МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

**ГОСТ IEC 61810-7—2013**

# РЕЛЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ

## Часть 7

## Методики испытания и измерения

(IEC 61810-7:2006, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

## Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0— 92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 — 2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

**Сведения о стандарте**

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации» (ОАО «ВНИИС») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 3 декабря 2013 г. № 62-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 | Минэкономики Республики Армения |
| Беларусь | BY | Госстандарт Республики Беларусь |
| Молдова | MD | Молдова-Стандарт |
| Россия | RU | Росстандарт |
| Узбекистан | UZ | Узстандарт |

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 июня 2014 г. № 623-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 61810-7—2013 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2015 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61810-7:2006 Electromechanical elementary relays — Part 7: Test and measurement procedures (Реле логические электромеханические. Часть 7. Методики испытания и измерения).

В разделе «Нормативные ссылки» и тексте стандарта ссылки на международные стандарты актуализированы.

Международный стандарт разработан техническим комитетом IEC/TC 94 «Логические электрические реле» (IEC).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, и международных стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Перевод с английского языка (en).

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам приведены в дополнительном приложении ДА.

Степень соответствия — идентичная (IDT)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет*

© Стандартинформ, 2015

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 . . . . . 1
3 Термины и определения . . . . . 3
4 Процедуры испытаний и измерений . . . . . 9
Приложение А (обязательное) Система для испытания на нагрев . . . . . 47
Приложение В (обязательное) Испытание пожарной безопасности . . . . . 48
Приложение С (обязательное) Схемы для испытания на долговечность . . . . . 51
Приложение D (справочное) Индуктивные нагрузки контактов . . . . . 57
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам . . . . . 59
Библиография . . . . . 64

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

# РЕЛЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ

## Часть 7

## Методики испытания и измерения

Electromechanical elementary relays. Part 7. Test and measurement procedures

Дата введения — 2015—01—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает процедуры испытаний и измерений для электромеханических элементарных реле. Он охватывает основные вопросы, которые в целом являются общими для всех типов электромеханических элементарных реле. Для конкретных конструкций или применения может возникнуть необходимость сформулировать дополнительные требования.

Процедуры испытаний и измерений настоящего стандарта описывают как отдельные положения, соответствующие конкретному требованию. Когда их объединяют в программу испытаний, нужно позаботиться о том, чтобы предстоящие испытания не обесценили последующие (например, путем подходящей группировки испытуемых реле).

Использование в настоящем стандарте термина «специфицированный» означает предписание в соответствующей документации по реле, например в списке данных производителя, спецификации для испытаний, детальной спецификации для клиента. Для применения в системе IECQ такие предписания содержатся в детальной спецификации, как определено в А.7 документа QC 001001.

Примечание 1 — Для того чтобы улучшить читабельность настоящего стандарта, термин «реле» обычно используют вместо термина «электромеханические элементарные реле».

Примечание 2 — Требования и тесты, относящиеся к этому типу испытаний электромеханических элементарных реле, содержатся в IEC 61810-1. Для этой цели описанные в общем виде процедуры испытаний и измерений настоящего стандарта были предписаны в более ограниченной и строгой форме в IEC 61810-1.

Примечание 3 — Стандарты, охватывающие реле, которые подпадают под оценку качества в соответствии с IECQ, объединены в серии публикаций IEC 61811.

## 2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

IEC 60068-2-1:1990 Environmental testing; part 2: tests; tests A: cold (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тесты А: Холод). Поправка 1 (1993). Поправка 2 (1994)

IEC 60068-2-2:1974 Basic environmental testing procedures. Part 2: Tests. Test B: Dry heat (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тесты В: Сухой нагрев). Поправка 1 (1993). Поправка 2 (1994)

IEC 60068-2-6:1995 Environmental testing — Part 2: Tests — Test Fc: Vibration (sinusoidal) [Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Fc: Вибрация (синусоидальная)]

IEC 60068-2-7:1983 Basic environmental testing procedures. Part 2: Tests. Test Ga and guidance: Acceleration, steady state (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Ga: Ускорение установившееся). Поправка 1 (1986)

Издание официальное

IEC 60068-2-10:2005 Environmental testing — Part 2-10: Tests — Test J and guidance: Mould growth (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест J и руководство: Образование плесени)

IEC 60068-2-11:1981 Basic environmental testing procedures. Part 2: Tests. Test Ka: Salt mist (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Ка: Соляная мгла)

IEC 60068-2-13:1983 Environmental testing. Part 2: Tests. Test M: Low air pressure (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест М: Низкое давление воздуха)

IEC 60068-2-14:1984 Basic environmental testing procedures. Part 2: Tests. Test N: Change of temperature (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест N: Изменение температуры). Поправка 1 (1986)

IEC 60068-2-17:1994 Basic environmental testing procedures — Part 2: Tests — Test Q: Sealing (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Q: Герметизация)

IEC 60068-2-20:1979 Environmental testing. Part 2: Tests. Test T: Soldering (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Т: Пайка). Поправка 2 (1987)

IEC 60068-2-21:1999 Environmental testing. Part 2-21. Tests. Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2-21. Тесты. Тест U: Жесткость клемм и целых смонтированных приборов)

IEC 60068-2-27:1987 Environmental testing. Part 2: Tests. Test Ea and guidance: Shock (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Ea и руководство: Удар)

IEC 60068-2-29:1987 Basic environmental testing procedures. Part 2 : Tests. Test Eb and guidance: Bump (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Eb и руководство: Ударная тряска)

IEC 60068-2-30:2005 Environmental testing — Part 2-30: Tests — Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle) [Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Db: Влажное тепло, циклический (цикл 12 + 12 часов)]

IEC 60068-2-42:2003 Environmental testing — Part 2-42: Tests — Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2-42. Тесты. Тест Кс: Тест двуокисью серы для контактов и соединений)

IEC 60068-2-43:2003 Environmental testing — Part 2-43: Tests — Test Kd: Hydrogen sulphide test for contacts and connections (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2-43. Тесты. Тест Kd: Тест сульфидом водорода для контактов и соединений)

IEC 60068-2-45:1980 Environmental testing. Part 2: Tests. Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест XA и руководство: Погружение в очистительные растворители). Поправка 1 (1993)

IEC 60068-2-58:2004 Environmental testing — Part 2-58: Tests — Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD) [Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2-58. Тесты. Тест Td: Тестовые методы для паяемости, стойкости к растворению металлизации и нагреву пайкой приборов, смонтированных на поверхности (американского военного стандарта SMD)]

IEC 60068-2-64:1993 Environmental testing — Part 2: Test methods — Test Fh: Vibration, broad-band random (digital control) and guidance [Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тестовые методы. Тест Fh: Вибрация, широкополосная случайная (цифровое управление) и руководство]

IEC 60068-2-68:1994 Environmental testing — Part 2: Tests — Test L: Dust and sand (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест L: Пыль и песок)

IEC 60068-2-78:2001 Environmental testing. Part 2-78. Tests. Test Cab: Damp heat, steady state (Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2-78. Тесты. Тест Cab: Влажное тепло, установившийся режим)

IEC 60512-7:1993 Electromechanical components for electronic equipment; basic testing procedures and measuring methods — Part 7: Mechanical operating tests and sealing tests (Электромеханические компоненты для электронной аппаратуры. Основные процедуры испытаний и методы измерений. Часть 7. Механические операционные тесты и тесты герметизации)

IEC 60695-2 (все части) Fire hazard testing — Part 2: Test method; section 2: needle-flame test (Испытание пожароопасности. Часть 2. Методы испытаний)

IEC 60695-2-10:2000 Fire hazard testing — Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods. Glow-wire apparatus and common test procedure (Испытание пожароопасности. Часть 2-10. Методы испытаний на основе раскаленного/горячего провода. Аппаратура и общая процедура испытаний с помощью раскаленного провода)

IEC 60695-2-11:2000 Fire hazard testing — Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods. Glow-wire flammability test method for end-products (Испытание пожароопасности. Часть 2-11. Методы испытаний на основе раскаленного/горячего провода. Метод тестирования воспламеняемости конечных продуктов от раскаленного провода)

IEC 60695-2-12:2000 Fire hazard testing — Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods. Glow-wire flammability test method for materials (Испытание пожароопасности. Часть 2-12. Методы испытаний на основе раскаленного/горячего провода. Метод тестирования воспламеняемости материалов от раскаленного провода)

IEC 60695-2-13:2000 Fire hazard testing — Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods. Glow-wire ignitability test method for materials (Испытание пожароопасности. Часть 2-13. Методы испытаний на основе раскаленного/горячего провода. Метод тестирования загораемости конечных продуктов от раскаленного провода)

IEC 60695-11-5:2004 Fire hazard testing — Part 11-5: Test flames — Needle-flame test method — Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance (Испытание пожароопасности. Часть 11-5. Тестовое пламя. Метод тестирования с помощью игольчатого пламени. Аппаратура, подтверждающая организацию теста и руководство)

IEC 60999-1:1999 Connecting devices. Electrical copper conductors. Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units — Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 $mm^2$ up to 35 $mm^2$ (included) [Соединительные приборы. Электрические медные проводники. Требования безопасности для зажимных устройств винтового и безвинтового типа. Часть 1. Общие требования и особые требования к зажимным устройствам для проводов с площадью сечения от 0,2 до 35 $мм^2$ (включительно)]

IEC 61210:1993 Connecting devices. Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors. Safety requirements (Соединительные устройства. Плоские быстросоединяющиеся клеммы для электрических медных проводов. Требования безопасности)

IEC 61180-1:1992 High-voltage test techniques for low-voltage equipment — Part 1: Definitions, test and procedure requirements (Высоковольтные методы испытаний для низковольтной аппаратуры. Часть 1. Определения, испытательные и процедурные требования)

IEC 61180-2:1994 High-voltage test techniques for low-voltage equipment — Part 2: Test equipment (Высоковольтные методы испытаний для низковольтной аппаратуры. Часть 2. Оборудование для испытаний)

IEC 61672-1:2002 Electroacoustics. Sound level meters. Part 1: Specifications (Электроакустика. Измерители уровня звука. Часть 1. Спецификации)

IEC 61810-1:2004 Electromechanical elementary relays — Part 1: General and safety requirements (Электромеханические элементарные реле. Часть 1. Общие требования и требования безопасности)

IECQ QC 001001:2000 Iec quality assessment system for electronic components (IECQ) — Basic rules fourth edition [Система IEC для оценки качества для электронных компонентов (IECQ). Основные правила]

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

### 3.1 Типы реле

3.1.1 **электромеханическое реле** (electromechanical relay): Электрическое реле, в котором задуманная реакция обеспечивается в основном движением механических элементов.

[IEC 444-01-04]

3.1.2 **логическое электрическое реле** (all-or-nothing relay): Электрическое реле, которое должно возбуждаться величиной, значение которой или находится в рабочем диапазоне, или фактически нулевое.

[IEC 444-01-02]

3.1.3 **элементарное реле** (elementary relay): Логическое электрическое реле, которое выполняет срабатывание и отпускание без преднамеренной временной задержки.

[IEC 444-01-03]

3.1.4 **моностабильное реле** (monostable relay): Электрическое реле, которое, среагировав на величину возбуждения и изменив свое состояние, возвращается в свое предыдущее состояние в тот момент, когда действие возбуждающей величины прекращается.

[IEC 444-01-07]

3.1.5 **бистабильное реле** (bistable relay): Электрическое реле, которое, среагировав на величину возбуждения и изменив свое состояние, остается в этом состоянии; когда действие возбуждающей величины прекращается, требуется дополнительное соответствующее возбуждение, для того чтобы изменить его состояние.

[IEC 444-01-08]

3.1.6 **поляризованное реле** (polarized relay): Электрическое реле, изменение состояния которого зависит от полярности возбуждающей величины постоянного тока.

[IEC 444-01-09]

3.1.7 **неполяризованное реле** (non-polarized relay): Электрическое реле, изменение состояния которого не зависит от полярности его возбуждающей величины.

[IEC 444-01-10]

**3.2 Типы реле, основанные на защите от окружающей среды (технология реле RT)**

3.2.1 **RT 0 бескорпусное реле** (RT 0 unenclosed relay): Реле, не защищенное защитным корпусом.

3.2.2 **RT I пылезащищенное реле** (RT I dust protected relay): Реле, имеющее корпус, который защищает его механизм от пыли.

3.2.3 **RT II реле, защищенное от флюса** (RT II flux proof relay): Реле, которое можно автоматически паять, не допуская миграции паяльного флюса за пределы указанных участков.

Примечание — При использовании корпусной конструкции допустимо проветривание из внешней атмосферы.

3.2.4 **RT III водонепроницаемое реле** (RT III wash tight relay): Реле, которое можно автоматически паять и впоследствии проходить процедуру мытья для того, чтобы удалить остатки флюса, не допуская его распространения или моющих растворителей.

Примечание — При обслуживании этот тип реле иногда проветривают атмосферным воздухом после процесса пайки и мытья.

3.2.5 **RT IV герметизированное реле** (RT IV sealed relay): Реле, снабженное корпусом, который не обеспечивает вентиляции внешним атмосферным воздухом и имеет временную постоянную лучше $2 \cdot 10^4$ с (см. IEC 60068-2-17).

3.2.6 **RT V герметизированное реле** (RT V hermetically sealed relay): Корпусное реле, имеющее улучшенный уровень упаковки, обеспечивающий временную постоянную лучше $2 \cdot 10^6$ с (см. IEC 60068-2-17).

**3.3 Функции реле**

3.3.1 **начальное состояние** (release condition): Для моностабильного реле — указанное состояние реле, когда оно не возбуждается; для бистабильного реле — одно из состояний, объявленное производителем.

[IEC 444-02-01]

3.3.2 **рабочее состояние** (operate condition): Для моностабильного реле — указанное состояние реле, когда оно возбуждается указанной величиной возбуждения и реагирует на эту величину; для бистабильного реле — другое состояние, помимо начального состояния, объявленного производителем.

[IEC 444-02-02]

3.3.3 **срабатывать** [operate (verb)]: Переходить из начального состояния в рабочее состояние.

[IEC 444-02-04]

3.3.4 **размыкать** [release (verb)]: Для моностабильного реле — переходить из рабочего состояния в начальное.

[IEC 444-02-05]

3.3.5 **возвращать в исходное положение** [reset (verb)]: Для бистабильного реле — переходить из рабочего состояния в начальное.

[IEC 444-02-06]

3.3.6 **переключать** [change over (verb)]: Для моностабильного реле — срабатывать или размыкать; для бистабильного реле — срабатывать или возвращаться в исходное положение.

[IEC 444-02-07]

3.3.7 **циклически повторяться** [cycle (verb)]: Для моностабильного реле — срабатывать и возвращаться в начальное состояние или наоборот; для бистабильного реле — срабатывать, или возвращаться в исходное положение, или наоборот.

[IEC 444-02-08]

3.3.8 **возвращать** [revert (verb)]: Для конкретного типа поляризованного реле — размыкать/возвращать в исходное состояние или оставаться в начальном состоянии, когда подается напряжение катушки выше требуемого для срабатывания и той же полярности, какая нужна для срабатывания.

[IEC 444-02-09, модифицированный]

3.3.9 **возвращать и действовать в противоположном направлении** [revert reverse (verb)]: Для конкретного типа поляризованного бистабильного реле — действовать снова или оставаться в начальном состоянии, когда подается напряжение катушки выше требуемого для возврата в исходное состояние и той же полярности, какая нужна для возврата.

[IEC 444-02-10, модифицированный]

### 3.4 Типы контактов

3.4.1 **замкнутый контакт** (make contact): Контакт, который замкнут, когда реле находится в рабочем состоянии, и который разомкнут, когда реле находится в своем начальном состоянии.

[IEC 444-04-17]

3.4.2 **разомкнутый контакт** (break contact): Контакт, который разомкнут, когда реле находится в рабочем состоянии, и который замкнут, когда реле находится в состоянии отпускания.

[IEC 444-04-18]

3.4.3 **переключающий контакт** (change-over contact): Сочетание двух контактных цепей с тремя контактными членами, один из которых является общим для двух контактных цепей, вследствие чего в тот момент, когда одна из этих контактных цепей разомкнута, другая замкнута.

[IEC 444-04-19]

3.4.4 **переключающий контакт с замыканием перед размыканием** (change-over make-before-break contact): Переключающий контакт, в котором цепь срабатывания контакта замыкается перед тем, как размыкается цепь размыкания контакта.

[IEC 444-04-20]

3.4.5 **переключающий контакт с размыканием перед замыканием** (change-over break-before-make contact): Переключающий контакт, в котором цепь размыкания контакта размыкается перед тем, как замыкается цепь замыкания контакта.

[IEC 444-04-21]

### 3.5 Префиксы для величин, применимых к реле

Величины могут быть определены как номинальная, действительная («точная»), тестовая («испытательная») или характеристическая величина и идентифицированы как таковые путем использования одного из этих слов в качестве префикса. Префиксы также применяют к величинам синхронизации.

3.5.1 **номинальная величина** (rated value): Значение величины, используемой для целей спецификации, установленной для специфицированного набора рабочих условий реле.

[IEC 444-02-18, модифицированный]

3.5.2 **действительное («точное») значение** [actual («just») value]: Значение величины, определяемое измерением на конкретном реле во время выполнения специфицированной функции.

[IEC 444-02-21]

3.5.3 **тестовое («испытательное») значение** [test («must») value]: Значение величины, которое реле должно соблюдать при специфицированном действии в течение испытания.

[IEC 444-02-20]

3.5.4 **характеристическое значение** (characteristic value): Значение величины, при котором для начального состояния или для установленного числа циклов реле будет специфицировано; реле должно соблюдать установленное требование.

[IEC 444-02-19, модифицированный]

### 3.6 Величины возбуждения

3.6.1 **возбуждающая величина** (energizing quantity): Электрическая величина, которая при подаче на катушку(и) реле при установленных условиях выполняет свою функцию.

[IEC 444-03-01, модифицированный]

Примечание 1 — Для элементарных реле возбуждающей величиной обычно является напряжение. Поэтому входное напряжение как возбуждающую величину используют в определениях, приведенных ниже. Когда вместо этого реле возбуждается данным током, соответствующие термины и определения применяют к используемому «току» вместо «напряжения».

Примечание 2 — Общий термин «входное напряжение», используемый в главе 444 IEC, применяют ко всем типам элементарных реле (например, включая твердотельные реле). Для электромеханических элементарных реле выбран более конкретный термин «напряжение катушки» для терминов подраздела 3.6, как в IEC 61810-1.

3.6.2 **напряжение катушки** (coil voltage): Напряжение, подаваемое как возбуждающая величина.

[IEC 444-03-03]

3.6.3 **рабочий диапазон** (operative range): Диапазон величин напряжения катушки, в котором реле способно выполнить установленную функцию.

[IEC 444-03-05, модифицированный]

Примечание — Для получения информации по другим терминам следует обратиться также к рисункам 3—7, которые показывают последовательные функции реле, охватываемые определениями.

3.6.4 **величина предварительной магнитной обработки** (magnetic preconditioning value): Величина напряжения катушки, при котором реле достигает определенного магнитного состояния.

[IEC 444-03-19]

Примечание 1 — Для поляризованных реле проводят различие между предварительной обработкой в прямом (рабочем) направлении и предварительной обработкой в обратном направлении.

Примечание 2 — Для бистабильных реле предварительная обработка может быть также использована для установки реле в определенной позиции.

3.6.5 **нерабочее напряжение** (non-operate voltage): Величина напряжения катушки, при котором реле не срабатывает.

[IEC 444-03-07, модифицированный]

3.6.6 **рабочее напряжение, установленное напряжение (только для бистабильных реле)** [operate voltage, set voltage (for bistable relays only)]: Величина напряжения катушки, при котором реле срабатывает.

[IEC 444-03-06, модифицированный]

3.6.7 **напряжение невыключения** (non-release voltage): Величина напряжения катушки, при котором реле не выключается.

[IEC 444-03-09, модифицированный]

3.6.8 **напряжение выключения** (release voltage): Величина напряжения катушки, при котором реле выключается.

[IEC 444-03-08, модифицированный]

3.6.9 **напряжение невозврата** (non-reset voltage): Значение напряжения катушки, при котором бистабильное реле не возвращается в исходное положение.

[IEC 444-03-11, модифицированный]

3.6.10 **напряжение возврата** (reset voltage): Значение напряжения катушки, при котором бистабильное реле возвращается в исходное положение.

[IEC 444-03-10, модифицированный]

3.6.11 **возврат в исходное состояние** (revert voltage): Для конкретного типа поляризованного реле — величина напряжения катушки выше и той же полярности, как рабочее напряжение, при котором реле возвращается в исходное состояние.

[IEC 444-03-12, модифицированный]

3.6.12 **напряжение невозврата в исходное состояние** (non-revert voltage): Для конкретного типа поляризованного реле — величина напряжения катушки выше и той же полярности, как рабочее напряжение, при котором реле не возвращается в исходное состояние.

[IEC 444-03-13, модифицированный]

3.6.13 **напряжение возврата и действия в противоположном направлении** (revert reverse voltage): Для конкретного типа поляризованного бистабильного реле — величина напряжения катушки выше и той же полярности, что рабочее напряжение, при котором реле возвращается в исходное состояние и действует в противоположном направлении.

[IEC 444-03-14, модифицированный]

3.6.14 **напряжение невозврата и действия в противоположном направлении** (non-revert reverse voltage): Для конкретного типа поляризованного бистабильного реле — величина напряжения катушки выше и той же полярности, что рабочее напряжение, при котором реле не возвращается в исходное состояние и действует в противоположном направлении.

[IEC 444-03-15, модифицированный]

3.6.15 **напряжение обратной полярности** (reverse polarity voltage): Для поляризованного моностабильного реле — величина напряжения катушки обратной полярности, при котором реле не срабатывает.

[IEC 444-03-16, модифицированный]

3.6.16 **активная мощность *E*** (active power): При условиях периодических колебаний — среднее значение, принимаемое за один период *T*, мгновенной мощности *p*:

$$P = 1/T \int^{T}_{0} pdt.$$

Примечание 1 — При условиях периодических колебаний активная мощность является действительной частью комплексной мощности.

Примечание 2 — В системе СИ единицей активной мощности является ватт (Вт).

[IEC 131-11-42]

3.6.17 **полная мощность** (apparent power): Произведение среднеквадратичного напряжения *U* между клеммами элемента с двумя клеммами или цепи с двумя клеммами и среднеквадратичного электрического тока *I* в элементе или цепи:

$$S = UI.$$

Примечание 1 — При условиях периодических колебаний полная мощность является модулем комплексной мощности.

Примечание 2 — В системе СИ единицей полной мощности является вольт-ампер (В·А).

[IEC 131-11-41]

### 3.7 Электрические свойства контактов

3.7.1 **ток контакта** (contact current): Электрический ток, который проходит по контакту реле перед размыканием или после замыкания.

[IEC 444-04-26]

3.7.2 **коммутирующий ток** (switching current): Электрический ток, который замыкает и/или размыкает контакты реле.

[IEC 444-04-27]

3.7.3 **коммутирующее напряжение** (switching voltage): Напряжение между частями контакта, которое замыкает и/или размыкает контакты реле.

[IEC 444-04-25, модифицированный]

3.7.4 **предельный длительный ток** (limiting continuous current): Самое большое значение электрического тока, который замкнутый контакт способен непрерывно проводить при установленных условиях.

[IEC 444-04-28, модифицированный]

3.7.5 **контактный шум** (contact noise): Паразитное напряжение, которое возникает на клеммах замкнутого контакта.

[IEC 444-04-33]

### 3.8 Категории нагрузки контактов

3.8.1 **контактная нагрузка категории 0 CC0** (contact load category 0): Нагрузка, характеризующаяся максимальным коммутационным напряжением 30 мВ и максимальным коммутационным током 10 мА.

3.8.2 **контактная нагрузка категории 1 CC1** (contact load category 1): Низкая нагрузка без искрения контактов.

Примечание — Искрение длительностью до 1 мс не учитывается.

3.8.3 **контактная нагрузка категории 2 CC2** (contact load category 2): Высокая нагрузка в тот момент, когда может произойти искрение контактов.

### 3.9 Механические свойства контактов

3.9.1 **место контакта, точка контакта** (contact tip, contact point): Часть контактной детали, в которой контактная цепь размыкается или замыкается.

[IEC 444-04-06]

3.9.2 **зазор контакта** (contact gap): Зазор между разомкнутыми местами (точками) контакта, когда контактная цепь разомкнута.

[IEC 444-04-09, модифицированный]

3.9.3 **контактное усилие** (contact force): Сила, с которой два элемента контакта действуют друг на друга в местах (точках) их контакта при замкнутом положении.

[IEC 444-04-10, модифицированный]

3.9.4 **контактный элемент** (contact member): Проводящая часть, рассчитанная на взаимодействие с другой при замыкании или размыкании контакта.

[IEC 444-04-05, модифицированный]

### 3.10 Термины, касающиеся времени

3.10.1 **время срабатывания реле** (operate time): Интервал времени между подачей установленного напряжения катушки на реле в состоянии отпускания и изменением состояния последней контактной цепи; время дребезга контакта не включается.

[IEC 444-05-01, модифицированный]

Примечание — Время срабатывания реле охватывает время замыкания и время размыкания нормально замкнутого контакта.

3.10.2 **время возврата** (release time): Интервал времени между прекращением подачи установленного напряжения катушки на моностабильное реле в рабочем состоянии и изменением состояния последней контактной цепи; время дребезга контакта не включается.

[IEC 444-05-02, модифицированный]

Примечание — Время отпускания охватывает время открытия замкнутого контакта и время закрытия размыкающего контакта.

3.10.3 **время возврата в исходное положение** (reset time): Интервал времени между подачей установленного напряжения катушки на бистабильное реле в рабочем состоянии и изменением состояния последней контактной цепи; время дребезга контакта не включается.

