначает количество переключающих контактов цепей управления.

**M.3.3 Отличительная буква**

Отличительная буква указывает расположение контактного элемента контакторной приставки в зависимости от маркировки каждого вывода отдельно.

Раздел М.5 устанавливает расположение выводов в контакторных приставках, обозначенных отличительной буквой Е.

Раздел М.6 дает информацию о допустимых изменениях, указанных отличительными буквами X, Y или Z.

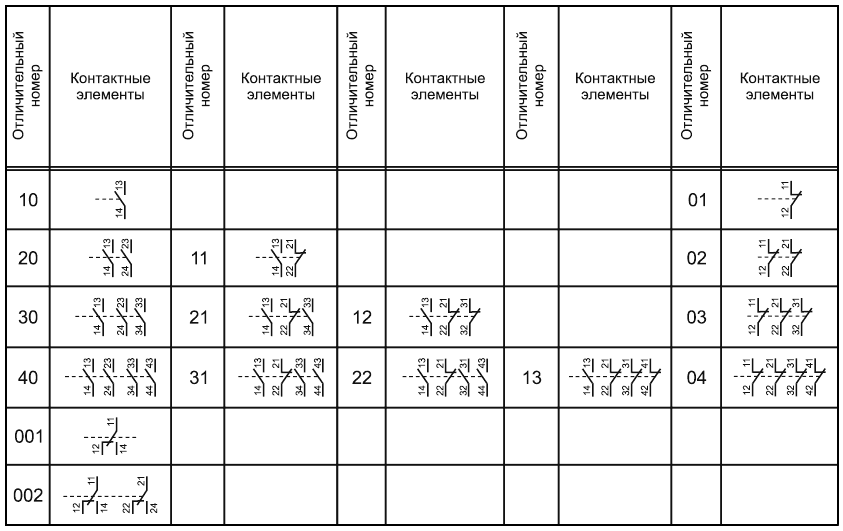
Для новых конструкций предпочтительно расположение, обозначенное отличительной буквой Е.

**М.4 Последовательность нумерации выводов**

Для цепей управления, имеющих общий отличительный номер, маркировка выводов установлена в таблице М.1.

Позиции контактных элементов цепей управления, как они указаны в таблице М.1, не обязательны для применения в схемах.

