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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 60947-6-1— 2024

АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНАЯ

Часть 6-1

Аппаратура многофункциональная. Аппаратура коммутационная для переключения питания

(IEC 60947-6-1:2021, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

Предисловие

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 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 31 июля 2024 г. № 175-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 сентября 2024 г. № 1267-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60947-6-1—2024 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2025 г. с правом досрочного применения

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60947-6-1:2021 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 6-1. Аппаратура многофункциональная. Аппаратура коммутационная переключения» («Low-voltage switchgear and controlgear — Part 6-1: Multiple function equipment — Transfer switching equipment», IDT).

Международный стандарт IEC 60947-6-1:2021 разработан подкомитетом 121A «Низковольтные распределительные устройства и устройства управления» Технического комитета 121 «Распределительные устройства и устройства управления и их сборки для низкого напряжения» Международной электротехнической комиссии (IEC).

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

6 ВЗАМЕН ГОСТ IEC 60947-6-1—2016

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

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

© IEC, 2021
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины, определения, условные обозначения и сокращения 3
3.1 Основные положения 3
3.2 Алфавитный указатель терминов 3
3.3 Коммутационные аппараты переключения 4
3.4 Работа коммутационной аппаратуры переключения 5
3.5 Положения силовых контактов 6
3.6 Условные обозначения и сокращения 6
4 Классификация 6
5 Характеристики 7
5.1 Перечень характеристик 7
5.2 Тип и характеристики аппарата 7
5.3 Номинальные и предельные значения параметров силовой цепи 7
5.4 Категория применения 9
5.5 Цепи управления 9
5.6 Вспомогательные цепи 9
6 Информация об аппарате 10
6.1 Характер информации 10
6.2 Маркировка 10
6.3 Руководство по монтажу, эксплуатации и обслуживанию, выводу из эксплуатации и демонтажу 12
6.4 Экологическая информация 13
7 Условия нормальной эксплуатации, монтажа и транспортирования 13
8 Требования к конструкции и работоспособности 14
8.1 Требования к конструкции 14
8.2 Требования к работоспособности 15
8.3 Электромагнитная совместимость (ЭМС) 20
9 Испытания 21
9.1 Виды испытаний 21
9.2 Типовые испытания 21
9.3 Приемо-сдаточные испытания 40
9.4 Испытание на стойкость к воздействию окружающей среды 42
Приложение А (обязательное) Присвоение категорий применения по результатам испытаний 43
Приложение В (справочное) Вопросы, подлежащие согласованию между изготовителем и потребителем 44
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 45
Библиография 46

Введение

В настоящее время значимость доступности низковольтных электрических установок постоянно возрастает. Система, способная безопасно переключать нагрузку с одного источника на другой и с минимальными возмущениями в нагрузке, сводит к минимуму проблемы, вызванные условиями отказа при нормальном питании.

Эти действия, широко известные как «коммутационное переключение», управляются установками и могут быть выполнены автоматически, дистанционно или вручную.

Таким образом, установка с внедренной функцией «коммутационное переключение»:

- обеспечивает непрерывность производственных процессов;
- обеспечивает резервный источник питания в том случае, если основная сеть не работает;
- снижает воздействие, вызванное сбоями в сети, на отдельные части установки;
- обеспечивает приемлемую сочетаемость между надежностью, простотой и экономичностью;
- предоставляет управляющей системе с источником питания способность обеспечить питанием всю установку или ее часть.

Ключевыми факторами, побуждающими клиентов использовать коммутационную аппаратуру переключения (КАП), являются:

- постоянный рост населения мира, рост числа электронных устройств и новые требования, предъявляемые к электромобилям;
- опосредованное давление на изменение климата с последующим увеличением стоимости энергии;
- рост рынка электроэнергии с большим количеством альтернативных источников энергии;
- ожидания потребителя относительно повышения надежности сети, экономических показателей и стремления управлять источниками энергии.

Стороны, участвующие в управлении электроэнергией, также заинтересованы в получении новых результатов:

- в планах потребителей снижение стоимости своей энергии и наличие качественного энергоснабжения;
- поставщикам необходимо укрепление доверия к своим клиентам;
- изготовители ожидают оптимизации вложенных инвестиций;
- правительственные и регулирующие органы готовы создать конкурентоспособный и устойчивый энергетический рынок.

К настоящему моменту эксплуатационные характеристики коммутационной аппаратуры переключения определяются изготовителями КАП, а также настоящим стандартом. Консультанты, субподрядчики, руководители предприятий и конечные потребители полагаются на положения настоящего стандарта с учетом их потребности в обеспечении доступности электроэнергии.

Коммутационное переключение часто осуществляется путем реализации функции переключения в электрической установке, но эта наиболее востребованная функция может быть спроектирована ненадлежащим образом. Использование КАП в соответствии с требованиями настоящего стандарта обеспечивает безопасность и производительность функции переключения, которые необходимы для достижения перечисленных выше целей.

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

АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНАЯ

Часть 6-1

Аппаратура многофункциональная. Аппаратура коммутационная для переключения питания

Low-voltage switchgear and controlgear. Part 6-1. Multiple function equipment. Transfer switching equipment

Дата введения — 2025—06—01
с правом досрочного применения

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на коммутационную аппаратуру переключения (КАП) номинальным напряжением не выше 1000 В переменного или не выше 1500 В постоянного тока, предназначенную для коммутации нагрузки между источниками питания с образованием бестоковой паузы на время переключения.

Настоящий стандарта распространяется:

- на коммутационную аппаратуру ручного переключения (РКАП);
- коммутационную аппаратуру дистанционного переключения (ДКАП);
- коммутационную аппаратуру автоматического переключения (КААП), включая контроллеры.

Настоящий стандарт не распространяется:

1) на конфигурации КАП, которые не прошли испытания изготовителя и/или не промаркированы в соответствии с требованиями настоящего стандарта как коммутационный аппарат переключения;

2) вспомогательные контакты (см. IEC 60947-5-1);

3) коммутационные переключатели, используемые во взрывоопасных средах [для ознакомления см. IEC 60079 (все части)];

4) конструкции встроенного программного обеспечения (см. IEC TR 63201);

5) аспекты кибербезопасности (см. IEC TS 63208);

6) КАП, рассчитанную на асинхронный двигатель прямого пуска исполнения NE и HE, в соответствии с IEC 60034-12:2016 (для ознакомления см. раздел «Категория применения AC-3» в соответствии с IEC 60947-4-1:2018);

7) другие рассматриваемые типы КАП, включая КАП с закрытым переходом, КАП с перекрывающей нейтрали, КАП с несколькими источниками питания (т. е. КАП с более чем двумя источниками питания), устройства управления переключением, КАП с обходным байпасом, КАП с функциями отключения нагрузки и КАП с секционным переключением.

Примечание — КАП, используемые для систем безопасности и аварийного освещения, приведены в IEC 60364-5-56, регулируются национальными правилами и/или законодательными требованиями.

Настоящий стандарт устанавливает:

1) характеристики аппаратуры;

2) условия, которым должен удовлетворять аппарат, относительно:

   а) действия, для которого он предназначен,

Издание официальное

b) действия и поведения в аномальных условиях, например короткого замыкания,

c) диэлектрических свойств;

3) испытания для подтверждения соответствия требованиям настоящего стандарта и методов выполнения испытаний;

4) информацию, маркируемую на аппарате и предоставляемую изготовителем.

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 60068-2-2:2007, Environmental testing — Part 2-2: Tests — Test B: Dry heat (Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-2. Испытания. Испытание B: Сухое тепло)

IEC 60417, Graphical symbol for user on equipment [Графические символы для применения на оборудовании (доступно на сайте: https://www.graphical-symbols.info/equipment)]

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

IEC 60812, Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA) [Анализ видов и последствий отказов (FMEA и FMECA)]

IEC 60947 (all parts), Low-voltage switchgear and controlgear [Устройство распределительное комплектное (все части)]

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

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

IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 60947-3:2020, Low-voltage switchgear and controlgear — Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units (Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и блоки предохранителей)

IEC 60947-4-1:2018[1)], 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 электродвигателей. Электромеханические контакторы и пускатели электродвигателей)

IEC 61000-4-13:2002, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-13: Testing and measurement techniques — Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests (Электромагнитная совместимость. Часть 4-13. Методики испытаний и измерений. Испытания низкочастотной помехозащитности от воздействия гармоник и промежуточных гармоник, включая сетевые сигналы, передаваемые в сеть переменного тока)

IEC 61000-4-13:2002/AMD1:2009

IEC 61000-4-13:2002/AMD2:2015

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

CISPR 11:2015/AMD1:2016

[1)] Заменен на IEC 60947-4-1:2023. Однако для однозначного соблюдения требования настоящего стандарта, приведенного в датированной ссылке, рекомендуется использование только указанное в этой ссылке издание.

3 Термины, определения, условные обозначения и сокращения

3.1 Основные положения

Для целей настоящего стандарта используются термины и определения согласно IEC 60947-1:2020, раздел 3, а также следующие термины.

Терминологические базы данных ISO и IEC, доступны по следующим интернет-адресам:

- платформа ISO по адресу: http://www.iso.org/obp;
- Электропедия онлайн-просмотра IEC по адресу: http://www.electropedia.org/.

3.2 Алфавитный указатель терминов

Пункт

Б

блокировка (interlocking) ... 3.4.10

В

время переключения контактов (contact transfer time) ... 3.4.5

Д

длительность переключения (operating transfer time) ... 3.4.6

К

КАП класса СВ (Class CB TSE) ... 3.3.7

КАП класса РС (Class PC TSE) ... 3.3.6

КАП класса СС (Class CC TSE) ... 3.3.8

коммутационная аппаратура автоматического переключения источников питания; КААП (automatic transfer switching equipment, ATSE) ... 3.3.4

коммутационная аппаратура дистанционного переключения; ДКАП (remotely operated transfer switching equipment, RTSE) ... 3.3.3

коммутационная аппаратура переключения источников питания; КАП (transfer switching equipment, TSE) ... 3.3.1

коммутационная аппаратура ручного переключения; РКАП (manually operated transfer switching equipment, MTSE): Коммутационная аппаратура переключения, управляемая вручную ... 3.3.2

комплектная коммутационная аппаратура переключения (комплектная КАП) [derived transfer switching equipment (derived TSE)] ... 3.3.5

контроль отклонения параметров источника питания (monitored supply deviation) ... 3.4.2

О

отклонение напряжения питания (voltage supply deviation) ... 3.4.3

отклонение частоты питания (frequency supply deviation) ... 3.4.4

П

позиция I (position I) ... 3.5.2

позиция II (position II) ... 3.5.3

положение коммутации (switching position) ... 3.5.1

положение отключения (OFF) (OFF position) ... 3.5.4

переключение без разрыва цепи питания нагрузки (closed transition) ... 3.4.9

переключение с разрывом цепи питания нагрузки (open transition) ... 3.4.7

С

специализированная электромонтажная арматура (dedicated wiring accessory) ... 3.3.10

синфазное переключение (in-phase transfer) ... 3.4.8

У

устройство управления переключением источников питания (ATS controller) ... 3.3.9

3.3 Коммутационные аппараты переключения

3.3.1 **коммутационная аппаратура переключения источников питания**; КАП (transfer switching equipment, TSE): Аппаратура, состоящая из одного или нескольких коммутационных аппаратов, предназначенных для переключения цепей нагрузки от одного источника к другому.

3.3.2 **коммутационная аппаратура ручного переключения источников питания**; РКАП (manually operated transfer switching equipment, MTSE): Коммутационная аппаратура переключения, управляемая вручную и без помощи электричества.

3.3.3 **коммутационная аппаратура дистанционного переключения источников питания**; ДКАП (remotely operated transfer switching equipment, RTSE): Коммутационная аппаратура переключения, управляемая с электроприводом, а не автоматически.

Примечание — ДКАП может иметь дополнительное приспособление для местного и/или ручного управления.

3.3.4 **коммутационная аппаратура автоматического переключения источников питания**; КААП (automatic transfer switching equipment, ATSE): Автоматически управляемая коммутационная аппаратура, включая все необходимые воспринимающие входы, мониторинг и управляющие логические схемы для операций переключения.

Примечание — КААП может иметь дополнительно устройство для управления вручную.

3.3.5 **комплектная коммутационная аппаратура переключения источников питания;** комплектная КАП (derived transfer switching equipment, derived TSE): КАП, основная часть которой прошла испытания согласно таблице 9 на соответствие требованиям IEC 60947-6-1, соответствующая IEC 60947-3 для класса PC, IEC 60947-2 или IEC 60947-6-2 для класса CB или IEC 60947-4-1 для класса CC.

Примечание — Не требуется в повторении испытаний для коммутационных аппаратов, прошедших испытания по методикам, приведенным в соответствующих стандартах.

3.3.6 **КАП класса PC** (Class PC TSE): Коммутационная аппаратура переключения, основанная на механических коммутационных аппаратах, которым не требуется электрическое питание для удержания силовых контактов разомкнутыми или замкнутыми, и способная включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях цепи, включая условия перегрузки, а также включать и выдерживать токи короткого замыкания.

Примечание 1 — Настоящий стандарт комбинацию «предохранитель — коммутационный аппарат» принимает как устройство класса PC, способное отключать ток короткого замыкания.

Примечание 2 — КАП класса PC также способна выдерживать условные токи короткого замыкания.

3.3.7 **КАП класса CB** (Class CB TSE): Коммутационная аппаратура переключения, основанная на механических коммутационных аппаратах и способная включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях цепи, включая условия перегрузки, а также включать и отключать токи короткого замыкания.

Примечание — Если изготовитель КАП класса CB указал выдерживаемый ток короткого замыкания, это означает способность устройства выдерживать токи короткого замыкания.

3.3.8 **КАП класса CC** (Class CC TSE): Коммутационная аппаратура переключения, основанная на механических коммутационных аппаратах, имеющих только одно положение покоя, приводимое в действие не вручную, и способная включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях цепи, включая условия перегрузки.

Примечание 1 — КАП класса CC не способна включать или отключать токи короткого замыкания. Они способны выдерживать только условные токи короткого замыкания.

Примечание 2 — КАП класса CC не подходит для применения в качестве разъединителей.

3.3.9 **устройство управления переключением источников питания** (ATS controller): Устройство, предназначенное для контроля, мониторинга и управления автоматического последовательного переключения источников питания.

Примечание — Устройство управления переключением может быть либо неотъемлемой частью КААП, либо автономным, чтобы быть сопряженным с ДКАП.

3.3.10 **специализированная электромонтажная арматура** (dedicated wiring accessory): Предварительно изготовленная система соединения проводов, специально предназначенная для указанной аппаратуры коммутации и управления.

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

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

3.4 Работа коммутационной аппаратуры переключения

3.4.1 **последовательность срабатываний** (operating sequence): Последовательность, при которой нагрузка с одного источника питания автоматически переключается на другой при обнаружении отклонения параметров питания и/или других заданных условиях.

Примечание — Это определение применимо только к КААП.

3.4.2 **контроль отклонения параметров источника питания** (monitored supply deviation): Проверка и измерение параметров источника питания, превышающее заданные пределы.

Пример — Аномальные изменения напряжения или частоты источника питания являются отклонениями в питании.

Примечание — Это определение применимо только к КААП.

3.4.3 **отклонение напряжения питания** (voltage supply deviation): Изменение или потеря напряжения в источнике питания.

3.4.4 **отклонение частоты питания** (frequency supply deviation): Изменение частоты переменного тока источника питания.

3.4.5 **время переключения контактов** (contact transfer time): Интервал времени от размыкания силовых контактов одного источника питания до замыкания силовых контактов другого источника питания с регулируемой временной задержкой, установленной на минимальное значение.

Примечание — Время переключения контактов не применяют к трехпозиционной РКАП.

3.4.6 **длительность переключения** (operating transfer time): Измеренный интервал времени от момента регистрации отклонения параметров питания до замыкания силовых контактов на другом источнике питания II с регулируемой временной задержкой, установленной на минимальное значение; условием переключения, как правило, являются отклонение параметров на первом источнике питания I и предварительно программированные условия для КААП или команды дистанционного управления для ДКАП.

Примечание 1 — Длительности переключения от источника I к источнику II и от источника II к источнику I могут отличаться и варьироваться в зависимости от регулирования времени переключения.

Примечание 2 — Длительность переключения не применяется к РКАП.

3.4.7 **переключение с разрывом цепи питания нагрузки** (open transition): Переключение от одного источника питания на другой с отключением тока нагрузки на время, необходимое для переключения.

3.4.8 **синфазное переключение** (in-phase transfer): Функция управления КААП, позволяющая осуществлять переключение с отключением тока нагрузки на время переключения при условии фазировки источников питания, при равенстве их напряжения и частоты.

3.4.9 **переключение без разрыва цепи питания нагрузки** (closed transition): Переключение «включение одного источника перед отключением другого», при котором ток нагрузки поступает от второго синхронизированного источника времени, до его отключения от первого источника в течение заданного короткого периода времени.

3.4.10 **блокировка** <TSE> (interlocking): Функция, предотвращающая соединение любой из фаз источника I и источника II вместе, за счет исключения возможности одновременного включения двух источников питания.

Примечание — Блокировка предотвращает одновременное положение замкнутого положения коммутационного аппарата при любых условиях. Состояние двух взаимозависимых механизмов блокирует изменение положения срабатывания одного механизма в зависимости от положения срабатывания другого.