[IEC 444-05-03, модифицированный]

Примечание — Время возврата в исходное положение охватывает и время открытия замкнутого контакта, и время закрытия размыкающего контакта.

3.10.4 **время дребезга контакта** (bounce time): Для контакта, который замыкает/размыкает свою цепь, интервал времени между моментом, когда цепь контакта начинает замыкаться/размыкаться, и моментом, когда цепь окончательно замкнута/разомкнута.

[IEC 444-05-04]

3.10.5 **время перехода** (transfer time; transit time): Для размыкающего контакта перед замыканием — интервал времени, в течение которого разомкнуты обе контактные цепи.

[IEC 444-05-06]

3.10.6 **время перекрытия контакта** (bridging time): Для переключающегося контакта с замыканием перед размыканием — интервал времени, в течение которого замкнуты обе контактные цепи.

[IEC 444-05-05]

3.10.7 **время стабилизации** (stabilization time): Интервал времени между моментом, когда подается указанное напряжение катушки, и моментом, когда последняя цепь контакта замыкается/размыкается, и выполняет установленные требования; время дребезга контакта включено.

[IEC 444-05-07, модифицированный]

3.10.8 **минимальное время возбуждения** (minimum time of energization): Минимальное время подачи напряжения катушки, для того чтобы обеспечить срабатывание реле или возврат в исходное положение.

[IEC 444-05-08, модифицированный]

3.10.9 **разница контактного времени** (contact time difference): Для реле, имеющего несколько контактов того же типа, — разница между максимальной величиной времени срабатывания (отпускания/возврата в исходное положение) и минимальной величиной времени срабатывания (отпускания/возврата в исходное положение).

### 3.11 Разные термины

3.11.1 **устройство подавления переходных помех катушки** (coil transient suppression device): Устройство, соединенное с катушкой реле, для того, чтобы ограничить ее обратную электродвижущую силу (ЭДС) до предписанного значения.

3.11.2 **тепловое равновесие** (thermal equilibrium): Различие менее чем на 1 К между любыми двумя из трех последовательных измерений, сделанных с интервалом 5 мин.

## 4 Процедуры испытаний и измерений

### 4.1 Общие положения

Процедуры испытаний и измерений, указанные в этом разделе стандарта, рекомендуется использовать для испытания параметров, заданных для реле.

### 4.2 Отклонения

Любые отклонения в процедурах испытаний и измерений от тех, которые заданы в настоящем стандарте, могут быть применены, но должны быть указаны в документации по реле.

### 4.3 Точность измерения

При оценке результатов должны принимать во внимание неточности измерений. Если не установлено иным образом, все измерения должны производить с точностью ± 2 % для электрических, ± 5 % для механических параметров и ± 2 К для температуры.

### 4.4 Источники питания

Если не установлено иным образом, следующие действия должны применять к источникам питания и их соединениям:

Напряжение или ток необходимо поддерживать в пределах допуска ± 5 % от специфицированного значения.

Переменная составляющая (содержание биений) на выходе источника постоянного тока не должна превышать 6 %.

Примечание 1 — Переменную составляющую постоянного тока, выраженную в процентах, определяют следующим образом:

(максимальная величина — минимальная величина) · 10/(составляющая постоянного тока).

Частоту источника переменного тока должны поддерживать в пределах диапазоне допуска ± 2 % от установленного значения, и коэффициент искажений не должен превышать 5 %.

Примечание 2 — Коэффициент искажений определяют как отношение содержания гармоник, полученное вычитанием основной волны из величины несинусоидальных гармоник, и среднеквадратического значения несинусоидальной величины. Обычно он выражен в процентах.

Нижеперечисленное должно быть заземлено: одна сторона блока питания постоянного тока, одна сторона однофазного блока питания переменного тока или нейтральная линия блока питания трехфазного переменного тока. Заземленная сторона блока питания должна быть присоединена к одной клемме каждой одной или более катушек испытуемого реле и одной клемме каждой нагрузки, подключенной к испытуемому реле.

### 4.5 Исходные условия для испытания

#### 4.5.1 Общие условия

Если не установлено иным образом, все испытания должны проводить при стандартных атмосферных условиях для испытаний следующим образом:

- температура — (23 ± 5) °С;
- относительная влажность — от 25 % до 75 %;
- атмосферное давление — от 86 до 106 кПа (от 860 до 1060 мбар).

Перед испытанием реле должны подвергать воздействию стандартных атмосферных условий в течение времени, достаточного для того, чтобы они достигли теплового равновесия.

Если не установлено иным образом, термины «переменное напряжение» и «ток» показывают среднеквадратические значения в настоящем стандарте.

#### 4.5.2 Использование розеток

4.5.2.1 Общие выводы

Реле с возможностью подключения через подходящие розетки могут испытывать, используя указанные розетки или путем прямых электрических соединений. В любом случае подводка проводов к реле или розетке должна быть выполнена с соблюдением всех требований, указанных в условиях испытаний. Если это невозможно, любое отклонение должны регистрировать в отчете об испытании.

Когда используют розетку, в отчете об испытании должны идентифицировать соответствующее условие испытаний и тип розетки.

Примечание — Ссылку на «клемму» или «клемму реле» в условии испытаний настоящего стандарта должны считать означающей «клемму гнезда» в том случае, когда используют гнездо.

4.5.2.2 Предостережения

Использование розеток может искусственно улучшить некоторые результаты испытания реле. Как следствие, должны быть выполнены проверки согласно 4.5.2.4 перед проведением любых испытаний с использованием розеток.

Использование розеток может повлиять на некоторые результаты, ухудшая результаты испытаний реле. Как следствие, при наличии возможности испытания можно провести без розеток.

4.5.2.3 Установка розеток

Когда используют розетки для испытаний на удар, столкновение, вибрацию и ускорение (см. 4.26—4.29), должны указывать методы и условия монтажа, а также способы применения любых крепежных устройств, рекомендованные производителем.

4.5.2.4 Предварительные проверки розеток

Перед проведением любых испытаний через розетки нужно установить следующее:

- сопротивление, вносимое клеммами реле/приемным интерфейсом, не превышает 10 % объявленного сопротивления контактов для реле;
- сопротивление изоляции (см. 4.11) и диэлектрическая прочность (см. 4.9) между всеми электрически разделенными клеммами, присутствующими в розетке, не меньше значений, объявленных для реле.

### 4.6 Визуальный осмотр и проверка размеров

#### 4.6.1 Назначение

Необходимо убедиться в том, что маркировка реле и ключевые размеры соответствуют требованиям, установленным для реле, и отсутствуют видимые механические дефекты.

#### 4.6.2 Процедура

Если не установлено иным образом, визуальный осмотр должен быть выполнен при нормальном заводском освещении и в условиях видимости. Внешний осмотр и проверку важнейших размеров необходимо проводить как неразрушающие испытания.

Визуальный осмотр должен включать:

a) точность маркировки (полнота и разборчивость);

b) правильность идентификации клемм;

c) соответствующий корпус;

d) отсутствие механических дефектов.

Реле (и их аксессуары, если применимо) необходимо проверять на соответствие контурным чертежам, включая расстояние тока утечки и зазоры, согласно указаниям.

#### 4.6.3 Специальные условия

Должно быть указано наличие следующих условий:

a) проверяемые размеры и допуски, маркировка и клеммы;

b) проверяемые минимальные величины расстояний утечки и зазоров;

c) индивидуальное освещение и/или оптические приборы, при необходимости;

d) проверяемые механические свойства и требуемые результаты.

### 4.7 Механические испытания и взвешивание

#### 4.7.1 Назначение

Необходимо обеспечить соответствие механических свойств заявленным.

#### 4.7.2 Процедура

Должна быть определена масса реле.

Процедуры механических испытаний, если требуются (например, контактное усилие, ход якоря, зазоры контактов), должны быть указаны.

#### 4.7.3 Специальные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) испытуемые механические свойства, методы испытаний и требуемые результаты;

b) масса реле и допуски.

**4.8 Свойства катушки реле**

**4.8.1 Активное сопротивление катушки индуктивности**

4.8.1.1 Назначение

Необходимо обеспечить, чтобы сопротивление катушки(ек) реле было в установленных пределах (проводят измерение при постоянном токе).

4.8.1.2 Процедура

Сопротивление необходимо измерять между клеммами реле. Метод должен предусматривать минимальный рост температуры. Исходная температура должна составлять 23 °С, если не установлено иным образом.

4.8.1.3 Специальные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) пределы сопротивления катушки;

b) исходная температура, если отличается от 23 °С;

c) температурный коэффициент проволочного материала, если это не электролитическая медь;

d) любые особые предосторожности при применении резисторов, диодов и т. д. в цепи катушки.

**4.8.2 Индуктивность катушки**

4.8.2.1 Назначение

Обеспечить, чтобы индуктивность катушки(ек) была в установленных пределах.

4.8.2.2 Процедура

Индуктивность катушки необходимо измерять с якорем как в разомкнутом, так и в замкнутом положении (для этой цели следует применять механические средства, когда необходимо удержать якорь в фиксированном положении). Реле необходимо устанавливать на расстоянии от металлических частей.

Метод 1 (переменный ток): Индуктивность катушки должны измерять в номинальном возбужденном состоянии реле. Если не указано иное, напряжение переменного тока $U$, подаваемое для измерения, должно быть синусоидальным с частотой, равной номинальной частоте возбуждающей величины, или для реле постоянного тока, как указано. Измеряют сопротивление реле $R$ (см. 4.8.1) и ток $I$. Затем вычисляют индуктивность $L$, используя следующую формулу:

$$Z = U/I; \qquad Z^2 = R^2 + (2\,nfL)^2.$$

Метод 2 (постоянный ток): Индуктивность измеряют путем определения постоянной времени $t$. Значение $t$ определяют как время, необходимое для достижения 63,21 % номинального тока $I$, когда на катушку подают номинальное напряжение $U$. Затем вычисляют значение индуктивности $L$ по следующей формуле:

$$L = Rt.$$

Метод 3: Прямое измерение проводят с помощью измерителя LCR на частоте 1 кГц и номинального напряжения катушки, если не установлено иное.

4.8.2.3 Специальные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) метод 1, 2 или 3;

b) пределы индуктивности катушки;

c) подаваемое напряжение переменного или постоянного тока;

d) частота подаваемого напряжения переменного тока;

e) номинальное значение возбуждения;

f) любая альтернативная процедура, если вышеуказанные не применимы.

**4.8.3 Импеданс катушки и потребление мощности**

4.8.3.1 Назначение

Необходимо, чтобы импеданс катушки(ек) реле или потребляемая мощность были в установленных пределах.

4.8.3.2 Процедура

Реле необходимо устанавливать на расстоянии от металлических частей.

Метод 1: Импеданс катушки должен быть измерен в невозбужденном и номинальном возбужденном состоянии реле. Если не предписано иным образом, напряжение переменного тока, подаваемое для измерения, должно быть синусоидальным с частотой, равной номинальной частоте напряжения катушки, или для реле постоянного тока, как предписано производителем.

Когда возбуждение постоянного тока необходимо подавать в обмотку в течение измерения, должны быть предусмотрены соответствующие средства изоляции цепей переменного тока и постоянного тока.

Метод 2: Потребление мощности (активная мощность для постоянного тока или кажущаяся мощность для переменного тока) необходимо измерять при номинальном условии возбуждения реле или для реле, у которого потребление мощности зависит от положения его подвижных частей, в возбужденных состояниях, как предписано производителем.

4.8.3.3 Специальные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) метод 1 или 2;

b) пределы импеданса катушки или потребления мощности;

c) номинальное значение напряжения катушки или, при методе 2, значения напряжения катушки;

d) метод 1: напряжение подаваемого переменного тока и его частота;

e) любые альтернативные процедуры, если вышеприведенное не применимо.

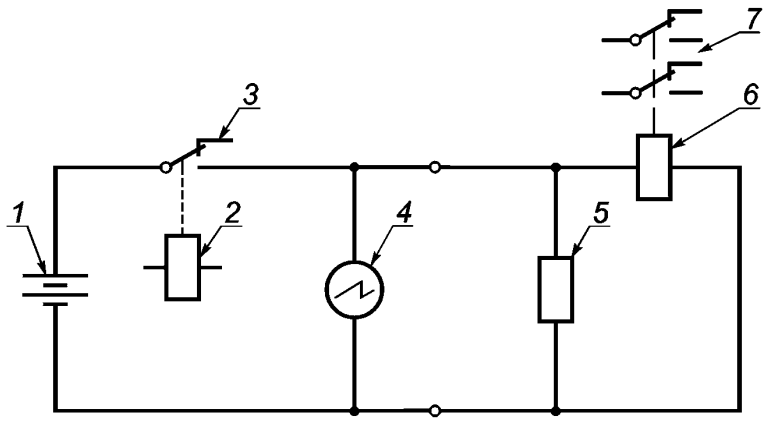
**4.8.4 Тест подавления переходных помех катушки**

4.8.4.1 Назначение

Следует проверить, что обратная ЭДС, генерируемая катушкой реле, не больше максимального указанного напряжения вносимых переходных помех.

4.8.4.2 Процедура

Реле должно быть подсоединено к схеме испытаний (типичный пример показан на рисунке 1) и возбуждаться при номинальном напряжении катушки. Коммутационное реле срабатывает от источника напряжения, независимого от источника возбуждения реле.



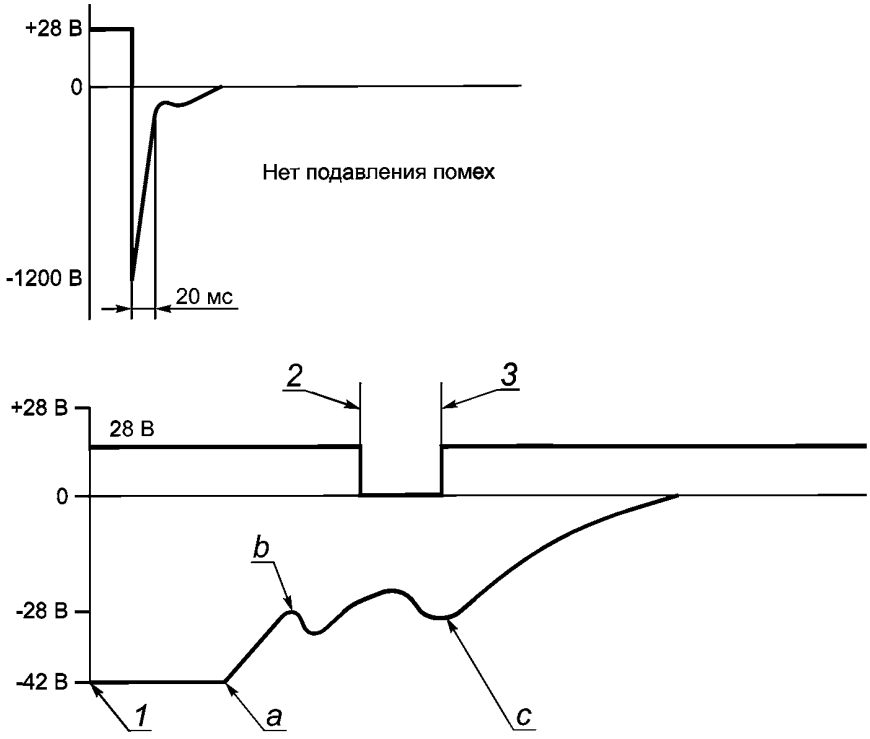

*1* — подача возбуждения (низкий импеданс); *2* — катушка индуктивности коммутационного реле; *3* — контакт коммутационного реле (без дребезга); *4* — мониторный прибор (осциллограф); *5* — схема подавления помех; *6* — катушка индуктивности испытуемого реле; *7* — контакты испытуемого реле

Рисунок 1 — Типичная схема измерения подавления переходных помех катушки

Важно, что возбуждающий источник является низкоимпедансным источником без ограничительного резистора или потенциометра, используемого для регулирования линейного напряжения.

Коммутационное реле должно быть замкнуто на время минимум в 10 раз больше времени срабатывания испытуемого реле, для того чтобы позволить мониторному прибору (например, осциллографу) и схемной цепи стабилизировать и затем разомкнуть реле для получения следа отклонения наведенного напряжения. Частота циклов и коэффициент заполнения реле должны быть указаны производителем.

Показания необходимо наблюдать на мониторном приборе. Величину наведенного напряжения переходных помех необходимо регистрировать. Типичный след осциллографа представлен на рисунке 2.




*1* — контакт коммутационного реле разомкнут; *2* — контакт тестового реле разомкнут (размыкающий контакт); *3* — контакт тестового реле разомкнут (замыкающий контакт); *a* — срез вследствие использования компоненты подавления помех; *b* — начальное движение якоря; *c* — конечное движение якоря

Рисунок 2 — Типичные следы на экране осциллографа в течение измерения напряжения переходных помех

4.8.4.3 Специальные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) номинальное напряжение катушки;

b) частота циклов;

c) коэффициент заполнения;

d) число последовательных показаний, если отличается от трех;

e) температура окружающей среды, если отличается от (23 ± 5) °С;

f) пределы обратной ЭДС.

### 4.9 Испытание диэлектрической прочности

#### 4.9.1 Назначение

Необходимо обеспечить достаточную способность изоляции выдерживать перегрузку между конкретными цепями реле или разомкнутыми контактами.

#### 4.9.2 Процедура

Испытательное напряжение, установленное для цепи, должны подавать на соответствующие клеммы реле. Испытательное напряжение переменного тока должно быть синусоидальным колебанием, имеющим частоту 50 или 60 Гц, и может быть заменено испытательным напряжением постоянного тока с величиной, равной пиковому значению испытательного напряжения переменного тока. Если не установлено иным образом, испытательное напряжение подают в течение 1 мин на изоляцию или разомкнутый контакт. Допустимо время подачи 1 с при условии, что величина тестового напряжения возрастет до 110 % от номинального значения. Даже для более кратких периодов производитель должен оценивать соответствующую величину, обеспечивающую такой же уровень диэлектрической прочности. Не должны происходить никакой пробой или нарушение изоляции. Допускается ток не более 3 мА.

Примечание 1 — Для реле применимы следующие типы изоляции: функциональная, основная или усиленная. Микроразмыкание (охватывает также микропрерывание) и полное размыкание применяют к контактам реле (см. также 10.3 IEC 61810-1).

Примечание 2 — В таблицах 9 и 10 IEC 61810-1 приведены значения тестового напряжения переменного тока и постоянного тока в зависимости от номинального напряжения цепи и изоляции и размыкания.

Высоковольтный трансформатор, используемый для испытаний, должен быть спроектирован таким образом, что, когда клеммы выхода закорачивают после того, как выходное напряжение скорректировано до тестового напряжения, выходной ток составляет менее 200 мА, если только производителем не предписано иным образом. Следует позаботиться о том, чтобы величина тестового напряжения измерялась с точностью в пределах ± 3 %.

Специальные компоненты, которые могут сделать испытание недостоверным, такие как светоизлучающие диоды, безынерционные диоды, варисторы, разъединяют на одном полюсе, или шунтируют, или снимают, как требуется для испытания изоляции.

В соответствии с предписанием, реле в новом состоянии должно быть подвергнуто следующему предварительному испытанию, если только не установлены другие процедуры и значения:

Предварительные условия включают испытания на «сухое тепло» и «влажное тепло».

Тест на «сухое тепло» проводят в тепловой камере при температуре воздуха 55 °С с точностью ± 2 К на участке, где установлены образцы. Образцы держат в камере в течение 48 ч.

Тест на «влажное тепло» выполняют в камере для климатических испытаний при относительной влажности между 91 % и 95 % и при температуре воздуха 25 °С с точностью ± 5 К на участке, где установлены образцы. Образцы держат в камере в течение 48 ч. Не должно быть никакого согласования технических условий.

**4.9.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) Клеммы, на которые должны подавать испытательное напряжение, выбирают из числа:

- клемм цепи каждого контакта; размыкающие контакты должны быть открыты для этого испытания;
- всех клемм, требующих такого же испытательного напряжения, соединенных вместе, и любой незащищенной проводящей части, не предназначенной для электрического соединения; последнюю имитируют фольгой, обернутой вокруг реле, имеющих изоляционный корпус;
- клемм отдельных обмоток (бифилярных или нет);
- всех клемм катушки, требующих такого же испытательного напряжения и соединенных вместе, и всех клемм контактной цепи, соединенных вместе;
- клемм цепей отдельных контактов.

b) Тестовое напряжение или напряжения.

c) Длительность испытания — 1 с или 1 мин.

d) Сокращения для повторных тестов, например для окончательного измерения, после испытания на долговечность. Сокращения необходимо указывать вместе с такими испытаниями.

e) Особые условия, если требуется.

**4.10 Испытание импульсным напряжением**

**4.10.1 Назначение**

Необходимо проверить реле на предмет его способности выдерживать перенапряжения переходных помех.

**4.10.2 Процедура**

Импульсное тестовое напряжение с пиковой величиной и формой колебания согласно спецификации необходимо подавать на соответствующие части реле, как предписано производителем.

Стандартное колебание для имитации максимальных напряжений освещения характеризуется временем фронта 1,2 мкс и временем роста до половины 50 мкс. Детали испытаний представлены в IEC 61180-1 и IEC 61180-2. Можно устанавливать другие формы колебаний и испытательные установки.

Примечание — Тестовый импульс 10/700 мкс, описанный в Рекомендации К44 Международного союза электросвязи ITU-T, может быть также обоснован для телекоммуникационного применения.

В любом случае выходной импеданс генератора импульсов должен быть не выше 500 Ом.

Испытание необходимо проводить как минимум для трех импульсов каждой полярности с интервалом по крайней мере 1 с между импульсами.

Не допустим пробой через основную изоляцию или искровое перекрытие.

Не должно быть искрового перекрытия для разомкнутого контакта, если не установлено иным образом производителем. В любом случае перекрытие не должно вызывать никакого постоянного повреждения, и выходная энергия генератора должна быть определена.

Если предписано, реле в новом состоянии должно подпадать под действие следующих предварительных условий в том случае, если не установлены другие процедуры и значения:

Предварительное условие включает испытания «сухое тепло» и «влажное тепло».

Тест «сухое тепло» проводят в тепловой камере при температуре воздуха 55 °С с точностью ± 2 К на участке, где установлены образцы. Образцы держат в камере в течение 48 ч.

Тест на «влажное тепло» выполняют в камере для климатических испытаний при относительной влажности между 91 % и 95 % при температуре воздуха 25 °С с точностью ± 5 К на участке, где установлены образцы. Образцы держат в камере в течение 48 ч. При этом конденсации быть не должно.

**4.10.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) число импульсов, если их число иное, чем три положительных импульса и три отрицательных импульса;

b) клеммы, на которые подают импульсное тестовое напряжение;

c) характеристики колебания и генератора (включая выходную энергию);

d) пиковое значение импульсного напряжения;

e) детали предварительных условий, если требуется;

f) требуемые результаты испытаний и конечных измерений, для того чтобы проверить соответствие.

**4.11 Сопротивление изоляции**

**4.11.1 Назначение**

Необходимо обеспечить, чтобы между указанными цепями реле поддерживалось достаточное электрическое сопротивление.

**4.11.2 Процедура**

Напряжение измерения постоянного тока необходимо подавать на соответствующие части реле, как предусмотрено производителем. Значение этого напряжения измерения должно быть 500 В, если не предписано иным образом. Измерение сопротивления необходимо производить по крайней мере через 5 с после подачи напряжения.

При соответствующем предписании реле в новом состоянии, если не установлены другие процедуры и значения, должно подпадать под действие следующих предварительных условий:

Предварительное условие включает испытания «сухое тепло» и «влажное тепло».

Тест «сухое тепло» проводят в тепловой камере при температуре воздуха 55 °С с точностью ± 2 К на участке, где установлены образцы. Образцы держат в камере в течение 48 ч.

Тест на «влажное тепло» выполняют в камере для климатических испытаний при относительной влажности между 91 % и 95 % при температуре воздуха 25 °С с точностью ± 5 К на участке, где установлены образцы. Образцы держат в камере в течение 48 ч. При этом конденсации быть не должно.

**4.11.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) Клеммы, на которые необходимо подавать испытательное напряжение, выбирают из числа:

- клемм цепи каждого контакта; размыкающие контакты должны быть открыты для этого испытания;
- всех клемм, требующих такого же испытательного напряжения, соединенных вместе, и любой незащищенной проводящей части, не предназначенной для электрического соединения; последнюю имитируют фольгой, обернутой вокруг реле, имеющих изоляционный корпус;
- клемм отдельных обмоток (бифилярных или нет);
- всех клемм катушки, требующих такого же испытательного напряжения, соединенных вместе, и всех клемм контактной цепи, соединенных вместе;
- клемм цепей отдельных контактов.

b) Напряжение измерения, если иное, чем 500 В.

c) Время для установившегося показания.

d) Детали предварительных условий, если требуется.

e) Минимальное значение сопротивления изоляции.

### 4.12 Сопротивление цепи контакта (или падение напряжения)

#### 4.12.1 Назначение

Необходимо проверить, чтобы сопротивление на замкнутом контакте оставалось в установленных пределах.

#### 4.12.2 Процедура

Сопротивление необходимо измерять, используя мост с четырьмя клеммами, с помощью метода применения вольтметра-амперметра или, особенно для динамичных испытаний, используя аппаратуру автоматического контроля. Измерения необходимо проводить с переменным напряжением с частотой от 0,8 до 2 кГц в соответствии с предписанием. При использовании постоянного тока сопротивление необходимо измерять для обеих полярностей, за исключением динамических испытаний.

В течение одного цикла должно быть выполнено одно измерение.

Измерения должны быть такими, как предписано, и выбраны из следующих:

- статическое измерение сопротивления контактов означает, что для каждого измерения контакты остаются замкнутыми в течение интервала, достаточного для затухания всех переходных помех. Необходимо проводить три цикла испытаний;
- динамическое измерение сопротивления контактов означает, что катушка реле возбуждается прямоугольной волной с частотой, как предписано. При этом необходимо выполнять указанное количество циклов, и каждый цикл следует контролировать. Мониторинг необходимо осуществлять после того, как контакт достигнет стабильного замкнутого состояния, или после того, как пройдет по крайней мере 30 % замкнутой части каждого цикла, — в зависимости от того, что позднее.