**Таблица М.1 – Схемы цепей управления**

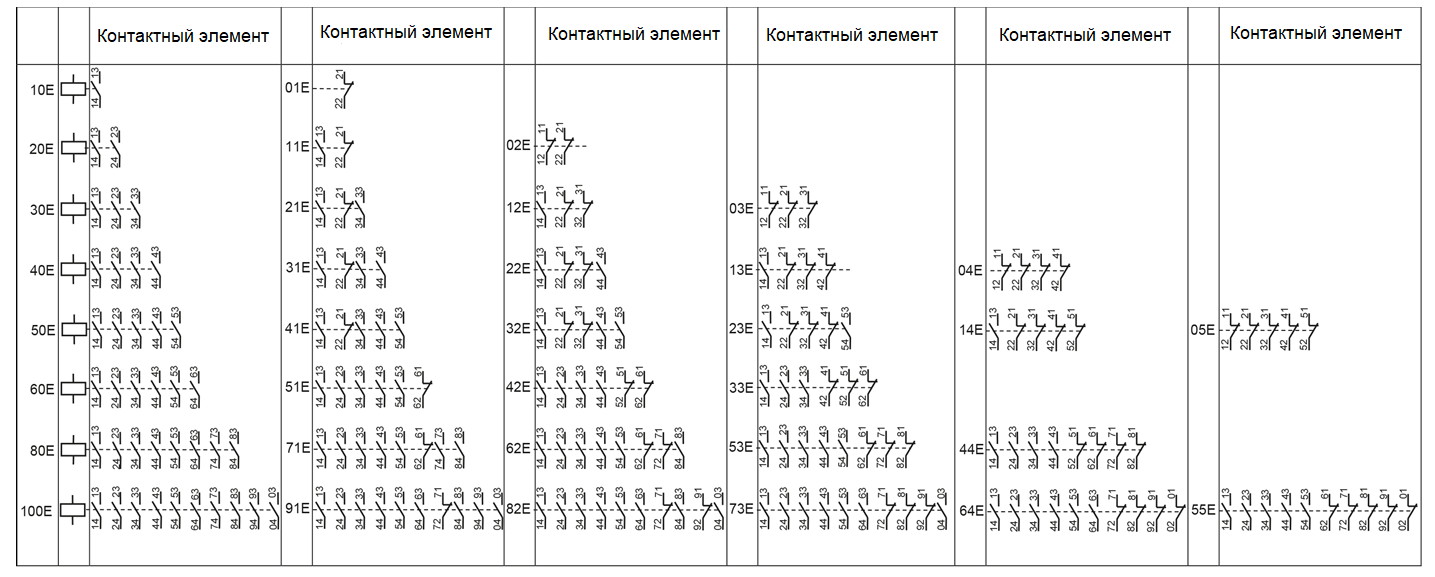


**M.5 Контакторные приставки, обозначенные отличительной буквой E**

Для контакторных приставок, имеющих общий отличительный номер и отличительную букву Е, независимо от их конструкции, последовательность контактных элементов в аппарате устанавливается в соответствии со схемами таблицы М.2.

Результатом этой последовательности становится расположение номеров и предоставляется возможность быстро находить выводы контактов контакторных приставок в оборудовании.

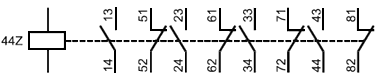
**Таблица М.2 – Схемы контакторных приставок, обозначенных отличительной буквой Е**

****

**M.6 Контакторные приставки, обозначенные отличительными буквами X, Y или Z**

**M.6.1 Контакторные приставки, обозначенные отличительной буквой Z**

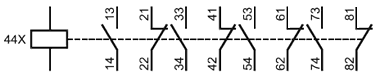
Если расположение контактных элементов в аппаратах (но не маркировка выводов) отличается от изложенных в разделе М.5, аппараты должны быть обозначены отличительной буквой Z, заменяющей отличительную букву Е.



**M.6.2 Контакторные приставки, обозначенные отличительной буквой X**

Если расположение контактных элементов в аппаратах и маркировка выводов отличаются от изложенных в разделе М.5, аппараты должны быть обозначены отличительной буквой X, заменяющей отличительную букву Е.

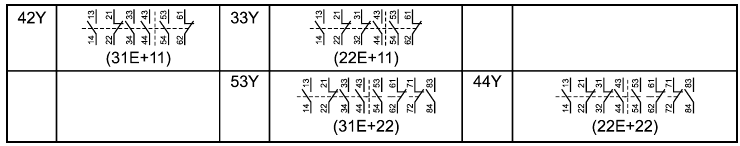
Такие аппараты должны соответствовать требованиям пунктов М.2 и М.3.



**М.6.3 Контакторные приставки, обозначаемые отличительной буквой Y**

Аппараты, содержащие комбинации контактных элементов и маркировку выводов в соответствии с таблицей М.3, должны быть обозначены отличительной буквой Y, заменяющей отличительную букву Е.

**Таблица М.3 – Схемы контакторных приставок, обозначенных отличительной буквой Y**



**Приложение N**(обязательное)  
**Процедура определения данных о надежности электромеханических аппаратов для цепей управления, используемых в системах функциональной безопасности**

**N.1 Общие положения**

**N.1.1 Обзор**

Предоставление этих данных является необязательным и осуществляется по усмотрению изготовителя.

**N.1.2 Цель**

Пункт К.1.2 стандарта IEC 60947-1:2020 применяют со следующим дополнением:

В приложении K рассматривается только предполагаемое использование электромеханических контактов в аппаратах для цепей.

ПРИМЕР Предназначение нормально замкнутых контактов - размыкание цепи.

Примечание – Для получения дополнительной информации о данных по надежности герконовых магнитных переключателей см. приложение D IEC 62246-1-1:2018 и IEC TR 62246-3.

**N.1.3 Общие положения**

Применяют пункт K.1.3 стандарта IEC 60947-1:2020.

**N.2 Термины, определения и обозначения**

Применяют пункт K.2 стандарта IEC 60947-1:2020.

**N.3 Метод, основанный на результатах испытаний на долговечность**

**N.3.1 Общее положение**

Применяют пункт K.3.1 стандарта IEC 60947-1:2020.