3.5 Положения силовых контактов

3.5.1 **положение коммутации** (switching position): Положение силовых контактов КАП, определяющее подключение или неподключение силовых выводов источников.

3.5.2 **позиция I** (position I): Положение контактов КАП при подключении силовых выводов к выводам источника I.

3.5.3 **позиция II** (position II): Положение контактов КАП при подключении нагрузочных выводов к выводам источника II.

3.5.4 **положение отключения** (ВЫКЛ.) (OFF position): Фиксированное положение контактов аппарата, при котором силовые выводы не подключены к выводам источника I или II.

Примечание — Положение ВЫКЛ. также может быть промаркировано как «О».

3.6 Условные обозначения и сокращения

УЗКЗ — устройство для защиты от короткого замыкания;

ЭМС — электромагнитная совместимость;

FMEA — анализ видов и последствий потенциальных отказов (см. 9.2.3.2.4);

I_c — ток размыкания и замыкания (см. таблицу 3);

I_{cm} — номинальная наибольшая включающая способность (см. 5.3.6.3);

I_{cn} — номинальная наибольшая отключающая способность (см. 5.3.6.4);

I_{cw} — номинальный кратковременно допустимый ток (см. 5.3.6.2);

I_e — номинальный рабочий ток (см. 5.3.3);

I_q или I_{cc} — номинальный условный ток короткого замыкания (см. 5.3.6.5);

U_e — номинальное рабочее напряжение (см. 5.3.2.1);

U_i — номинальное напряжение изоляции (см. 5.3.2.2);

U_{imp} — номинальное импульсное выдерживаемое напряжение (см. 5.3.2.3);

U_r — восстанавливающееся напряжение промышленной частоты или постоянного тока (см. таблицу 3).

4 Классификация

Коммутационную аппаратуру переключения классифицируют:

a) по способности реагировать на токи короткого замыкания:

- КАП класса PC: аппаратура, способная включать и проводить токи короткого замыкания, но не предназначенная для их отключения,
- КАП класса CB: аппаратура, главные контакты которой способны включать и отключать токи короткого замыкания и которая оснащена максимальными расщепителями тока,
- КАП класса CC: аппаратура, соответствующая требованиям IEC 60947-4-1, способная включать и проводить токи короткого замыкания, но не предназначенная для их отключения;

b) способу управления переключением:

- коммутационная аппаратура ручного переключения (РКАП),
- коммутационная аппаратура дистанционного переключения (ДКАП),
- коммутационная аппаратура автоматического переключения (КААП);

c) числу положений силовых контактов:

- КАП с двумя позициями (I — II),
- КАП с тремя позициями (I — O — II);

d) возможности ее применения в качестве разъединителя:

- КАП, подходящая для применения в качестве разъединителя в положении ВЫКЛ.,
- КАП, не подходящая для применения в качестве разъединителя.

Примечание — КАП, имеющие только две позиции (I — II), и все КАП класса CC не следует применять в качестве разъединителя;

e) способу переключения:

- переключение с разрывом цепи питания нагрузки;
- переключение без разрыва цепи питания нагрузки (на стадии рассмотрения).

5 Характеристики

5.1 Перечень характеристик

Производитель должен указывать следующие технические характеристики на КАП, если применимо:

- тип аппарата (см. 5.2);
- номинальные и предельные значения параметров силовой цепи (см. 5.3);
- категория применения (см. 5.4);
- параметры цепей управления (см. 5.5);
- параметры вспомогательных цепей (см. 5.6).

Если совместно с КАП применяют другие изделия, соответствующие стандартам серии IEC 60947, то дополнительно могут быть использованы характеристики конкретных стандартов.

Дополнительные характеристики, подлежащие согласованию между изготовителем и потребителем, приведены в приложении В.

5.2 Тип и характеристики аппарата

Изготовитель указывает следующие технические характеристики:

a) класс аппарата и способ управления переключением (см. раздел 4);

b) количество полюсов;

c) наличие нейтрального полюса, если применимо, с помощью буквы «N» (см. [IEC 60947-1:2020], 8.1.8.4);

d) род тока (переменный или постоянный ток, или оба);

e) в случае переменного тока: число фаз и номинальная частота;

f) число положений силовых контактов;

g) пригодность для применения в качестве разъединителя;

h) тип переключения;

i) тип блокировки (механическая, электрическая или электромеханическая).

Примечание — В Канаде, Мексике и Соединенных Штатах Америки для механической блокировки должна быть использована коммутационная аппаратура с переключением в разомкнутом положении;

j) функции управления (например, синфазное переключение);

k) время переключения контактов;

l) в случае ДКАП или КААП — длительность переключения;

m) в случае КААП — последовательность срабатываний;

n) минимальный необходимый перечень комплектующих для сборки комплектного КАП, необходимого для выполнения определенных функций:

- коммутационное(ые) устройство(а),
- механизм переключения, если применимо,
- механическая и/или электрическая блокировка для применения с отдельными коммутационными устройствами,
- ручной орган управления (для РКАП),
- дистанционный орган управления (для ДКАП и КААП),
- устройства управления переключением для КААП,
- сигнальные контакты для передачи сигналов (для ДКАП и КААП),
- клеммы подключения для источника I и источника II,
- силовые выводы,
- если применимо, соединительные проводники или инструкции по их изготовлению,
- сигнальные провода или инструкции по их изготовлению (для КААП);

o) однолинейная схема;

p) специализированная электромонтажная арматура.

5.3 Номинальные и предельные значения параметров силовой цепи

5.3.1 Общие положения

Применяют IEC 60947-1:2020, подраздел 5.3. Допускается отличие номинальных значений в позиции I и позиции II.

5.3.2 Номинальные напряжения

5.3.2.1 Номинальное рабочее напряжение U_e

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 5.3.1.1.

5.3.2.2 Номинальное напряжение изоляции U_i

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 5.3.1.2.

5.3.2.3 Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение U_{imp}

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 5.3.1.3, с нижеприведенным дополнением.

Если в инструкции по установке для цепей, отличных от силовых, заявлены разные значения U_{imp}, то изготовитель разрабатывает инструкции по обеспечению координации изоляции при установке, как указано в IEC 60947-1:2020, приложение H.

5.3.3 Номинальный рабочий ток I_e

Номинальный рабочий ток КАП указывает изготовитель в соответствии с IEC 60947-1:2020, подпункт 5.3.2.3, для надежности эксплуатации. Устройство может иметь несколько значений I_e в зависимости от категории применения и рабочих напряжений U_e.

5.3.4 Номинальная частота

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 5.3.3.

5.3.5 Номинальные включающая и отключающая способности

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункты 5.3.5.2 и 5.3.5.3.

Номинальные включающая и отключающая способности — это значения тока, указанные изготовителем, которые коммутационный аппарат способен включать и отключать в заданных условиях. Если не указано иное, их выражают как значение тока в установившемся режиме. Во время операции включения пиковое значение тока при замыкании контактов может быть выше, чем значение тока в установившемся режиме в зависимости от характеристик испытательной цепи (нагрузки) и точки на волне напряжения, соответствующей моменту замыкания.

Номинальные включающую и отключающую способности указывают в соответствии с номинальным рабочим напряжением, номинальным рабочим током и категорией применения согласно данным, приведенным в таблице 3.

Для переменного тока номинальные включающую и отключающую способности выражают среднеквадратическим значением составляющей переменного тока.

5.3.6 Характеристики короткого замыкания

5.3.6.1 Общие положения

КАП класса PC указывают номинальный кратковременно допустимый и/или номинальный условный ток короткого замыкания.

КАП класса CB указывают номинальную наибольшую отключающую способность и номинальную наибольшую включающую способность и, если применимо, номинальный кратковременно допустимый ток.

КАП класса CC указывают номинальный условный ток короткого замыкания.

5.3.6.2 Номинальный кратковременно допустимый ток I_{cw}

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 5.3.6.1, при условиях испытаний, указанных в 9.2.5.2, а минимальное значение номинального кратковременно допустимого тока приведено в таблице 5.

5.3.6.3 Номинальная наибольшая включающая способность I_{cm}

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 5.3.6.2, при условиях испытаний, указанных в 9.2.5.3.

Номинальная наибольшая включающая способность — это значение мощности короткого замыкания, установленное изготовителем при данных значениях номинального рабочего напряжения, номинальной частоты и коэффициента мощности (или постоянном времени). Ее выражают как максимальный ожидаемый пиковый ток. При переменном токе значение номинальной наибольшей включающей способности должно быть не ниже максимального значения наибольшей отключающей способности или кратковременно допустимого тока, в зависимости от условий, умноженного на значение n по IEC 60947-1:2020, таблица 16. При постоянном токе номинальная наибольшая включающая способность должна быть не ниже номинальной наибольшей отключающей способности или кратковременно допустимого тока, в зависимости от условий. Изготовитель указывает наибольшее значение наибольшей включающей способности.

5.3.6.4 Номинальная наибольшая отключающая способность I_{cn}

Эта характеристика относится только к классу CB.

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 5.3.6.3, при условиях испытаний, указанных в 9.2.5.4.

Номинальная наибольшая способность КАП класса CB равна номинальной максимальной отключающей способности при коротком замыкании автоматического выключателя в соответствии с IEC 60947-2.

5.3.6.5 Номинальный условный ток короткого замыкания I_q или I_{cc}

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 5.3.6.4, при условиях испытаний, указанных в 9.2.6.

Минимальное значение ожидаемого тока приведено в таблице 5 или 6 по усмотрению изготовителя.

5.4 Категория применения

КАП может быть присвоена одна или несколько стандартных категорий применения, указанных в таблице 1, на одно или несколько значений номинальных рабочих напряжений.

Обозначение категорий применения дополняют буквами «А» или «В» в зависимости от частоты оперирования (см. IEC 60947-1:2020, подпункт 3.3.18, таблицы 10, 11 и 12) в предполагаемой эксплуатации.

КАП соответственно указанной категории применения должна удовлетворять требованиям к номинальным включающей и отключающей способностям (см. таблицу 3), электрической и механической работоспособности (см. таблицу 4).

Таблица 1 — Категории применения

Род тока	Категория применения КАП		Типичное применение
	Оперирование А	Оперирование В	
Переменный ток	AC-31A	AC-31B	Омические нагрузки
	AC-32A	AC-32B	Коммутация смешанных омических и индуктивных нагрузок, в том числе умеренных перегрузок
	AC-33A	AC-33B	Электродвигатели с короткозамкнутым ротором
	AC-35A	AC-35B	Нагрузки разрядными лампами
	AC-36A	AC-36B	Нагрузки лампами накаливания
Постоянный ток	DC-31A	DC-31B	Неиндуктивные или слабоиндуктивные нагрузки
	DC-33A	DC-33B	Электродвигатели параллельного возбуждения
	DC-36A	DC-36B	Нагрузки лампами накаливания

5.5 Цепи управления

5.5.1 Общие положения

Применяют IEC 60947-1:2020, подраздел 5.5, со следующими дополнениями, относящимися к контролю отклонения параметров источника питания (см. 3.4.2).

5.5.2 Электромеханические устройства управления силовой цепью

Изготовитель указывает минимальное и максимальное значения напряжения или предельные значения рабочего напряжения и частоты. Характеристики цепи управления устанавливают как минимальные и максимальные значения номинального напряжения источника питания цепи управления.

5.5.3 Устройства управления переключением

Изготовитель указывает следующее:

a) отклонения напряжения питания и, если применимо, отклонения частоты питания, которые могут вызвать переключение;

b) допуски отклонений напряжения, частоты (где применимо) и времени, которые должны быть указаны изготовителем, но не более чем ±10 %.

Рассматривают автономные контроллеры КАП.

5.6 Вспомогательные цепи

Применяют IEC 60947-1:2020, подраздел 5.6.

6 Информация об аппарате

6.1 Характер информации

Информацию, приведенную в таблице 2, предоставляет изготовитель.

6.2 Маркировка

Применяют IEC 60947-1:2020, подраздел 6.2, при возможности, в соответствии с данными таблицы 2.

В дополнении к приведенным данным в таблице 2 все органы управления, доступные оператору, маркируют с указанием их функций.

Примечание — КАП, состоящую из нескольких компонентов, допускается поставлять с отдельной табличкой, которую крепят к аппарату в соответствии с инструкциями изготовителя.

Таблица 2 — Информация об оборудовании

Номер	Требуемая маркировка	Расположение маркировки
1.1	1.1 Коммутационное положение КАП должно маркироваться I-II или I — O — II, в зависимости от исполнения КАП, следующим образом: I (IEC 60417-5007:2002-10) для ВКЛ. (питание от источника I); O (IEC 60417-5008:2002-10) для ВЫКЛ. питания; II (IEC 60417-6178:2012-11) для ВКЛ. (питание от источника II)	Визуально заметно
1.2	Пригодность применения в качестве разъединителя, если применимо, с обозначением функции разъединения в соответствии с IEC 60417-6169-1:2012-08	Визуально заметно
1.3	Для ДКАП или КААП с отсутствием нагрузки вручную для технического обслуживания: «ТОЛЬКО ДЛЯ РАБОТЫ БЕЗ НАГРУЗКИ, перед началом работы вручную отключите все источники питания»	Визуально заметно
2.1	Наименование или торговая марка изготовителя	Промаркировано
2.2	Типовое обозначение или серийный номер	Промаркировано
2.3	Обозначение «IEC 60947-6-1», указывающее на то, что аппарат соответствует настоящему стандарту	Промаркировано
2.4	Класс аппаратуры (PC, CC, CB), метод управления (РКАП, ДКАП, КААП) и тип переключения (переключение с разрывом цепи питания нагрузки, переключение с разрывом цепи питания нагрузки) в соответствии с разделом 4[c]	Промаркировано
2.5	Номинальное(ые) рабочее(ие) напряжение(я) U_e, как определено в 5.3.2.1[d]	Промаркировано
2.6	Категория применения согласно 5.4 и соответствующий(ие) рабочий(ие) ток(и) по 5.3.3 и 5.3.5 при номинальном рабочем напряжении согласно 5.3.2.1[d]	Промаркировано
2.7	Значение номинальной частоты согласно 5.3.4 либо указание «постоянный ток» («d.c.»), либо символ ⎓ (IEC 60417-5031:2002-10)[d]	Промаркировано
2.8	Номинальная наибольшая включающая способность I_{cw} согласно 5.3.6.2, если применимо[d]	Промаркировано
2.9	Номинальная наибольшая отключающая способность I_{cn} согласно 5.3.6.4, если преминимо[d]	Промаркировано
2.10	Для КААП и ДКАП: номинальные значения напряжения и частоты согласно 5.5.1[d]	Промаркировано
2.11	Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение U_{imp} согласно 5.3.2.3[d]	Промаркировано
2.12	Обозначение и маркировка выводов[d]	Промаркировано

Продолжение таблицы 2

Номер	Требуемая маркировка	Расположение маркировки
2.13	Степень защиты закрытого аппарата в соответствии с IEC 60947-1:2020, приложение C, если степень защиты не IP00	Промаркировано[e]
2.14	Идентификация выводов нейтрального полюса, если применимо	Промаркировано
2.15	Для КАП, включая детали с сохраненными компонентами заряда в соответствии с 8.1.8, на аппарате должна быть предупреждающая надпись	Промаркировано
2.16	Для КАП класса CB: диапазон температуры для некомпенсированных тепловых выделений, если она не равна 30 °C	Промаркировано
2.17	Для КАП класса CB: диапазон тока уставки I_r, регулируемого расцепителем перегрузки	Промаркировано
2.18	Для КАП класса CB: диапазон номинального мгновенного тока уставки I_i от короткого замыкания для регулируемых расцепителей	Промаркировано
3.1	Тип блокировки согласно 5.2, перечисление i)	Документация
3.2	Число полюсов	Документация
3.3	Номинальная наибольшая включающая способность I_{cm} для классов PC и CB, если она превышает минимальное значение, определенное в 5.3.6.3[d]	Документация
3.4	Номинальный условный ток короткого замыкания I_q или I_{cc}, определенный в 5.3.6.5 и соответствующий УЗКЗ, если применимо[d]	Документация
3.5	Номинальное напряжение изоляции U_i согласно 5.3.2.2[d]	Документация
3.6	Количество силовых контактных позиций[d]	Документация
3.7	Для ДКАП и КААП: рабочие пределы электромеханических устройств, управляющих силовой цепью, как определено в 5.5.2[d]	Документация
3.8	Для КААП: пределы значений параметров, при превышении которых происходит переключение источников питания, как определено в 5.5.3[d]	Документация
3.9	Характеристики вспомогательных цепей, как определено в 5.6[d]	Документация
3.10	Для КААП: последовательность срабатываний[d]	Документация
3.11	Время переключения контактов[a,d], длительность переключения[b,d] и дополнительная информация, включая задержки времени с указанием их положения в последовательности срабатывания, при наличии	Документация
3.12	Среда ЭМС A или B, как определено в IEC 60947-1:2020, 8.3.1	Документация
3.13	Длина зачистки проводника[d]	Документация
3.14	Максимальное количество проводников, которые могут быть подключены к контактному зажиму[d]	Документация
3.15	Обозначение проводника для неуниверсальных безвинтовых выводов [d]: - «s» или «sol» для жестких сплошных проводников; - «r» для жестких (сплошных и многожильных) проводников; - «f» для гибких проводников	Документация
3.16	Минимальный необходимый перечень комплектующих для сборки комплектной КАП, необходимой для выполнения требуемых функций [см. 5.2, пункт n)]	Документация
3.17	Функции управления[d], такие как синфазное переключение	Документация
3.18	Принципиальная электрическая схема	Документация
3.19	Специализированная электромонтажная арматура (при наличии)	Документация

Окончание таблицы 2

Номер	Требуемая маркировка	Расположение маркировки
3.20	Только для КАП класса CB (см. 9.2.5.4.3): характеристика срабатывания/времени; характеристика температуры/тока, если применимо	Документация
Визуально заметно — маркировка на аппарате должна быть видима оператору после установки аппарата. Промаркировано — на аппарате или заводской табличке. Документация — в предоставленной документации. Примечание — В случае применения соленоидов с электронным управлением также может быть учтена другая информация, например конфигурация цепи управления (см. IEC 60947-1:2020, 5.5 и приложение U).		
[a] Не требуется для трехпозиционной РКАП. [b] Не требуется для РКАП. [c] Переключение без разрыва цепи находится на рассмотрении. [d] Если характеристика отличается для позиции I по сравнению с позицией II, изготовитель должен указать и то и другое. [e] В документации может быть приведено несколько степеней защиты для различных типов доступа, таких как передняя панель, выводы и т. д.		