Следует игнорировать любую неравномерность сопротивления контактной цепи, не превышающую по длительности 10 мкс, если только другое значение не будет указано производителем.

Катушка должна возбуждаться номинальным напряжением, если не установлено иным образом.

Напряжение необходимо подавать после замыкания контактов и прекращать его подачу после размыкания контактов, за исключением контактов СС 0, когда разрешено переключение нагрузки, если так специфицировано, и согласно условиям, предписанным производителем.

Если контакт реле относится более чем к одной категории контактов (СС), тест должен базироваться на требованиях самой низкой категории.

В течение теста на долговечность проверку сопротивления контактов можно проводить другим методом, например: путем проверки падения напряжения на испытуемом контакте с током нагрузки, текущим через контакт, если только не установлено иным образом.

#### 4.12.3 Специальные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) частота испытательного напряжения, если она отличается от диапазона 0,8—2 кГц;

b) тип измерения, установившаяся или динамическая работа;

c) для динамических испытаний — частота прямоугольной волны, число циклов и номинальное время измерения;

d) значение напряжения катушки, если оно иное, чем номинальное значение;

e) точки измерения;

f) ток испытуемого контакта, который должен быть выбран из следующего:

- категория нагрузки контакта СС 0: 10 мА максимум;
- категория нагрузки контакта СС 1: 100 мА максимум;
- категория нагрузки контакта СС 2: 1 А максимум;

g) напряжение испытуемого контакта, которое должно быть выбрано из следующего:

- категория нагрузки контакта СС 0: 30 мВ максимум;
- категория нагрузки контакта СС 1: 10 В максимум;
- категория нагрузки контакта СС 2: 30 В максимум;

h) максимальное сопротивление контакта.

### 4.13 Функциональные испытания

#### 4.13.1 Назначение

Следует убедиться в том, что реле функционирует удовлетворительно при установленных для него величинах возбуждения.

#### 4.13.2 Процедура

В таблице 1 приведены применимые величины и значимость функциональных испытаний, показанных на рисунках 3—7, на которых представлены типичные примеры.

Испытания должны проводить в порядке, приведенном ниже, если не установлено иным образом.

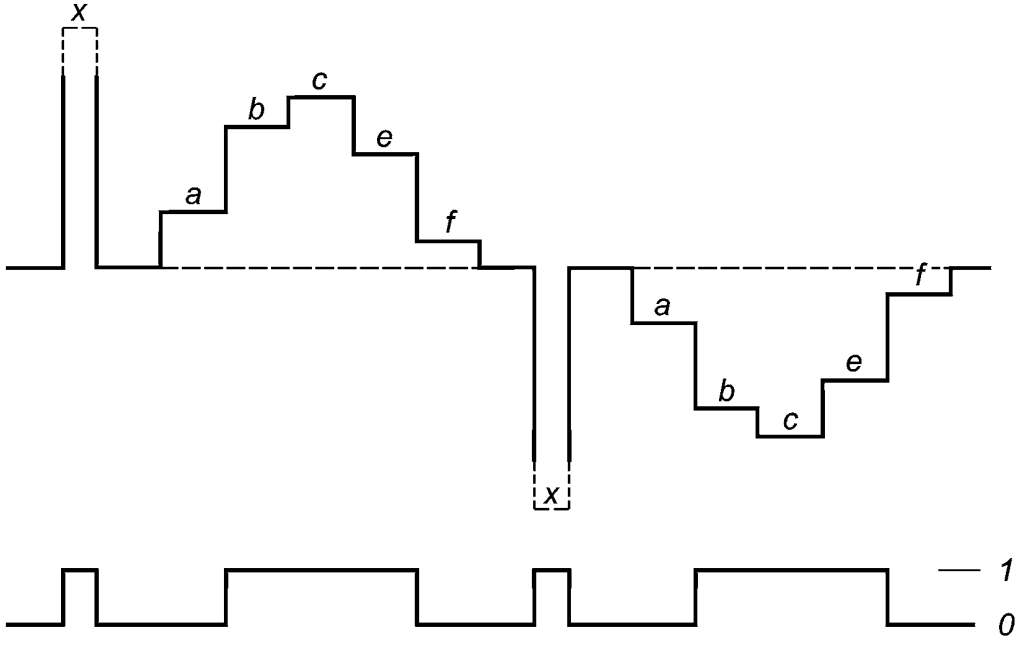
Таблица 1 — Значения напряжения катушки и соответствующие функции

| Код схемы (см. рисунки 3—7) | Подаваемая величина напряжения катушки | Реле | Применение |
|---|---|---|---|
| *A* | Нерабочее напряжение | Не работает | Все типы |
| *b* | Рабочее напряжение | Работает | Все типы |
| *c* | Номинальное напряжение | Остается рабочим | Все типы |
| *d* | Напряжение невозврата | Остается рабочим | Поляризованное |
| *e/g* | Напряжение неотпускания | Не сбрасывает | Все типы |
| *f/h* | Напряжение отпускания | Сбрасывает | Все типы |
| *i* | Номинальное напряжение | Остается нерабочим | Бистабильное поляризованное |
| *j* | Напряжение реверса без возврата | Не работает | Бистабильное поляризованное |
| *k* | Напряжение реверса полярности | Не работает | Моностабильное поляризованное |
| *x* | Величина предусловия | Будет задано предусловие | Все, если требуется |
| *y* | Напряжение установки | Будет в нужной позиции | Все, если требуется |
| *z* | Напряжение реверса установки | Будет в нужной позиции | Все, если требуется |

При необходимости предварительно должно подаваться магнитное поле, влияние которого следует учитывать.

При переходе от одного этапа к другому параметры напряжения катушки должны быть такими, как установлено. Соответствующая функция реле должна быть проверена путем визуального осмотра или, если этого недостаточно, мониторинга контактов.

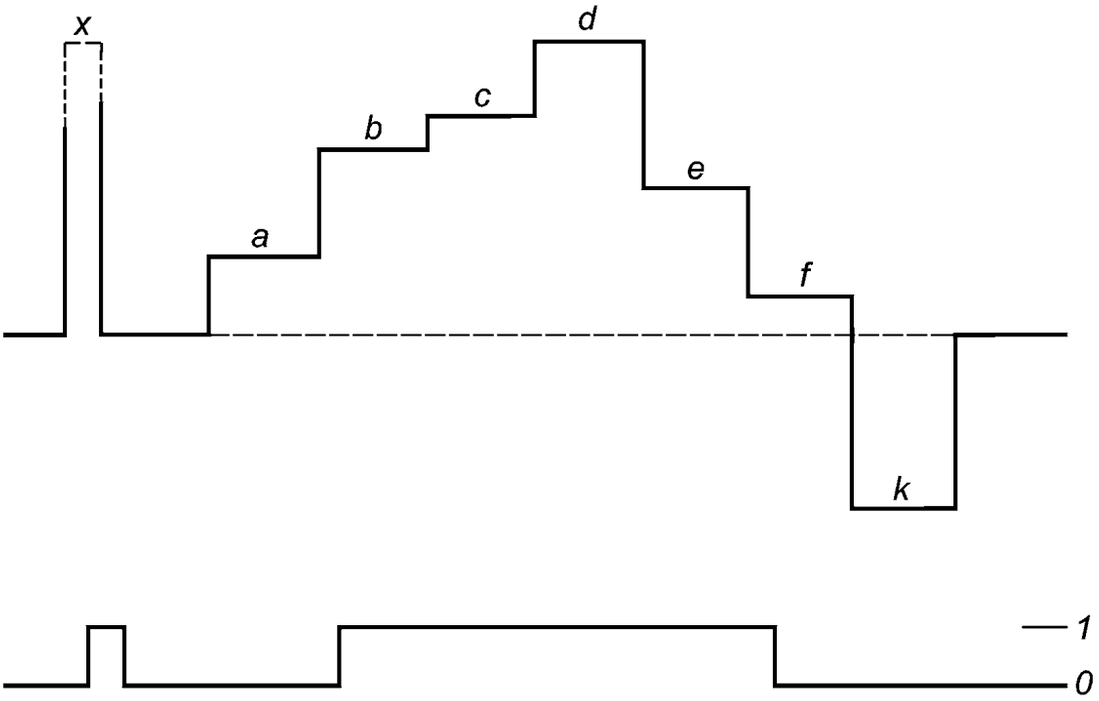
Последовательность, изображенная на рисунке 7, для бистабильного поляризованного реле служит только примером. Другие последовательности могут быть применены к другим типам таких реле.




*a* — нерабочее напряжение; *b* — рабочее напряжение; *c* — номинальное напряжение; *e* — напряжение неотпускания (моностабильное реле); *f* — напряжение отпускания (моностабильное реле); *x* — напряжение предварительного условия

Каждый верхний след (импульс) представляет значения возбуждения; нижние импульсы показывают состояние контакта (*0* — состояние отпускания, *1* — рабочее состояние)

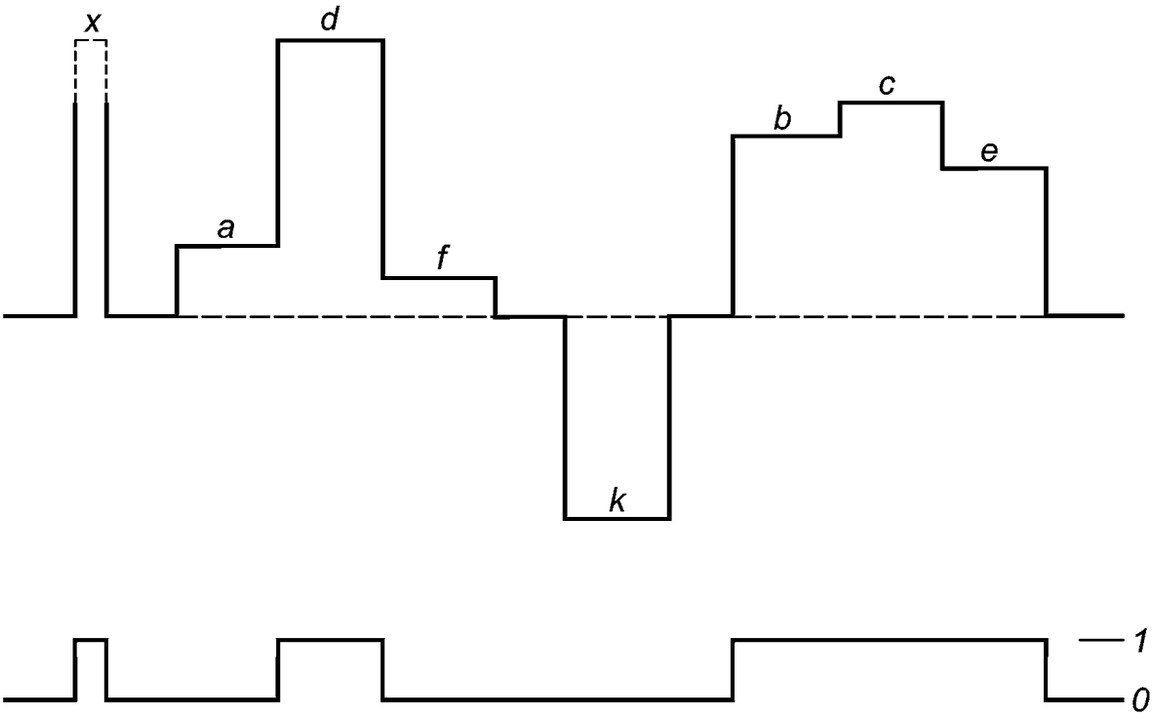
Рисунок 3 — Моностабильное неполяризованное реле




*a* — нерабочее напряжение; *b* — рабочее напряжение; *c* — номинальное напряжение; *d* — напряжение невозврата в исходное положение; *e* — напряжение неотпускания (моностабильное реле); *f* — напряжение отпускания (моностабильное реле); *к* — напряжение реверса полярности; *x* — напряжение предварительного условия

Каждый верхний след (импульс) представляет значения возбуждения; нижние импульсы показывают состояние контакта (*0* — состояние отпускания, *1* — рабочее состояние)

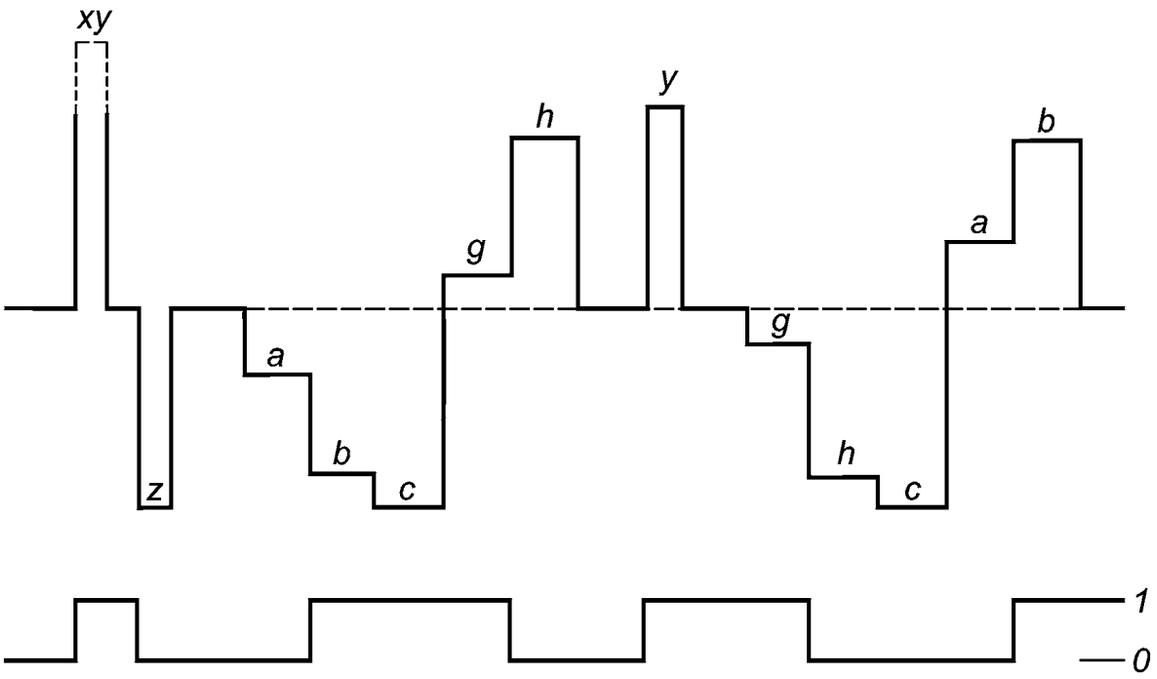
Рисунок 4 — Моностабильное реле, поляризованное диодом




*a* — нерабочее напряжение; *b* — рабочее напряжение; *c* — номинальное напряжение; *d* — напряжение невозврата в исходное положение; *e* — напряжение неотпускания (моностабильное реле); *f* — напряжение отпускания (моностабильное реле); *к* — напряжение реверса полярности; *x* — напряжение предварительного условия

Каждый верхний след (импульс) представляет значения возбуждения; нижние импульсы показывают состояние контакта (*0* — состояние отпускания, *1* — рабочее состояние)

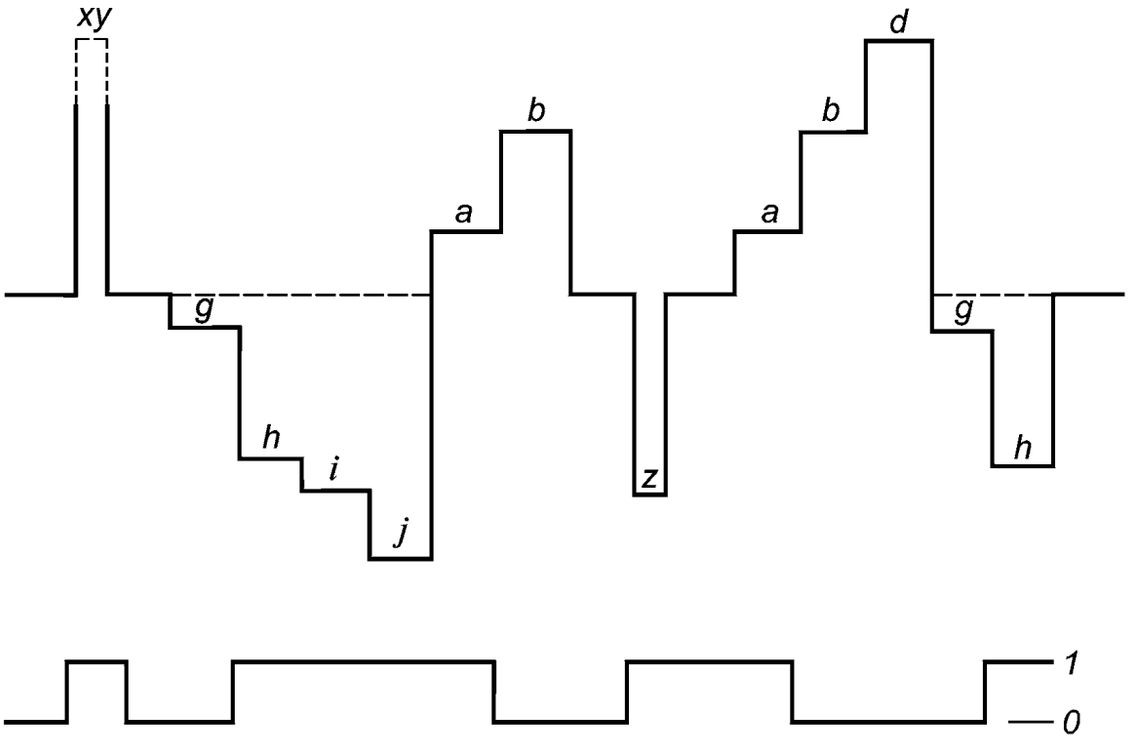
Рисунок 5 — Моностабильное поляризованное реле с магнитным смещением




*a* — нерабочее напряжение; *b* — рабочее напряжение; *c* — номинальное напряжение; *g* — напряжение невозврата в исходное положение (бистабильные реле); *h* — напряжение отпускания (моностабильное реле); *x* — напряжение предварительного условия; *y* — рабочее (установочное) напряжение; *z* — рабочее (установочное) напряжение реверса

Каждый верхний импульс представляет значения возбуждения; нижние импульсы показывают состояние контакта (*0* — состояние отпускания, *1* — рабочее состояние)

Рисунок 6 — Бистабильное неполяризованное реле (не применимо к реле с остаточной намагниченностью)




*a* — нерабочее напряжение; *b* — рабочее напряжение; *d* — напряжение невозврата в исходное положение; *g* — напряжение неотпускания (бистабильные реле); *h* — напряжение отпускания (бистабильные реле); *i* — номинальное напряжение реверса; *j* — напряжение реверса без возврата в исходное положение; *x* — напряжение предварительного условия; *y* — рабочее (установочное) напряжение; *z* — рабочее (установочное) напряжение реверса

Каждый верхний импульс представляет значения возбуждения; нижние импульсы показывают состояние контакта (*0* — состояние отпускания, *1* — рабочее состояние)

Рисунок 7 — Бистабильное поляризованное реле (пример)

**4.13.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) величины напряжения катушки и величины для предварительного условия, как требуется, и их полярность;

b) порядок действий, если отличается от вышеуказанного;

c) применение последовательных импульсов или кривой линейного нарастания напряжения, вместо скачкообразного изменения, если применимо;

d) время между этапами или наличие устройства, используемого для их выполнения, если необходима более точная спецификация;

e) применение теста к новым реле или после установленного числа циклов;

f) магнитная ориентация, при необходимости;

g) детали мониторинга, при необходимости.

**4.14 Тесты параметров времени**

**4.14.1 Назначение**

Проверка соответствия параметров времени установленным пределам.

**4.14.2 Процедура**

Для возбуждения катушки выходной импеданс источника должен быть выбран таким образом, чтобы максимальное падение напряжения и время установления не превышали указанных величин.

Коммутируемое напряжение должно соответствовать предписанию.

Коммутируемый ток должен быть 10 мА, если не установлено иное. Переключатель для переключения реле должен быть свободен от дребезга контактов.

Для реле переменного тока следует использовать синхронное коммутационное устройство с настраиваемой точкой волны. Фаза должна устанавливаться или для получения максимального интервала времени, или для указанных точек волны, согласно предписанию. В качестве альтернативы можно использовать возбуждение катушки постоянным током такой величины, которая вызывает эквивалентный рост температуры катушки.

Для измерения времени срабатывания, времени перехода, времени перекрытия контактов, времени возврата и времени дребезга подходящая схема представлена на рисунке 8, а типичные изображения на экране осциллографа показаны на рисунке 9. Коэффициент времени должен быть таким, чтобы изображение охватывало весь экран.

4.14.2.1 Время срабатывания: время срабатывания, время перехода и время перекрытия контактов должны измерять подходящим способом при возбуждении реле, как установлено.

4.14.2.2 Время возврата: время отпускания, время перехода и время перекрытия контактов должны измерять подходящим способом после отключения указанного возбуждения.

4.14.2.3 Время дребезга: время дребезга контактов необходимо измерять с использованием подходящей испытательной цепи (см. рисунок 8).

Испытание необходимо проводить по крайней мере на одной контактной цепи с использованием резистивной нагрузки.

Разъединения на период менее чем на 10 мкс нужно игнорировать, если не указано иное.

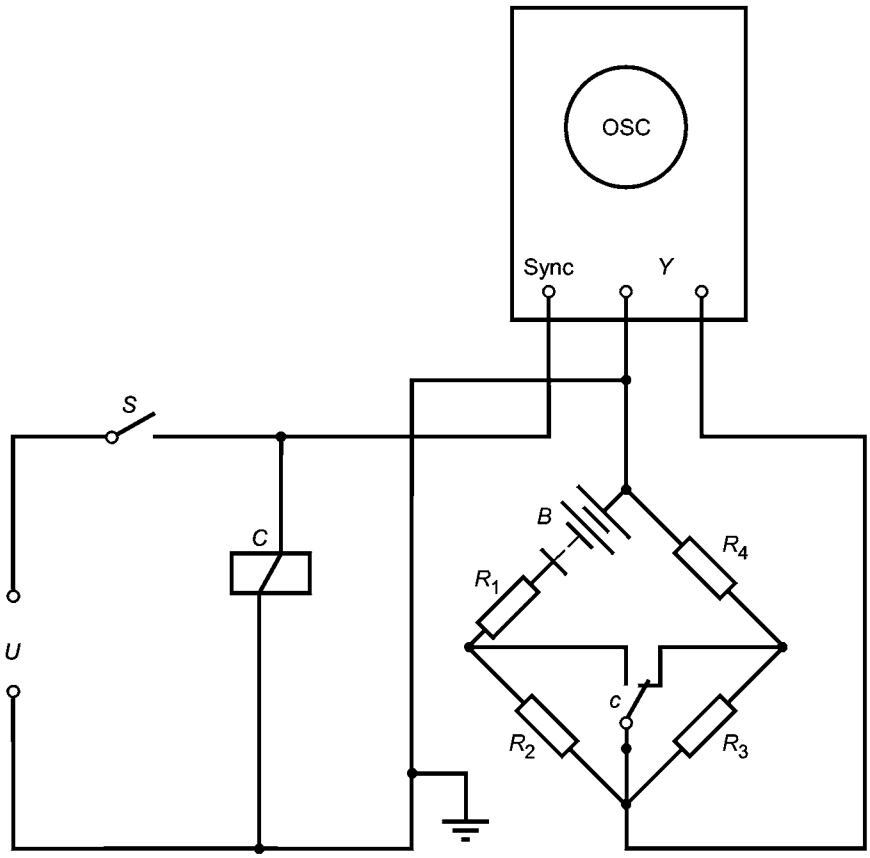
4.14.2.4 Время для стабилизации замкнутого состояния: испытание необходимо проводить по крайней мере на одной контактной цепи путем подачи величин напряжения катушки и измерения параметров контакта после времени стабилизации замкнутого состояния, причем все детали должны соответствовать предписанным, если это является обязательным условием проведения испытания.

4.14.2.5 Минимальное время возбуждения: испытание необходимо проводить по крайней мере на одной цепи контакта. Реле должно возбуждаться подачей номинального напряжения на катушки, и возбуждение после истечения установленного минимального времени действия возбуждения должно сокращаться:

- до нуля для бистабильных реле;
- установленного напряжения невозврата для моностабильных реле.

После сокращения необходимо измерить установленные параметры контакта, причем все детали должны соответствовать предписанным, согласно условиям испытания.