**N.3.2 Требования к испытаниям**

**N.3.2.1 Общие положения**

Условия испытаний должны соответствовать разделу 7.

Каждое испытание должно проводиться при общих условиях, указанных в п. 9.3.2.1, и со скоростью, равной или большей по усмотрению изготовителя. Движущиеся части устройства должны достигать своих максимальных рабочих положений в обоих направлениях, как рекомендовано изготовителем.

Данные о надежности, которые должны быть опубликованы, приведены в пункте N.4.

**N.3.2.2 Механическая прочность**

Механическая прочность аппаратов для цепей управления определяется как количество циклов работы без нагрузки. Для использования тока без включения или отключения применима механическая прочность.

Во время испытания контакты должны периодически проверяться при любом напряжении и токе, выбранных изготовителем, и не должно быть никаких отказов.

**N.3.2.3 Электрическая прочность**

Электрическая прочность аппарата для цепей управления определяется как количество рабочих циклов под нагрузкой.

Электрическая прочность определяется в соответствии с пунктом C.3.2 с использованием категории использования AC-15 и/или DC-13, если иное не указано изготовителем.

**N.3.3 Число образцов**

Применяют пункт K.3.3 IEC 60947-1:2020 со следующим дополнением:

Выбор образцов для испытаний для серии устройств с одинаковой базовой конструкцией и без существенных различий в конструкции выбирают по инженерному расчету.

ПРИМЕР Если вспомогательный контакт используется для ряда устройств (например, контакторов), допускается испытать только один комплект с одним представителем контактора для всего типоразмера.

**N.3.4 Характеристика видов отказа**

Применяют пункт K.3.4 IEC 60947-1:2020.

**N.3.5 Модель Вейбулла**

Применяют пункт K.3.5 IEC 60947-1:2020.

**N.3.6 Ресурс и верхний предел частоты отказов**

Применяют пункт K.3.6 IEC 60947-1:2020.

**N.3.7 Данные по надежности**

Применяют пункт K.3.7 IEC 60947-1:2020.

**N.4 Представляемые данные**

Применяют пункт K.4 IEC 60947-1:2020.

**N.5 Пример**

Применяют пункт K.5 IEC 60947-1:2020.

**Приложение О**(обязательное)  
**Дополнительные требования к аппаратам для цепей управления, включающим встроенный интерфейс связи в соответствии с IEC 61131-9**

Примечание – Нумерация Приложения О основана на нумерации данного стандарта.

**O.1 Общие положения**

Приложение O применяется к аппаратам для цепей управления со встроенным интерфейсом связи (SDCI) в соответствии с IEC 61131-9:2022 и устанавливает дополнительные требования.

Для порта SDCI с функцией коммутационного элемента цепи управления дополнительно применяется Приложение H.

**O.5 Характеристики**

**O.5.3 Номинальные и предельные значения для SDCI**

Пункты 5.3.2.2, 5.3.2.4 и 5.4 IEC 61131-9:2022 применяются со следующим дополнением.

Примечание – Пороговые значения, приведенные в 5.3.2.2 IEC 61131-9:2022, совместимы с определениями входов типа 1, приведенными в таблице S.2 IEC 60947-1:2020.

Устройства, обеспечивающие порт класса B, должны быть совместимы с характеристиками источника питания приведенными в таблице 11 стандарта IEC 61131-9:2022.

**O.6 Информация об изделии**

Раздел 6 применяют со следующим дополнением:

Специальная информация об интерфейсе в соответствии с IEC 61131-9:2022 должна быть приведена в документации на изделие.

**O.8 Конструктивные и эксплуатационные требования**

**O.8.1 Конструктивные требования**

**O.8.1.8 Выводы, проводка и соединители**

Применяются пункты 4.3, 5.5.1 и 5.5.2 IEC 61131-9:2022.

Примечание– Информация о коммуникационных возможностях SDCI содержится в IEC 61131-9:2022.

**O.8.3 Электромагнитная совместимость (ЭМС)**

Для функционирования аппарата для цепей управления применяют пункт 8.3. В дополнение к этому, для SDCI, применяют пункт H.1 стандарта IEC 61131-9:2022.