6.3 Руководство по монтажу, эксплуатации и обслуживанию, выводу из эксплуатации и демонтажу

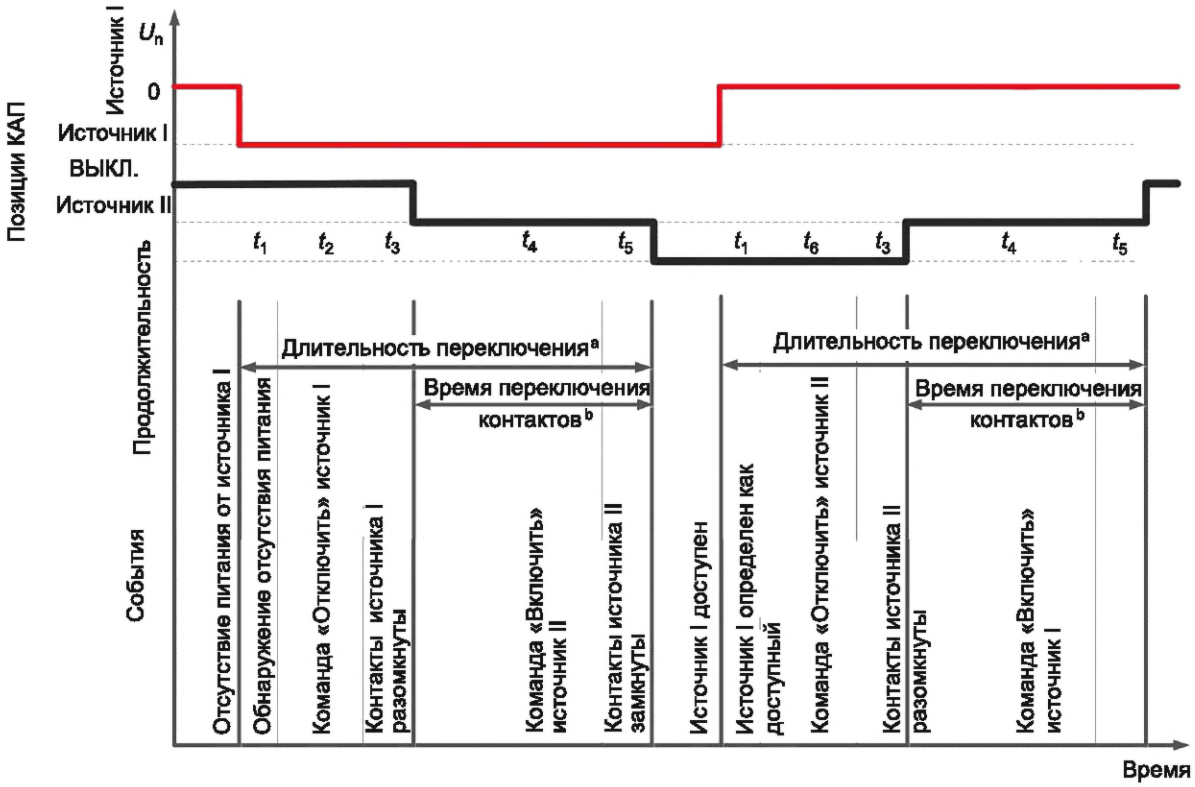
Применяют IEC 60947-1:2020, подраздел 6.3, с нижеприведенным дополнением.

В инструкциях следует указывать специализированную электромонтажную арматуру, если это применимо.

Для КАП, испытанных в соответствии с настоящим стандартом и поставленных заказчику в разобранном или в частично собранном виде, изготовитель КАП должен предоставить инструкции по надлежащей сборке, подключению, маркировке, необходимым типовым испытаниям, как определено в 9.3, по выводу в эксплуатацию, обслуживанию КАП. Для контрольных и соединительных проводников, которые не поставляют вместе с КАП или в качестве комплектующих для приемо-сдаточных испытаний, изготовитель должен предоставить инструкции по изготовлению.

Примечание — Рекомендуется включать в инструкцию соответствующие ссылки на IEC 61439 (все части) для интеграции КАП в сборку.

Руководство по эксплуатации КАП должно включать описание последовательности срабатываний. Пример показан на рисунке 1.



t_1 — время обнаружения отсутствия питания со стороны источника I;

t_2 — регулируемая задержка времени переключения;

t_3 — задержка времени срабатывания системы;

t_4 — регулируемая задержка времени перехода в положение отключения (ВЫКЛ.);

t_5 — задержка времени срабатывания системы;

t_6 — регулируемая задержка времени возврата.

Примечание — На рисунке 1 предполагается, что источник II доступен.

[a] Равна длительности переключения, когда все заранее введенные задержки времени (t_2, соответственно t_6, t_4) установлены на минимальные значения.

[b] Равно времени переключения контактов, когда все заранее введенные задержки.

Рисунок 1 — Пример последовательности срабатываний для КАП с тремя позициями

6.4 Экологическая информация

Декларации материалов составляют в соответствии с IEC 60947-1:2020, приложение W.

Примечание — В IEC TS 63058 приведена методика оценки воздействия коммутационной аппаратуры и аппаратуры управления на окружающую среду.

7 Условия нормальной эксплуатации, монтажа и транспортирования

Применяют IEC 60947-1:2020, раздел 7.

Стандартные условия вибрации определены в IEC 60947-1:2020, сноска b таблицы Q.1.

Необходимо указывать возможность крепления аппаратуры в соответствии с IEC 60715:2017, если применимо.

8 Требования к конструкции и работоспособности

8.1 Требования к конструкции

8.1.1 Общие положения

Применяется IEC 60947-1:2020, 8.1, с нижеприведенными дополнениями.

Применяют пункты 8.1.1—8.1.10.

Должны быть предусмотрены меры по снижению вероятности получения травм и материального ущерба при монтаже, техническом обслуживании, нормальных условиях эксплуатации, условиях эксплуатации, отличающихся от нормальных, и при обоснованно прогнозируемых несоответствующих применениях. Требования настоящего стандарта предусматривают эти меры в целом.

Если изделие предназначено для совместного использования со специальной вспомогательной аппаратурой и специализированной электромонтажной арматурой, оценка безопасности и испытание включают эту вспомогательную аппаратуру и арматуру, если только не будет доказано, что это не влияет на безопасность какой-либо аппаратуры.

Открытые части аппаратуры и особенно средства управления не должны иметь острых краев и углов, которые могут травмировать оператора.

Минимальные компоненты КАП в сборе, которые должны быть проверены изготовителем для достижения соответствия требованиям, определены в 5.2, перечисление n).

Для контрольных и соединительных проводников, которые не поставляют совместно с КАП или в качестве аксессуаров к приемо-сдаточным испытаниям, изготовитель должен предоставить инструкции по их изготовлению.

Если для позиции I и позиции II заявлены разные пределы, каждая позиция должна быть испытана отдельно.

Для КАП класса CC стандартные условия вибрации определены в IEC 60947-1:2020, сноска b таблицы Q.1.

Примечание — См. IEC 60947-1:2020, приложение O, для получения информации о замене или сокращении использования вредных веществ.

8.1.2 Материалы

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 8.1.2.

При проведении испытаний на аппаратуре или применяемых в ней блоках (модулей) части из изоляционных материалов удерживающие токоведущие части должны отвечать требованиям испытаний раскаленной проволокой в соответствии с IEC 60947-1:2020, подпункт 9.2.2.1, при температуре испытания:

- 850 °C для КАП класса CC или
- 960 °C для КАП классов CB и PC.

Примечание — Анализ риска возникновения пожара и меры по снижению риска для коммутационной аппаратуры и аппаратуры управления приведены в IEC TR 63054.

8.1.3 Указание положений коммутации

Указатели КАП должны определять позицию источника I, позицию источника II и положение отключения, при наличии.

8.1.4 Оборудование, предназначенное для изоляции

Применяют IEC 60947-1:2020, пункты 8.1.7 и 8.2.7.

8.1.5 Размыкание и замыкание силовых контактов

Силовые подвижные контакты всех фазных полюсов коммутационного аппарата многополюсной КАП механически соединяют так, чтобы они практически одновременно включались и отключались, независимо от того, управляются они вручную, дистанционно или автоматически.

Ручной орган управления КАП должен иметь изоляцию. Применяют требования IEC 60947-1:2020, подпункт 8.1.5.1.

Не допускается наличие зазоров или отверстий, через которые возможно попадание раскаленных частиц в зону действия средств ручного управления.

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 8.1.9, для КАП, оснащенных нейтральными полюсами.

Для КАП с ручным управлением, предназначенных для использования под нагрузкой, размыкание и замыкание силовых контактов не должно зависеть от той скорости, с которой приводится в действие средство ручного управления.

Это требование не применяют, если ручное средство предназначено только для использования без нагрузки при всех обесточенных источниках и обозначено в соответствии с пунктом 1.3 таблицы 2.

8.1.6 Воздушный зазор и пути утечки

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 8.1.4, с нижеприведенными дополнениями.

Если цепи безопасного сверхнизкого напряжения (БСНН) и защитного сверхнизкого напряжения (ЗСНН) комплектной КАП доступны, они должны быть отделены от других опасных токоведущих частей в соответствии с IEC 60947-1:2020, приложение N.

Примечание — Если часть цепей доступна только при техническом обслуживании или аналогичных условиях, они могут быть в зависимости от уровня риска (существенности повреждения и вероятности возникновения) рассмотрены в нормальных условиях эксплуатации и использованы только при наличии базовой изоляции.

8.1.7 Защитное заземление

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 8.1.10.

8.1.8 Цепи содержащие элементы накопления энергии

Части, содержащие элементы накопления энергии (конденсаторы), которые можно снимать для обслуживания (например, замена катушки), установки или отключения, не должны представлять опасности для электрической энергии после отключения.

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

8.1.9 Коммутация за счет накопленной энергии

Механизм коммутации за счет накопленной энергии должен обеспечивать работоспособность КАП в любом состоянии от холостого хода до его номинальной включающей способности.

Если накопленная энергия сохраняется в КАП, должно быть предусмотрено устройство, которое показывает, когда накопительный механизм полностью заряжен. Также должно быть предусмотрено устройство, указывающее, когда накопительный механизм недостаточно заряжен для обеспечения работы. Эти индикаторы заряда должны работать как при наличии электропитания, так и при его отсутствии.

Средства для зарядки рабочего механизма, а также компоненты управления замыканием должны быть работоспособными, когда напряжение дополнительного питания составляет от 85 % до 110 % от номинального напряжения питания управления.

Перемещение подвижных контактов из разомкнутого положения должно быть невозможным, если заряд не достаточен для удовлетворительного завершения операции замыкания.

Если механизм коммутации за счет запасенной энергии приводят в действие вручную, необходимо указывать направление действия.

8.1.10 Специализированные оболочки для КАП

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 8.1.11.

Примечание — Информация для КАП, встроенной в неспециализированную оболочку, приведена в IEC 61439 (все части).

8.2 Требования к работоспособности

8.2.1 Рабочие условия

8.2.1.1 Общие положения

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 8.2.1, с нижеприведенными дополнениями.

Применяют подпункты 8.2.1.2 и 8.2.1.3.

Типовые испытания следует проводить с использованием специализированной электромонтажной арматуры, если применимо.

8.2.1.2 Механизм оперирования

КАП должна соответствовать следующим требованиям:

a) КАП должна быть работоспособной в любых условиях, соответствующих заданным рабочим характеристикам;

b) коммутационные аппараты, используемые для КАП класса CC применяют с нормально открытым типом силовых контактов, за исключением механической блокировки;

c) механизм оперирования должен быть механически и/или электрически заблокирован для предотвращения одновременного подключения источника I и источника II при любых условиях, включая выход из строя любого компонента, например разомкнутую цепь управления, но не ограничиваясь этим, сваривание при коммутации одного из вспомогательных или силовых контактов, либо выход из строя контроллера. Не допускается отключение функции блокировки при снятии дверей или внешних панелей;

d) не допускается отключение блокировки вне зависимости от какой-либо причины;

e) в случае любого отключения питания функция блокировки должна оставаться действующей;

f) для класса CC: в соответствии с IEC 60947-4-1:2018, приложение F, используют зеркальные контакты для электрической блокировки, если применимо;

g) определение надежности и прочности функции блокировки зависит от анализа риска.

Проверку оперирования и устойчивость блокировки в соответствии с перечислениями a), c), d), e) и g) проводят в соответствии с 9.2.3.2.2, 9.2.3.2.3 и 9.2.3.2.4.

Для КАП класса CB подтверждают соответствие по IEC 60947-2:2016, подпункт 8.3.2.6.1, перечисление b).

8.2.1.3 Управление, последовательность и пределы оперирования

a) Пределы напряжения цепи управления

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 8.2.1.2.

b) Оперирование при потере напряжения

КААП должна обеспечивать переключение питания нагрузки от источника питания I на источник питания II с задержкой переключения цепи питания с учетом заданного периода времени при контроле параметров одной или всех фаз источника I, а также возврат (переключение) питания нагрузки от источника питания I в случае восстановления питания. КААП может включать дополнительные логические последовательности, такие как задержку возврата или возврат только в ручном режиме.

c) Оперирование в условиях отклонения источника питания I

Если КАП снабжена устройством, вызывающим переключение питания нагрузки с источника I на источник II в случае отклонения параметров основного источника питания, переключение должно производиться в пределах, указанных изготовителем.

d) Условие переключения при источнике питания с функцией синфазного переключения

Переключение должно допускаться в пределах напряжения, частоты и фазового угла указанных изготовителем.

Пример — Пределы с допуском: ±10 по фазному углу; ±5 % по напряжению, ±1 Гц по частоте.

e) Оперирование в условиях отклонения источника питания II

Переключение должно быть осуществлено в пределах, указанных изготовителем.

f) Любая временная задержка и длительность переключения при переключении от одного источника к другому должны находиться в пределах, указанных изготовителем.

g) Время переключения контактов должно быть в пределах, указанных изготовителем и проверенных в соответствии с 9.2.3.2.4. Для КАП класса CC минимальное значение времени переключения контактов — не менее 50 мс.

Соответствие вышеуказанным требованиям и требованиям 5.5.3 подтверждают испытаниями, указанными в 9.2.3.3.

8.2.2 Превышение температуры

Во время испытаний при максимальном номинальном рабочем токе в условиях, описанных в 9.2.3.5, температура КАП в любой точке не должна создавать опасности пожара или приводить к повреждению какого-либо материала, используемого в аппарате, и ее значение не должно выходить за пределы значений превышения температуры, указанные в IEC 60947-1:2020, пункт 8.2.2.

8.2.3 Электроизоляционные свойства

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 8.2.3.

8.2.4 Способность включать и отключать токи без нагрузки, при нормальной нагрузке и в условиях перегрузки

8.2.4.1 Включающая и отключающая способности

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 8.2.4.1.

КАП должна гарантированно включать и отключать токи в условиях, указанных в таблице 3 для требуемых категорий применения, при проведении испытаний по 9.2.4.1 (см. также приложение A).

Таблица 3 — Проверка включающей и отключающей способностей. Условия включения и отключения, соответствующие категориям применения

	Род тока	Категория применения					
		I_c/I_e	U_r/U_e	cos φ [a]	Время протекания тока, с	Длительность цикла, мин	Количество циклов оперирования
Переменный ток	AC-31A, AC-31B	1,5	1,05	0,80	0,05	b	b
	AC-32A, AC-32B	3,0	1,05	0,65	0,05	b	b
	AC-33A, AC-33B AC-35A, AC-35B	10[h] 3,0	1,05 1,05	g 0,50	0,05 0,05	b b	b b
	AC-36A, AC-36B	1,5[c]	1,05	c	0,05	b	b
				L/R[d], мс			
Постоянный ток	DC-31A, DC-31B DC-33A, DC-33B DC-36A, DC-36B	1,5 4,0 1,5[c]	1,05 1,05 1,05	f 2,5 c	0,05 0,05 0,05	b b b	b,e b,e b,e

I_c — ток включения или отключения. Ток включения выражают как постоянный ток или как действующее значение периодической составляющей при переменном токе, но для категорий AC-36A, AC-36B и DC-36A, DC-36B подразумевается, что фактическое значение тока при операции включения — это более высокое значение симметричного тока, чем пиковое.

I_e — номинальный рабочий ток.

U_r — частота питания или установившееся напряжение постоянного тока.