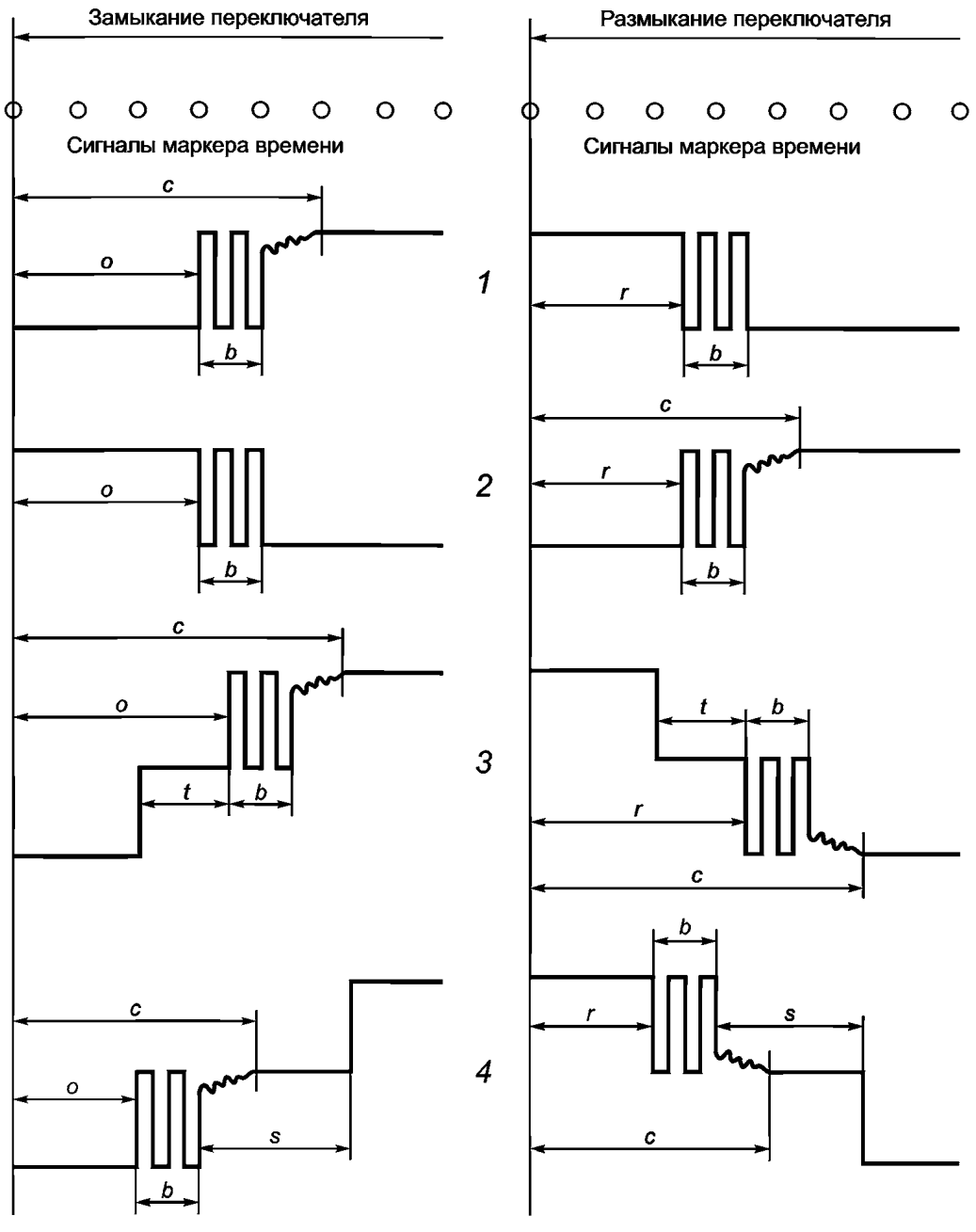
4.14.2.6 Различие времени контакта: испытание необходимо проводить на двух или более указанных контактных цепях, каждую из которых контролируют подходящим способом. На рисунках 8 и 9 приведен пример использования осциллографа. В этом примере осциллограф должен иметь число следов, требуемое для наблюдения разницы во времени.




*C* — катушка реле; *c* — контакт реле; *U* — источник питания возбуждения; *S* — переключатель, свободный от дребезга контактов; *B* — батарея; $R_1$—$R_4$ — резисторы; OSC — осциллограф; Sync — вход триггера; *Y* — вход вертикального отклонения

Примечание — Для того чтобы различить время перекрытия контактов и время перехода, рекомендуется использовать следующие коэффициенты для резисторов: $R_1 = 1$, $R_2 = 2$, $R_3 = 2/3$, $R_4 = 1$.

Рисунок 8 — Типичная цепь для измерения параметров времени




*1*— замыкающий контакт; *2* — размыкающий контакт; *3* — размыкающий контакт перед замыканием; *4* — замыкающий контакт перед размыканием; *o* — время срабатывания реле; *r* — время возврата реле; *b* — время дребезга контактов; *t* — время перехода; *s* — время перекрытия контактов; *c* — время устойчивого замыкания

Рисунок 9 — Типичные следы на экране осциллографа в течение измерения времени

**4.14.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) монтаж или позиция реле;

b) значение напряжения катушки индуктивности, частота циклов и коэффициент заполнения для возбуждения. Предпочтительно, чтобы нижний предел рабочего диапазона был использован для испытаний времени срабатывания, а верхний предел — для испытаний времени отпускания;

c) средства разъединения для измерения времени возврата, если это важно. Закорачивание катушки реле при защите источника питания от перегрузки может быть указано в качестве альтернативы;

d) максимальное падение напряжения и время установления для источника питания;

e) коммутационное напряжение и коммутационный ток в соответствии с 4.14.2;

f) измеряемые сроки времени, их пределы и последовательность действий контакта; для переменного тока необходимо указать также точку(и) на волне;

g) дополнительные детали, требуемые согласно 14.2.4 и 4.14.2.5;

h) контакты, которые должны быть проверены;

i) разрывы времени должны игнорировать, если их предел составляет менее 10 мкс;

j) компоненты подавления помех на катушке или контакте, при необходимости.

**4.15 Климатические испытания/последовательность**

**4.15.1 Назначение**

Для того чтобы определить способность реле выдерживать определенные климатические условия испытаний или их последовательность, индивидуальные климатические испытания, описанные в 4.15.2—4.15.6, могут быть выполнены как отдельные испытания. Однако, когда требуется климатическая последовательность, эта последовательность должна быть такой, как специфицировано ниже, если производителем не предписано иным образом.

**4.15.2 Сухой нагрев**

4.15.2.1 Это испытание необходимо проводить в соответствии с тестом Ва или, если в отношении испытательных средств реле должно считаться существенно рассеивающим тепло образцом, — с тестом Вс IEC 60068-2-2.

4.15.2.2 Продолжительность нагрева должна составлять 16 ч. В течение последних 2 ч времени воздействия сухого тепла реле должно возбуждаться следующим образом:

a) для реле с непрерывным рабочим циклом напряжение катушки необходимо подавать непрерывно в течение 1 ч;

b) для реле с кратковременной и прерывающейся работой напряжение катушки необходимо подавать импульсами в соответствии с числом циклов за 1 ч и коэффициентом заполнения, как указано производителем;

c) контакты должны нагружать, как установлено.

4.15.2.3 Реле, находящиеся под воздействием сухого тепла, после двухчасового периода работы должны проходить функциональный тест в соответствии с предписанием.

**4.15.3 Влажное тепло, циклический, первый цикл**

4.15.3.1 Это испытание необходимо проводить в соответствии с предписанием.

4.15.3.2 Это испытание необходимо проводить в соответствии с тестом Db, вариант 2, IEC 60068-2-30 для одного цикла (12 + 12) ч.

4.15.3.3 После завершения цикла реле необходимо вынуть из камеры и подвергнуть установленным условиям восстановления.

4.15.3.4 После восстановления реле нужно немедленно подвергнуть испытанию холодом.

**4.15.4 Холод**

4.15.4.1 Это испытание необходимо проводить в соответствии с испытанием Аа (неожиданное изменение температуры) или испытанием Ab (постепенное изменение температуры), описанным в IEC 60068-2-1.

Длительность испытания должна составлять 2 ч.

4.15.4.2 В конце периода согласования технических условий и перед удалением из камеры реле должно возбуждаться в течение 100 циклов при значении напряжения катушки, как установлено.

4.15.4.3 В течение рабочих испытаний все контакты необходимо нагружать, как установлено. Функции контакта необходимо проверять в соответствии с указаниями.

**4.15.5 Низкое атмосферное давление**

4.15.5.1 Это испытание необходимо проводить в соответствии с испытанием М IEC 60068-2-13, и, если предписано, длительность периода должна составлять 30 мин при нормальной температуре окружающей среды.

4.15.5.2 В конце испытательного периода и до тех пор, пока реле находится при низком давлении, необходимо подавать напряжение испытания диэлектрической прочности, как установлено:

a) между двумя концами катушки, соединенными вместе (положительными), и всеми другими клеммами вместе с испытуемыми проводящими частями (отрицательными);

b) между клеммами разомкнутой цепи контакта; размыкающие контакты должны быть разомкнуты для этого испытания.

4.15.5.3 В течение испытания диэлектрической прочности не должно быть перекрытия изоляции или пробоя изоляции реле.

**4.15.6 Влажное тепло, циклический, все или остающиеся циклы**

4.15.6.1 Это испытание необходимо проводить при необходимости.

4.15.6.2 Это испытание необходимо проводить в соответствии с испытанием Db, вариант 2, IEC 60068-2-30. Число циклов должно быть таким, как установлено.

4.15.6.3 После завершения циклов реле необходимо вынимать из камеры и подвергать указанным условиям восстановления.

**4.15.7 Промежуточные измерения**

Если требуется, необходимо проводить промежуточные измерения, как установлено.

**4.15.8 Окончательные измерения**

4.15.8.1 После восстановления не менее чем через 1 ч и не более чем через 2 ч реле необходимо визуально проверять в соответствии с 4.6. Коррозия, шелушение, скалывание или механические повреждения, которые могли бы ухудшить работу, должны отсутствовать.

4.15.8.2 Сопротивление изоляции необходимо измерять в соответствии с 4.11. Допустимо уменьшение сопротивления изоляции до установленной величины.

4.15.8.3 Сопротивление цепи контакта должны измерять в соответствии с 4.12. Допустимо увеличение сопротивления цепи до установленной величины.

4.15.8.4 Если требуется, должны быть проведены другие окончательные измерения, как установлено.

**4.15.9 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) степень жесткости климатических условий и условий восстановления;

b) значение напряжения катушки, контактная нагрузка в течение воздействия сухого нагрева последние 2 ч;

c) детали функциональных испытаний после воздействия сухого нагрева;

d) определение необходимости проведения теста влажного нагрева, циклического, для первого цикла;

e) для испытаний холодом метод Aa или Ab;

f) значение напряжения катушки, нагрузка контакта после воздействия холода в течение 100 циклов и критерии для функции контакта, при необходимости;

g) требуется или нет воздействие низкого давления;

h) значение напряжения теста диэлектрической прочности в течение воздействия низкого давления;

i) определение необходимости проведения теста влажного нагрева, циклического, для всех или остающихся циклов;

j) допустимое ухудшение сопротивления изоляции;

k) допустимое увеличение сопротивления контактной цепи;

l) проверяемое механическое ухудшение;

m) длительность периода сухого нагрева, если отличается от 16 ч;

n) длительность периода воздействия холодом, если отличается от 2 ч;

o) длительность периода низкого атмосферного давления, если отличается от 30 мин;

p) температура для низкого атмосферного давления, если отличается от нормальной температуры окружающей среды;

q) другие окончательные измерения, при необходимости.

**4.16 Влажное тепло, установившееся состояние**

**4.16.1 Назначение**

Необходимо оценить приемлемость реле для использования и/или хранения в условиях высокой относительной влажности.

**4.16.2 Процедура**

Это испытание необходимо проводить в соответствии с испытанием Cab IEC 60068-2-78. В течение времени воздействия на реле половина от числа испытуемых образцов должна иметь потенциал (100 ± 10) В постоянного тока или, как предписано, подаваемого между двумя концами катушки, соединенными вместе (положительными), и всеми другими клеммами вместе с испытуемыми проводящими частями (отрицательными). При оценке приемлемости только для условий хранения отсутствует необходимость подавать напряжение.

В конце периода согласования технических условий реле необходимо вынимать из камеры и подвергать условиям восстановления, установленным производителем.

**4.16.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) жесткость условий (температура, относительная влажность и длительность), детали выбора условий и условия восстановления;

b) подаваемое напряжение, если иное, чем (100 ± 10) В постоянного тока;

c) окончательные измерения:

• визуальный осмотр, как установлено в 4.6. Коррозия, шелушение, скалывание или механические повреждения, которые могли бы ухудшить работу, должны отсутствовать,

• сопротивление изоляции, как установлено в 4.11, и степень допустимого уменьшения,

• сопротивление цепи контакта, как установлено в 4.12, и степень допустимого увеличения,

• другие окончательные измерения, при необходимости.

**4.17 Тепловое сопротивление катушки**

**4.17.1 Назначение**

Следует определить, будет ли тепловое сопротивление катушки реле в установленных пределах.

**4.17.2 Процедура**

Реле необходимо монтировать в соответствии с рекомендациями производителя. Реле должно возбуждаться последовательно четырьмя значениями, приблизительно поровну распределенными по всему его рабочему диапазону. Рост температуры необходимо определять для каждого из них, после того как будет достигнуто тепловое равновесие. Все измерения необходимо производить при постоянной температуре окружающей среды, и реле должно быть защищенным от разливов, солнечной радиации и т. п.

Рост температуры для катушек индуктивности, изготовленных из одного проводящего материала, вычисляют по формуле

$$\Delta t_w = \frac{R_w - R_a}{R_a}\left(t_a + \frac{1}{\alpha_0}\right)[\mathrm{K}],$$

где $\Delta t_w$ — средний рост температуры;

$R_w$ — сопротивление катушки при тепловом равновесии;

$R_a$ — сопротивление катушки при температуре окружающей среды;

$t_a$ — температура окружающей среды;

$\alpha_0$ — температурный коэффициент резистивности проводникового материала при 0 °С.

Эта формула верна и для диапазона температур от 0 °С до 120 °С.

Для меди

$$\alpha_0 = \frac{1}{234{,}5}\left[\mathrm{K}^{-1}\right].$$

Из роста температуры тепловое сопротивление находят по формуле

$$R_{th} = \frac{\Delta t_w}{P_w}[\mathrm{K/W}],$$

где $P_w$ — величина мощности, подаваемой на катушку индуктивности при тепловом равновесии.

Величина, сравниваемая с указанной величиной, является, если не предписано иным образом производителем, средним значением по результатам четырех измерений.

**4.17.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) монтаж реле;

b) величины возбуждения, если другие, а не четыре значения, равномерно распределенные по всему рабочему диапазону;

c) температурный коэффициент материала проводов в том случае, если это не электролитическая медь;

d) процедура оценки, если нужно иное, чем среднее значение по четырем измерениям;

e) пределы теплового сопротивления.

### 4.18 Нагревание

#### 4.18.1 Назначение

Нужно определить, что рост температуры данных частей реле не превышает указанных пределов.

#### 4.18.2 Процедура

Реле должно монтироваться и возбуждаться согласно изложенному выше, если не установлено иным образом.

Тест выполняют с тремя реле, установленными рядом в одном направлении (см. приложение А). Если образцы специально не спроектированы иным образом, их испытывают в горизонтальном положении с клеммами, направленными вниз. Расстояние монтажа должно быть указано производителем.

Винты и/или шайбы клемм затягивают с моментом, равным 2/3 указанного в IEC 60999-1.

В случае безвинтовых клемм нужно позаботиться о том, чтобы провода были правильно подогнаны к гнездам согласно IEC 60999-1.

Температура окружающей среды должна быть, как установлено, постоянной и в пределах ± 2 K.

Контакты необходимо нагружать током, как предусмотрено производителем для установки контакта, пока не будет достигнуто тепловое равновесие.

Катушка(и) должна(ы) возбуждаться:

- номинальным напряжением катушки, если не установлено иным образом,
- без напряжения катушки (например, при испытании бистабильных реле или размыкании контактов).

Реле необходимо устанавливать в достаточно большой термокамере без принудительной конвекции.

Образцы должны быть защищены от тяги воздуха и не подвергаться любому искусственному охлаждению.

В течение теста реле не должно влиять на предопределенную температуру окружающей среды термокамеры.

Рост температуры частей реле должен быть определен:

- для реле с непрерывной работой — после того как достигнуто тепловое равновесие;
- для реле с кратковременной или перемежающейся работой — при самой высокой температуре, достигнутой в течение такой работы.

Температуру катушки(ек) определяют методом сопротивления, и рост температуры вычисляют согласно следующей формуле:

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1}\,(234{,}5 + t_1) - (t_2 - t_1),$$

где $\Delta t$ — рост температуры;

$R_1$ — сопротивление в начале теста;

$R_2$ — сопротивление в конце теста;

$t_1$ — температура окружающей среды в начале теста;

$t_2$ — температура окружающей среды в конце теста.

Примечание — Величина 234,5 применима к электролитической меди (EC58). Для других материалов вместо нее используют соответствующие значения, которые указаны производителем.

Рост температуры других частей реле, как установлено, измеряют с тонкопроводными термопарами или эквивалентными датчиками, которые не оказывают значительного влияния на температуру, определяемую этими частями.

Для различных типов клемм применимы следующие системы испытаний:

- Паяные клеммы.

Электрические межсоединения между реле выполнены жесткими проводниками площадью поперечного сечения согласно таблице 2. Соединения реле с источниками напряжения или тока реализуют с помощью гибких проводников длиной 500 или 1400 мм и площадью поперечного сечения согласно таблице 2.

Таблица 2 — Площади поперечного сечения и длины проводников в зависимости от тока, текущего через клемму

| Ток, текущий через клемму А | | Жесткие и гибкие проводники | Гибкие проводники |
|---|---|---|---|
| Выше | Вплоть до и включая | Площадь поперечного сечения, мм$^2$ | Минимальная длина проводника для теста, мм |
| — | 3 | 0,5 | 500 |
| 3 | 6 | 0,75 | 500 |
| 6 | 10 | 1,0 | 500 |
| 10 | 16 | 1,5 | 500 |
| 16 | 25 | 2,5 | 500 |
| 25 | 32 | 4,0 | 500 |
| 32 | 40 | 6,0 | 1400 |
| 40 | 63 | 10,0 | 1400 |

- Плоские клеммы быстрого соединения.

Электрические соединения между реле, а также к источникам подачи напряжения или тока выполняют с использованием гнездовых соединителей типа «мама» (сделанных из никелированной стали) согласно IEC 61210 и гибких проводов длиной и поперечным сечением в соответствии с данными таблицы 2, которые паяют в гофрированном участке.

Примечание — Это предписание должно облегчить определение плоской быстро соединяющейся клеммы реле без значительного влияния ни от соединителя типа «мама», ни от качества гофрирования.

- Винтовые и безвинтовые клеммы.

Электрические соединения реле выполняют посредством жестких проводов с площадью поперечного сечения в соответствии с таблицей 2. Соединения реле с источником(ами) напряжения или тока реализуют с помощью гибких проводов длиной и площадью поперечного сечения в соответствии с таблицей 2.

- Альтернативные типы клемм.

Электрические соединения реле выполняют посредством жестких проводов площадью поперечного сечения в соответствии с таблицей 2. Соединения реле с источником(ами) напряжения или тока реализуют с помощью гибких проводов длиной и площадью поперечного сечения в соответствии с таблицей 2.

**4.18.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) монтаж реле;

b) значение и, если применимо, длительность возбуждения;

c) температурный коэффициент материала проводов, если он иной, чем электролитическая медь;

d) температура окружающей среды;

e) нагрузка контактов, если требуется;

f) пределы роста температуры для всех указанных частей реле.

## 4.19 Быстрое изменение температуры

**4.19.1 Назначение**

Определять способность реле выдерживать быстрые изменения температуры воздуха.

**4.19.2 Процедура**

Должно быть выполнено испытание в соответствии с тестом Na IEC 60068-2-14.

**4.19.3 Предписанные условия**

Условия, которые предписаны, следующие:

a) крайние значения температуры и длительность;

b) нагрузка контакта, если требуется;

c) окончательные измерения:

- визуальный осмотр, как установлено в 4.6; коррозия, шелушение, скалывание или механические повреждения, которые могли бы ухудшить работу, должны отсутствовать,
- сопротивление изоляции, как установлено в 4.11,
- сопротивление цепи контакта, как установлено в 4.12; сопротивление цепи контакта не должно превышать установленное первоначальное значение в два раза,
- другие окончательные измерения, при необходимости.

**4.20 Корпус**

**4.20.1 Назначение**

Следует определить эффективность корпуса реле как в отношении герметизации, так и защиты от попадания пыли.

**4.20.2 Герметизация**

4.20.2.1 Процедура

Процедура 1: Тест на погружение проводят в соответствии с испытанием Qc, метод 1 или 2, IEC 60068-2-17. Производителем может быть установлено время погружения менее 10 мин. Пузырьки не должны превышать пределов, приведенных в IEC 60068-2-17.

Процедура 2: Тест на обнаружение гелия выполняют в соответствии с испытанием Qk, метод 1 или 2, IEC 60068-2-17. Когда используют процедуру 2 и существование большой утечки нельзя исключить, следует перейти к процедуре 1.

Примечание — Скорость утечки гелия не равна скорости утечки газов, обычно используемых в герметичных реле.

Если временной интервал между герметизацией и испытанием составляет более 48 ч, реле должны подвергать воздействию гелиевой атмосферы при высоком давлении.

Разница давления и временной интервал должны быть такими, как предписано производителем.

После воздействия поглощенный гелий очищают с поверхности, как предписано производителем.

Скорость утечки не должна превышать величину, указанную производителем в соответствии с IEC 60068-2-17.

Процедура 3: Эту тестовую процедуру (рост давления) выполняют в соответствии с испытанием Qy IEC 60068-2-17.

4.20.2.2 Предписанные условия

Условия, которые будут предписаны, следующие:

a) процедура или последовательность процедур и их методов;

b) процедура 1: время погружения, если отличается от 10 мин;

c) процедура 2: жесткость теста, если отличается от 1000 ч;

d) абсолютное давление погружения, если требуется;

e) свободный внутренний объем V, см$^3$;

f) процедура 3: максимальная скорость утечки, или постоянная времени.

**4.20.3 Защита от пыли**

4.20.3.1 Процедура

Это испытание проводят в соответствии с испытанием La2 IEC 60068-2-68. Нерабочее реле устанавливают в испытательной камере, как предписано производителем. Давление воздуха в реле должно быть таким, как давление окружающего воздуха в испытательной камере (герметизации категории 2), если не предписано иным образом производителем. Реле должно быть обсыпано тальком (гидратированным силикатом магния) на 8 ч. После 2 ч периода восстановления при нормальных атмосферных условиях и после очистки (удаления пыли с внешней поверхности) функции реле не должны ухудшаться.

4.20.3.2 Специальные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) сокращение давления внутри реле, если требуется;

b) положение реле, если оно иное, чем нормальное рабочее положение;

c) окончательные измерения:

- функциональные испытания, как установлено в 4.13,
- диэлектрические испытания, как установлено в 4.9,
- любое другое измерение, если требуется.

**4.21 Внутренняя влага**

Это испытание применяют к реле RT III, RT IV и RT V.

**4.21.1 Назначение**

Нужно определить, оказывает ли внутренняя влага неблагоприятный эффект на некоторые свойства реле.

**4.21.2 Процедура**

Метод 1: Катушка реле должна возбуждаться, как предусмотрено производителем, после того как реле находилось при его максимальной номинальной рабочей температуре в течение 1 ч, а затем при минимальной рабочей температуре в течение еще 1 ч дополнительно. В конце низкотемпературного воздействия катушка должна быть обесточена или, для бистабильных реле, должно быть моментально подано номинальное напряжение отпускания. Следует проверить, что контакт(ы) переключился(ись).

Метод 2: Катушка реле должна возбуждаться при комнатной температуре и 140 %-ной ее номинальной величины возбуждения в течение 2,5 мин; сопротивление изоляции между всеми контактами и корпусом реле необходимо контролировать с интервалами 30 с. Полученные значения не должны быть ниже величины, предписанной производителем.

**4.21.3 Предписанные условия**

a) метод 1 или 2 или оба метода;

b) величина(ы) возбуждения;

c) метод 1:

1) максимальная и минимальная номинальные температуры срабатывания,

2) нагрузка контакта для проверки переключения;

d) метод 2: предельная величина сопротивления изоляции.

**4.22 Коррозийные атмосферы**

**4.22.1 Соляной туман**

4.22.1.1 Назначение

Оценка приемлемости реле для использования и/или хранения в насыщенной солью атмосфере.

4.22.1.2 Процедура

Тест проводят в соответствии с испытанием Ка IEC 60068-2-11. После завершения периода воздействия реле нужно удалить из камеры и подвергнуть условиям восстановления, предписанным производителем.

4.22.1.3 Специальные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) условия восстановления;

b) окончательные измерения:

- визуальный осмотр, как установлено в 4.6; коррозия, шелушение, скалывание или механические повреждения, которые могли бы ухудшить работу, должны отсутствовать,

- сопротивление изоляции, как установлено в 4.11. Применяют первоначальный предел.

**4.22.2 Загрязненные атмосферы**

4.22.2.1 Назначение

Оценка сопротивления реле воздействию атмосфер, загрязненных двуокисью серы или сульфидом водорода.

4.22.2.2 Процедура

Испытание выполняют для двуокиси серы в соответствии с тестом Кс IEC 60068-2-42 и/или для сульфида водорода в соответствии с тестом Kd IEC 60068-2-43. Не должно быть никакого предварительного выбора условий, если не установлено иным образом. Должна быть измерена первоначальная величина сопротивления контактной цепи всех контактов реле. Затем невозбужденное реле (без электрической нагрузки на контактах) помещают в тестовую камеру и держат в загрязненной атмосфере в течение времени, указанного производителем. После восстановления, составляющего не более 24 ч, измеряют сопротивление контактной цепи всех контактов. Его значение не должно вдвое превышать первоначальное значение.

4.22.2.3 Специальные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) тест Кс, или Kd, или оба теста;

b) выбор предварительных условий, только если требуется;

c) первоначальное(ые) значение(я) сопротивления контактной цепи, как установлено в 4.12;

d) длительность испытания (выбор из 4, 10 или 21 дня);

e) окончательные измерения:

- сопротивление цепи контакта, как установлено в 4.12; сопротивление цепи контакта не должно превышать в два раза установленное первоначальное значение,
- любые другие окончательные измерения, при необходимости.

### 4.23 Образование плесени

#### 4.23.1 Назначение

Оценка возможности образования плесени в реле или влияние роста плесени на функционирование реле.

#### 4.23.2 Процедура

Испытание проводят в соответствии с испытанием J IEC 60068-2-10. Длительность испытаний устанавливает производитель.