**O.9 Испытания**

**O.9.1 Виды испытаний**

**O.9.1.2 Типовые испытания**

Для обеспечения надежности аппарата для цепей управления применяют положения пунктов 9.4 или H.9.4. Для проверки помехоустойчивости канала связи SDCI применяют пункт H.2.1 стандарта IEC 61131-9:2022.

Примечание– Информация о испытании коммуникационных возможностей SDCI размещена в требованиях к испытаниям IO-Link, на домашней странице консорциума IO-Link3.

**Приложение ДА**

**(справочное)**

**Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных   
в примененном международном стандарте**

Таблица ДА.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение ссылочного международного стандарта | Степень  соответствия | Обозначение и наименование ссылочного межгосударственного стандарта |
|  |  |  |
| IEC 60068-2-6:2007 | NEQ | ГОСТ 28203-89 (МЭК 68-2-6-82) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Fc и руководство: Вибрация (синусоидальная) |
| IEC 60068-2-14:2007 | NEQ | ГОСТ 28209-89 (МЭК 68-2-14-84) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание N: Смена температуры |
| IEC 60068-2-27:2008 | NEQ | ГОСТ 28213-89 (МЭК 68-2-27-87) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Еа и руководство: Одиночный удар |
| IEC 60068-2-30:2005 | NEQ | ГОСТ 28216-89 (МЭК 68-2-30-87) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Db и руководство: Влажное тепло, циклическое (12+12-часовой цикл) |
| IEC 60068-2-78:2012 | - | \*[[3]](#footnote-3) |
| IEC 60417 | NEQ | ГОСТ 28312-89 (МЭК 417-73) Аппаратура радиоэлектронная профессиональная. Условные графические обозначения |
| IEC 60695-2-10:2021 | - | \*[[4]](#footnote-4) |
| IEC 60695-2-11:2021 | IDT | ГОСТ IEC 60695-2-11-2013 Испытания на пожароопасность. Часть 2-11. Основные методы испытаний раскаленной проволокой. Испытание раскаленной проволокой на воспламеняемость конечной продукции |
| IEC 60695-2-12:2021 | IDT | ГОСТ IEC 60695-2-12-2015 Испытания на пожароопасность. Часть 2-12. Методы испытаний раскаленной проволокой. Метод определения индекса воспламеняемости материалов раскаленной проволокой (ИВРП) |
| IEC 60730-1:2022 | IDT | ГОСТ IEC 60730-1-2011 Автоматические электрические управляющие устройства бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Общие требования |
| IEC 60947-1:2020 | IDT | ГОСТ IEC 60947-1-2017 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила |
| IEC 60947-4-1:2018 | IDT | ГОСТ IEC 60947-4-1-2021 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контакторы и пускатели. Электромеханические контакторы и пускатели |
| IEC 60947-5-2:2019 | IDT | ГОСТ IEC 60947-5-2-2024 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-2. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Сенсорные выключатели |
| IEC 60947-5-5:1997 | MOD | ГОСТ 30011.5.5-2012 (IEC 60947-5-5-97) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-5. Аппараты и элементы коммутации для цепей управления. Электрические устройства срочного останова с функцией механического защелкивания |
| IEC 60999-1:1999 | MOD | ГОСТ 31602.1-2012 (IEC 60999-1:1999) Соединительные устройства. Требования безопасности к контактным зажимам. Часть 1. Требования к винтовым и безвинтовым контактным зажимам для соединения медных проводников с номинальным сечением от 0,2 до 35 кв. мм |
| IEC 61000-4-2:2008 | MOD | ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC 61000-4-2:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний |
| IEC 61000-4-3:2020 | MOD | ГОСТ 30804.4.3-2013 (IEC 61000-4-3:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний |
| IEC 61000-4-4:2012 | MOD | ГОСТ 30804.4.4-2013 (IEC 61000-4-4:2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний |
| IEC 61000-4-5:2014 | - | \*[[5]](#footnote-5) |
| IEC 61000-4-6:2023 | IDT | ГОСТ IEC 61000-4-6-2022 Электромагнитная совместимость. Часть 4-6. Методы испытаний и измерений. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными полями |
| IEC 61000-4-8:2009 | IDT | ГОСТ IEC 61000-4-8-2013 Электромагнитная совместимость. Часть 4-8. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты |
| IEC 61000-4-11:2020 | MOD | ГОСТ 30804.4.11-2013 (IEC 61000-4-11:2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний |
| IEC 61131-9:2022 | - | \*[[6]](#footnote-6) |
| IEC 61140:2016 | IDT | ГОСТ IEC 61140-2012 Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования |
| IEC 62262:2002 | IDT | ГОСТ IEC 62262-2015 Электрооборудование. Степени защиты, обеспечиваемой оболочками от наружного механического удара (код IK) |
| IEC 62471:2006 | IDT | ГОСТ IEC 62471-2013 Фотобиологическая безопасность ламп и ламповых систем |
| CISPR 11:2015 | IDT | ГОСТ CISPR 11-2017 Электромагнитная совместимость. Оборудование промышленное, научное и медицинское. Характеристики радиочастотных помех. Нормы и методы измерений |
| CISPR 32:2015 | IDT | ГОСТ CISPR 32-2015 Электромагнитная совместимость оборудования мультимедиа. Требования к электромагнитной эмиссии |
| ISO 2859-1:1999 | - | \*[[7]](#footnote-7) |
| ISO 14159:2002 | IDT | ГОСТ ISO 14159-2012 Безопасность машин. Гигиенические требования к конструкции машин |
| \* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.  Примечание - В настоящем приложении использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:  - IDT - идентичные стандарты;  - MOD - модифицированные стандарты;  - NEQ - неэквивалентные стандарты. | | |