U_e — номинальное рабочее напряжение.

[a] Допустимое отклонение по cos φ — ±0,05.

[b] См. таблицу 10.

[c] Для цепи ламп накаливания испытание следует проводить согласно общим условиям испытания по 9.2.4.1.2.

[d] Допустимое отклонение — по L/R — ±15 %.

[e] Если полярность не маркирована, одну половину циклов оперирования выполняют при одной полярности, а другую половину — при противоположной.

[f] Без заданной постоянной времени.

[g] При $I_e \leq 100$ А — cos φ = 0,45, при $I_e > 100$ А — cos φ = 0,35.

[h] Ток отключения может быть в восемь раз превышать I_e.

8.2.4.2 Показатели работоспособности

8.2.4.2.1 Общие положения

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 8.2.4.2.

8.2.4.2.2 Показатели отключающей способности

После испытания на включающую и отключающую способности КАП должна гарантированно включать и отключать токи в условиях испытаний, указанных в таблице 4 для требуемых категорий применения, при испытаниях по 9.2.4.2.2 (см. также приложение А).

8.2.4.2.3 Показатели механической работоспособности

После испытаний на отключающую способность КАП должна гарантированно выполнять циклы оперирования без нагрузки по таблицам 9 и 10 при испытаниях по 9.3.3.6.3 (см. также приложения А).

Таблица 4 — Проверка эксплуатационных характеристик. Условия включения и отключения, соответствующие категориям применения

	Род тока	Категория применения					
		I_c/I_e	U_r/U_e	cos φ[a]	Время протекания тока, с	Длительность цикла, мин	Количество циклов оперирования
Переменный ток	AC-31A, AC-31B	1,0	1,05	1,0	0,05	b	b
	AC-32A, AC-32B	1,0	1,05	0,8	0,05	b	b
	AC-33A, AC-33B	2,0[g]	1,05	0,8	0,05	b	b
	AC-35A, AC-35B	2,0[g]	1,05	0,8	0,05	b	b
	AC-36A, AC-36B	1,0[c]	1,05	c	0,05	b	b
				L/R^d, мс			
Постоянный ток	DC-31A, DC-31B	1,0	1,05	f	0,05	b	b,e
	DC-33A, DC-33B	2,5[h]	1,05	2,5	0,05	b	b,e
	DC-36A, DC-36B	1,0[c]	1,05	c	0,05	b	b,e

I_c — ток включения или отключения. Ток включения выражают как постоянный ток или как действующее значение периодической составляющей при переменном токе, но для категорий AC-36A, AC-36B и DC-36A, DC-36B подразумевается, что фактическое значение тока при операции включения — это более высокое значение симметричного тока, чем пиковое.

I_e — номинальный рабочий ток.

U_r — частота питания или установившееся напряжение постоянного тока.

U_e — номинальное рабочее напряжение.

[a] Допустимое отклонение по cos φ — ±0,05.

[b] См. таблицы 11 и 12.

[c] Для цепи ламп накаливания испытание следует проводить согласно общим условиям испытания по 9.2.4.1.2.

[d] Допустимое отклонение — по L/R ±15 %.

[e] Если полярность не маркирована, одну половину числа циклов оперирования выполняют при одной полярности, а другую половину — при противоположной.

[f] Без заданной постоянной времени.

[g] Половина циклов оперирования должна быть выполнена при I_c/I_e = 1, за исключением AC-33B и AC-35B, где все рабочие циклы должны быть выполнены при этом условии.

[h] Половина циклов оперирования должна быть выполнена при I_c/I_e = 1, за исключением DC-33B, где все рабочие циклы должны быть выполнены при этом условии.

8.2.4.3 Долговечность

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 8.2.4.3.

8.2.5 Способность включать и отключать токи в условиях короткого замыкания

8.2.5.1 Номинальный кратковременно выдерживаемый ток

КАП, для которой изготовитель указал номинальный кратковременно выдерживающий ток, должна выдерживать испытание, указанное в 9.2.5.2.

Минимальное значение кратковременно выдерживаемого тока указано в таблице 5.

Минимальная продолжительность составляет:

- три полуцикла номинальной частоты или 0,025 с для постоянного тока при номинальных рабочих токах не более 400 А включительно;
- три цикла номинальной частоты или 0,05 с для постоянного тока при номинальных рабочих токах более 400 А.

Дополнительные значения кратковременного выдерживаемого тока для других продолжительностей указывает изготовитель.

8.2.5.2 Номинальная кратковременно включающая способность

Для КАП класса CB и PC изготовитель указывает номинально кратковременно выдерживаемое значение тока, подтверждаемое проведением испытаний.

Номинальная кратковременно включающая способность должна соответствовать положениям 5.3.6.3.

8.2.5.3 Номинальная кратковременно отключающая способность

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 8.2.5, с нижеприведенным дополнением.

Для КАП класса CB номинальная кратковременно отключающая способность должна соответствовать 5.3.6.4 и при проведении испытаний отключать ток, значения которого приведены в таблицах 5 или 6; определение значений из таблиц указывает изготовитель. Если изготовитель устанавливает значение кратковременно отключающей способности выше, чем значения испытательного тока, приведенные в таблицах 5 или 6, считается, что КАП способна отключать значение тока, установленное в таблицах.

8.2.5.4 Номинальный условный ток короткого замыкания

Для КАП класса CC условный ток короткого замыкания с минимальным значением в соответствии с данными таблиц 5 или 6 определяет изготовитель. Для КАП класса PC минимальное значение условного тока короткого замыкания должно соответствовать приведенному в таблицах 5 или 6, если применимо.

Используемое УЗКЗ должно соответствовать требованиям конкретного стандарта при том, что его параметры должны быть не ниже указанных в настоящем стандарте.

Таблица 5 — Значение испытательного тока для проверки способности оперирования в условиях короткого замыкания

Номинальный рабочий ток I_e (среднеквадратическое значение), А	Испытательный ток (среднеквадратическое значение)[a]
$I_e \le 100$	5 кА
$100 < I_e \le 500$	10 кА
$500 < I_e \le 1000$	$20 \cdot I_e$
$I_e > 1000$	$20 \cdot I_e$ или 50 кА (выбирают меньшее)
[a] Коэффициенты мощности, постоянные времени и отношение между пиковым и среднеквадратическими значениями должны соответствовать приведенным в IEC 60947-1, таблица 16.	

Таблица 6 — Значение испытательного тока для проверки способности оперирования в условиях короткого замыкания (гармонизированная таблица)

Номинальный рабочий ток I_e[c], А	Испытательный ток, кА[d] (среднеквадратическое значение)	Коэффициент мощности
$I_e \le 100$[a]	5	0,7—0,8
$100 < I_e \le 250$[b]	10	0,5—0,7
$250 < I_e \le 500$	18	0,2—0,3
$500 < I_e \le 800$	30	0,2—0,3
$800 < I_e \le 1300$	42	0,2—0,3
$I_e > 1300$	Предмет соглашения между изготовителем и потребителем	0,2—0,3

Окончание таблицы 6

Примечание — Настоящая таблица введена для целей гармонизации с CSA-C22.2 No.60947-4-1-14 и UL 60947-4-1.
[a] При 690 В и выше: $I_e \leq 125$ А. [b] При 690 В и выше: 125 А < $I_e \leq 250$ А. [c] Номинальный рабочий ток может быть указан в Северной Америке как «уровень тока». [d] Испытательный ток может быть указан в Северной Америке как «уровень тока повреждения».

8.2.6 Характеристика критического тока нагрузки (аппаратура постоянного тока)

Силовая цепь аппаратуры должна обладать включающей и отключающей способностями критического тока нагрузки согласно 9.2.7, как определено в последовательности испытаний V.

8.3 Электромагнитная совместимость (ЭМС)

8.3.1 Общие положения

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 8.3.1, с нижеприведенными дополнениями.

Испытания на устойчивость к воздействию электромагнитных полей промышленной частоты не требуются, поскольку аппараты в естественных условиях подвержены таким воздействиям. Устойчивость к электромагнитным помехам подтверждают проведением испытаний на работоспособность (см. 9.2.4.1 и 9.2.4.2).

8.3.2 Устойчивость к электромагнитным помехам

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 8.3.2, с нижеприведенными дополнениями.

Процедуры испытания приведены в 9.2.8.

Результаты испытаний устанавливают с использованием критериев приемлемости, которые приведены в таблице 7.

Таблица 7 — Критерии приемлемости испытаний на устойчивость

Пункт/элемент	Критерии приемлемости (критерии эффективности во время испытаний)		
	A	B	C
Общая производительность	Нормальное оперирование КАП без заметных изменений рабочих характеристик	Временное ухудшение или потеря характеристики, которая может быть самовосстанавливаемой	Временное ухудшение или потеря характеристики, которая после испытаний требует вмешательства оператора или перегрузки системы. Не должно быть повреждений компонентов
Управление переключением питания, вспомогательные контакты, функции блокировки и работы контроллера	Отсутствие ложного оперирования КАП, отсутствие изменений состояния контроллера. Отсутствие изменений в работе вспомогательных контактов. КАП полностью функционирует	Временное ухудшение режима работы контроллера, который самовосстанавливается. Отсутствие ненадлежащей работы КАП. Отсутствие изменений в работе вспомогательных контактов	Временное ухудшение или потеря доступности функции передачи данных, которая после испытания может быть восстановлена путем вмешательства оператора, или сброса контроллера, или использования любой электроники. Отсутствие ненадлежащей работы КАП. Отсутствие изменений в работе вспомогательных контактов
Управление дисплеями и панелями управления	Никаких изменений в видимой информации на дисплее. Только незначительное колебание интенсивности света или незначительное перемещение отображаемой информации	Временные видимые изменения на дисплее (мерцание). Бесконтрольная подсветка дисплея. Без изменения режима работы	Отключение или необратимая потеря отображения. Восстанавливается после испытания путем вмешательства оператора или перезагрузки контроллера

Окончание таблицы 7

Пункт/элемент	Критерии приемлемости (критерии эффективности во время испытаний)		
	A	B	C
Функции обработки информации, связи и функции управления	Бесперебойная связь, функция управления и обмена информации с внешними устройствами	Временное изменение аналоговых значений, нарушение связи, возможные сообщения об ошибках внутренних и внешних устройств. Отсутствие необратимой потери данных	Потеря данных и/или информации. Ошибочная обработка информации, ошибки в связи, которые могут быть устранены после испытания путем вмешательства оператора или сброса контроллера

8.3.3 Помехоэмиссия

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 8.3.3, с нижеприведенным дополнением.

Испытательные параметры и процедуры испытаний приведены в 9.2.8.

9 Испытания

9.1 Виды испытаний

Применяют IEC 60947-1:2020, подраздел 9.1.

9.2 Типовые испытания

9.2.1 Общие условия испытания

Испытание оборудования проводят в соответствии с условиями, установленными в IEC 60947-1:2020, пункт 9.3.2.

Примечание — Допускается проводить испытания, используя не все значения, соответствующие категориям применения. См. приложение А.

9.2.2 Процедура испытаний

Типовые испытания сгруппированы в несколько этапов, указанных в таблице 8 для КАП, отличных от комплектных, или таблице в 9 для комплектных КАП.

Для каждой процедуры испытания следует проводить в приведенном порядке, если не указано иное.

Таблица 8 — Перечень испытаний типа (общая схема последовательности испытаний)

Последовательность испытаний	Испытания	Пункт	Класс КАП			Количество образцов[a]
			PC	CB	CC	
I Общие характеристики	Требования к конструкции	9.2.3.1	X	X	X	1
	Срабатывание[f]	9.2.3.2	X	X	X	
	Управление, последовательность и пределы срабатывания [f]	9.2.3.3	X	X	X	
	Пределы расцепления и характеристики[f]	9.2.3.4		X		
	Превышение температуры	9.2.3.5	X	X	X	
	Электроизоляционные свойства[f]	9.2.3.6	X	X	X	

Окончание таблицы 8

Последовательность испытаний	Испытания	Пункт	Класс КАП			Количество образцов[a]
			РС	СВ	СС	
II Работоспособность	Включающая и отключающая способности	9.2.4.1	X	X	X	1
	Отключающая способность[e]	9.2.4.2	X	X	X	
	Проверка диэлектрических свойств изоляции	9.2.4.3	X	X	X	
	Проверка превышения температуры	9.2.4.4	X	X	X	
	Проверка отключения при перегрузке	9.2.4.5		X		
	Проверка позиций силовых контактов [b, f]	9.2.4.6	X	X		
III Способность работы в условиях короткого замыкания	Общие требования	9.2.5.1	X	X	X	1
	Кратковременный допустимый ток	9.2.5.2	X[c]	X[c]		
	Номинальная наибольшая включающая способность	9.2.5.3	X[c]	X[c]		
	Номинальная наибольшая отключающая способность	9.2.5.4		X		
	Проверка диэлектрических свойств изоляции	9.2.5.5	X[c]	X		
	Проверка превышения температуры	9.2.5.6	X[c]	X		
IV Условный ток короткого замыкания	Условный ток короткого замыкания	9.2.6.3	X[d]		X	1
	Проверка электрической прочности изоляции	9.2.6.4	X[d]		X	
	Проверка превышения температуры	9.2.6.5	X[d]		X	
V Характеристики тока критической нагрузки аппаратуры с номинальным напряжением постоянного тока	Определение критического тока нагрузки	9.2.7.2	X	X	X	1
	Характеристики критического тока нагрузки	9.2.7.3	X	X	X	
VI Испытание на воздействующие факторы внешней среды	Электромагнитная совместимость	9.2.8	X	X	X	1

[a] На одном и том же образце по усмотрению изготовителя допускается выполнять несколько последовательностей испытаний.

[b] Это испытание проводят в том случае, если КАП пригодна для применения в качестве разъединителя.

[c] Это испытание требуется в том случае, если изготовитель установил кратковременный выдерживающий ток.

[d] Это испытание требуется для блоков с комбинацией предохранителей или в том случае, если производитель назначил условный ток короткого замыкания.

[e] Охватывает как механические, так и электрические.

[f] Может быть исключен из последовательности и выполнен на отдельных образцах.

Таблица 9 — Перечень типовых испытаний, на который должен быть предоставлен комплектных КАП

Последовательность испытаний	Испытания	Пункт	Класс КАП			Количество образцов [a]
			РС	СВ	СС	
I Общие характеристики	Требования к конструкции	9.2.3.1	X[b]	X[b]	X	1
	Срабатывание[j]	9.2.3.2	X	X	X	
	Управление, последовательность и пределы срабатывания[j]	9.2.3.3	X	X	X	
	Пределы срабатывания и характеристики	9.2.3.4				
	Превышение температуры	9.2.3.5	X[c]	X[c]	X[c]	
	Электроизоляционные свойства[j]	9.2.3.6	X	X	X	
II Работоспособность	Включающая и отключающая способности Класс РС[d] Класс СВ[d]	9.2.4.1	X[d]	X[d]	X	1
	Отключающая способность Класс РС[d] Класс СВ[d]	9.2.4.2	X[d]	X[d]	X	
	Проверка электрической прочности изоляции	9.2.4.3	X	X	X	
	Проверка превышения температуры	9.2.4.4	X	X	X	
	Проверка отключения при перегрузке	9.2.4.5		X		
	Проверка позиций силовых контактов[e, i]	9.2.4.6	X	X		
III Способность работы в условиях короткого замыкания	Общие требования	9.2.5.1	X	X	X	
	Кратковременный допустимый ток	9.2.5.2	X[f]	X[f]		
	Включающая способность короткого замыкания	9.2.5.3	X[f]	X[f]		
	Отключающая способность короткого замыкания	9.2.5.4		X[g]		
	Проверка электрической прочности изоляции	9.2.5.5	X[f]	X[g]		
	Проверка превышения температуры	9.2.5.6	X[f]	X[g]		
IV Условный ток короткого замыкания	Условный ток короткого замыкания	9.2.6.3	X[h]		X[h]	1
	Проверка электрической прочности изоляции	9.2.6.4	X[h]		X[h]	
	Проверка превышения температуры	9.2.6.5	X [h]		X[h]	
V Характеристики тока критической нагрузки аппаратуры с номинальным напряжением постоянного тока	Определение критического тока нагрузки	9.2.7.2	X	X	X	1
	Характеристики критического тока нагрузки	9.2.7.3	X	X	X	
VI Испытание на воздействующие факторы внешней среды	Электромагнитная совместимость	9.2.8	X	X	X	1

Окончание таблицы 9

[a] На одном и том же образце по усмотрению изготовителя может быть выполнено несколько последовательностей испытаний.

[b] См. 9.2.3.1.1.

[c] Если применимо (см. 9.2.3.5).

[d] Если применимо (см. 9.2.4.1.1 или 9.2.4.2.1).

[e] Это испытание требуется в том случае, если КАП пригодна для применения в качестве разъединителя.

[f] Если применимо (см. 9.2.5.2.1 и 9.2.5.3.1).

[g] Если применимо (см. 9.2.5.4.1).

[h] Если применимо (см. 9.2.6.1).

[i] Может быть исключен из последовательности и выполнен на отдельных образцах.

9.2.3 Процедура испытаний I. Общие эксплуатационные характеристики

9.2.3.1 Соответствие конструктивным требованиям

9.2.3.1.1 Общие положения

Применяют IEC 60947-1:2020, пункты 9.2.1, 9.2.2, 9.2.3, 9.2.5, 9.2.8 и 9.2.9 с нижеприведенными исключениями.