#### 4.23.3 Специальные условия

В соответствии с перечислениями a)—h) 13 IEC 60068-2-10.

### 4.24 Прочность клемм

#### 4.24.1 Назначение

Определение способности клемм выдерживать прямое осевое вытягивание, сгибание или скручивание и гаек, и клемм с резьбой, а также выдерживать механические нагрузки, испытуемые ими при обычных операциях сборки.

#### 4.24.2 Процедура

Клеммы тестируют, как указано в IEC 60068-2-21 [см. тесты $Ua_1$ $Ua_2$, Ub, Uc, Ud или Ue (для SMD-клемм)].

Винтовые и безвинтовые клеммы испытывают в соответствии с IEC 60999-1; плоские быстро соединяющиеся клеммы испытывают согласно IEC 61210.

Испытывают как минимум три клеммы.

#### 4.24.3 Специальные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) применимые тесты IEC 60068-2-21, или IEC 60999-1, или IEC 61210 и соответствующие нагрузки;

b) число испытуемых клемм, если оно отлично от трех.

Окончательные измерения:

- визуальный осмотр в соответствии с 4.6,
- сопротивление катушки согласно 4.8.1,
- сопротивление контактной цепи согласно 4.12,
- другие окончательные измерения, при необходимости.

### 4.25 Пайка

Это испытание применимо только к реле с паяными клеммами.

#### 4.25.1 Назначение

Определение способности клемм реле смачиваться припоем и/или выдерживать нагревание при пайке.

#### 4.25.2 Процедура

Перед испытаниями клеммы печатных схем оснащают термоэкраном толщиной (1,5 ± 0,5) мм и размещают под нижней частью этого экрана.

Тест 1: Паяемость (за исключением американского военного стандарта SMD). Испытание проводят в соответствии с условиями паяемости, описанными в методах 1, 2 или 3, применимых к тесту Ta IEC 60068-2-20.

Тест 2: Теплостойкость при пайке (за исключением американского военного стандарта SMD). Испытание проводят в соответствии с условиями теплостойкости при пайке согласно тесту Tb IEC 60068-2-20.

Тест 3: Паяемость — клеммы, смонтированные на поверхности. Тест проводят в соответствии с методами смачивания, описанными в IEC 60068-2-58.

Тест 4: Теплостойкость при пайке клемм, смонтированных на поверхности. Тест проводят в соответствии с методами, описанными в IEC 60068-2-58.

**4.25.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) тест 1 или 2 (или оба) либо тест 3 или 4 (или оба) соответственно и методы в любом из них; жесткость (длительность и температуры) и другие детали этих методов;

b) тест 1 и 3: процедуры старения/выбора предварительных условий, если требуется;

c) число проверяемых клемм;

d) окончательные измерения:

- визуальный осмотр, как установлено в 4.6 для теста 1, путем изучения смачивания припоем; или как установлено (для американского военного стандарта SMD) в приложении A IEC 60068-2-58 соответственно,
- сопротивление катушки, как установлено в 4.8.1,
- тест герметизации для герметизированных реле (от RT III до RT V),
- другие окончательные измерения, если необходимо.

**4.26 Удар**

**4.26.1 Назначение**

Необходимо доказать способность реле функционировать в течение и/или после неповторяющихся ударов, встречающихся при эксплуатации или в течение транспортировки.

**4.26.2 Процедура**

Тест проводят в соответствии с испытанием Ea IEC 60068-2-27.

4.26.2.1 Метод 1: Способность функционировать в течение ударов. В ходе этого теста реле подвергают одной серии ударов, будучи в его рабочем состоянии (в случае моностабильных реле, возбуждаемых номинальным напряжением катушки, если не установлено иным образом), и еще одной серии, будучи в его состоянии отпускания/возврата. Обе серии ударов выполняют в обоих направлениях каждой из трех взаимно перпендикулярных осей.

В течение испытания необходимо контролировать действие контакта. Открытие или закрытие любой замкнутой либо разомкнутой контактной цепи соответственно не должно превышать 10 мкс, если не установлено другое значение, как во время пребывания реле в рабочем состоянии, так и в состоянии отпускания.

Нагрузка контакта должна быть такой, как предписано.

4.26.2.2 Метод 2: Способность функционировать после ударов. В ходе этого теста реле подвергают серии ударов в обоих направлениях каждой из трех взаимно перпендикулярных осей. Реле не должно возбуждаться, и контакты не должны контролироваться.

**4.26.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) метод 1 или 2;

b) форму импульса, пиковое ускорение и длительность следует выбирать из таблицы 1 IEC 60068-2-27, с полусинусоидальной волной длительностью 11 мкс;

c) число ударов, если оно отличается от приведенного в IEC 60068-2-27;

d) метод монтажа реле прямо на вибростенде в соответствии с предписанием производителя;

e) допустимая длительность размыкания и замыкания, если она иная, чем 10 мкс, и детали мониторингового устройства;

f) метод 1:

- величина возбуждения, предпочтительно нижний предел рабочего диапазона (для моностабильных и бистабильных реле),
- нагрузка контакта;

g) окончательные измерения:

- визуальный осмотр, как установлено в 4.6,
- функциональное испытание в соответствии с 4.13,
- метод 1: сопротивление контактной цепи согласно 4.12: первоначальное значение,
- метод 2: сопротивление контактной цепи согласно 4.12. Сопротивление не должно превышать первоначально установленное значение в два раза,
- другие окончательные измерения, если требуется.

### 4.27 Толчок

#### 4.27.1 Назначение

Необходимо доказать способность реле функционировать в течение и/или после повторяющихся толчков, встречающихся в ходе эксплуатации или транспортирования.

#### 4.27.2 Процедура

Испытание проводят в соответствии с тестом Eb IEC 60068-2-29 при пиковом ускорении, как установлено.

Метод 1: Способность функционировать в течение толчков. В течение этого теста реле подвергают половине от общего числа толчков, будучи в его рабочем состоянии (в случае моностабильных реле, возбуждаемых при номинальном напряжении катушки, если не установлено иным образом), и другой половине общего числа толчков, будучи в его состоянии отпускания/возврата. Обе серии тестов выполняют в обоих направлениях каждой из трех взаимно перпендикулярных осей.

В течение испытания необходимо контролировать действие контакта. Открытие или закрытие любой замкнутой либо разомкнутой контактной цепи соответственно не должно превышать 10 мкс, если не установлено другое значение, как для пребывания реле в рабочем состоянии, так и в состоянии отпускания.

Нагрузка контакта должна соответствовать предписанию.

Метод 2: Способность функционировать после толчков. В ходе этого теста реле подвергают требуемому числу толчков в обоих направлениях каждой из трех взаимно перпендикулярных осей. Реле не должно возбуждаться, и контакты не должны контролироваться.

#### 4.27.3 Специальные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) метод 1 или 2;

b) пиковое ускорение и число толчков;

c) метод монтажа реле прямо на вибростенде согласно предписанию производителя;

d) допустимая длительность размыкания и замыкания, если она иная, чем 10 мкс, и детали мониторингового устройства;

e) метод 1:

- величина возбуждения, предпочтительно нижний предел рабочего диапазона (для моностабильных и бистабильных реле),
- нагрузка контакта;

f) окончательные измерения:

- визуальный осмотр, как установлено в 4.6,
- функциональное испытание, как установлено в 4.13,
- метод 1: сопротивление контактной цепи, как установлено в 4.12: первоначальное значение,
- метод 2: сопротивление контактной цепи, как установлено в 4.12. Сопротивление не должно превышать первоначально установленное значение в два раза,
- другие окончательные измерения, если требуется.

### 4.28 Вибрация

#### 4.28.1 Назначение

Необходимо доказать способность реле выдерживать условия вибрации, встречающиеся в ходе эксплуатации или транспортирования.

#### 4.28.2 Процедура

4.28.2.1 Процедура 1: Синусоидальная вибрация. Это испытание проводят в соответствии с тестом Fc IEC 60068-2-6. Следует руководствоваться подразделом 8.1 (исследование реакции на вибрацию), за которым следует пункт 8.2.1 (способность переносить качание частоты).

4.28.2.2 Процедура 2: Вибрация, широкополосная случайная (цифровой контроль). Это испытание проводят в соответствии с тестом Fh IEC 60068-2-64, если только производителем не установлена другая процедура, обеспечивающая эквивалентную воспроизводимость.

4.28.2.3 В течение вибрации реле должно быть попеременно в его рабочем состоянии (в случае моностабильных реле, возбуждаемых номинальным напряжением катушки, если только не установлено иным образом) и в его состоянии отпускания/возврата в исходное состояние, причем изменение состояния синхронизируется с завершением каждого цикла развертки частоты вибрации.

В течение этого теста нужно позаботиться о том, чтобы паразитное электромагнитное поле не влияло на реле.

В течение испытаний действие контакта необходимо контролировать. Открытие или закрытие любой замкнутой либо разомкнутой контактной цепи соответственно не должно превышать 10 мкс, если не установлено другое значение, как во время пребывания реле в рабочем состоянии, так и в состоянии отпускания/возврата в исходное состояние.

Реле подвергают вибрации по каждой из трех взаимно перпендикулярных осей.

Нагрузка контактов должна соответствовать указаниям.

**4.28.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) амплитуда или уровень ускорения для процедуры 1; уровень спектральной плотности ускорения и форма кривой и другие характеристики, приведенные в статье 11 IEC 60068-2-64 для процедуры 2; длительность и диапазон частот;

b) энергия возбуждения, предпочтительно нижний уровень рабочего диапазона (для моностабильных и бистабильных реле);

c) метод монтажа реле прямо на вибростенде, как предписано производителем;

d) допустимая длительность размыкания и замыкания, если она иная, чем 10 мкс, и детали мониторинга;

e) нагрузка контакта;

f) окончательные измерения:

- визуальный осмотр, как установлено в 4.6,
- функциональное испытание в соответствии с 4.13,
- сопротивление изоляции, как указано в 4.11,
- сопротивление контактной цепи, как установлено в 4.12; сопротивление не должно превышать первоначально установленное значение в два раза,
- другие окончательные измерения, если требуется;

g) иная процедура, чем процедура испытаний 1 и/или процедура 2, указанная в 4.28.2, и требуемые детали.

**4.29 Ускорение**

**4.29.1 Назначение**

Доказать способность реле функционировать во время и/или после воздействия на него сил, вызванных средой постоянного ускорения (например, движущимися машинами, самолетами и снарядами).

**4.29.2 Процедура**

Это испытание проводят в соответствии с тестом Ga IEC 60068-2-7.

4.29.2.1 Метод 1: Способность функционировать во время ускорения. В течение этого теста реле должно находиться в рабочем состоянии (в случае моностабильных реле, возбуждаемых при номинальном напряжении катушки, если не установлено иным образом) 50 % времени воздействия. В течение остальных 50 % времени воздействия реле должно быть в состоянии отпускания/возврата. Оба воздействия выполняют в обоих направлениях каждой из трех взаимно перпендикулярных осей.

В течение испытания нужно контролировать действие контакта. Открытие или закрытие любой замкнутой либо разомкнутой контактной цепи соответственно не должно превышать 10 мкс, если не установлено другое значение, как во время пребывания реле в рабочем состоянии, так и в состоянии отпускания.

Нагрузка контакта должна соответствовать указаниям.

4.29.2.2 Метод 2: Способность функционировать после ускорения. В ходе этого теста реле подвергают требуемому ускорению в обоих направлениях каждой из трех взаимно перпендикулярных осей. Реле не должно возбуждаться, и контакты не должны контролироваться.

**4.29.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) метод 1 или 2;

b) ускорение и длительность, если последняя является иной, чем 10 с;

c) метод монтажа реле прямо на вибростенде согласно предписанию производителя;

d) допустимое время размыкания и замыкания, если иное, чем 10 мкс, и детали мониторингового устройства;

e) метод 1:

- величина возбуждения, предпочтительно нижний предел рабочего диапазона (для моностабильных и бистабильных реле),
- нагрузка контакта;

f) окончательные измерения:

- визуальный осмотр, как установлено в 4.6,
- функциональное испытание, как установлено в 4.13,
- метод 1: сопротивление контактной цепи, как установлено в 4.12: первоначальное значение,
- метод 2: сопротивление контактной цепи, как установлено в 4.12. Сопротивление не должно превышать первоначально установленное значение в два раза,
- другие окончательные измерения, при необходимости.

### 4.30 Электрическая долговечность

#### 4.30.1 Назначение

Проверка действия реле в рабочих условиях и за число циклов, указанное производителем.

Примечание — В отношении получения и оценки данных надежности для реле дается ссылка на IEC 61810-2.

#### 4.30.2 Процедура

Испытание выполняют при каждой нагрузке контакта и каждом материале контакта, как предусмотрено производителем.

Реле монтируют в манере, предназначенной для нормальной эксплуатации: в частности, реле для монтажа на печатных схемах испытывают в горизонтальном положении, если не установлено иным образом.

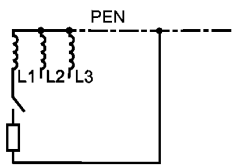
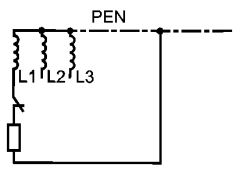
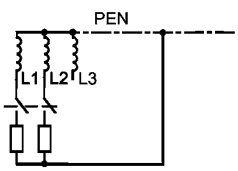
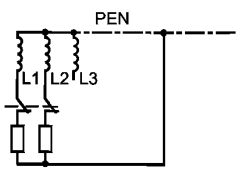
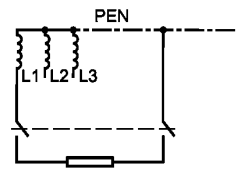
Все специальные устройства (например, цепи защиты и подавления помех), которые составляют часть реле или указаны производителем как необходимые для особых нагрузок реле, должны функционировать во время испытаний.

При необходимости любые проверяемые металлические части реле (за исключением контактных частей) подсоединяют к отрицательной и/или нейтральной точке источника питания или заземляют через предохранитель, выбранный в соответствии с рекомендациями производителя. Предохранитель должен быть включен во время испытания.

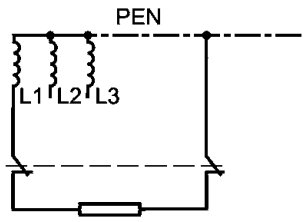
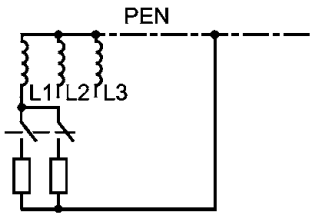
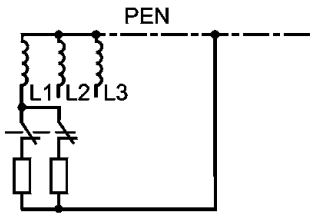
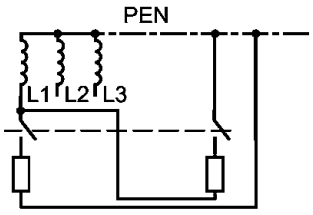
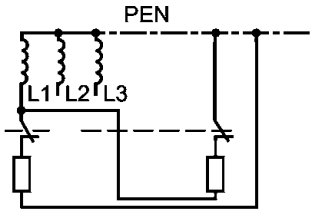
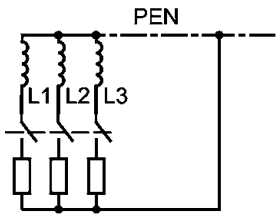
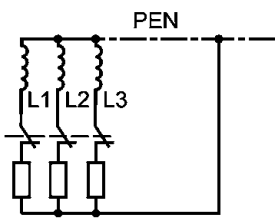
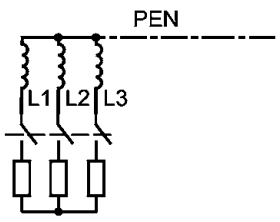
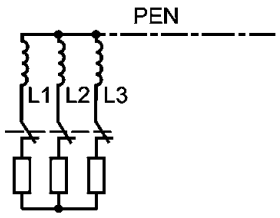
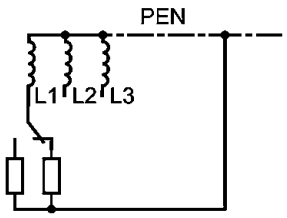
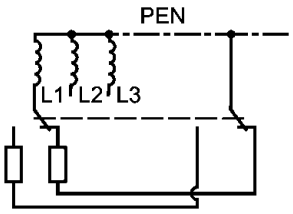
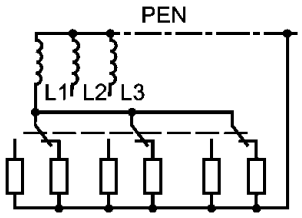
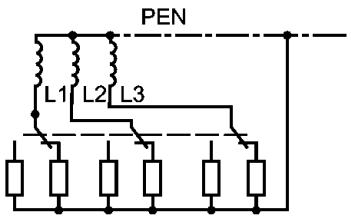
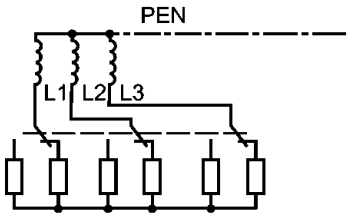
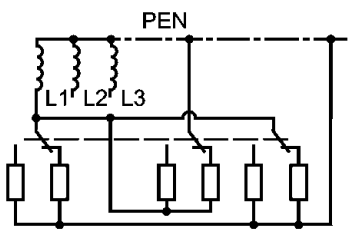
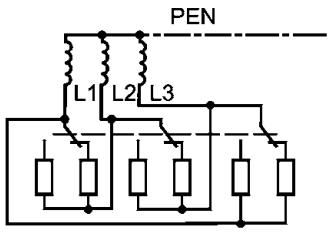
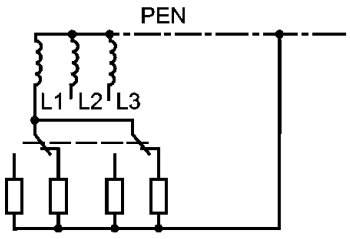
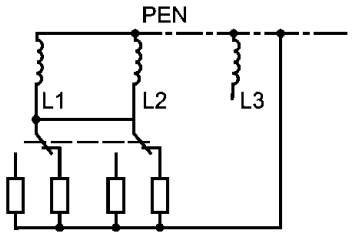
Реле должно возбуждаться при номинальном напряжении катушки или при любом подходящем значении рабочего диапазона. Тест проводят в условиях окружающей среды, указанных производителем. Если не указано иным образом, коммутационное действие не должно быть синхронным с источником нагрузки цепи, если это переменный ток. Частота операций и рабочий цикл должны быть соответствующими.

Контакты подсоединяют к нагрузке (см. таблицу 3), как указано производителем. Если производитель не указал иным образом, любую нагрузку подают как на сторону замыкания, так и размыкания переключающего контакта. Нагрузка контакта может быть резистивной, индуктивной, емкостной, кабельной, ламповой или моторной нагрузкой — постоянного тока или переменного тока, предпочтительно с частотой 50 или 60 Гц.

Таблица 3 — Схемы для подачи нагрузки на контакты

| | | |
|---|---|---|
| *a*   | *b*   | |
| *c*   | *d*   | *e*   |

*Окончание таблицы 3*

| | | |
|---|---|---|
| *f*   | *g*   | *h*   |
| *i*   | *j*   | |
| *k*   | *l*   | *m*   |
| *n*   | | |
| *o*   | *p*   | *q*   |
| *r*   | *s*   | *t*   |
| *u*   | *v*   | *w*   |

*a*—*b* — однополюсные контакты; *c*—*j* — двухполюсные контакты; *k*—*n* — многополюсные контакты; *o*—*w* — перекидные контакты

Реле подвергают тестированию за указанное число циклов, и работу контакта необходимо непрерывно контролировать следующим образом.

В течение испытания необходимо контролировать действия контакта, для того чтобы обнаруживать неспособность размыкания и замыкания, а также непреднамеренное шунтирование (одновременное закрытие замыкающей и размыкающей стороны переключающего контакта). Вре́менная неисправность должна быть устранена в течение испытания на самом последнем после одного дополнительного цикла возбуждения без какого-либо внешнего влияния или согласно предписанию производителя.

Установлены три уровня жесткости испытаний:

- жесткость А: Первая обнаруженная неисправность работы определена как отказ;
- жесткость В: Шестая обнаруженная неисправность или две последовательные неисправности определены как отказ;
- жесткость С: Как предусмотрено производителем.

Если применимые критерии отказа не удовлетворяются, значит, реле не прошло тест на долговечность.

При этом используют схему испытаний, описанную в приложении С, если производителем не установлено иное.

Реле, оснащенные дополнительным элементом активации для ручной работы (например, нажимной кнопкой), тестируют соответствующим образом, для того чтобы проверить способность реле правильно включать и выключать максимальный номинальный ток коммутации с соответствующим напряжением для числа ручных операций согласно временной диаграмме, установленной производителем.

**4.30.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) тип реле и материал контакта;

b) общее число циклов или длительность теста для каждого контакта и числа контактов, которые необходимо испытывать одновременно;

c) уровень жесткости испытаний;

d) условия окружающей среды (в частности, ее температура);

e) величина возбуждения и, при необходимости, частота;

f) частота операций (число циклов в час) и коэффициент заполнения;

g) средства защиты и подавления помех, если требуется;

h) детали схемы испытаний или аппаратуры проверки, адаптеров и т. д., при необходимости, и номинал предохранителя;

i) нагрузка (см. приложение С или приложение D);

j) окончательные измерения:

- диэлектрический тест, как установлено в 4.9, с 75 % установленного первоначального значения для нового условия;
- любые другие измерения, как предусмотрено производителем.

Если не применима ни одна из этих схем, производитель должен указать подходящую.

**4.31 Механическая долговечность**

**4.31.1 Назначение**

Оценка механических характеристик реле при номинальных условиях возбуждения за расширенное число циклов.

**4.31.2 Процедура**

Реле должно возбуждаться при номинальном напряжении катушки или иным образом, и тест необходимо проводить при комнатной температуре окружающей среды. Коммутационное действие не должно быть синхронным с источником питания схемы монитора, если это переменный ток. Частота операций должна быть такой, как установлено; однако реле должно достигать как рабочего состояния, так и состояния отпускания/возврата в исходное положение за один цикл.

Метод 1: Непрерывная проверка. Механические операции реле необходимо контролировать электрическим способом, причем все контакты одного типа реле соединяют параллельно, используя нагрузку контакта, как установлено. Выбранная контактная нагрузка должна обеспечить надежный мониторинг выполняемых циклов, не вызывая такого уровня износа контактных точек, который мог бы аннулировать

результаты испытания. В любое время при испытании общее число неисправностей должно быть не больше, чем установлено производителем.

Метод 2: Вспомогательные проверки, предписанные производителем. Если не установлено иным образом, после 20 % установленной механической прочности должны проводить промежуточные измерения.

Метод 3: Окончательная проверка. После установленной механической прочности необходимо проводить окончательные измерения согласно 4.31.3.

**4.31.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) метод 1, 2 или 3;

b) значение возбуждения;

c) напряжение и ток мониторинга;

d) число циклов в час и коэффициент заполнения;

e) общее число циклов или длительность теста для каждого контакта и числа контактов, испытуемых одновременно или нет;

f) метод 1: допустимое число неисправностей;

g) метод 2: испытания, выполняемые в течение промежуточной проверки, и требуемые результаты;

h) окончательные измерения:

- выполнение десяти рабочих циклов при номинальном напряжении катушки или при нижнем пределе рабочего диапазона; размыкание и замыкание контактов необходимо контролировать,
- любые другие измерения, при необходимости.

**4.32 Теплостойкость**

**4.32.1 Назначение**

Оценка воздействия высокотемпературных условий на реле, когда оно возбуждается в течение длительных периодов.

**4.32.2 Процедура**

Испытание проводят при верхнем значении диапазона рабочих температур, когда реле возбуждается, как установлено, и со всеми контактами, несущими свой предельный непрерывный ток (при максимальной нагрузке группы контактов).

**4.32.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) метод монтажа и тип используемых гнезд (если применимо);

b) длительность (минимум 1000 ч);

c) температура окружающей среды;

d) величина возбуждения;

e) промежуточные измерения, как установлено;

f) окончательные измерения:

- функциональные испытания, как установлено в 4.13,
- другие окончательные измерения, при необходимости.

**4.33 Предельный непрерывный ток**

**4.33.1 Назначение**

Оценка приемлемости контактов для пропускания предельного непрерывного тока.

**4.33.2 Процедура**

Гнезда реле соединяют в соответствии с 4.18.

Катушка(и) должна(ы) возбуждаться ее номинальным напряжением, если не установлено иным образом (испытание в рабочем состоянии), и не возбуждаться (испытание в состоянии отпускания/возврата в исходное состояние).

Контакты должны нагружаться током, как предусмотрено производителем для группы контактов, до тех пор, пока не будет достигнуто тепловое равновесие.

После этого реле должно выполнить десять рабочих циклов при номинальном напряжении катушки; если не установлено иным образом, размыкание и замыкание контакта необходимо контролировать.

**4.33.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) значение возбуждения;

b) предельный непрерывный ток для соединения контактов;

c) предельный непрерывный ток для разъединения контактов.

**4.34 Перегрузка (цепи контакта)**

**4.34.1 Назначение**

Оценка характеристики реле в том случае, когда на него воздействуют условия отказа.

**4.34.2 Процедура**

В течение испытаний монтажная лицевая часть реле и любые открытые металлические части подсоединяют к отрицательной и/или нейтральной точке источника питания или заземляют через предохранитель, рассчитанный на 5 % максимального коммутационного тока, или 500 мА, в зависимости от того, что больше, если не установлено иным образом.

Число циклов должно составлять 50 ± 2 для нагрузок постоянного тока и 50 ± 2 для нагрузок переменного тока, если не установлено иным образом.