**Библиография**

|  |  |
| --- | --- |
| IEC 60050-441 | International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses (Международный электротехнический словарь. Глава 441. Коммутационная аппаратура, аппаратура управления и предохранители) |
| IEC 60050-444:2002 | International Electrotechnical Vocabulary – Part 444: Elementary relays (Международный электротехнический словарь. Часть 444. Элементарные реле) |
| IEC 60068-2-75 | Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests (Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-75. Испытания. Испытание Eh: Ударные испытания) |
| IEC 60073:2002 | Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indications and actuators (Основополагающие принципы и принципы безопасности для интерфейса человек-машина, маркировка и идентификация. Принципы кодирования для индикаторов и пускателей) |
| IEC 60079 (все части) | Explosive atmospheres (Взрывоопасные среды) |
| IEC 60255 (все части) | Measuring relays and protection equipment (Измерительные реле и защитное оборудование) |
| IEC 60617 | Graphical symbols for diagrams (Графические символы для диаграмм), доступно по адресу <https://std.iec.ch/iec60617> |
| IEC 60947-5-3:2013 | Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-3: Control circuit devices and switching elements – Requirements for proximity devices with defined behaviour under fault conditions (PDDB) (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные. Часть 5-3. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Требования к близко расположенным устройствам с определенным поведением в условиях отказа) |
| IEC 60947-5-4:2002  IEC 60947-5-4:2002/AMD1:2019 | Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-4: Control circuit devices and switching elements. Method of assessing the performance of low-energy contacts (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-4. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Методы оценки эксплуатационных характеристик низкоэнергетических контактов. Специальные испытания) |
| IEC 61000 (все части) | Electromagnetic compatibility (EMC) (Электромагнитная совместимость (ЭМС) |
| IEC 61810 (все части) | Electromechanical elementary relays (Электромеханические элементарные реле) |
| IEC 61672-1:2013 | Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications (Электроакустика. Шумомеры. Часть 1. Технические требования) |
| IEC 62246-1:2015 | Reed switches – Part 1: Generic specification (Герконы. Часть 1. Общие технические условия) |
| IEC 62246-1-1:2018 | Reed switches – Part 1-1: Generic specification – Blank detail specification (Герконы. Часть 1-1. Общие технические условия. Типовая форма частных технических условий) |
| IEC TR 62246-3:2018 | Reed switches – Part 3: Reliability data for reed switch-devices in typical safety applications (Герконы. Часть 3. Данные о надежности герконов в типичных приложениях безопасности) |
| EC 62246-4:2023 | Reed switches – Part 4: Application in conjunction with magnetic actuator used for magnetic sensing devices (Герконы – Часть 4: Применение совместно с магнитным приводом, используемым для магнитных сенсорных устройств) |
| IEC 62443 (все части) | Security for industrial automation and control systems (Сети коммуникационные производственные) |
| IEC TR 62471-2:2009, | Photobiological safety of lamps and lamp systems – Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety[[8]](#footnote-8) (Светобиологическая безопасность ламп и ламповых систем. Часть 2. Руководство по производственным требованиям, относящимся к безопасности нелазерного оптического излучения) |
| IEC 62683 | Общий словарь данных (CDD), доступно по адресу https://cdd.iec.ch/cdd/iec62683/iec62683.nsf |
| IEC TS 63058:2021 | Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage – Environmental aspects (Аппаратура распределения и управления и их комплектные устройства низковольтные. Экологические аспекты) |
| IEC TR 63201:2019 | Low-voltage switchgear and controlgear – Guidance for the development of embedded software (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Руководство по разработке встроенного программного обеспечения) |