Для комплектной КАП испытания для подтверждения требований к конструкции, предусмотренные IEC 60947, допускается не повторять на коммутационных устройствах, при этом другие компоненты, составляющие части КАП, подвергают испытаниям.

9.2.3.1.2 Электрические характеристики выводных зажимов безвинтового типа

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.2.5.7, с нижеприведенными дополнениями.

Введение в зажим и отсоединение проводников производят в соответствии с инструкциями изготовителя.

Методы и результаты измерений указывают в протоколе испытаний. Значение испытательного тока при испытаниях равно I_e.

9.2.3.1.3 Испытание на износ контактных зажимов безвинтового типа

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.2.5.8, с нижеприведенными дополнениями.

Испытание проводят на устройстве, оснащенном контактными зажимами.

Испытательный ток равен максимальному I_e. Температура воздуха в шкафу повышается примерно за 20 мин до 40 °С или максимальной температуры для условий эксплуатации, указанных изготовителем.

9.2.3.2 Работоспособность

9.2.3.2.1 Общие положения

Проверяют надежность работы переключения выключателя КАП согласно 8.2.1.1.2, перечисление c), и пределам, приведенным в 8.2.1.3, перечисление a). КАП должна срабатывать в каждой позиции (I, II и O, в зависимости от применения), и каждое положение контактов подтверждают путем проведения испытания на целостность электрической цепи.

Для КАП класса CC соответствие подтверждают путем испытаний на падение согласно IEC 60947-1:2020, 9.3.3.2.1.

Соответствие требованиям 8.1.5 подтверждают путем осмотра и ручного оперирования с использованием любых подходящих средств (например, индикаторных ламп, осциллографа).

9.2.3.2.2 Проверка функции блокировки

9.2.3.2.2.1 Общие положения

Следующие испытания проводят для всех возможных комбинаций коммутационного переключения с ручным, дистанционным и автоматическим управлением соответственно.

9.2.3.2.2.2 Ручное управление

Испытание проводят без подключения к электросети.

Для КАП, оснащенной одним ручным органом управления, при переведении его с позиции I на позицию II необходимо убедиться в том, что выводы источника I разомкнуты от выводов нагрузки прежде, чем выводы источника II будут замкнуты с выводами нагрузки. Испытание повторяют из позиции II в позицию I.

У КАП, оснащенной отдельными ручными органами управления, для каждого коммутационного устройства проверяют следующую последовательность:

a) при нахождении коммутационного устройства источника I в отключенном состоянии необходимо убедиться в том, что коммутационное устройство источника II не может быть переведено вручную в отключенное состояние;

b) при нахождении коммутационного устройства источника II в отключенном состоянии необходимо убедиться в том, что коммутационное устройство источника I не может быть переведено вручную в отключенное состояние;

c) при нахождении коммутационных устройств источников I и II в отключенном состоянии необходимо убедиться в том, что их одновременный перевод во включенное состояние не приводит к замыканию обоих коммутационных устройств в любое время.

9.2.3.2.2.3 Оперирование с электрическим управлением

Следующие испытания должны быть проведены при напряжении питания цепи управления на уровне 85 % и 110 % от номинального значения. Если блокировка КАП требует электропитания, испытание проводят при подключении и отключении от нее источника питания.

1) Для КАП, оснащенной одним органом управления, при дистанционной команде о его переводе из позиции I в позицию II необходимо убедиться в том, что выводы нагрузки и выводы источника I разомкнуты перед замыканием выводов источника II. Испытание необходимо повторить при смене с позиции II на позицию I.

2) Для КАП, оснащенной отдельными дистанционными органами управления для каждого коммутационного устройства, проверяют нижеприведенную последовательность.

a) При разомкнутом положении источника I и источника II коммутационных аппаратов проверяют, что подача команды на переключение обоих коммутационных устройств на одновременное замыкание в течение 5 с не приводит к замыканию обоих устройств. Испытание применяют только для ДКАП и КААП, позволяющих отправлять одновременно команды на перевод в позицию I и позицию II.

b) При нахождении коммутационного устройства источника I в замкнутом состоянии необходимо убедиться в том, что дистанционное отправление команды на включение коммутационного устройства источника II в течение 5 с не приводит к замыканию обоих коммутационных устройств одновременно.

c) При нахождении коммутационного устройства источника II в замкнутом состоянии необходимо убедиться в том, что дистанционное отправление команды на отключение коммутационного устройства источника I в течение 5 с не приводит к замыканию обоих коммутационных аппаратов одновременно.

9.2.3.2.3 Проверка надежности блокировки

9.2.3.2.3.1 Общие положения

Это испытание предназначено для проверки работоспособности функции блокировки в том случае, когда силовые контакты одного источника не способны разомкнуться (например, спаяны или заклинило).

Испытание проводят как для позиции I, так и для позиции II КАП. Если конструкция КАП не имеет физического отличия между позициями, которое влияет на результаты испытаний, то испытания допускается выполнять либо в позиции I, либо в позиции II. Если можно определить, что одна позиция представляет собой более сложный случай, испытания необходимо проводить только в этой позиции.

Испытания РКАП проводят с применением ручного управления. ДКАП и КААП испытывают с использованием средств дистанционного и ручного оперирования, если применимо.

В случае контактной КАП с многократным разрывом наименьшее количество параллельных контактов должно быть закреплено вместе для удержания контактов замкнутыми при необходимости, чтобы обеспечить приложение испытательного усилия без разъединения контактов.

Для имитации свариваемости на одном силовом полюсе силовой контакт должен поддерживаться в замкнутом состоянии, например путем сварки или склеивания каждой точки контакта (например, для двойного размыкающего контакта сварку выполняют в двух точках контакта). Толщина сварки или склеивания должна быть такой, чтобы расстояние между контактами не существенно изменялось; использованный метод указывают в протоколе испытаний.

Проверку проводят в соответствии с 9.2.3.2.3.5.

9.2.3.2.3.2 Ручное управление

Испытание проводят без подключения к сети.

Для КАП, содержащей ручное управление, усилие, необходимое для перевода устройства из одного положения в другое, измеряют на конце органа управления. Измеренное усилие *F* должно быть равно среднему значению максимального усилия, полученного в результате трех последовательных операций, включая все блокировки КАП, находящиеся в чистом и новом состоянии. Это усилие *F* затем

должно быть использовано для определения испытательного усилия, указанного в IEC 60947-1:2020, таблица 17.

В замкнутой позиции I КАП неподвижный и подвижный контакты одного полюса, для которого испытание является более сложным режимом, закрепляют вместе, например сваркой.

Орган(ы) управления переключают в позицию II, с испытательным усилием 3*F*, но не менее минимального значения и не более максимального значения, которые приведены в IEC 60947-1:2020, таблица 17, и соответствуют типу органа управления.

Для КАП, оснащенной одним органом ручного управления, испытательное усилие прикладывают без удара на конец органа управления в течение 10 с в направлении размыкания контактов, ранее закрепленных вместе, и замыкания другого источника коммутационного аппарата.

Для КАП, оснащенной отдельными органами ручного управления для каждого коммутационного устройства, выполняют действия в следующей последовательности:

- испытательное усилие прикладывают без удара к концу органа управления в течение 10 с в направлении размыкания контактов, ранее соединенных вместе;
- далее необходимо убедиться в том, что другое коммутационное устройство не может быть переведено вручную в положение замкнуто.

9.2.3.2.3.3 Переключение при помощи подачи питания

Для ДКАП и КААП испытания проводят с переключением при помощи подачи питания следующим образом: силовые контакты КАП замкнуты в позиции I, в то время как неподвижные и подвижные контакты одного полюса, для которого испытание считают наиболее сложным, должны быть закреплены вместе, например сваркой.

К электродвигателю от устройства управления подают напряжение питания на уровне 110 % от номинального значения для переключения в позицию II. Если для блокировки КАП требуется электропитание, то источник питания должен быть отключен.

Три попытки устройства управления электродвигателем переключения в позицию II повторяют с интервалом в 5 мин и с продолжительностью 5 с при условии, если устройство защиты устройства управления электродвигателя не ограничивает время до более короткой продолжительности.

9.2.3.2.3.4 Переключение без зависимости от подачи питания

Для ДКАП и КААП проводят испытания с переключением без зависимости от подачи питания следующим образом: силовые контакты КАП замкнуты в позиции I, в то время как неподвижные и подвижные контакты одного поля, для которого испытание считают наиболее сложным, должны быть закреплены вместе, например сваркой.

Если для блокировки КАП требуется электропитание, то источник питания должен быть отключен.

Накопленной энергии устройства управления электродвигателем должно быть достаточно для переключения в позицию II.

Проводят три попытки переключить устройство за счет накопленной энергии.

9.2.3.2.3.5 Условия для аппарата в течение и после проведения испытания

В течение и по окончании испытания не допускается временного или постоянного замыкания силовых контактов другого коммутационного устройства; соответствие проверяют при помощи измерительного оборудования, например осциллографа, с регистрацией кратковременных событий.

9.2.3.2.4 Проверка электрической блокировки в случае частичного выхода из строя

Положения этого подпункта применяют в том случае, если устройство оснащено только электрической или только механической блокировкой с электроприводом и без механической блокировки. Проверка условий 8.2.1.2, перечисление c), выполняют либо с использованием FMEA в соответствии с IEC 60812, либо путем имитации возможного частичного выхода из строя (включая, но не ограничиваясь, сварные основные контакты, сварные вспомогательные контакты, разомкнутую проводку и отказ контроллера).

9.2.3.2.5 Проверка времени переключении контактов

Время переключения контактов КАП подтверждают путем проведения испытания для каждого режима работы (механического и электрического), если применимо.

Для КАП с единственной механической рукояткой управления рукоятку приводят в действие с рабочей скоростью 1 м/с ± 25 %, скорость измеряют в месте касания органов управления испытательного устройства с рукояткой управления испытуемой КАП. Для поворотных ручек угловая скорость должна соответствовать вышеуказанным условиям, относящимся к скорости рабочей рукоятки (на его концах) испытуемой КАП.

Для КАП с механическими средствами управления, требующими многократных перемещений для завершения переключения, каждую часть операции переключения выполняют одновременно с учетом срабатывания механической блокировки с рабочей скоростью, указанной выше.

Для КААП или ДКАП время переключения контактов измеряют в режиме работы от электросети при напряжении питания цепи управления на уровне 100 % от номинального значения.

9.2.3.3 Управление, последовательность и пределы срабатывания

9.2.3.3.1 Общие положения

Испытание работоспособности КАП проводят на соответствие требованиям 8.2.1.3. Методика испытания приведена в нижеприведенных пунктах.

9.2.3.3.2 Работа при потере напряжения питания

Это испытание применимо только к КААП.

Если КААП снабжена регулируемой временной задержкой, испытание проводят один раз с временной задержкой, установленной на минимальное и один раз на максимальное значение.

КААП устанавливают в позицию I, на оба вывода источника подают номинальное напряжение и частоту, как показано на рисунке 2.

При отключении одной из контролируемых фаз источника I КААП не должна переключаться ранее установленной временной задержки.

При отключении одной из контролируемых фаз источника I на время, превышающее ранее установленную временную задержку, если применимо, КААП переключается в позицию II. Время переключения должно находиться в пределах, указанных изготовителем.

При повторном подключении фазы источника I КААП должна либо возвратиться в позицию I, если установлен режим «автоматический возврат», либо оставаться в позиции II, если установлен режим «ручной возврат».

Это испытание должно быть проведено повторно для каждого контролируемого источника питания с отключением каждой из контролируемых фаз источника по очереди.

9.2.3.3.3 Работа при отклонении характеристик источника питания I

Если КААП снабжена регулируемой(ыми) временной(ыми) задержкой(ами), испытание следует проводить с временной задержкой, установленной на минимальное значение.

Если КААП снабжена регулируемыми пределами отклонения, испытание проводят один раз с предельным значением, установленным на минимальное значение, и один раз с предельным максимальным значением.

Для каждой из заявленных контролируемых характеристик питания КААП подключают в соответствии с 9.2.3.3.4. Заявленную характеристику питания, контролируемую на каждом выводе источника I, изменяют по очереди на значения и допуски, указанные изготовителем, а затем восстанавливают до первоначального значения. Это испытание повторяют несколько раз:

- для ограничения напряжения и, если применимо, частоты отдельно;
- путем одновременного изменения характеристики питания на всех фазах и восстановления ее первоначального значения.

В каждом из испытаний КААП:

- не происходит переключений в позицию II, если значения характеристики питания уменьшаются или увеличиваются, если применимо, до значения, указанного в пределах отклонения;
- происходит переключение в позицию II, если значения характеристики питания уменьшаются или увеличиваются, если применимо, до значения, выходящего за пределы отклонения;
- происходит переключение либо возврат в позицию I, если значения характеристики питания восстанавливаются при установленном режиме «автоматический возврат» либо остаются в позиции II при установленном режиме «ручной возврат».

9.2.3.3.4 Работа при отклонении характеристик источника питания II

КАП подключают, как приведено на рисунке 2. Рабочие значения напряжения и частоты, при которых происходит переключение из позиции I в позицию II, проверяют в соответствии с перечислением a) или b) в зависимости по применимости.

a) Для контроля отклонения напряжения питания.

При напряжении питания источника II ниже значения, указанного изготовителем, и при напряжении питания источника I соответствующего номинальному значению отключают одну из фаз источника I, а затем постепенно увеличивают напряжение источника II. Переключение должно происходить в пределах напряжения источника II, указанных изготовителем.

Если предусмотрен контроль перенапряжения, испытание следует повторить начиная с напряжения питания источника II, превышающего значение, указанное изготовителем, а затем уменьшая это напряжение.

b) Для контроля отклонений напряжения и частоты.

При напряжении питания источника I при номинальном значении и отключенной одной фазы питания:

1) начиная с частоты источника II ниже значения срабатывания поддерживают его напряжение на минимально заданном значении и постепенно увеличивают его частоту. Переключение должно происходить в пределах частот, указанных изготовителем;

2) начиная с напряжения источника II ниже значения срабатывания поддерживают его частоту на минимально заданном значении и постепенно увеличивают его напряжение. Переключение должно происходить в пределах напряжения, указанных изготовителем;

3) если предусмотрен контроль избыточной частоты: начиная с частоты источника II, превышающей значение датчика, поддерживают его напряжение на максимальном заданном значении и постепенно уменьшают его частоту. Переключение должно происходить в пределах частот, указанных изготовителем;

4) если предусмотрен контроль перенапряжения: начиная с напряжения источника II, превышающего значение датчика, поддерживают его частоту на максимальном заданном значении и постепенно уменьшают его напряжение. Переключение должно происходить в пределах напряжения, указанных изготовителем.

9.2.3.3.5 Работа с функцией управления синфазного переключения

Если в КААП предусмотрены пределы отклонения по фазе для напряжения, частоты и угла сдвига фаз, испытание проводят один раз с предельным значением, установленным на минимальное значение, и один раз с предельным значением, установленным на максимальное значение для регулируемых блоков. Если пределы отклонения установлены, такие же испытания проводят в указанных пределах.

КААП подключают, как показано на рисунке 2, за исключением того, что она может работать без нагрузки. Набор рабочих значений (напряжение, частота, фазовый угол), при которых происходит переключение из одного положения в другое, должен быть проверен в соответствии с приведенной ниже процедурой.

Для каждого из следующих параметров (напряжения, частоты и фазового угла):

- фиксируют один параметр на одном источнике (т. е. напряжение, частоту или фазовый угол) ниже настроенного значения датчика;
- поддерживают другие параметры в пределах, разрешающих переключение;
- постепенно увеличивают испытуемый параметр;
- осуществляют переключение устройства только в пределах, указанных изготовителем.

Испытание повторяют для параметров.

9.2.3.4 Пределы расцепления и характеристики

Пределы расцепления и характеристики КАП типа СВ проверяют в соответствии с IEC 60947-2:2016, подпункт 8.3.3.2, IEC 60947-2:2016/AMD1:2019.

9.2.3.5 Превышение температуры

Испытание на превышение температуры проводят согласно IEC 60947-6-1:2021, подпункт 9.3.3.3, и оно должно соответствовать требованиям, изложенным в 8.2.2, с нижеприведенными дополнениями.

Испытание проводят при наиболее высоком номинальном значении рабочего тока, указанном изготовителем.

Напряжение питания цепи управления должно составлять 110 % от максимального номинального значения.

Испытания проводят в позиции I и в позиции II КАП. Если конструкция КАП не имеет существенного физического отличия между позицией I и позицией II (например, размер контакта и усилие, размыкание, размер и длина шины, воздушный зазор оболочки, средства управления и скорость), влияющего на результаты испытаний, испытания допускается выполнять в любой из позиций. Если определено, что одна позиция представляет собой более тяжелые условия, испытания проводят только в этой позиции.

Данное испытание для комплектной КАП проводят в том случае, если КАП снабжена соединительными проводниками, поперечное сечение которых меньше указанных в IEC 60947-1:2020, таблицы 9, 10 и 11.