4.34.2.1 Нагрузки постоянного тока: катушка реле должна возбуждаться, как установлено, и подвергаться соответствующему числу циклов, указанному производителем, при номинальной частоте работы и коэффициенте заполнения, с коммутацией контактов, превышающей в два раза показатель их максимального номинального тока для резистивной нагрузки при максимальном номинальном напряжении, если не установлено иным образом.

4.34.2.2 Нагрузки переменного тока: катушка реле должна возбуждаться, как установлено, и подвергаться соответствующему числу циклов, указанному производителем, при номинальной частоте работы и коэффициенте заполнения, с коммутацией контактов, превышающей в два раза показатель их максимального номинального тока для индуктивной нагрузки при номинальном напряжении, если не установлено иным образом.

4.34.2.3 Реле должны соединять и разъединять вышеуказанные нагрузки, и предохранитель не должен перегорать.

**4.34.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) метод монтажа;

b) величина возбуждения, частота операций и коэффициент заполнения;

c) коммутационный ток (состояние отказа), если он иной, чем максимальный номинальный ток; коэффициент мощности (cos φ), постоянная времени ($L/R$) и детали тестового тока;

d) общее число циклов, если оно иное, чем 50 циклов;

e) любые конкретные рабочие условия, позволяющие реле обеспечивать свои характеристики, объявленные производителем, и число контактов, на которые одновременно подают нагрузку;

f) номинал предохранителя, если он иной, чем 5 % или 100 мА.

**4.35 Перенос нагрузки**

**4.35.1 Назначение**

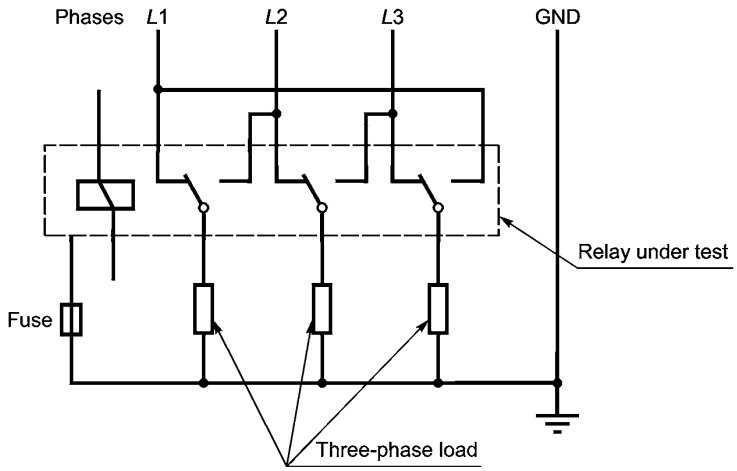
Следует проверить, что реле с двумя или более перекидными контактами способно переключить системы с двумя фазами или более с одного источника питания на другой.

**4.35.2 Процедура**

Реле должно быть присоединено к подходящей испытательной схеме (например, для трехфазовых систем, показанных на рисунке 10), причем напряжение, частота и нагрузка являются такими, как предписано производителем. В течение испытания реле, монтажные части и любые открытые проводящие части должны быть подсоединены к общей точке нагрузки через предохранитель, рассчитанный на 5 % номинального тока нагрузки или 100 мА, в зависимости от того, что больше, если не установлено иным образом.

Реле должно возбуждаться, как установлено, и работать на частоте операции и для числа циклов, указанного производителем. Непрерывный мониторинг используют для обнаружения искрения между фазами и контактной сварки. Предохранитель не должен перегорать в течение испытания.

Если не установлено иным образом, реле должно быть (5 ± 1) с в рабочем состоянии и (5 ± 1) с в состоянии отпускания/возврата для каждого цикла.




Трехфазная нагрузка

Рисунок 10 — Тестовая схема для переноса нагрузки

**4.35.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) значение возбуждения;

b) напряжение и частота многофазовой системы;

c) параметры нагрузки;

d) номинал предохранителя, если он иной, чем 5 % или 100 мА;

e) частота операций, число циклов и сроки, если другие, чем (5 ± 1) с;

f) окончательные измерения:

- тест диэлектрической проницаемости, как установлено в 4.9,
- сопротивление изоляции, как установлено в 4.11,
- сопротивление контактной цепи, как установлено в 4.12.

**4.36 Электромагнитная совместимость**

Электромагнитные элементарные реле являются компонентами, предназначенными для включения в аппаратуру. Поэтому требования и тесты по электромагнитной совместимости применимы только к полной аппаратуре.

Примечание — Это согласуется с Европейской директивой 89/336/EEC.

**4.37 Магнитные помехи**

**4.37.1 Назначение**

Следует проверить, что значения функциональных характеристик реле остаются в установленных пределах, когда реле подвергается воздействию эффектов внешней магнитной индукции.

**4.37.2 Процедура**

Метод 1: Реле монтируют с помощью немагнитного крепления в центральном объеме тестовой катушки. Ось максимальной чувствительности реле должна выравниваться вдоль продольной оси тестовой катушки. Необходимо измерять величины срабатывания и отпускания в исходное положение, как установлено в 4.13, в нулевом магнитном поле в воздухе, а также:

- для магнитно-экранированных реле — в $8 \cdot 10^3$ А/м;
- для всех других реле — в $0{,}8 \cdot 10^3$ А/м, в магнитном поле обеих полярностей.

Метод 2: Испытуемое реле и восемь подобных реле монтируют с помощью немагнитного крепления с одинаковым направлением магнитного поля, как показано на рисунке 11, если производителем не установлено иное. Значения срабатывания и отпускания испытуемого реле необходимо измерять, как установлено в 4.13, с катушками восьми других реле, возбуждаемых номинальным напряжением, и с невозбуждаемыми катушками. Магнитная полярность такого реле должна быть ориентирована аналогичным образом.

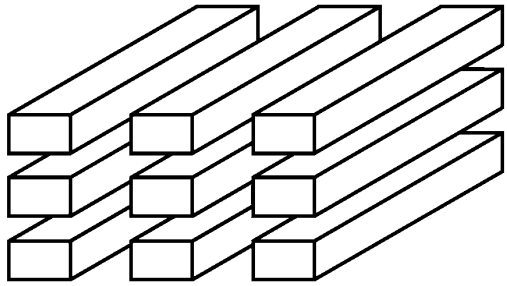
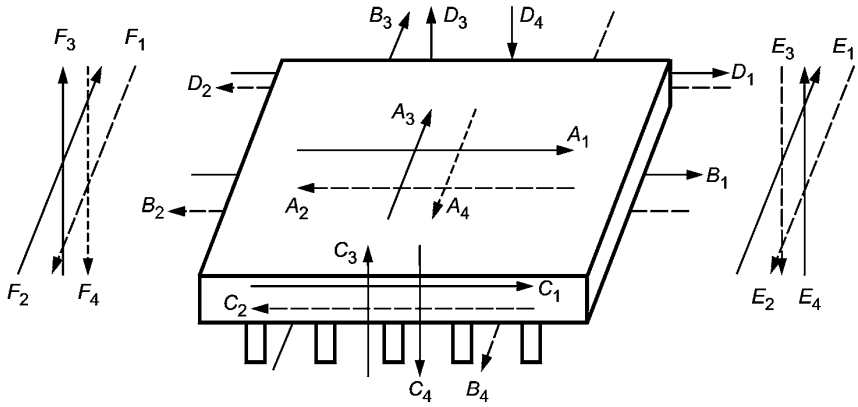


Рисунок 11 — Матрица монтажа для соседних сходных реле

Метод 3: Испытуемое реле монтируют с помощью немагнитного крепления. Проводниковую проволоку диаметром 0,5 мм помещают на поверхности тестового реле в 24 направлениях, как показано на рисунке 12. Один токовый импульс должен подаваться в каждом из этих направлений. Значения срабатывания и отпускания испытуемого реле измеряют, как установлено в 4.13, в каждой из позиций проволоки после соответствующего импульса тока. Используют следующий токовый импульс, если производителем не установлено иное:

- форма импульса: в соответствии с импульсами напряжения, как установлено в 4.10;
- тестовый ток: 1 кА.




Направления тестового тока с $A_1$ по $F_4$

Рисунок 12 — Направления тестового тока для испытания магнитных помех, метод 3

**4.37.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) метод 1, 2 или 3;

b) метод 1: размеры испытуемой катушки индуктивности;

c) метод 2: структура магнитной решетки;

d) метод 3:

- число токовых импульсов и их частота, если больше одного импульса,
- форма импульса;

e) любые особые процедуры, если вышеприведенные не применимы;

f) допустимые пределы величин срабатывания и отпускания/возврата в исходное положение.

**4.38 Перекрестные помехи и вносимые потери**

В настоящее время не предъявляется никаких требований.

**4.39 Шум электрических контактов**

**4.39.1 Назначение**

Необходимо проверить, что электрические шумы, создаваемые контактами реле в цепи, не превышают установленные пределы согласно специфицированным условиям.

**4.39.2 Процедура**

Реле возбуждается величиной(ами), как предусмотрено производителем. Реле подвергается воздействию ударов и вибрации только в случае особой необходимости. Контакт реле находится в цепи, образованной резистором(ами) и источником подачи напряжения, как установлено. Шумы на контакте реле или в сопротивлении измеряют с помощью осциллографа или измерителя уровня шумов, с или без вставленного фильтра, как предписано производителем.

**4.39.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) величина(ы) возбуждения;

b) параметры ударов и вибрации, при необходимости;

c) испытательная схема;

d) измерительная аппаратура;

e) пределы напряжения шумов.

**4.40 Термоэлектрическая ЭДС**

**4.40.1 Назначение**

Необходимо проверить, что ЭДС, создаваемая контактами реле, подвергающимися воздействию повышенных температур, не превышает установленных значений.

**4.40.2 Процедура**

Клеммы замыкающего контакта не паяют до оголенных медных проводов. Оголенные медные провода следует присоединять к измерительной аппаратуре при комнатной температуре. Реле должно быть в пределах ± 5 К от максимальной возможной рабочей температуры. Катушка должна возбуждаться при номинальном напряжении. После того как достигнуто тепловое равновесие или через 4 ч, в зависимости от того, что наступит ранее, необходимо измерить напряжение на оголенных медных проводах.

**4.40.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) метод и материал для пайки;

b) температура окружающей среды в тестовой камере;

c) пределы ЭДС.

**4.41 Емкость**

**4.41.1 Назначение**

Следует проверить, что емкости, создаваемые частями реле, не превышают установленных значений.

**4.41.2 Процедура**

Емкости измеряют с помощью измерительного моста на частоте 1 кГц и при напряжении не выше 10 В, если производителем не установлено иное.

**4.41.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) частота и напряжение измерений, если они иные, чем 1 кГц и 10 В;

b) точки измерения(й) и точки заземления;

c) предельная величина(ы) емкостей.

**4.42 Залипание контактов (задержанное отпускание)**

**4.42.1 Назначение**

Следует проверить, что контакты реле не задерживают размыкание реле в течение установленного времени вследствие, например, эффектов остаточной намагниченности, химических эффектов или высокой температуры.

**4.42.2 Процедура**

Реле должно возбуждаться 24 ч при верхнем пределе его рабочего диапазона, начиная с комнатной температуры.

В течение 1 ч после начала температура должна повыситься и поддерживаться в оставшееся время при максимальной рабочей температуре. На контакты не должны подавать никакую нагрузку. В конце

этого периода катушка должна быть обесточена и должно быть измерено время отпускания реле согласно 4.14.

**4.42.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) верхний предел рабочего диапазона;

b) предел времени отпускания;

c) максимальная рабочая температура.

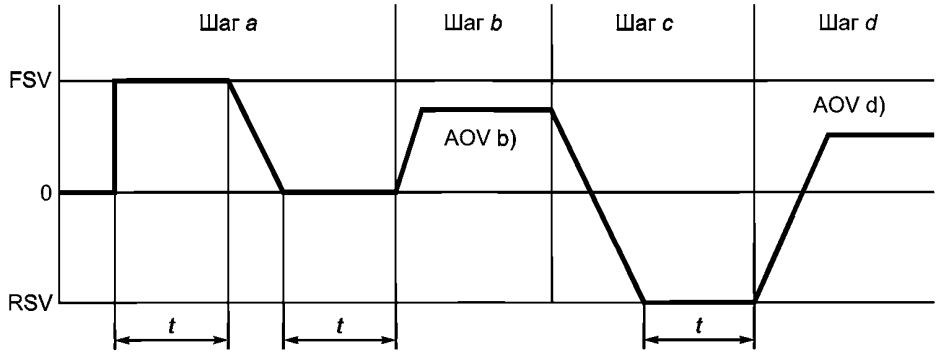
**4.43 Остаточная намагниченность**

**4.43.1 Назначение**

Следует проверить, что эффект остаточной намагниченности в магнитной цепи от одного цикла до следующего не превышает установленных пределов.

**4.43.2 Процедура**

Это испытание применимо только к моностабильным реле с возбуждением постоянным током. Воздействия внешних полей должны оставаться постоянными в течение теста. Цепи контакта необходимо контролировать на протяжении всего теста для обнаружения отказа замыкания или размыкания при соответствующих величинах возбуждения. Для возбуждения должны рассматривать только токовые значения с целью избежать эффекты изменения сопротивления катушки. Тест необходимо выполнять в четыре этапа следующим образом (см. рисунок 13):




FSV — прямая величина насыщения; RSV — обратная величина насыщения; *t* – 20 мкс, если не указано иным образом; AOV b) — действительная рабочая величина b); AOV d) — действительная рабочая величина d)

Рисунок 13 — Последовательная схема для теста остаточной намагниченности

a) реле возбуждается при установленной величине насыщения и, если не установлено иным образом, на период как минимум 20 мкс. Затем реле должно оставаться в рабочем состоянии. Тогда возбуждение должно сокращаться до нуля и оставаться нулевым по меньшей мере следующие 20 мкс. После этого реле должно находиться в состоянии отпускания;

b) величина возбуждения должна возрасти с нуля при той же полярности, как при этапе a), пока реле работает, и должна измеряться действительная рабочая величина;

c) возбуждение должно сокращаться, изменяться с действительной рабочей величины через ноль до установленной величины обратного насыщения и, если не установлено иным образом, оставаться в этом значении по крайней мере 20 мкс;

d) возбуждение должно сокращаться и изменяться со значения обратного насыщения через ноль до тех пор, пока при той же полярности, как по этапам a) и b), реле не срабатывает, и действительное рабочее значение не измеряется снова.

Остаточная намагниченность, %, равна:

$$100 \cdot \frac{\text{действительная рабочая величина b)} - \text{действительная рабочая величина d)}}{\text{действительная рабочая величина b)}}.$$

Она не должна превышать установленное значение.

**4.43.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) величина насыщения и величина обратного насыщения и длительность подачи, если иная, чем 20 мкс;

b) критерии для соединения контактов и, если необходимо, для разъединения контактов;

c) пределы уровня остаточной намагниченности.

**4.44 Акустический шум**

**4.44.1 Назначение**

Проведение теста на излучение шумов, позволяющее проверить, что шумы от срабатывания, отпускания в исходное положение и циклической работы реле находятся в установленных пределах.

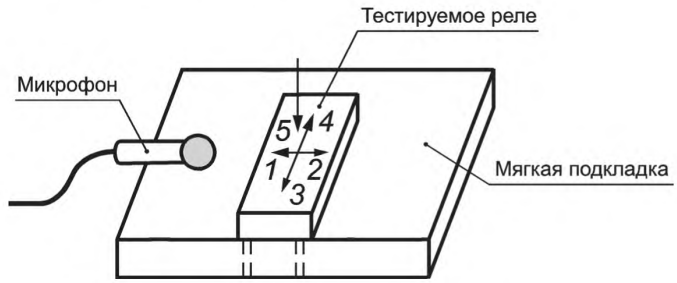
Испытание предпочтительно применяют в отношении автомобильных и телекоммуникационных реле.

Проведение теста на иммунитет к шумам, для того чтобы показать способность реле функционировать при воздействии внешних шумов. Испытание предпочтительно применять к самолетным реле.

**4.44.2 Процедура**

Тест на излучение шумов: Реле размещают на мягкой подкладке (например, губке), как показано на рисунке 14. Акустический шум измеряют с помощью измерителя уровня звука класса 2 в соответствии с требованиями IEC 61672-1, когда реле возбуждено, не возбуждено и выполняет циклы. Испытание необходимо выполнять путем подачи следующего:

- напряжение катушки реле: номинальное напряжение;
- возбуждение реле: рабочее состояние, состояние отпускания и состояние циклической работы со скоростью 10 циклов/с;
- катушка реле: без диода для подавления помех и/или с диодом подавления помех;
- расстояние между реле и микрофоном: 5 или 10 см либо как установлено;
- направление измерения: все пять направлений (см. рисунок 14) или самое критическое, как предусмотрено производителем;
- взвешивание частоты согласно IEC 61672-1: А;
- фоновый шум: по крайней мере на 10 дБ ниже, чем установленный уровень шумов реле;
- уровни шумов реле: как предусмотрено производителем.




*1*, *2*, *3*, *4* и *5* — направления тестов

Рисунок 14 — Установка для теста излучения акустических шумов

Тест на иммунитет от шумов: реле, помещенное в звукопоглощающую камеру, подвергают воздействию шума:

А = 140 дБ,

В = 150 дБ

или

С = 160 дБ

каждое + 6 дБ в диапазоне частот от 20 до 2000 Гц в течение 1 ч.

В течение этого времени катушка реле должна возбуждаться 30 мин и затем обесточиваться на 30 мин. Никакое замыкание или размыкание любого открытого либо разомкнутого контакта соответственно не должно превышать 10 мкс, если только другое значение не будет предписано производителем, как для реле в рабочем состоянии, так и в состоянии отпускания/возврата в исходное положение.

**4.44.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) тест на излучение шумов и/или иммунитет от шума;

b) тест на излучение шумов:

- напряжение катушки, если иное, чем номинальное напряжение,

- возбуждение реле, если иное, чем в 4.44.2,
- диод подавления шумов, если применим,
- расстояние между тестовым реле и микрофоном,
- направления измерения, если иные, чем указаны на рисунке 14,
- пределы уровня шумов реле;

c) тест на иммунитет от шумов:
- напряжение катушки,
- диод подавления шумов, если применим,
- уровень шумов A, B или C.

### 4.45 Целостность защитных соединений с землей

#### 4.45.1 Назначение

Необходимо обеспечить, чтобы соединение между клеммой земли и частями, требующими подсоединения к ней, имели низкое сопротивление. Этот тест применяют только к реле, подходящим для подсоединения к питающей сети, которые снабжены защитным заземлением.

#### 4.45.2 Процедура

Ток в полтора раза сильнее номинального тока, но не ниже 25 А, подаваемый от источника переменного тока с напряжением без нагрузки не выше 12 В, по очереди пропускается между клеммой заземления и каждой из частей. Падение напряжения между клеммой заземления и частью измеряется и вычисляется сопротивлением по току и этому падению напряжения. Ни в коем случае сопротивление не должно превышать 0,1 Ом, если только иное значение не установлено производителем. Тест продолжают до тех пор, пока не возникнет установившийся режим.

Примечание — Нужно позаботиться о том, чтобы контактное сопротивление между кончиком измерительного зонда и металлической частью не влияло на результаты испытаний.

#### 4.45.3 Специальные условия

Условия, которые должны быть специфицированы, следующие:
- предел сопротивления, если иной, чем 0,1 Ом.

### 4.46 Загрязнение жидкостями

#### 4.46.1 Назначение

Необходимо обеспечить, чтобы реле подходило для использования, когда оно подвергается загрязнению жидкостями, применяемыми в авиакосмических и аналогичных отраслях. Этот тест применим только к реле от RT III до RT V.

#### 4.46.2 Процедура

Реле свободно подвешивают в испытательной камере, в которой необходимо поддерживать температуру, указанную в таблице 4. Его обрызгивают жидкостью, выбранной из перечисленных в таблице, так, чтобы оно было полностью смоченным. Реле должно находиться в камере при установленной температуре не менее 48 ч. Затем реле вынимают из камеры и доводят до комнатной температуры.

Для каждой тестируемой жидкости необходимо использовать отдельное реле.

Таблица 4 — Тестируемые жидкости и температуры тестов

| Представленная жидкость | Тестируемая жидкость | Температура теста, °С |
|---|---|---|
| Топливо | 70 % изооктана и 30 % толуола по объему | 20 + 5 |
| Гидравлическая жидкость | a) 80 % этиленгликоль моноэтилового эфира и 20 % касторового масла по объему | 50 + 2 |
| | b) Синтетическая гидравлическая жидкость на основе сложного эфира | 70 + 2 |
| | c) Гидравлическая (высокотемпературная) жидкость на основе кремния | 70 + 2 |
| Смазочное масло | Смазочное масло на основе эфира | 100 + 2 |

**4.46.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) тестовая жидкость или жидкости;

b) любые отклонения от вышеуказанной процедуры;

c) любые допустимые ухудшения в ходе конечных испытаний;

d) окончательные измерения:

- визуальный осмотр, как установлено в 4.6;
- диэлектрический тест, как установлено в 4.9;
- сопротивление изоляции, как установлено в 4.11;
- величины срабатывания и отпускания, как установлено в 4.13;
- герметизация, если применимо, как установлено в 4.20.2.

**4.47 Сопротивление очищающим растворам**

**4.47.1 Назначение**

Необходимо обеспечить, чтобы маркировка реле оставалась разборчивой после погружения в очищающие растворы и чтобы не случилось повреждения, определяемого визуально.

**4.47.2 Процедура**

Испытание следует проводить в соответствии с тестом XA IEC 60068-2-45, метод 1 или 2. Реле полностью погружают в установленный раствор при температуре, предписанной производителем. Используют следующий растворитель, но могут быть также указаны другие растворители:

- деминерализированная или дистиллированная вода, имеющая сопротивление не менее 500 Ом, соответствующее проводимости 2 мс/м. Растворитель не должны перемешивать в течение теста.

**4.47.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) используемый(е) растворитель(и);

b) температура растворителя:

- для деминерализированной или дистиллированной воды — (55 + 5) °С,
- для любого другого растворителя — требуемая температура;

c) метод 1 или 2 теста XA и материал протирания для метода 1;

d) время восстановления перед окончательными измерениями, при необходимости;

e) окончательные измерения:

- для всех реле — визуальный осмотр маркировки, как установлено в 4.6,
- для реле от RT III до RT V в дополнение: функциональные испытания, выбранные из 4.13, при необходимости.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! При выполнении этих тестов с другими растворителями следует соблюдать соответствующие меры предосторожности.

**4.48 Опасность пожара**

**4.48.1 Назначение**

Необходимо обеспечить, чтобы при определенных условиях реле не вызывало зажигания частей или чтобы горючая часть, загоревшаяся при испытании, имела ограниченное время либо степень горения, без распространения пламени горящих, тлеющих частиц, падающих из образца.

**4.48.2 Процедура**

Испытание проводят в соответствии с одним или обоими следующими тестами:

- тест раскаленной проволокой, описанный в IEC 60695-2-10, IEC 60695-2-11, IEC 60695-2-12 и IEC 60695-2-13 соответственно;
- тест игольчатым пламенем, описанный в IEC 60695-11-5.

Условия теста и критерии отказа должны соответствовать описанию приложения В.

**4.48.3 Специальные условия**

Должны быть указаны следующие условия:

a) тест в соответствии с IEC 60695-2-10, IEC 60695-2-11, IEC 60695-2-12, IEC 60695-2-13 и/или IEC 60695-11-5;

b) все условия согласно приложению В.

### 4.49 Рост температуры при номинальной нагрузке

#### 4.49.1 Назначение

Необходимо проверить, что клеммы реле не превышают данный рост температуры, причем реле постоянно возбуждено и контакт(ы) нагружают максимальной номинальной резистивной нагрузкой.

#### 4.49.2 Процедура

Это испытание выполняют при максимальной температуре окружающей среды и высоте (если применимо), указанных для испытуемого класса реле.

В течение первых 3 ч этого испытания катушка реле не должна возбуждаться. Разомкнутые контакты нагружают самой высокой номинальной резистивной нагрузкой.

В течение следующей части этого испытания катушка реле должна возбуждаться непрерывно 97 ч. Напряжение катушки надо установить на максимальное указанное значение. Замкнутые контакты должны нести самый высокий номинальный резистивный ток при любом удобном напряжении.

Сразу после испытаний реле тестируют при установленной температуре для определения того, что возбуждение завершено в тот момент, когда подается рабочее напряжение. Рост температуры клемм должны контролировать на протяжении всего теста.

#### 4.49.3 Специальное условие

Специальным условием является следующее:

- максимальный допустимый рост температуры клемм.

### 4.50 Механическая блокировка

#### 4.50.1 Назначение

Следует проверить, что при одной контактной группе, пребывающей в замкнутом положении, другая контактная группа не будет замыкаться, когда возбуждается соответствующая катушка. Применимо к реле с двойными цепями катушек и встроенной механической блокировкой.

#### 4.50.2 Процедура

При одной контактной группе, пребывающей в замкнутом положении (или путем подачи максимального рабочего напряжения на соответствующую катушку, или механическими способами), максимальное рабочее напряжение должно подаваться на катушку активации противоположной группы контактов в течение 200 операционных циклов. Операционный цикл должен составлять 0,5 с «ВКЛЮЧЕНО» и 2,5 с «ВЫКЛЮЧЕНО». Состояние контактов необходимо контролировать. Противоположная группа контактов не должна быть замкнута.

#### 4.50.3 Предписанные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) любые отклонения от вышеуказанной тестовой процедуры;

b) детали механических средств для того, чтобы держать контактную цепь замкнутой, если необходимо.

### 4.51 Сила вставления и извлечения (соединения реле с гнездом)

#### 4.51.1 Назначение

Измерить силу вставления и извлечения (соединения реле с гнездом).

#### 4.51.2 Процедура

Силы вставления и извлечения (соединения реле с гнездом) тестируют, как установлено в тесте 13b статьи 2 IEC 60512-7.