| IEC TS 63208:2020 | Low-voltage switchgear and controlgear – Security aspects (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Аспекты безопасности) |
| IEC 63216:2019 | Low-voltage switchgear and controlgear – Electromagnetic compatibility assessment for switchgear and controlgear and their assemblies (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Оценка электромагнитной совместимости и аппаратуры распределения и управления и ее блоков) |
| IEC Guide 104:2019 | The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications (Подготовка публикаций по безопасности и использование основополагающих и групповых публикаций по безопасности) |
| ISO 2859-1:1999 | Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection (Процедуры выборочного контроля по альтернативным признакам. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества (AQL)] |
| ISO 7000:2019 | Graphical symbols for use on equipment, available at <https://www.graphical-symbols.info/equipment> (Графические символы, наносимые на оборудование. Зарегистрированные символы) |
| ISO 7731:2003 | Ergonomics – Danger signals for public and work areas – Auditory danger signals (Эргономика. Сигналы опасности на рабочих и в общественных местах. Звуковые сигналы опасности) |
| ISO 14119:2013 | Safety of machinery – Interlocking devices associated with guards – Principles for design and selection (Безопасность машин. Блокировочные устройства для защитных ограждений. Принципы конструирования и выбора) |
| CIE S004/E-2001 | Colours of light signals (Цвета световых сигналов) |
| CSA C22.1 | Canadian Electrical Code (Канадский электрический кодекс) |
| NFPA 70 | National Electrical Code® (Национальный электрический код) |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | |  |
| УДК 621.3.002.5.027.2:006.354 | МКС 29.120.40; 29.130.20 | |  | IDT |
|  | | | | |
| Ключевые слова: аппараты для цепей управления, кнопки, поворотные переключатели, педальные выключатели, контакторные реле, выключатели давления, термодетекторы (термостаты), путевые выключатели для цепей управления, аппаратура для цепей управления, снабженная сигнальными лампами | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Руководитель разработки:  Директор департамента продаж оборудования АО «ДКС» |  |  |  | Р.Р. Ахмедшин |
| *должность* |  | *подпись* |  | *инициалы фамилия* |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Исполнитель:  Руководитель проектного отдела НВО |  |  |  | С.А. Колобков |
| *должность* |  | *подпись* |  | *инициалы фамилия* |

1. IO-LinkTM является торговой маркой «Консорциума IO-Link». Эта информация приведена для удобства потребителей данной публикации и не является одобрением со стороны IEC владельца торговой марки или каких-либо его продуктов.

   Эквивалентные продукты могут быть использованы, если может быть доказано, что они приводят к тем же результатам. [↑](#footnote-ref-1)
2. Данная публикация была отозвана. На момент публикации настоящего стандарта не было документа, который бы стал приемником IEC TR 62471-2. [↑](#footnote-ref-2)
3. На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60068-2-78-2009 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-78. Испытания. Испытание Cab: Влажное тепло, постоянный режим [↑](#footnote-ref-3)
4. На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60695-2-10-2011 Испытания на пожароопасность. Часть 2-10. Основные методы испытаний раскаленной проволокой. Установка испытания раскаленной проволокой и общие процедуры испытаний [↑](#footnote-ref-4)
5. На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний [↑](#footnote-ref-5)
6. На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 61131-9-2017 Контроллеры программируемые. Часть 9. Одноточечный интерфейс цифровой связи для небольших датчиков и исполнительных устройств [↑](#footnote-ref-6)
7. На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества [↑](#footnote-ref-7)
8. Эта публикация была отозвана [↑](#footnote-ref-8)