9.2.3.6 Диэлектрические свойства изоляции

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.3.3.4.1, с дополнениями:

a) со ссылкой на IEC 60947-1:2020, подпункт 9.3.3.4.1, перечисление 2) c) i) и ii), нормальными рабочими позициями являются позиция I и позиция II, а также положение отключения, если применимо;

b) КАПы дополнительно подвергают испытательным напряжениям, приложенным между всеми выводами источника I, соединенными вместе, и всеми выводами источника II, соединенными вместе; это испытание проводят один раз с КАП в позиции I и один раз с КАП в позиции II;

c) КАПы, снабженные положением отключения, дополнительно испытывают в положении отключения, при этом испытательное напряжение подается на полюсы силовой цепи, при этом линейные выводы источника I и источника II соединяют вместе, так же как и выводы нагрузки;

d) для КАП, пригодных для применения в качестве разъединителя, ток утечки, измеряемый через каждый полюс при КАП в положении отключения при испытательном напряжении $1{,}1U_e$, не должен превышать 0,5 мА. Это испытание проводят с соответствующими фазными выводами источника I и источника II, соединенными вместе;

e) проверку диэлектрических свойств изоляции проводят между каждым полюсом силовой цепи и источниками, при этом рекомендуется отключить цепи управления между фазами.

9.2.4 Последовательность испытаний II. Эксплуатационные характеристики

9.2.4.1 Включающая и отключающая способности

9.2.4.1.1 Комплектная КАП

Не требуется проводить проверку включающей и отключающей способностей, если коммутационные устройства с независимым ручным управлением или независимой двигательной операцией при наличии ранее проведенных испытаний на соответствие требованиям серии стандартов IEC 60947 для категорий использования соответствуют эквивалентным или более жестким испытаниям (см. приложение A), за исключением тех случаев, когда минимальное время переключения контактов, измеренное в 9.2.3.2, менее 200 мс для переменного тока или 1000 мс для постоянного тока. Это испытание является обязательным класса CC.

9.2.4.1.2 Общие условия испытаний

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.3.3.5.1.

КАП подвергают испытанию, проводимому с обеими частями цепи питания, находящимися под напряжением и работающими с противоположными фазами напряжения.

Исключение: если ручное средство предназначено только для использования без нагрузки при отключенных источниках питания, все операции испытания могут быть проведены электрически. Информация в отношении маркировки приведена в таблице 2 (пункт 1.3).

Для КАП типа PC, оснащенных защитой при помощи плавких предохранителей, допускается заменить плавкие предохранители (как в IEC 60947-1) подходящими медными вставками, размеры и масса которых электрически эквивалентны размерам и массе заменяемым плавким вставкам, рекомендованным изготовителем.

9.2.4.1.3 Испытательная цепь

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.3.3.5.2, исключение составляют КАП с подключением в соответствии с рисунком 3.

Примечание — Подключение питания на рисунке 3 организовано с обеспечением разности фаз 120° или 180° между соединениями источника I и источника II.

Для категорий применения AC-36A или AC-36B и DC-36A или DC-36B нагрузка должна быть такой, чтобы при включении получался номинальный рабочий ток вместе с кратковременным переходным током, как указано в таблице 3. Переходный включающий ток должен достичь своего пикового значения в течение 5 мс после замыкания цепи. Допускается применение следующих типов нагрузки:

a) лампы накаливания;

b) неиндуктивный(ые) резистор(ы), соединенный(ые) параллельно с конденсатором;

c) резистивная нагрузка, часть сопротивления которой коротко замкнута на короткое время для получения переходного пикового тока.

Испытания проводят в последовательности с помощью внешних средств контроля, независимых от контроля отклонения параметров источника питания.

9.2.4.1.4 Проверка включающей и отключающей способностей

КАП должна иметь способность включать и отключать испытательный ток при напряжении и коэффициенте мощности или при постоянной времени, соответствующей его категории применения, как указано в таблице 3.

Количество циклов срабатывания и время цикла должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 10.

Характеристика переходного напряжения восстановления должна соответствовать указанной в IEC 60947-1:2020, подпункт 9.3.3.5.3.

Цикл срабатывания состоит из включения и отключения испытательного тока как на контактах источника I, так и на контактах источника II.

Испытательный ток должен быть не меньше значения, указанного в таблице 3.

Во время каждого цикла включения—отключения аппаратура должна оставаться в замкнутом положении в течение периода, достаточного для завершения операции переключения и установления текущего значения, для остановки движущихся частей аппаратуры. После каждого цикла срабатывания напряжение восстановления должно поддерживаться в течение не менее 0,05 с.

Для ДКАП и КААП: 20 % срабатываний испытаний на включающую и отключающую способности (см. таблицу 10), округленных до следующего целого значения, выполняют с использованием ручного средства управления, если применимо, в условиях, обеспечивающих минимальное время переключения. Для РКАП: 100 % срабатываний выполняют в условиях, обеспечивающих минимальное время переключения (см. 9.2.3.2.5).

Реле измерения и управляющие должны находиться под напряжением при их номинальном(ых) напряжении(ях), а контакты реле должны включать и отключать нормальную(ые) нагрузку(и).

Реле с задержкой временной, пониженного напряжения и измерения частоты могут быть отключены для упрощения проверки контактов основной цепи.

Во время испытания не должно наблюдаться выхода из строя узлов устройства, и предохранитель, указанный в IEC 60947-1:2020, пункт 9.3.3.5.2, не должен срабатывать.

После испытания КАП должна остаться работоспособной в соответствии с характеристиками, указанными в 9.2.3.2.1.

Таблица 10 — Количество и длительность циклов оперирования при испытаниях на включающую и отключающую способности

Номинальный рабочий ток I_e, А	Количество циклов оперирования			Длительность цикла оперирования[a], мин
	Категория применения типа А	Категория применения типа В		
	AC-31A, AC-32A, AC-33A, AC-35A, AC-36A DC-31A, DC-33A, DC-36A	AC-31B, AC-35B, AC-36B DC-31B, DC-36B	AC-32B, AC-33B DC-33B	
$0 < I_e \le 300$	50	12	5	1
$300 < I_e \le 400$	50	12	5	2
$400 < I_e \le 630$	50	12	5	3
$630 < I_e \le 800$	50	12	5	4
$800 < I_e \le 1600$	50	12	5	5
$1600 < I_e \le 2500$	25	6	5	5
$2500 < I_e$	12	3	3	5

[a] Допускается уменьшение длительности цикла оперирования по указанию изготовителем. Если происходит автоматическое срабатывание защиты при перегрузке КАП, продолжительность цикла оперирования КАП допускается увеличить при необходимости. Фактическая продолжительность цикла оперирования должна быть указана в протоколе испытания.

9.2.4.2 Работоспособность

9.2.4.2.1 Комплектная КАП

Проверку электрических эксплуатационных характеристик не требуется проводить, если КАП уже испытана и соответствует требованиям серии стандарта IEC 60947 на определенную продукцию для категорий использования, соответствующих эквивалентным или более жестким испытаниям (см. приложение А). В этом случае испытание механических эксплуатационных характеристик проводят с общим количеством циклов срабатывания, указанным в таблицах 11 или 12, в зависимости от применения. Испытания для класса СС проводят независимо от информации, приведенной выше.

КАП оснащают блокировками во время выполнения всех испытаний на эксплуатационные характеристики.

9.2.4.2.2 Электрические эксплуатационные характеристики

КАП должна иметь способность включать и отключать испытательный ток при напряжении и коэффициенте мощности или при постоянной времени, соответствующих его категории использования, как указано в таблице 4. Техническое обслуживание или замена деталей при этом не допускается. Количество циклов срабатывания и их продолжительность должны соответствовать значениям, приведенным в таблицах 11 и 12.

Цикл оперирования состоит из включения и отключения испытательного тока как на контактах источника I, так и на контактах источника II.

Применяют требования к испытательной схеме и эксплуатации, приведенные в 9.2.4.1.3 и 9.2.4.1.4.

Испытательный ток не должен быть меньше значения, указанного в таблице 4.

Таблица 11 — Количество и длительность циклов оперирования для испытаний на коммутационную и механическую работоспособность при категории применения типа А

Номинальный рабочий ток I_e, А	Количество циклов оперирования в час[a]	Количество циклов оперирования		
		без тока	с током	Всего
$0 < I_e \le 100$	60	—	6000	6000
$100 < I_e \le 300$	60	—	6000	6000
$300 < I_e \le 400$	60	—	4000	4000
$400 < I_e \le 630$	60	1000	2000	3000
$630 < I_e \le 800$	60	1000	2000	3000
$800 < I_e \le 1600$	30	1500	1500	3000
$1600 < I_e \le 2500$	15	2000	1000	3000
$2500 < I_e$	15	2000	1000	3000
[a] На усмотрение изготовителя количество циклов оперирования в час может быть уменьшено.				

Таблица 12 — Количество и длительность циклов оперирования для испытаний на коммутационную и механическую работоспособность при категории применения типа В

Номинальный рабочий ток I_e, А	Количество циклов оперирования в час[a]	Количество циклов оперирования		
		без тока	с током	Всего
$0 < I_e \le 100$	60	4500	1500	6000
$100 < I_e \le 300$	60	5000	1000	6000
$300 < I_e \le 400$	60	3000	1000	4000
$400 < I_e \le 630$	60	2000	1000	3000
$630 < I_e \le 800$	20	2500	500	3000
$800 < I_e \le 1600$	20	2500	500	3000

Окончание таблицы 12

Номинальный рабочий ток I_e, А	Количество циклов оперирования в час[a]	Количество циклов оперирования		
		без тока	с током	Всего
$1600 < I_e \leq 2500$	10	1500	500	2000
$2500 < I_e$	10	1500	500	2000
[a] На усмотрение изготовителя количество циклов оперирования в час может быть уменьшено.				

9.2.4.2.3 Механические эксплуатационные характеристики

КАП должна сохранять работоспособность без технического обслуживания или замены деталей определенного количества циклов срабатывания без тока, указанного в таблицах 11 или 12, в зависимости от применения.

Для комплектной КАП, не включенной в электрические эксплуатационные характеристики (см. 9.2.4.2.1), испытание следует проводить с общим количеством рабочих циклов, указанным в таблице 11 или таблице 12, в зависимости от условий.

Для проведения испытания реле измерения и управления оставляют включенными, с подачей напряжения их номинальных значений. Реле с задержкой времени, пониженного напряжения и измерения частоты допускается отключить для проведения упрощенного варианта испытаний.

После выполнения испытания КАП подвергают испытаниям, предусмотренным 9.2.3.2.1 и 9.2.3.2.2.

Если минимальное время переключения контакта менее 75 % от начального значения и менее 200 мс для переменного тока или 1000 мс для постоянного тока, КАП подвергают испытанию на включающую и отключающую способности в соответствии с 9.2.4.1, за исключением того, что требуется только три срабатывания. В качестве альтернативы, по усмотрению изготовителя испытание на включающую и отключающую способности, указанные в 9.2.4.1, допускается проводить после выполнения электрических и механических эксплуатационных испытаний.

9.2.4.3 Проверка диэлектрической стойкости

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.3.3.4.1, перечисление 4), с дополнениями:

a) нормальными рабочими положениями являются позиция I и позиция II, а также положение отключения, при наличии;

b) КАП дополнительно подвергают воздействию испытательного напряжения, приложенного между всеми выводами источника I, соединенными вместе, и всеми выводами источника II, соединенными вместе; это испытание проводят один раз с КАП в позиции I и один раз с КАП в позиции II;

c) КАП, имеющую положение отключения, дополнительно подвергают воздействию испытательного напряжения в положении отключения, при этом испытательное напряжение подают на полюса силовой цепи, линейные выводы источника I и источника II также соединяются вместе, выводы нагрузки соединяются вместе и по отдельности;

d) для КАП, пригодной для применения в качестве разъединителя, ток утечки, измеряемый через каждый полюс при КАП в положении отключения при испытательном напряжении $1{,}1 \cdot U_e$, не должен превышать 2 мА. Это испытание проводят с соответствующими фазными выводами источника I и источника II, соединенными вместе. Это испытание для комплектной КАП проводят только в том случае, если КАП была подвергнута испытанию либо на включающую и отключающую способности, либо на электрические эксплуатационные характеристики.

9.2.4.4 Проверка превышения температуры

Превышение температуры выводов и доступных частей проверяют в соответствии с 9.2.3.5 при номинальном рабочем токе I_e, т. е. соответствующем категории применения, при которой проводят испытания оборудования, за исключением того, что выводы и доступные части не должны превышать предельных значений, указанных в таблице 13.

Для комплектной КАП это испытание проводят только в том случае, если КАП была подвергнута испытанию либо на включающую и отключающую способности, либо на электрические эксплуатационные характеристики.

Таблица 13 — Пределы превышения температуры для выводов и доступных частей

Описание части[a]		Пределы превышения температуры, К
Зажимы для внешних подключений		80
Органы ручного управления	из металла	25
	из изоляционного материала	35
Детали, предназначенные для прикосновения, но не для удержания в руках	из металла	40
	из изоляционного материала	50
Детали, не предназначенные для прикосновения при нормальной работе	из металла	50
	из изоляционного материала	60
[a] Для деталей, отличных от перечисленных, значение не указано, но соседним частям изоляционных материалов не должно быть причинено ущерба.		

9.2.4.5 Проверка перегрузки в отношении расцепителей

Эта проверка применима только к КАП класса CB.

Испытание для комплектной КАП требуется только в том случае, если КАП была подвергнута испытанию либо на включающую и отключающую способности, либо на электрические эксплуатационные характеристики.

Непосредственно после испытания в соответствии с 9.2.4.4 проверяют срабатывание перегрузки расцепителей при значении, превышающем в 1,45 раза их текущую уставку при исходной температуре.

Во время проведения испытания все полюса соединяют последовательно. В качестве альтернативы испытание может быть проведено с использованием трехфазного источника питания.

Допускается проведение испытания при любом приемлемом напряжении.

Время срабатывания не должно превышать 2 ч для номинальных значений выше 63 А и 1 ч для других номинальных значений.

При согласовании изготовителя допускается установление интервала по времени между испытаниями, указанными в 9.2.4.4 и 9.2.4.5.

В качестве альтернативы, допускается проведение испытания при температуре окружающего воздуха, при этом испытательный ток корректируют в соответствии с указаниями изготовителя в зависимости от влияния температуры и тока, для расцепителей, срабатывание которых зависит от температуры окружающей среды.

9.2.4.6 Проверка работоспособности индикации положения основного контакта оборудования, пригодного для применения в качестве разъединителя

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.2.6, к аппаратам класса PC и класса CB, пригодными для применения в качестве разъединителя.

9.2.5 Последовательность испытаний III. Возможность защиты от короткого замыкания

9.2.5.1 Общие требования к испытаниям на короткое замыкание

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.3.4.1.

Аппараты, испытанные на открытом воздухе, допускается применять в отдельных оболочках, без дополнительных испытаний в минимальной из всех возможных оболочек, указанной изготовителем. Для аппаратов, применяемых только на открытом воздухе, изготовитель предоставляет информацию, указывающую об отсутствии проверки для использования в отдельной оболочке.

Испытания проводят как в позиции I, так и в позиции II КАП. Если конструкция КАП не имеет существенного физического отличия между позицией I и позицией II (например, размер контакта и усилие, размыкание, размер и длина шины, воздушный зазор оболочки, средства управления и скорость), влияющего на результаты испытаний, испытания проводят в любой позиции I или II. Если определено, что одна позиция представляет собой более тяжелые условия, испытания необходимо проводить только в этой позиции.

9.2.5.2 Кратковременно допустимый ток

9.2.5.2.1 Применение

Это испытание применимо только к КАП класса PC и КАП класса CB, для которых изготовитель установил кратковременно допустимый ток.

Комплектные КАП класса PC и класса CB, имеющие номинальный кратковременно допустимый ток I_{cw}, отвечающий требованиям 8.2.5.1, не подвергают испытанию.

9.2.5.2.2 Процедура испытания

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.3.4.3, с нижеприведенными дополнениями.

В случае нескольких значений I_{cw} КАП подвергают испытанию при максимальном значении тока и соответствующей продолжительности, дальнейшее испытание проводят при токовременном значении, соответствующем максимальному $I_{cw}{}^2t$.

a) При замкнутом положении к КАП ток подают отдельным переключающим устройством, ток поддерживают в течение указанного продолжительности времени и отключают отдельным коммутационным устройством.

b) После испытания проверяют выполнение следующих условий:

1) контакты КАП должны замыкаться и размыкаться обычными способами. Сваривание контактов не допускается;

2) предохранитель, подсоединенный к корпусу, не должен срабатывать;

3) не допускается нарушение целостности крепления частей, находящихся под напряжением в КАП;

4) дверь в КАП фиксируют от непроизвольного открывания при помощи запирающих устройств, без дополнительных средств блокировки; деформацию двери не считают неисправностью при условии соблюдения требований степени защиты IP2X (см. IEC 60947-1:2020, приложение C).

9.2.5.3 Номинальная наибольшая включающая способность

9.2.5.3.1 Применение

Данное испытание применяют только к КАП класса PC и КАП класса CB, для которых изготовитель установил кратковременно допустимый ток.

Комплектные КАП класса PC и класса CB, обладающие способностью к короткому замыканию I_{cm}, превышающей или равной мощности КАП, указанной в 8.2.5.2 и 5.3.6.3, не подвергают испытанию.

9.2.5.3.2 Процедура испытания

Применяют следующий порядок проведения испытаний:

a) предполагаемый(ые) испытательный(ые) ток(и) должен(должны) соответствовать требованиям 8.2.5.2;

b) устройство, переключающее силовые контакты, подключают как при эксплуатации;

c) испытания проводят последовательно с помощью внешних средств управления, независимых от контроля отклонения параметров источника питания;

d) питание подают путем замыкания КАП. Ток или напряжение поддерживают в течение минимальной продолжительности:

- три полупериода номинальной частоты или 0,025 с для постоянного тока при номинальных рабочих токах не более 400 А включительно,
- три цикла номинальной частоты или 0,05 с для постоянного тока при номинальных рабочих токах более 400 А;

e) после испытания КАП должна соответствовать требованиям 9.2.5.2.2, перечисление b).