#### 4.51.3 Предписанные условия

Должны быть указаны следующие условия:

a) максимальная сила вставления;

b) максимальная и минимальная сила извлечения;

c) число циклов вставления и извлечения;

d) скорость вставления и извлечения, если необходимо;

e) описание тестовых групп, если применимо;

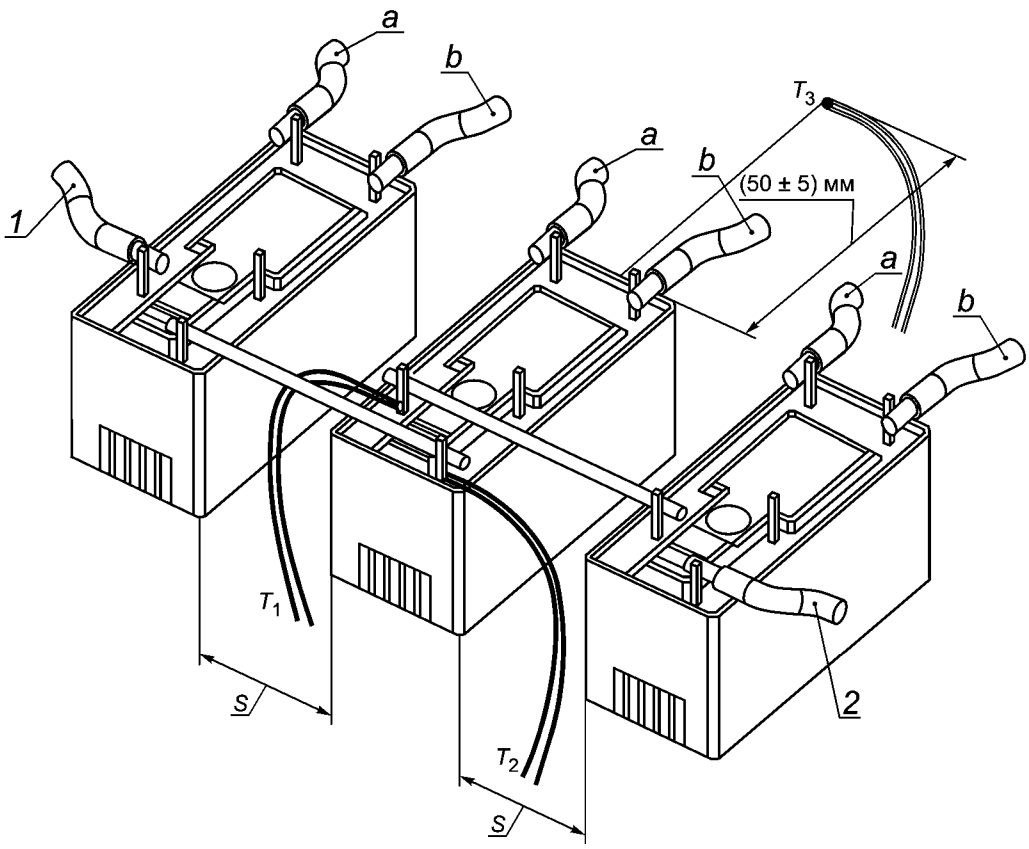
f) описание тестового блока, если применимо;

g) описание смазки, если применимо.

**Приложение А**
**(обязательное)**

## Система для испытания на нагрев

Испытание проводят, как показано на рисунке А.1, с клеммами, ориентированными вниз и на изоляционной плате.




*1, 2* — клеммы контактов; $T_1$, $T_2$, $T_3$ — термопары; *a, b* — клеммы катушек;
*S* — расстояние монтажа

Тестовая точка для измерения температуры окружающей среды должна быть в горизонтальной плоскости, определяемой осью центрального реле. Расстояние от стороны реле должно быть (50 ± 5) мм

Рисунок А.1 — Тестовая система

В некоторых случаях производитель может предложить реле, смонтированные на печатной плате, как при реальном применении. Все соответствующие детали системы испытаний (например, материал и толщина печатной платы, ширина и толщина проводников на печатной плате, металлизация и покрытие (если применимо), длина и поперечное сечение внешних проводников) указывают в отчете об испытаниях.

П р и м е ч а н и е — Пайку должны выполнять с использованием соответствующих инструментов и предосторожностей.

**Приложение В**
**(обязательное)**

## Испытание пожарной безопасности

### В.1 Испытания раскаленной проволокой

В IEC 60695-2-10, IEC 60695-2-11, IEC 60695-2-12 и IEC 60695-2-13 предусмотрены испытания с помощью раскаленной проволоки, имитирующие эффект тепловой нагрузки, который может быть создан тепловыми источниками, например раскаленными деталями и перегруженными компонентами, для того чтобы оценить риск пожара.

Испытания, описанные в этих стандартах, проводят в основном на электротехнической аппаратуре, ее узлах и компонентах, но могут быть также использованы твердые изоляционные материалы и другие горючие материалы.

К настоящему стандарту применимо следующее.

Реле подвергают процедуре испытаний, указанной в IEC 60695-2-11, для конечных продуктов.

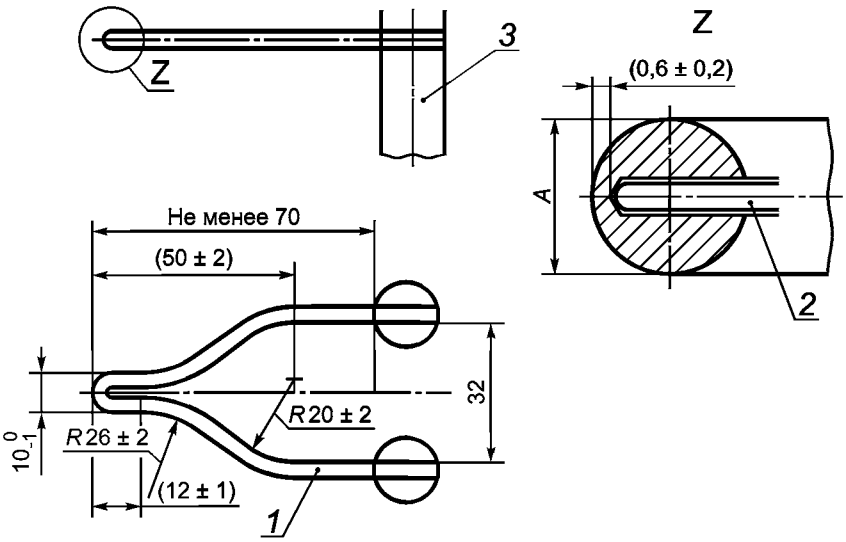
Материалы испытывают в соответствии с положениями, приведенными в IEC 60695-2-12 или IEC 60695-2-13.

Тестовые условия, требуемые для применимой части IEC 60695-2, должны быть указаны производителем.

Соблюдение требования тепловой и пожарной безопасности проверяют испытаниями раскаленной проволокой при 650 °С (см. рисунки В.1 и В.2).

Если применение реле делает необходимыми более жесткие требования (например, для бытовой аппаратуры, потребительской электроники), температура раскаленной проволоки должна быть 750 °С или 850 °С для частей, которые контактируют либо поддерживают токонесущие части или электрические разъемы, в частности когда ухудшение работы таких частей может вызвать перегрев.

Когда реле слишком мало или имеет неудобную форму для проведения теста, тест проводят с использованием образца соответствующего материала, из которого сделано реле. Этот образец должен иметь подходящую форму — минимум 60 × 60 мм с толщиной более 3 мм. Размеры должны быть указаны в отчете об испытаниях.

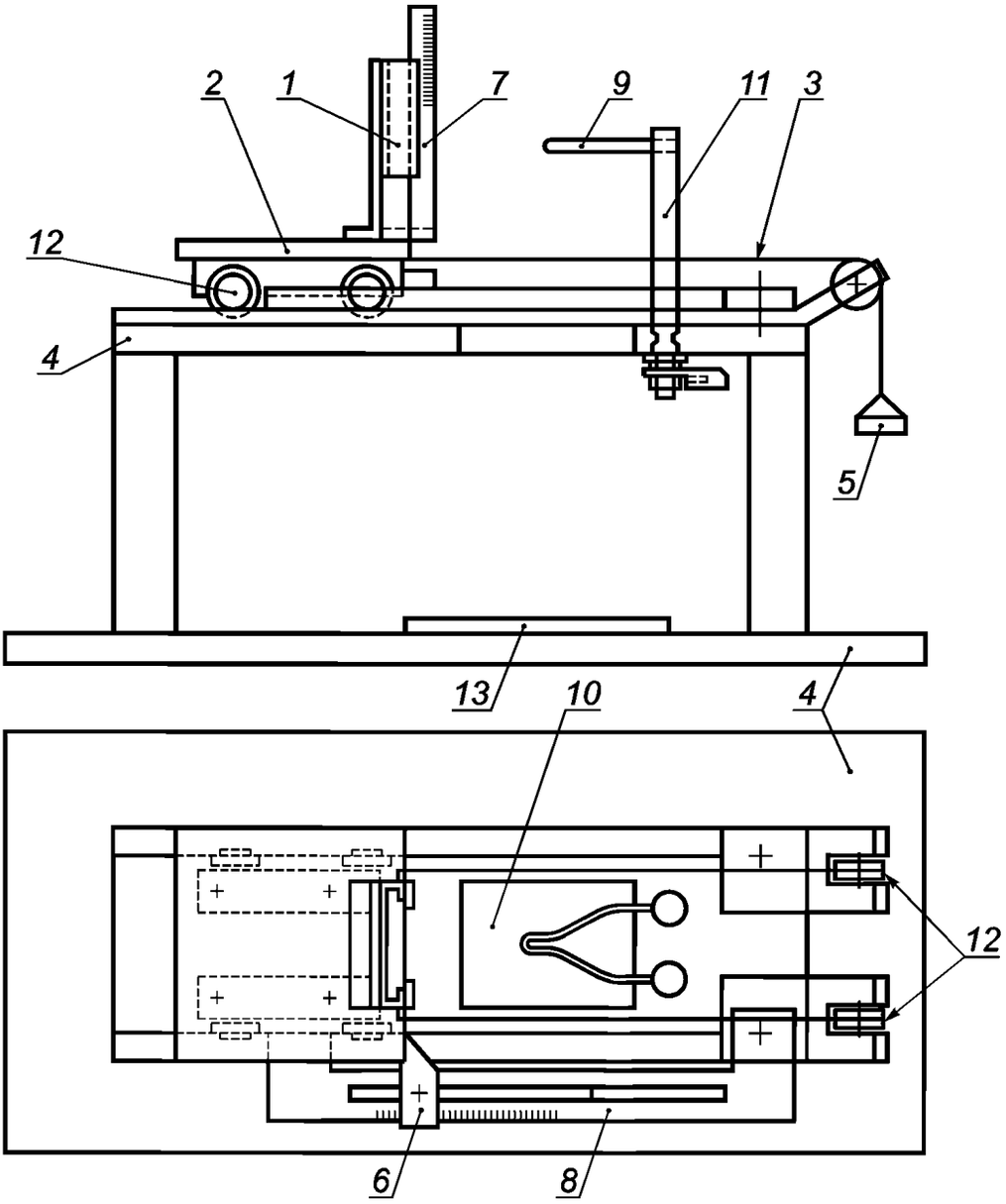



Материал раскаленной проволоки: никель/хром (80/20)
Диаметр: (4,0 ± 0,04) мм (до изгибания)
Диаметр А: После изгибания см. 6.1 IEC 60695-2-10

*1* — раскаленная проволока; *2* — термопара; *3* — штифт

Примечание — Отжиг является необходимым процессом для предотвращения появления мелких трещин на конце проволоки.

Рисунок В.1 — Раскаленная проволока и положение термопары




*1* — опора тестового образца; *2* — каретка; *3* — опорный корд; *4* — базовая плата; *5* — вес; *6* — регулируемый стопор; *7* — шкала для измерения высоты пламени; *8* — настройка проникновения; *9* — раскаленная проволока; *10* — срез базовой платы для падающих частиц; *11* — штырь для монтажа раскаленной проволоки; *12* — роллеры с низким трением; *13* — улавливатель

Рисунок В.2 — Аппаратура для испытания раскаленной проволокой (пример)

**В.2 Испытания игольчатым пламенем**

Назначение испытания игольчатым пламенем состоит в том, чтобы оценить опасность пожара электротехнического оборудования, его узлов и компонентов, твердых изоляционных материалов и других горючих материалов посредством моделирования эффекта небольшого пламени, которое может возникнуть вследствие отказа в работе аппаратуры.

Испытание с помощью игольчатого пламени выполняют в соответствии с IEC 60695-11-5.

Для настоящего стандарта применимо следующее:

Система испытаний показана на рисунке В.3.

Образец хранят 24 ч в среде, имеющей температуру от 15 °С до 35 °С и относительную влажность от 45 % до 75 % до начала испытаний.

Длительность воздействия тестового пламени на образец составляет (30+1) с. Однако для объемов реле в пределах до 1000 мм$^3$ можно выбрать сокращение до (10+1) с.

В начале испытаний тестовое пламя следует расположить таким образом, чтобы, по крайней мере, кончик пламени был в контакте с поверхностью образца. В течение испытания горелка должна быть неподвижной. Тестовое пламя немедленно изолируют после установленного времени.

Испытание проводят на одном образце. Если образец не прошел испытание, оно повторяется на двух дополнительных образцах.

Тисненая бумага не должна загораться, а белая сосновая доска — иметь следы обгорания; изменение цвета белой сосновой доски игнорируют.

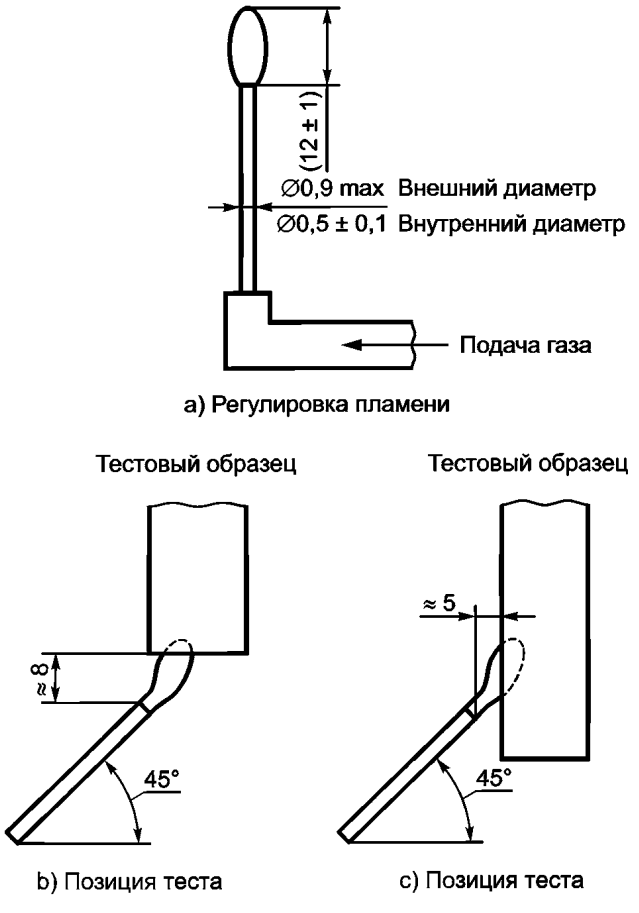



Рисунок B.3 — Детали испытания игольчатым пламенем

**Приложение С**
**(обязательное)**

## Схемы для испытаний на долговечность

### С.1 Схема испытаний

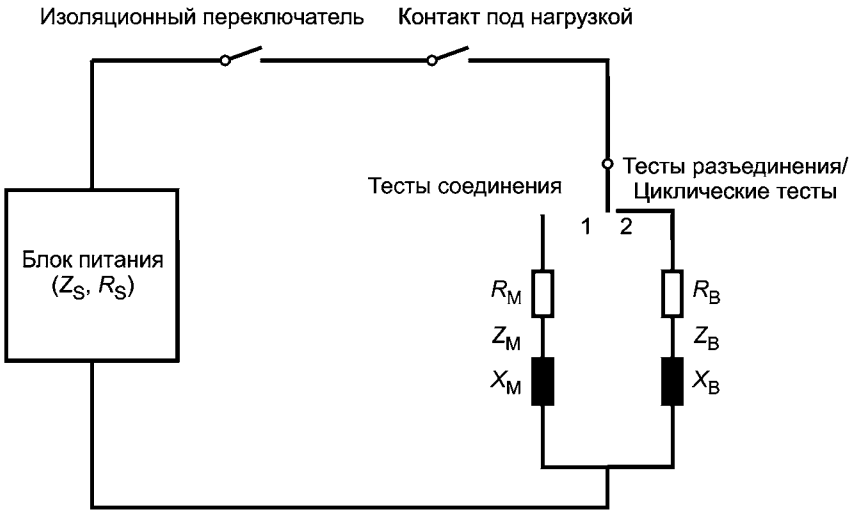
На рисунке С.1 показана обобщенная схема, а на рисунке С.2 — функциональная блок-схема.

Примечание — Изоляционный переключатель, переключатель выбора нагрузки и испытуемый контакт располагают в последовательности, подходящей для установленных условий испытаний.

Применяют характеристики, приведенные в таблицах С.1 и С.2, если не установлено иное.

Используют условия испытаний, приведенные в 4.30.

Величина тока должна быть выражена как установившееся (среднеквадратичное, в случае переменного тока) значение тока в контактной цепи.




Категории контактов 0 и 1 — Категория контактов 2

$Z_s < 0{,}02\ Z_{M,B}$ (переменный ток) — $Z_s < 0{,}05\ Z_{M,B}$ (переменный ток)

$R_s < 0{,}02\ R_{M,B}$ (постоянный ток) — $R_s < 0{,}05\ R_{M,B}$ (постоянный ток)

Данные для стандартных величин нагрузки и допусков для $L/R$ и $\cos\varphi$ представлены в таблице С.2.

Переключатель выбора нагрузки, позиция 1: тест соединения, когда используют иную нагрузку (пускового тока).

Переключатель выбора нагрузки, позиция 2: тесты соединения и разъединения (или циклические) с той же нагрузкой.

Переключатель: используют для соединения/разъединения цепи нагрузки, независимо от испытуемого контакта.

Рисунок С.1 — Стандартная схема испытаний

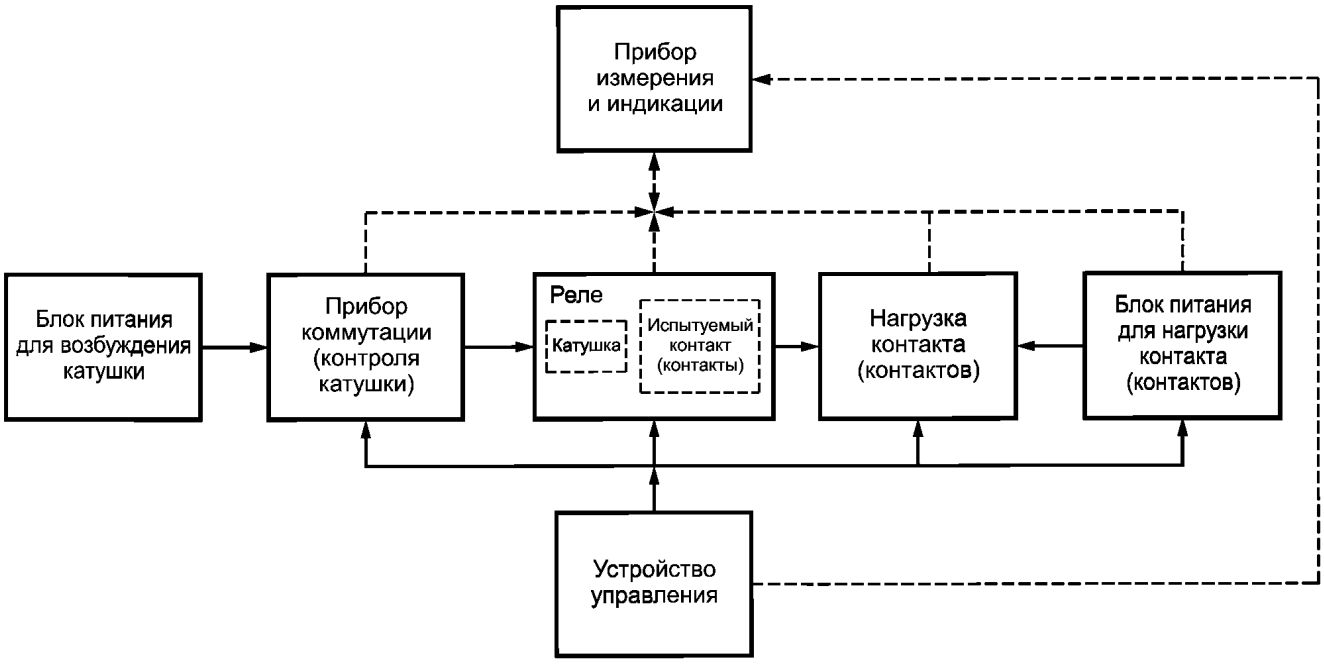



Рисунок С.2 — Функциональная блок-схема

Примечание — Испытуемые реле включают любое устройство подавления помех и/или индикации.

Таблица С.1 — Характеристики источников питания для нагрузок контактов

| Характеристики | Стандартные величины блока питания | Категории нагрузки контактов (см. 3.8) | Допуски | Примечания |
|---|---|---|---|---|
| Напряжение | Предпочтительные и другие заданные величины | 0 и 1 | ± 2 % | Напряжение в нагрузке, включая замкнутый контакт |
| | | 2 | ± 5 % | |
| Ток | Предпочтительные и другие заданные величины | 0 и 1 | ± 5% | |
| | | 2 | Минимальный номинальный тестовый ток | Для теста надо предусмотреть токи переходных помех |
| Частота | Стандартная номинальная величина | 0 ... 2 | ± 2 % | См. таблицу 1 IEC 61810-1 |
| Форма колебания | Синусоидальная | 0 ... 2 | Максимальный коэффициент искажения 5 % | См. таблицу 1 IEC 61810-1 |
| Переменная компонента постоянного тока | 0 | 0 ... 2 | Максимум 6 % | См. таблицу 1 IEC 61810-1 |
| | 0 | 0 ... 2 | Максимум 2 % пикового значения | См. таблицу 1 IEC 61810-1 |

Таблица С.2 — Стандартные характеристики нагрузки контактов

| Параметры нагрузки | Стандартные значения | | Категории нагрузки контактов (см. 3.8) | Допуски | Примечания |
|---|---|---|---|---|---|
| | Питание постоянного тока | Питание переменного тока | | | |
| Нагрузка СС 0 (≤ 30 мВ/10 мА) | $L/R \leq 10^{-7}$ с | $\cos \varphi \geq 0{,}95$ | 0 ... 2 | | *L* — неизбежно присутствующая индуктивность цепи |
| Резистивная нагрузка | $L/R \leq 10^{-7}$ с | | 0 и 1 | | |
| | $L/R \leq 0{,}005$ с | | 2 | | |
| | | $\cos \varphi \geq 0{,}95$ | 0 ... 2 | | |
| Индуктивная нагрузка | $L/R = 0{,}005$ с | | 0 и 1 | ± 15 % | |
| | $L/R = 0{,}040$ с | | 2 | | |
| | | $\cos \varphi = 0{,}4$ | 0 ... 2 | ± 0,1 % | |
| Примечание — Для индуктивных нагрузок используют значения, отличные от стандартных, если это установлено производителем. Однако допуски должны быть такими, как представлено в этой таблице. | | | | | |

**С.2 Описание и требования**

**С.2.1 Источник питания для возбуждения катушки**

Источник питания для возбуждения катушки(ек) реле обеспечивает подачу питания, включая меры для стабилизации при установленных пределах напряжения и импеданса, в том числе средства безопасности, например предохранители.

Источник питания должен подавать номинальное напряжение с допуском ± 5 % для установившихся условий. Огибающая входного напряжения должна быть прямоугольной.

Полярность источника в случае необходимости должны иметь возможность контролировать извне.

**С.2.2 Устройство коммутации (контроля катушки)**

Это схема для выполнения различных переключающих действий, требуемых в течение цикла испытаний, включая соединения с испытуемыми реле. Она обладает способностью изменять полярность соединений с бистабильными реле.

Это устройство должно работать с номинальными величинами напряжения катушки без воздействия на установленные допуски.

**С.2.3 Источник питания для нагрузок контактов**

Источник питания, снабжающий цепь(и) нагрузки, обеспечивает подачу питания, включая меры для стабилизации при данных пределах напряжения и импеданса, в том числе средства безопасности, например предохранители.

Требования к импедансу источника питания приведены на рисунке С.1. Допуски блока питания должны соответствовать приведенным в таблице С.1.

**С.2.4 Устройство контроля**

Эта аппаратура генерирует команды для запуска установленной тестовой последовательности, контролирующей синхронизацию и поток распоряжений (например, начало, измерения, остановки).

**С.2.5 Устройство измерения и индикации**

Это устройство осуществляет обнаружение замыкания и размыкания контактов реле по каждому циклу, сравниваемому с формой волны, генерируемой устройством контроля. Любая неспособность выполнить намеченную функцию должна быть отображена и зарегистрирована. Это устройство не оказывает значительного влияния на результаты теста.

**С.3 Схема испытаний**

Схема испытаний должна быть выбрана из представленных на рисунке С.3, если не установлено иным образом.

### С.4 Специальные нагрузки для реле в телекоммуникационной и сигнализационной аппаратуре

Для реле, предназначенных для работы в телекоммуникационной и сигнализационной аппаратуре, может быть применим тест кабельной нагрузки.

Цепь нагрузки должна соответствовать рисунку С.3.

Подробности испытаний (в частности, характеристики кабеля) должны быть установлены производителем.