9.2.5.4 Номинальная наибольшая отключающая способность

9.2.5.4.1 Применение

Испытание проводят только в отношении КАП класса CB.

Комплектная КАП класса CB, имеющая номинальную наибольшую отключающую способность замыкании I_{cu}, превышающую или равную I_{cn}, как указано в 8.2.5.3 и 5.3.6.4, не подвергают испытанию.

КАП класса CB, изготовленную из изделий, соответствующих IEC 60947-6-2 и имеющих номинальную рабочую наибольшую отключающую способность при коротком замыкании I_{cs} (согласно IEC 60947-2), превышающую или равную I_{cn}, как указано в 8.2.5.3 и 5.3.6.4, не подвергают испытанию.

9.2.5.4.2 Условия испытания

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.3.4.1. Расцепители короткого замыкания устанавливают на максимальные значения срабатывания (время и ток).

Для КАП класса CB с номинальным током не более 630 А включительно применяют кабель максимальной длины 75 см с поперечным сечением, выдерживающим протекание номинального тока (см. IEC 60947-1:2020, 9.3.3.3.4, таблицы 9 и 10), и подключают следующим образом:

- 50 см со стороны подачи питания от источника;
- 25 см со стороны подключения нагрузки.

9.2.5.4.3 Проверка расцепителей перегрузки

Работу расцепителей перегрузки проверяют при удвоенном значении их текущей уставки на каждом полюсе отдельно. Допускается проведение испытания при любом приемлемом напряжении.

Если температура окружающей среды отличается от контрольной температуры, испытательный ток корректируют в соответствии с указаниями изготовителя в зависимости от влияния температуры и тока для расцепителей, срабатывание которых зависит от температуры окружающей среды.

Для тех испытаний, при которых характеристика расцепления не зависит от температуры выводов (например, электронные расцепители перегрузки, магнитные расцепители), данные подключения (тип, поперечное сечение, длина) могут отличаться от тех, которые указаны в IEC 60947-1:2020, подпункт 9.3.3.3.4. Соединения должны соответствовать испытательному току и его термическому воздействию.

Время работы не должно превышать максимального значения, указанного изготовителем для удвоенной текущей уставки при контрольной температуре, только на одном полюсе.

9.2.5.4.4 Испытание на номинальную отключающую способность при коротком замыкании

После проверки расцепителей перегрузки проводят испытание на отключающую способность при расчетном значении тока короткого замыкания, равном номинальной отключающей способности при коротком замыкании, заявленной изготовителем.

Последовательность операций должна быть О — t — СО, где:

- О представляет операцию отключения;
- СО представляет операцию включения, за которой после соответствующего времени размыкания следует операция отключения;
- t представляет временной интервал между двумя последовательными операциями короткого замыкания, который должен быть как можно короче, учитывая время срабатывания КАП не менее 3 мин. Фактическое значение t указывают в протоколе испытания.

Максимальное значение I^2t (см. IEC 60947-1:2020, подпункт 3.7.18) рекомендуется отражать в протоколе испытаний.

КАП класса СВ должна соответствовать требованиям IEC 60947-2:2016, подпункт 8.3.2.6.1, перечисление b).

После испытания КАП должна соответствовать требованиям 9.2.5.2.2, перечисление b).

9.2.5.4.5 Проверка расцепителя перегрузки

После проведения испытания в соответствии с 9.2.5.4.4 срабатывания расцепителей перегрузки проверяют согласно 9.2.5.4.3, за исключением того, что испытательный ток должен в 2,5 раза превышать значение их текущего значения.

Время срабатывания не должно превышать максимального значения, указанного изготовителем для удвоенного значения текущей настройки при исходной температуре, на одном полюсе.

9.2.5.5 Проверка диэлектрической стойкости

Применяют положения 9.2.4.3.

9.2.5.6 Проверка превышения температуры

Применяют положения 9.2.4.4, за исключением того, что испытание следует проводить при максимальном значении I_e в зависимости от категорий применения.

9.2.6 Последовательность испытаний IV. Условный ток короткого замыкания

9.2.6.1 Применение

Испытание проводят только на КАП класса СС и КАП класса РС.

Не подвергают испытанию комплектную КАП класса СС с применением контакторов, соответствующих типу координации 2 согласно IEC 60947-4-1, с условным током короткого замыкания I_q, превышающим или равным предполагаемому току, указанному в 8.2.5.4,

Не подвергают испытанию комплектную КАП класса РС с применением выключателей, соответствующих IEC 60947-3, с условным током короткого замыкания, превышающим или равным предполагаемому току, указанному в 8.2.5.4.

9.2.6.2 Условия испытания

Испытания КАП проводят с последовательно подключенным УЗКЗ, указанным изготовителем (см. 5.3.6.5). В качестве УЗКЗ допускается применение автоматических выключателей или плавких предохранителей, установленных на стороне подключения КАП от источников питания, за исключением блоков с комбинацией предохранителей, где УЗКЗ представляет собой комплект предохранителей, установленных внутри КАП.

УЗКЗ, используемое для испытания, выбирают с учетом обеспечения максимальных значений I_p и I^2t для указанного типа, номинальной мощности и характеристик УЗКЗ. Для получения этих максималь-

ных значений допускается применять УЗКЗ с рейтингом, превышающим указанный. Если предохранители одного и того же взаимозаменяемого размера и номинальной мощности имеют несколько характеристик с различными максимальными значениями I_p и I^2t, применяют предохранители с наибольшими значениями I_p и I^2t.

В случаях отсутствия возможности физической установки УЗКЗ большего размера в пространстве, обычно занимаемом указанным УЗКЗ, допускается подключение УЗКЗ большего размера на том же участке в цепи с соединением с незначительно малым сопротивлением взамен указанного УЗКЗ.

Подробную информацию о защитном устройстве, применяемом для испытания, т. е. наименование изготовителя, обозначение типа, номинальное напряжение, ток и отключающая способность при коротком замыкании, указывают в протоколе испытания.

Предполагаемый(ые) испытательный(ые) ток(и) должен(должны) соответствовать указанному в 8.2.5.4. В случае более чем одного значения тока короткого замыкания для каждого значения тока допускается применение нового образца.

Испытания проводят как в позиции I, так и в позиции II КАП. Если конструкция КАП не имеет существенных физических отличий между позицией I и позицией II (например, размер контакта и усилие, размыкание, размер и длина шины, воздушный зазор оболочки, средства управления и скорость), влияющих на результаты испытаний, испытания допускается проводить в любой из позиций. Если можно определить, что одна позиция представляет собой более тяжелые условия, испытания проводят только в этом положении. Испытания проводят в последовательности с помощью внешних средств контроля, независимых от контроля отклонения параметров источника питания.

Условия испытания КАП приведены в 9.2.1.

9.2.6.3 Испытание на условный ток короткого замыкания

При замкнутых КАП и УЗКЗ испытательный ток подают отдельным переключающим устройством и поддерживают до тех пор, пока УЗКЗ не разомкнет цепь. Допускается питание цепей управления рабочего устройства от отдельного источника.

Если УЗКЗ является автоматическим выключателем, оно должно быть отключено и повторно взведено; если УЗКЗ представляет собой комплект предохранителей, их меняют на новые.

Далее образец КАП подвергают операции замыкания, при этом испытательный ток создается путем замыкания КАП и поддерживается до тех пор, пока УЗКЗ не разомкнет цепь.

После испытания должны быть выполнены условия, указанные в 9.2.5.2.2, перечисление b).

9.2.6.4 Проверка изоляционной стойкости

Применяют положения 9.2.4.3.

9.2.6.5 Проверка превышения температуры

Применяют положения 9.2.4.4, за исключением того, что испытание проводят при максимальном значении мощности I_e в зависимости от категорий применения.

9.2.7 Последовательность испытаний V. Характеристики критической нагрузки по току оборудования с номинальным напряжением постоянного тока

9.2.7.1 Общие положения

Эта последовательность испытаний применима к оборудованию, приведенному в таблице 16, и включает испытания в соответствии с таблицей 16.

Проведение испытаний комплектной КАП, имеющей номинальный ток постоянного тока и прошедшей последовательность испытаний на критический ток согласно стандарту на соответствующее изделие, не требуется.

9.2.7.2 Определение критического тока нагрузки

9.2.7.2.1 Значения и условия испытаний

Испытание для определения критического тока нагрузки не требуется, если оно проведено при более высокой постоянной времени.

Испытание проводят при максимальном рабочем напряжении постоянного тока U_e, установленном изготовителем.

Постоянная времени испытательной цепи должна соответствовать приведенной в таблице 15.

Допускается во время испытаний по согласованию с производителем применение более высоких значений постоянной времени. Для всех испытаний, проводимых для определения критического тока нагрузки, следует использовать одно и то же значение постоянной времени. Применение более высокого значения постоянной времени указывают в протоколе испытаний.

Значения испытательного тока должны составлять 1; 2; 4; 8; 16; 32; 63 А постоянного тока с допуском ±10 %, но не выше номинального рабочего тока при максимальном номинальном рабочем на-

пряжении. Для определения критического значения тока нагрузки допускается увеличение или уменьшение диапазона испытательных токов путем применения двукратного соотношения необходимого количества раз до значения номинального тока, но не превышающего его.

Испытуемое устройство должно отключаться семь раз вручную или механически по усмотрению изготовителя. Во время каждого цикла устройство должно оставаться замкнутым в течение времени, достаточного для обеспечения установления полного тока, но не более 2 с.

Количество рабочих циклов в час должно соответствовать приведенному в таблице 14.

В случае устройства, на котором обозначены выводы подключения от источников и от нагрузки, все операции выполняют при подключении источника питания в соответствии с маркировкой. Испытания оборудования, на котором выводы подключения от источников не обозначены, проводят следующим образом:

a) при подключении источника питания к выводам, как определено изготовителем, если изготовитель указывает, что оборудование имеет симметричную контактную систему и устройство гашения дуги в каждом полюсе;

или

b) после первых четырех операций при подключенном источнике питания в одном направлении проводят три операции в противоположном направлении на таком же образце, если устройство не имеет системы симметричных контактов и устройства гашения дуги каждом полюсе.

Для каждого испытательного тока рассчитывают среднее время образования дуги. Если допускается два направления протекания тока, то для дальнейшей оценки принимают максимальное из двух значений этого испытательного тока. Если среднее время образования дуги превышает 130 % от среднего значения при номинальном рабочем токе и при наиболее высоком номинальном рабочем напряжении, это считают критическим током.

Если обнаружено несколько критических токов, то проверке испытанием подлежит только тот, который имеет наибольшее время образования дуги.

При наличии нескольких номинальных рабочих токов при максимальном рабочем напряжении рабочий ток испытывают и с наибольшей постоянной времени и с наименьшим номинальным числом полюсов.

При отсутствии определения критического значения тока в пределах этих критериев дальнейшее испытание в соответствии с этим подпунктом не проводят. По усмотрению изготовителя испытание при каждом значении тока допускается проводить на новом образце.

Примечание — При определении критического тока, если значение испытательного тока ниже предыдущего значения тока, допускается использовать новый образец во избежание воздействия остаточного магнетизма.

Испытание проводят на отдельных устройствах, встроенных в систему КАП: сначала на устройстве источника I, затем на устройстве источника II. Если устройства принадлежат одному и тому же изготовителю, имеют одинаковый заказной код (номер по каталогу) и заявлены одни те же используемые характеристики, испытание проводят только на одном устройстве.

9.2.7.2.2 Испытательная схема

Применяют положения 9.2.4.1.3.

9.2.7.2.3 Значение критического тока нагрузки

Время гашения дуги во время испытания регистрируют, и оно не должно превышать 1 с.

По завершении выполнения всех операций с протеканием тока в одном направлении для каждого значения испытательного тока вычисляют среднее время затухания за последние шесть операций. Если операции выполняют с протеканием тока в обоих направлениях, то вычисляют среднее значение за последние три операции в каждом направлении. I_{crit} — это ток, соответствующий максимальному среднему времени затухания. Если критический ток нагрузки не ниже номинального рабочего тока, то дальнейшие испытания в этой последовательности не проводят.

9.2.7.3 Характеристики тока критической нагрузки

Испытание допускается проводить на новом образце. Эта последовательность испытаний является последовательностью испытаний V (см. таблицу 16), за исключением замены данных таблиц 11 и 12 данными таблиц 14 и 15. Испытательный источник питания подключают в соответствии с маркировкой фаз нагрузки или полярности, где применимо. Для устройств системы КАП, способных пропускать ток в обоих направлениях, источник питания подключают с возможностью обеспечения наибольшей продолжительности горения дуги при критическом токе нагрузки, как определено в 9.2.7.2.3.

Время горения дуги во время каждой операции размыкания не должно превышать 1 с.

Таблица 14 — Количество циклов оперирования, соответствующих критическому току нагрузки

Категория применения	Номинальная мощность продукта I_e[b], А	Количество циклов оперирования в час[a]	Количество циклов оперирования при I_{crit}
DC-31, DC-33 и DC-36	$I_e \leq 315$	120	100
	$315 < I_e \leq 630$	60	100
	$630 < I_e \leq 2500$	20	100
	$I_e > 2500$	10	100

[a] На усмотрение изготовителя количество циклов оперирования в час может быть увеличено.

[b] В случае класса CB (автоматические выключатели) I_e подразумевается как I_n (IEC 60947-2:2016, 4.3.3.3).

Таблица 15 — Параметры испытательного тока для данных таблицы 14

Категория применения	Номинальный рабочий ток	Замыкание и размыкание		
		I	U/U_e	L/R, мс
DC-31A, DC-31B	Все значения	I_{crit}	1	1
DC-33A, DC-33B			1	2
DC-36A, DC-36B			1	7,5

Таблица 16 — Последовательность испытаний V. Характеристики тока критической нагрузки в аппарате с номинальным напряжением переменного тока

Испытания	Структурный элемент	Образцы	Типы аппаратуры и порядок проведения испытаний
			КАП
Определение критического тока нагрузки	9.2.7.2	A, B	1
Характеристики критического тока нагрузки	9.2.7.3	C, D	2
Проверка изоляционных свойств	9.2.4.3	C, D	3
Проверка функции разъединения[a]	9.2.4.6	C, D	4
Проверка превышения температуры	9.2.4.4	C, D	5

[a] Испытание требуется только при U_e выше 50 В.

[b] A и C — это образцы из каждой основной конструкции, выбранные из наиболее высокого значения номинального тока I_e и, если применимо, имеющей максимальное превышение температуры.

B и D, если применимо, — это образцы для проверки максимального количества комбинаций U_e, I_e, номинального напряжения постоянного тока, подлежащих испытанию.

9.2.8 Последовательность испытаний VI. Испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС)

9.2.8.1 Общие положения

Все испытания на помехоэмиссию и помехоустойчивость являются типовыми и должны проводиться при стандартных условиях как оперирования, так и окружающей среды, применяя рекомендованные изготовителем проводники и размещая аппарат в корпусе, указанном изготовителем.

Применяют IEC 60947-1:2020, подраздел 9.4, с нижеприведенными дополнениями.

В протоколе испытаний отражают сведения о специальных мерах, предпринимаемых для достижения соответствия установленным требованиям, например использование экранированных или специальных кабелей. В протоколе испытаний указывают вспомогательное оборудование, применяемое совместно с аппаратами для соответствия требованиям к помехоустойчивости или излучению помех.

Испытательный образец может находиться в разомкнутом или замкнутом состоянии в зависимости от влияния на результат испытания (выбирают худшее состояние), образец должен работать при номинальном напряжении питания цепи управления.

Для комплектных КАП такие детали, как расцепители, аксессуары, вспомогательные устройства, не относящиеся к КАП и уже испытанные согласно стандартам на соответствующее изделие, повторным испытаниям не подвергают.

9.2.8.2 Помехоустойчивость

9.2.8.2.1 Общие положения

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.4.2.1, с нижеприведенными дополнениями.

Специальные требования приведены в 9.2.8.2.2—9.2.8.2.8. Если во время испытаний на электромагнитную совместимость к испытуемому образцу подключают проводники, то значение поперечного сечения и тип проводников должны соответствовать документации изготовителя.

Воздействия прилагают ко всем силовым источникам питания контроллера.

Для более жестких условий могут потребоваться более высокие уровни испытания на помехоустойчивость.

9.2.8.2.2 Электростатические разряды

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.4.2.2, с нижеприведенными дополнениями.

Испытания проводят только на частях оборудования, доступных оператору при нормальном применении.

Оборудование должно соответствовать критерию характеристики B, приведенному в таблице 7.

9.2.8.2.3 Наводимые и излучаемые помехи, вызванные радиочастотными полями

Для испытаний на помехоустойчивость применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.4.2.4, с критерием эффективности A, приведенным в таблице 7.

Для испытаний на помехоустойчивость к кондуктивным помехам применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.4.2.3, с критерием соответствия эффективности A, приведенным в таблице 7.

9.2.8.2.4 Наносекундные импульсные помехи

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.4.2.5, с нижеприведенными дополнениями.

Испытаниям подвергают выводы вспомогательных цепей и цепей управления, присоединяемые проводниками длиной более 3 метров.