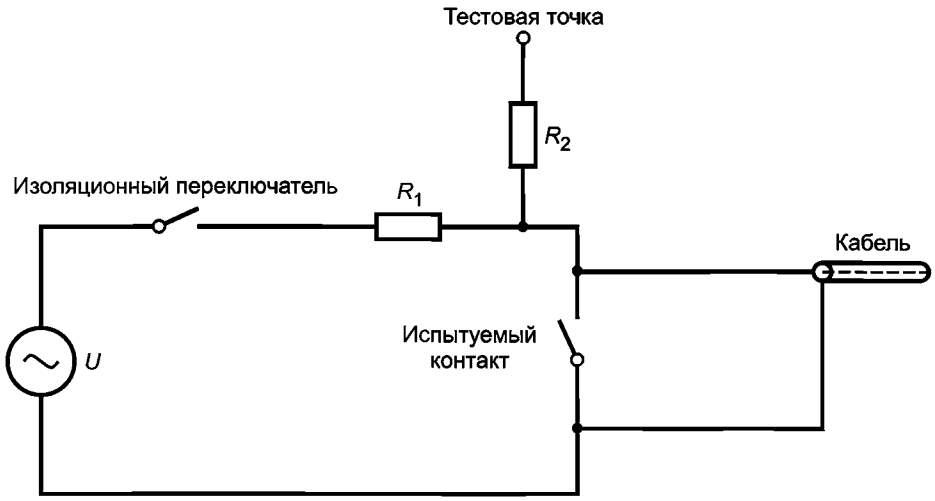
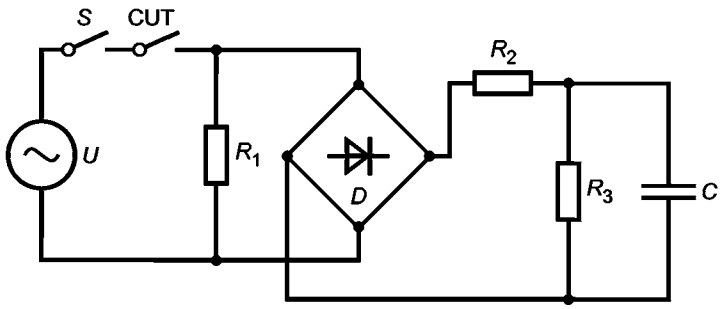



Рисунок С.3 — Цепь нагрузки

### С.5 Специальные нагрузки с пусковым током

Для реле, использующихся в применении с пусковыми токами, может быть выбран соответствующий тест, если это предусмотрено производителем.

Цепь нагрузки должна соответствовать рисункам С.4, С.6 или С.7, если не установлено иным образом. Однако производитель имеет право устанавливать иную постоянную времени, чем 2,5 мс (стандартная величина для ламп накаливания с вольфрамовой нитью), для случаев, показанных на рисунках С.4 и С.6. Периоды времени для разомкнутого и замкнутого контактов должны быть не менее чем в четыре раза больше постоянной времени $C \cdot R_3$ и $C \cdot R_2$, соответственно.




$R_1 = U/I$, где $U$ — номинальное напряжение и $I$ — установившийся ток нагрузки; $R_2 = R_i \cdot 1{,}414/(X - 1)$, где $X$ — отношение между пиковым пусковым током и установившимся током; $R_3 = (800/X) \cdot R_1$, $C \cdot R_2 =$ $= 2\,500$ мкс — стандартное значение для нагрузки лампой; допустимы другие величины; $D$ — мост-выпрямитель; $S$ — изоляционный переключатель; CUT — испытуемый контакт.

Элементы схемы и импеданс источника питания выбирают таким образом, чтобы обеспечить 10 %-ную точность пикового пускового тока и установившегося тока.

Рисунок С.4 — Тестовая схема для нагрузок пускового тока (например, емкостных нагрузок и имитированных нагрузок лампой накаливания с вольфрамовой нитью) — цепи переменного тока

Показатели специальных контактов для нагрузок пускового тока, установленные испытаниями в соответствии с рисунками С.4 и С.6, должны быть указаны в следующем формате:

Установившийся ток/пиковый пусковой ток/напряжение/постоянная времени.

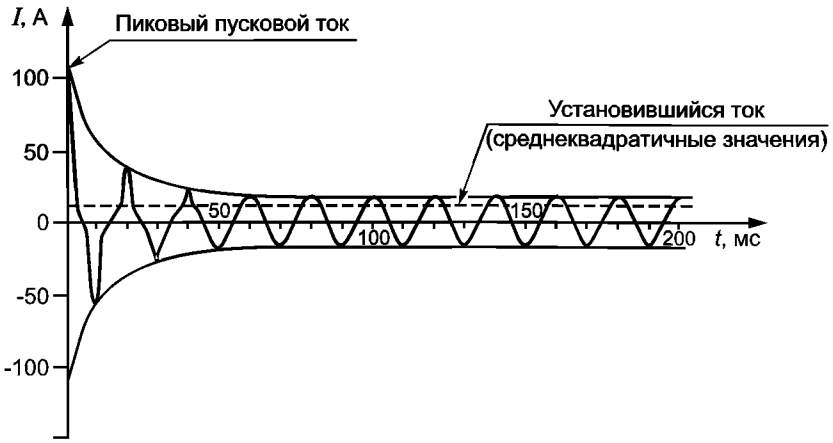
Установившийся ток представляет собой номинальный ток для специальных пусковых нагрузок.

На рисунке С.5 представлен пример испытания реле, рассчитанных на 10/100 А/250 В/2,5 мс.

В случае показателей контактов, установленных в соответствии с рисунком С.7 для нагрузок пускового тока с коррекцией коэффициента мощности, должен использоваться следующий формат:

Установившийся ток/напряжение/сопротивление ограничения тока ($R_2$)/емкость ($C_F$).

Величины сопротивления ограничения тока и емкости должны указывать только тогда, когда отклоняются от значений, показанных на рисунке С.7.




Значения, вычисленные из рисунка С.4:

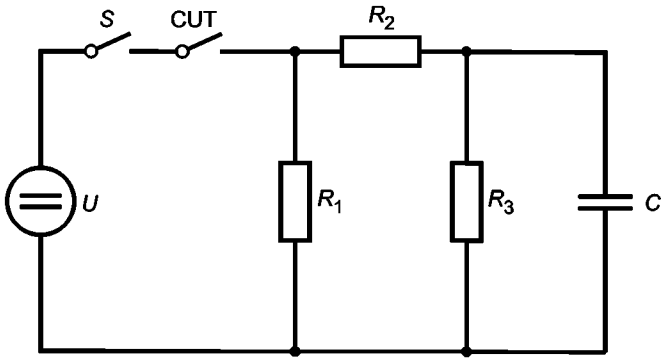
$R_1$ = 25 Ом;

$R_2$ = 3,93 Ом;

$R_3$ = 2000 Ом;

$C$ = 636 мкФ.

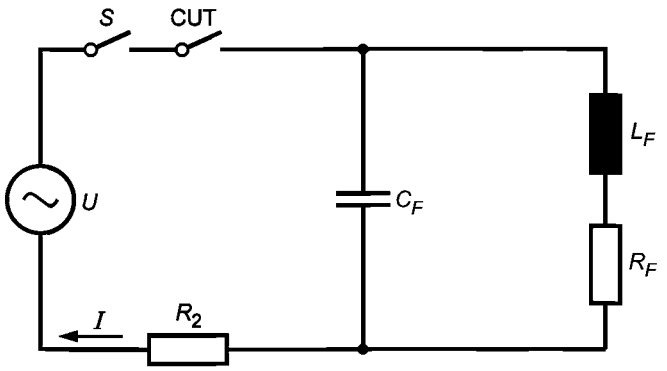
Рисунок С.5 — Пример теста с лампой накаливания с вольфрамовой нитью для реле, рассчитанных на 10/100 А/250 В/2,5 мс




$R_1 = U/I$, где $U$ — номинальное напряжение и $I$ — установившийся ток нагрузки; $R_2 = R_1 \cdot I/(X - 1)$, где $X$ — отношение между пиковым пусковым током и установившимся током; $R_3 = (800/X) \cdot R_1$, $C \cdot R_2 =$ = 2500 мкс — стандартное значение для нагрузки лампой; допустимы другие величины; CUT — испытуемый контакт; $S$ — изоляционный переключатель.

Элементы схемы и импеданс источника питания выбирают таким образом, чтобы обеспечить 10 %-ную точность пикового пускового тока и установившегося тока.

Рисунок С.6 — Тестовая схема для нагрузок пускового тока (например, емкостных нагрузок и имитированных нагрузок лампой накаливания с вольфрамовой нитью) — цепи постоянного тока




CUT — испытуемый контакт; $S$ — выключатель-разъединитель; $C_F$ = 70 мкФ ± 10 % ($I \leq$ 6 А), где $I$ — установившийся ток, = 140 мкФ ± 10 % (6 А < $I \leq$ 20 А), где $I$ — установившийся ток, если производителем не установлено иное.

$L_F$ и $R_F$ регулируют, для того чтобы получить $I$ = установившийся ток и коэффициент мощности 0,9 (запаздывание).

$R_2$ (включая сопротивление проволоки) = 0,25 Ом, если не установлено и не объявлено иным образом производителем.

Импеданс источника тока и схемные элементы выбирают таким образом, чтобы обеспечить:

- подачу перспективного тока короткого замыкания от 3 до 4 кА;
- точность ± 5 % номинального напряжения $U$;
- точность установившегося тока $I$ — (0+5) %;
- точность коэффициента мощности ± 0,05.

Рисунок С.7 — Схема испытаний нагрузок пускового тока (например, нагрузок $f$, имитированных флуоресцентной лампой) с коррекцией коэффициента мощности

**Приложение D**
**(справочное)**

## Индуктивные нагрузки контактов

Категории использования и тестовые величины соответствуют указанным в IEC 60947-5-1.

Таблица D.1 — Проверка способности замыкания и размыкания для AC-15/DC-13 (нормальные условия)

| Категория применения | Замыкание | | | Размыкание | | | Число циклов и частота | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $I/I_{ec}$ | $U/U_e$ | cos φ | $I/I_{ec}$ | $U/U_e$ | cos φ | Число циклов | Частота в циклах в минуту | Время возбуждения, с |
| AC-15 | 10 | c) | 0,3 | 1 | c) | 0,3 | 50 | 6 | 0,05 |
| | 10 | 1 | 0,3 | 1 | 1 | 0,3 | 10 | > 60[b)] | 0,05 |
| | 10 | 1 | 0,3 | 1 | 1 | 0,3 | 990 | 60 | 0,05 |
| | 10 | 1 | 0,3 | 1 | 1 | 0,3 | 5000 | 6 | 0,05 |
| | Общее число циклов | | | | | | 6050 | | |
| | $I/I_e$ | $U/U_e$ | $T_{0,95}$ | $I/I_e$ | $U/U_e$ | $T_{0,95}$ | Число циклов | Частота в циклах в минуту | Время возбуждения, с |
| DC-13 | 1 | c) | $6 \cdot p$[a)] | 1 | c) | $6 \cdot p$[a)] | 50 | 6 | $T_{0,95}$ |
| | 1 | 1 | $6 \cdot p$[a)] | 1 | 1 | $6 \cdot p$[a)] | 10 | < 60[b)] | $T_{0,95}$ |
| | 1 | 1 | $6 \cdot p$[a)] | 1 | 1 | $6 \cdot p$[a)] | 990 | 60 | $T_{0,95}$ |
| | 1 | 1 | $6 \cdot p$[a)] | 1 | 1 | $6 \cdot p$[a)] | 5000 | 6 | $T_{0,95}$ |
| | Общее число циклов | | | | | | 6050 | | |

$I_e$ — номинальный рабочий ток; $I$ — коммутационный ток

$U_e$ — номинальное рабочее напряжение; $U$ — коммутационное напряжение

$P = U_e \cdot I_e$ — стационарная мощность, Вт;
$T_{0,95}$ — время достижения 95 % установившегося тока, мс

a) Величина «$6 \cdot p$» выводится из эмпирического отношения, подходящего для большинства индуктивных нагрузок постоянного тока вплоть до $p$ = 50 Вт, когда $6 \cdot p$ = 300 мс. Нагрузки с номинальной мощностью свыше 50 Вт включают небольшие параллельные нагрузки. Следовательно, 300 мс является верхним пределом независимо от величины мощности.

b) С максимальной допустимой частотой (обеспечивающей надежное замыкание и размыкание контактов).

c) Испытание проводится при напряжении $U_e \cdot 1,1$, с тестовым током $I_e$, регулируемым при $U_e$.

Таблица D.2 — Замыкающая и размыкающая способность для теста электрической долговечности

| Ток | Категория применения | Замыкание | | | Размыкание | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AC | AC-15 | $I/I_{ec}$ | $U/U_e$ | cos φ | $I/I_{ec}$ | $U/U_e$ | cos φ |
| | | 10 | 1 | 0,7[a)] | 1 | 1 | 0,4 [a)] |
| DC[b)] | DC-13 | $I/I_{ec}$ | $U/U_e$ | $T_{0,95}$ | $I/I_{ec}$ | $U/U_e$ | $T_{0,95}$ |
| | | 1 | 1 | $6 \cdot p$[c)] | 1 | 1 | $6 \cdot p$[c)] |

$I_e$ — номинальный рабочий ток $I$ — коммутационный ток

$U_e$ — номинальное рабочее напряжение $U$ — коммутационное напряжение

$P = U_e \cdot I_e$ — установившаяся мощность, Вт;

$T_{0,95}$ — время достижения 95 % установившегося тока, мс

[a)] Указанные коэффициенты мощности являются обычными величинами и появляются только в тестовых схемах, в которых моделируются электрические характеристики катушек. Ссылка делается на тот факт, что для схем с коэффициентом мощности 0,4 используют шунтирующие резисторы для моделирования эффекта затухания, вызванного потерями от вихревых токов.

[b)] Для предусмотренных индуктивных нагрузок постоянного тока с коммутационным устройством, управляющим экономичным резистором, номинальный рабочий ток должен быть равен по крайней мере самому высокому току замыкания.

[c)] Величина «$6 \cdot p$» выводится из эмпирического отношения, подходящего для большинства индуктивных нагрузок постоянного тока вплоть до $p$ = 50 Вт, когда $6 \cdot p$ = 300 мс. Нагрузки с номинальной мощностью свыше 50 Вт включают небольшие параллельные нагрузки. Следовательно, 300 мс является верхним пределом независимо от величины мощности.

Другие нагрузки могут быть указаны производителем.

## Приложение ДА
## (справочное)

## Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам

Таблица ДА.1

| Обозначение и наименование международного стандарта | Обозначение и наименование международного стандарта другого года издания | Степень соответствия | Обозначение и наименование межгосударственного стандарта |
|---|---|---|---|
| IEC 60068-2-1:1990 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тесты А: Холод | IEC 60068-2-1(1974) Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тесты А: Холод | MOD | ГОСТ 28199—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание А: Холод (IEC 60068-2-1(1974), MOD) |
| IEC 60068-2-2:1974 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тесты В: Сухой нагрев | — | MOD | ГОСТ 28200—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание В: Сухое тепло |
| IEC 60068-2-6:1995 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Вибрация (синусоидальная) | IEC 60068-2-6(1982) Основные методы испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание FC и руководство. Вибрация (синусоидальная) | MOD | ГОСТ 28203—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Fc и руководство: Вибрация (синусоидальная) |
| IEC 60068-2-7:1983 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Ga: Ускорение установившееся | — | MOD | ГОСТ 28204—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Ga и руководство: Линейное ускорение |
| IEC 60068-2-10:2005 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест J и руководство: Образование плесени | IEC 60068-2-10(1988) Испытания на воздействия внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание J и руководство: Грибостойкость | MOD | ГОСТ 28206—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание J и руководство: Грибостойкость |
| IEC 60068-2-11:1981 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Ка: Соляная мгла | — | IDT | ГОСТ 28207—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Ка: Соляной туман |
| IEC 60068-2-13:1983 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест М: Низкое давление воздуха | — | IDT | ГОСТ 28208—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание М: Пониженное атмосферное давление |

*Продолжение таблицы ДА.1*

| Обозначение и наименование международного стандарта | Обозначение и наименование международного стандарта другого года издания | Степень соответствия | Обозначение и наименование межгосударственного стандарта |
|---|---|---|---|
| IEC 60068-2-14:1984 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест N: Изменение температуры | — | IDT | ГОСТ 28209—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание N: Смена температуры |
| IEC 60068-2-17:1994 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Q: Герметизация | IEC 60068-2-17(1978) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Q: Герметичность | MOD | ГОСТ 28210—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Q: Герметичность (IEC 60068-2-17(1978), MOD) |
| IEC 60068-2-20:1979 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест T: Пайка | — | MOD | ГОСТ 28211—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание T: Пайка |
| IEC 60068-2-21:1999 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2-21. Тесты. Тест U: Жесткость клемм и целых смонтированных приборов | IEC 60068-2-21(1983) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание U: Прочность выводов и их креплений к корпусу изделия | MOD | ГОСТ 28212—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание U: Прочность выводов и их креплений к корпусу изделия (IEC 60068-2-21(1983), MOD) |
| IEC 60068-2-27:1987 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Ea и руководство: Удар | — | IDT | ГОСТ 28213—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Ea и руководство: Одиночный удар |
| IEC 60068-2-29:1987 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Eb и руководство: Ударная тряска | — | IDT | ГОСТ 28215—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Eb и руководство: многократные удары |
| IEC 60068-2-30:2005 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест Db: Влажное тепло, циклический (цикл 12 + 12 часов) | — | IDT | ГОСТ 28216—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Db и руководство: влажное тепло, циклическое (12 + 12-часовой цикл) |
| IEC 60068-2-42:2003 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2-42. Тесты. Тест Kc: Тест двуокисью серы для контактов и соединений | IEC 60068-2-42(1982) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Kc: Испытание контактов и соединений на воздействие двуокиси серы | MOD | ГОСТ 28226—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Kc: Испытание контактов и соединений на воздействие двуокиси серы |

*Продолжение таблицы ДА.1*

| Обозначение и наименование международного стандарта | Обозначение и наименование международного стандарта другого года издания | Степень соответствия | Обозначение и наименование межгосударственного стандарта |
|---|---|---|---|
| IEC 60068-2-43:2003 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2-43. Тесты . Тест Kd: Тест сульфидом водорода для контактов и соединений | IEC 60068-2-43(1976) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Kd: Испытание контактов и соединений на воздействие сероводорода | MOD | ГОСТ 28227—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Kd: Испытание контактов и соединений на воздействие сероводорода |
| IEC 60068-2-45:1980 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест XA и руководство: Погружение в очистительные растворители | — | IDT | ГОСТ 28229—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание XA и руководство: Погружение в очищающие растворители |
| IEC 60068-2-58:2004 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2-58. Тесты. Тест Td . Тестовые методы для паяемости, стойкости к растворению металлизации и нагреву пайкой приборов, смонтированных на поверхности (американского военного стандарта SMD) | — | — | * |
| IEC 60068-2-64:1993 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тестовые методы. Тест Fh: Вибрация, широкополосная случайная (цифровое управление) и руководство | — | MOD | ГОСТ 30630.1.9—2002 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие случайной широкополосной вибрации с использованием цифровой системы управления испытаниями |
| IEC 60068-2-68:1994 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2. Тесты. Тест L: Пыль и песок | — | — | * |
| IEC 60068-2-78:2001 Испытания на воздействие окружающей среды. Часть 2-78. Тесты. Тест Cab: Влажное тепло, установившийся режим | IEC 60068-2-3(1969) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Ca: Влажное тепло, постоянный режим | MOD | ГОСТ 28201—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Ca: Влажное тепло, постоянный режим (IEC 60068-2-3(1969), MOD) |

*Продолжение таблицы ДА.1*

| Обозначение и наименование международного стандарта | Обозначение и наименование международного стандарта другого года издания | Степень соответствия | Обозначение и наименование межгосударственного стандарта |
|---|---|---|---|
| IEC 60512-7:1993 Электромеханические компоненты для электронной аппаратуры. Основные процедуры испытаний и методы измерений. Часть 7. Механические операционные тесты и тесты герметизации | — | — | * |
| IEC 60695-2 (все части) Испытание пожароопасности. Часть 2. Методы испытаний | — | — | — |
| IEC 60695-2-10:2000 Испытание пожароопасности. Часть 2-10. Методы испытаний на основе раскаленного/горячего провода. Аппаратура и общая процедура испытаний с помощью раскаленного провода) | — | — | * |
| IEC 60695-2-11:2000 Испытание пожароопасности. Часть 2-11. Методы испытаний на основе раскаленного/горячего провода. Метод тестирования воспламеняемости конечных продуктов от раскаленного провода | — | — | * |
| IEC 60695-2-12:2000 Испытание пожароопасности. Часть 2-12. Методы испытаний на основе раскаленного/горячего провода. Метод тестирования воспламеняемости материалов от раскаленного провода | — | — | * |
| IEC 60695-2-13:2000 Испытание пожароопасности. Часть 2-13. Методы испытаний на основе раскаленного/горячего провода. Метод тестирования загораемости конечных продуктов от раскаленного провода | IEC 60695-2-13(2010) Испытания на пожарную опасность. Часть 2-13. Методы испытаний накаленной/нагретой проволокой. Метод определения температуры зажигания материалов накаленной проволокой (ТЗНК) | IDT | ГОСТ IEC 60695-2-13—2012 Испытания на пожарную опасность. Часть 2-13. Методы испытаний накаленной/нагретой проволокой. Метод определения температуры зажигания материалов накаленной проволокой (ТЗНК) (IEC 60695-2-13(2010), IDT) |
| IEC 60695-11-5 Испытание пожароопасности. Часть 11-5. Тестовое пламя. Метод тестирования с помощью игольчатого пламени. Аппаратура, подтверждающая организацию теста, и руководство | — | — | * |

*Окончание таблицы ДА.1*

| Обозначение и наименование международного стандарта | Обозначение и наименование международного стандарта другого года издания | Степень соответствия | Обозначение и наименование межгосударственного стандарта |
|---|---|---|---|
| IEC 60999-1:1999 Соединительные приборы. Электрические медные проводники. Требования безопасности для зажимных устройств винтового и безвинтового типа. Часть 1. Общие требования и особые требования к зажимным устройствам для проводов с площадью сечения от 0,2 до 35 мм$^2$ (включительно) | — | MOD | ГОСТ 31602.1—2012 Соединительные устройства. Требования безопасности к контактным зажимам. Часть 1. Требования к винтовым и безвинтовым контактным зажимам для соединения медных проводников с номинальным сечением от 0,2 до 35 кв. мм |
| IEC 61210:1993 Соединительные устройства. Плоские быстросоединяющиеся клеммы для электрических медных проводов. Требования безопасности | — | IDT | ГОСТ IEC 61210—2011 Устройства присоединительные. Зажимы плоские быстросоединяемые для медных электрических проводников. Требования безопасности |
| IEC 61180-1:1992 Высоковольтные методы испытаний для низковольтной аппаратуры. Часть 1. Определения, испытательные и процедурные требования | — | — | * |
| IEC 61180-2:1994 Высоковольтные методы испытаний для низковольтной аппаратуры. Часть 2. Оборудование для испытаний | — | — | * |
| IEC 61672-1:2002 Электроакустика. Измерители уровня звука. Часть 1. Спецификации | — | MOD | ГОСТ 17187—2010 Шумомеры. Часть 1. Технические требования |
| IEC 61810-1:2004 Электромеханические элементарные реле. Часть 1. Общие требования и требования безопасности | — | — | * |
| IECQ QC 001001:2000 Система IEC для оценки качества для электронных компонентов (IECQ). Основные правила | — | — | * |

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

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

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

## Библиография

IEC 60050(131):2002 Международный электротехнический словарь. Часть 131. Теория цепей
(IEC 60050(131):2002, International Electrotechnical Vocabulary — Part 131: Circuit theory)
IEC 60050(444):2002 Международный электротехнический словарь (IEC). Глава 444. Элементарные реле
(IEC 60050(444):2002, International Electrotechnical Vocabulary (IEC). Chapter 444. Elementary relays)
IEC 60749 (все части) Полупроводниковые приборы. Методы механических и климатических испытаний
(IEC 60749 (all parts), Semiconductor devices. Mechanical and climatic test methods)
IEC 60947-5-1:2003 Низковольтные приборы коммутации и управления. Часть 5-1. Устройства схемного управления и переключающие элементы. Электромеханические устройства схемного управления
(IEC 60947-5-1:2003, Low-voltage switchgear and controlgear — Part 5-1: Control circuit devices and switching elements — Electromechanical control circuit devices)
IEC 61810-2:2005 Электромеханические элементарные реле. Часть 2. Надежность
(IEC 61810-2:2005, Electromechanical elementary relays — Part 2: Reliability)
Международный союз электросвязи ITU-T. Рекомедация K.44:2003. Испытания резистивности телекоммуникационного оборудования, подверженного действию перегрузок по напряжению и току. Основная рекомендация.
(ITU-T Recommendation K.44:2003, Resistibility tests for telecommunication equipment exposed to overvoltages and overcurrents — Basic Recommendation)
Европейская директива 89/336/EEC. Директива Совета от 3 мая 1989 г. о сближении законов стран-членов, касающихся электромагнитной совместимости.
(European Directive 89/336/EEC: Council Directive of 3 May 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility)

УДК 621.3.002.5.027.2:006.354 МКС 29.120.70 Е71 ОКСТУ 3425

Ключевые слова: реле, предельная размыкающая и замыкающая способность, долговечность, безопасность, правила, методы испытаний

Редактор *Л. С. Зимилова*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *Л. Я. Митрофанова*
Компьютерная верстка *Т. Ф. Кузнецовой*

Сдано в набор 15.01.2015. Подписано в печать 02.04.2015. Формат $60\times84^{1}/_{8}$. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,90. Уч.-изд. л. 7,25. Тираж 33 экз. Зак. 99.

---

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.