Оборудование должно соответствовать критериям эффективности B, приведенным в таблице 7.

9.2.8.2.5 Скачки напряжения

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.4.2.6.

Устройство должно соответствовать критерию эффективности B, приведенному в таблице 7.

9.2.8.2.6 Силовые частотные магнитные поля

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.4.2.7, с нижеприведенными дополнениями.

Устройство должно соответствовать критерию эффективности A, приведенному в таблице 7.

9.2.8.2.7 Гармоники

Испытание на устойчивость к гармоникам напряжения должно соответствовать требованиям IEC 61000-4-13:2002, IEC 61000-4-13:2002/ AMD1:2009, IEC 61000-4-13:2002/AMD2:2015 класса 3 с критерием эффективности A, определенным в таблице 7 для работы силовых цепей и цепей управления, и с критерием характеристики B для других функций.

9.2.8.2.8 Провалы напряжения и кратковременные перерывы

Применяют IEC 60947-1:2020, подпункт 9.4.2.8 и таблица 23, с критерием эффективности C, определенным в таблице 7, за исключением одного цикла, для которого применяют критерии эффективности B по таблице 7.

9.2.8.2.9 Работоспособность испытательного образца при проведении испытания и после его окончания

Если иное не указано в соответствующих подпунктах, после выполнения испытаний следует проверять пределы срабатывания в соответствии с 9.2.3.3.

9.2.8.3 Помехоэмиссия

9.2.8.3.1 Общие положения

Для оборудования, предназначенного для применения в условиях окружающей среды A, потребитель должен быть предупрежден (например, в изданной изготовителем публичной литературе, в которой указывается, что использование этого оборудования в условиях окружающей среды B может вызвать радиопомехи. В таком случае потребителю рекомендовано принять дополнительные предупредительные меры.

9.2.8.3.2 Испытания на кондуктивные радиочастотные электромагнитные помехи

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

При проведении испытания оборудование не должно превышать уровни, указанные в CISPR 11 для оборудования класса B, группа 1, или для оборудования класса A, группа 1, что применимо.

9.2.8.3.3 Испытания на излучаемые радиочастотные электромагнитные помехи

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

При испытании оборудование не должно превышать уровни, указанные в CISPR 11 для оборудования класса B, группа 1, или для оборудования класса A, группа 1 в зависимости от того, что применимо.

9.3 Приемо-сдаточные испытания

Применяют IEC 60947-1:2020, пункт 9.1.3.

Приемо-сдаточные испытания (ПСИ) проводят на новой КАП и состоят:

a) из проверки механизма оперирования, как указано в 9.2.3.2.1, за исключением того, что испытание проводят при минимальном пределе напряжения, указанном изготовителем;

b) проверки блокировки, как указано в 9.2.3.2.2, с нижеприведенными дополнениями:

- испытания, описанные в перечислении c) 9.2.3.2.2.2 и перечислении a), 2) 9.2.3.2.2.3, не проводят,

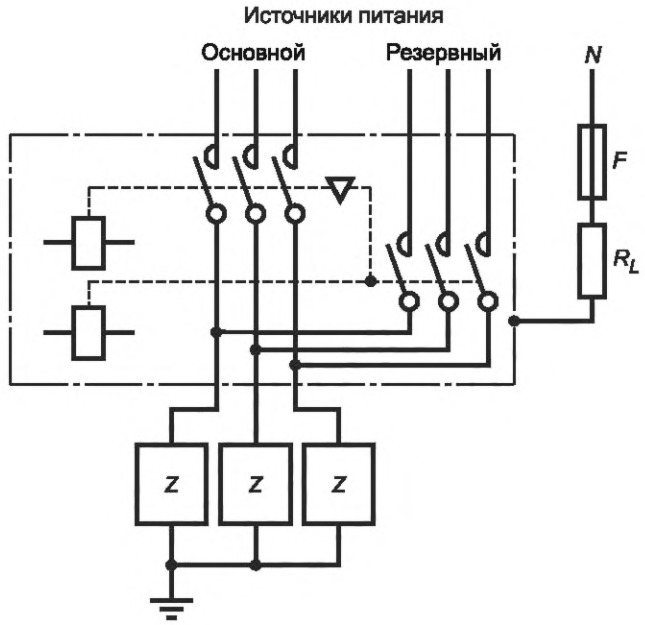
- испытание, описанное в 9.2.3.2.2.3, проводят при подключении источника(ов) питания электрической блокировки с любым напряжением в рабочих пределах, установленных изготовителем;

c) проверки для КААП органов управления и последовательности операций, как указано в 9.2.3.3.2, со следующим дополнением: испытательная схема должна соответствовать приведенной на рисунке 2, за исключением того, что подключение питания от источников I и II допускается подавать от одного общего источника.

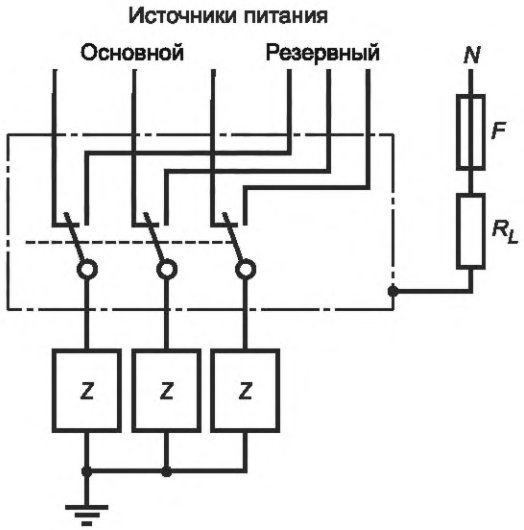
Примечание — Если источник I и источник II получены от одного общего источника, во время испытания допускается применение дополнительных переключателей для имитации наличия или отсутствия напряжения на каждом источнике;

d) проверки диэлектрических свойств изоляции в соответствии с IEC 60947-1:2020, 9.3.3.4.2. Допускается комбинированное испытание в соответствии с IEC 60947-1:2020, пункт 9.3.3.4.2. При проведении испытаний диэлектрических свойств изоляции на пробой между каждым полюсом силовой цепи источников цепи управления допускается отключить.

Для КАП, поставляемых заказчику в разобранном виде или частично собранном, если некоторые из вышеуказанных типовых испытаний могут быть проведены только после окончательной сборки, изготовитель должен предоставить инструкции о том, какие испытания и как следует их проводить.



a) Конфигурация с двумя однопозиционными переключателями



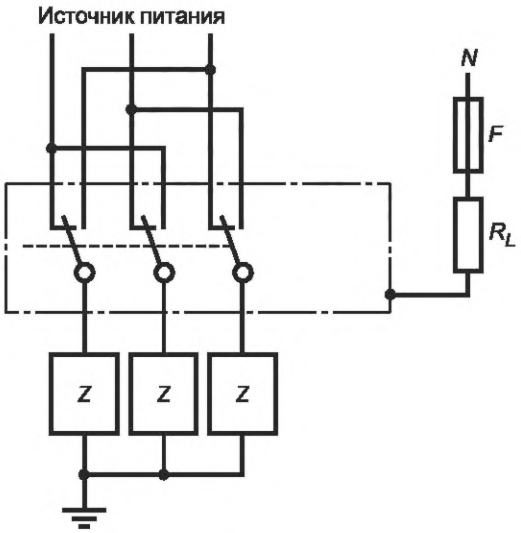
b) Конфигурация с двухпозиционным переключателем

F — плавкий элемент; *Z* — испытательная нагрузка; R_L — токоограничивающее сопротивление аварийного тока

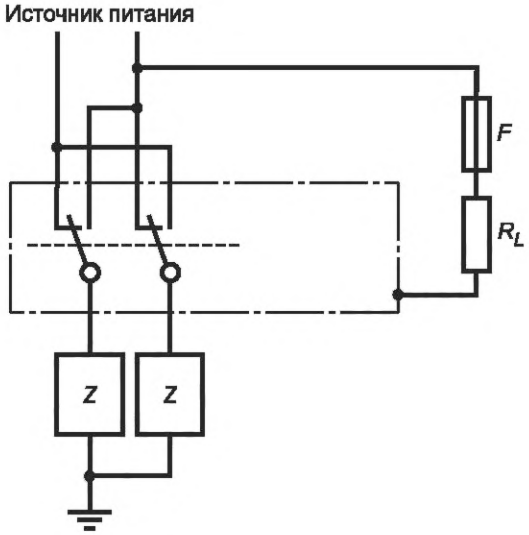
Примечание 1 — Приведенные выше принципиальные схемы отражают электрические условия, но не полностью отражают механические.

Примечание 2 — Соединения — по IEC 60947-1:2020, подпункт 9.3.3.5.2.

Рисунок 2 — Испытательная схема для подключения к источникам питания I и II



a) КАП с тремя полюсами



b) КАП с двумя полюсами

F — плавкий элемент; *Z* — испытательная нагрузка; R_L — токоограничивающее сопротивление аварийного тока

Примечание 1 — Приведенные выше принципиальные схемы отражают электрические и механические условия, но последние в неполном объеме.

Примечание 2 — Соединения — по IEC 60947-1:2020, подпункт 9.3.3.5.2.

Рисунок 3 — Испытательная цепь для проверки включающей и отключающей способностей

9.4 Испытание на стойкость к воздействию окружающей среды

Для проведения испытаний применяют IEC 60947-1:2020, приложение Q, с нижеприведенными дополнениями.

Во время последовательностей испытаний в соответствии с IEC 60947-1:2020, таблица Q.1, требуется окончательная проверка эксплуатационных характеристик. Ее проводят путем выполнения испытаний, указанных в подразделе 9.3, за исключением испытаний на диэлектрические свойства изоляции, которые входят в перечень испытаний, приведенный в IEC 60947-1:2020, таблица Q.1.

Испытания на вибрацию проводят на аппаратуре во всех коммутационных положениях КАП с целью проверки характеристики силового и вспомогательных контактов, при любых значениях тока и напряжения. Во время испытаний не допускается изменения положения силового и вспомогательных контактов.

Испытание аппаратуры на удар проводят во всех положениях.

Для проведения других испытаний условия должны соответствовать требованиям IEC 60947-3:2020 для класса PC, IEC 60947-2:2016 (8.5) для класса CB или IEC 60947-4-1:2018 (9.1.5.2) для класса CC со следующими дополнениями:

- для испытаний при низких температурах устройство переводят в позицию I в течение периода охлаждения. Затем оно должно быть переведено в позицию II в течение последнего часа;
- для испытания нагревом во влажной среде необходимо выполнить пять циклов оперирования в течение первых 2 ч первого теплового периода и в течение последних 2 ч второго теплового периода;
- для испытания на воздействие сухого тепла аппаратура должна находиться либо в позиции I, либо в позиции II в течение периода подготовки к условиям испытаний (применяют 5.3.3 IEC 60068-2-2:2007).

С согласия изготовителя продолжительность периодов восстановления может быть сокращена.

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

Приложение А
(обязательное)

Присвоение категорий применения по результатам испытаний

КАП, прошедшей испытания на одну категорию применения или любую комбинацию параметров (например, при максимальных значениях рабочего напряжения и тока и т. д.), допускается без дополнительных испытаний присвоить другие категории применения при условии, что требования к испытательным токам, напряжению, коэффициентам мощности или постоянной времени, а также к количеству циклов срабатывания, времени включения и отключения и испытательной цепи для этих категорий применения не являются более жесткими, чем те, при которых КАП подвергали испытаниям ранее, а превышение температуры проверяли при токе не ниже наибольшего установленного номинального рабочего тока.

Например, КАП, испытанной на категорию применения АС-35А, допускается присвоение категории применения АС-31А при условии, что I_e для АС-31А не превышает $2I_e$ для АС-35А при одинаковом номинальном рабочем напряжении.

КАП категорий применения DC-33A, DC-33B считают способными коммутировать цепи нагрузок, отличающихся от тех, при которых их испытывали, при условии, что:

- значения напряжения и тока не превышают заданных значений U_e и I_e;
- энергия J, накопленная в фактической нагрузке, не превышает или равна энергии J_c, накопленной в нагрузке, при которой испытание этих КАП проводили.

Значение энергии, накопленной в цепи, нижеприведенное.

Категория применения	Накопленная энергия J_c
DC-33A и DC-33B	$0{,}005 \cdot U_e \cdot I_e$

Значение постоянной 0,005 вычисляют по формуле

$$J_c = \frac{1}{2} L I^2,$$

где постоянная времени заменена на $2{,}5 \cdot 10^{-3}$ с, $U = U_e$ и $I = 4 \cdot I_e$.

Приложение В
(справочное)

Вопросы, подлежащие согласованию между изготовителем и потребителем

Примечание — Для целей настоящего приложения:

- термин «согласование» использован в широком смысле значений (например, информация, представленная в каталоге производителя, является формой согласования);
- термин «потребитель» включает в себя также испытательные лаборатории.

Применяют IEC 60947-1:2020, приложение J, к разделам и пунктам настоящего стандарта с нижеприведенными дополнениями.

Структурный элемент	Примеры, подлежащие дополнительному согласованию
Таблица 6	Испытательный ток при номинальном рабочем токе более 1300 А
Таблицы 8, 9	Выполнение всех циклов испытаний на одном образце (с согласия изготовителя)
Таблицы 10, 11 и 12	Сокращение длительности циклов оперирования при испытаниях на включающую и отключающую способности и на работоспособность (при согласовании с изготовителем)

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60068-2-2:2007	—	*, 1)
IEC 60417	—	*
IEC 60715:2017	IDT	ГОСТ IEC 60715—2021 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Установка и крепление на направляющих электрических аппаратов в устройствах распределения и управления»
IEC 60812	—	*, 2)
IEC 60947 (все части)	IDT	ГОСТ IEC 60947 «Аппаратура распределения и управления низковольтная»
IEC 60947-1:2020	—	*, 3)
IEC 60947-2:2016	IDT	ГОСТ IEC 60947-2—2021 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели»
IEC 60947-3:2020	IDT	ГОСТ IEC 60947-3—2022 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и их комбинации с предохранителями»
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 61000-4-13:2002	MOD	ГОСТ 30804.4.13—2013 (IEC 61000-4-13:2002) «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к искажениям синусоидальности напряжения электропитания, включая передачу сигналов по электрическим сетям. Требования и методы испытаний»
CISPR 11:2015	IDT	ГОСТ CISPR 11—2017 «Электромагнитная совместимость. Оборудование промышленное, научное и медицинское. Характеристики радиочастотных помех. Нормы и методы испытаний»

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

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированный стандарт.

---

1) В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60068-2-2—2009 «Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-2. Испытания. Испытание B: Сухое тепло».

2) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 27.303—2021 (МЭК 60812:2018) «Надежность в технике. Анализ видов и последствий отказов».

3) В Российской Федерации действует ГОСТ IEC 60947-1—2017 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила».

Библиография

IEC 60079 (all parts)	Explosive atmospheres (Взрывоопасные среды)
IEC 60364-1:2005	Low-voltage electrical installations — Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions (Электрические низковольтные установки зданий. Часть 1. Основные принципы, оценка общих характеристик, определения)
IEC 60364-5-56	Low-voltage electrical installations — Part 5-56: Selection and erection of electrical equipment — Safety services (Электрические установки зданий. Часть 5-56. Выбор и установка электрооборудования. Услуги по обеспечению безопасности)
IEC 60947-5-1	Low-voltage switchgear and controlgear — Part 5-1: Control circuit devices and switching elements — Electromechanical control circuit devices (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления)
IEC 60947-6-2	Low-voltage switchgear and controlgear — Part 6-2: Multiple function equipment — Control and protective switching devices (or equipment) (CPS) [Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 6-2. Оборудование многофункциональное. Коммутационные устройства (или оборудование) управления и защиты]
IEC 61439 (all parts)	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies (Устройства комплектные низковольтные распределения и управления)
IEC 62443 (all parts)	Industrial communication networks — Network and system security (Сети коммуникационные производственные. Безопасность сети и систем)
IEC TR 63054	Low-voltage switchgear and controlgear — Fire risk analysis and risk reduction measures (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Анализ рисков возникновения пожара и меры по снижению риска)
IEC TS 63058	Environmental aspects for low-voltage switchgear and controlgear and their assemblies (Аппаратура распределения и управления и их комплектные устройства низковольтные. Экологические аспекты)
IEC TR 63201	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	Low-voltage switchgear and controlgear — Security aspects (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Аспекты безопасности)
CSA-C22.2 No.60947-4-1-14	Low-voltage switchgear and controlgear — Part 4-1: Contactors and motor-starters — Electromechanical contactors and motor-starters (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контакторы и пускатели. Электромеханические контакторы и пускатели)
UL 60947-4-1	Low-voltage switchgear and controlgear — Part 4-1: Contactors and motor-starters — Electromechanical contactors and motor-starters (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контакторы и пускатели. Электромеханические контакторы и пускатели)

УДК 621.316.543.2:006.354 МКС 29.240.30 IDT

Ключевые слова: аппаратура коммутационная, переключение автоматическое, переключение ручное

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 24.09.2024. Подписано в печать 10.10.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,05. Уч.-изд. л. 5,14.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

Поправка к ГОСТ IEC 60947-6-1—2024 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 6-1. Аппаратура многофункциональная. Аппаратура коммутационная для переключения питания

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Таджикистан	TJ	Таджикстандарт

(ИУС № 2 2025 г.)

IEC 60947-6-1:2024