МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 60255-127–2014

РЕЛЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И ЗАЩИТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Часть 127

Функциональные требования к защите от сверхнапряжений и недостаточных напряжений

(IEC 60255-127:2010, IDT)

Издание официальное

Москва

Стандартинформ

2014

Предисловие

Цели, основные принципы и 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 Автономной некоммерческой организацией «Научно-технический центр «Энергия» (АНО НТЦ «Энергия») и Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 25 июня 2014 г. № 45-2014)

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
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 августа 2014 г. № 838-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60255-127–2014 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2016 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60255-127:2009 Measuring relays and protection equipment - Part 127: Functional requirements for over/under voltage protection (Измерительные реле и защитное оборудование. Часть 127. Функциональные требования к защите от сверхнапряжений и недостаточных напряжений).

Международный стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации IEC/TC 95 «Измерительные реле и защитное оборудование».

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, и международных стандартов, на которые даны ссылки, имеются в национальных органах по стандартизации.

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, 2014

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 и цель .....
2 Нормативные ссылки .....
3 Термины и определения .....
4 Перечень функций .....
4.1 Основные положения .....
4.2 Количества входящей питающей энергии/ количества питающей энергии ...
4.3 Двоичные входные сигналы .....
4.4 Функциональная логика .....
4.5 Двоичные выходные сигналы .....
5 Перечень характеристик .....
5.1 Точность взаимосвязанных количественных характеристик .....
5.2 Точность взаимосвязанных времен срабатываний .....
5.3 Точность взаимосвязанных времен возврата .....
5.4 Временные (переходные) характеристики .....
5.5 Требования к трансформаторам напряжения .....
6 Методология функциональных испытаний .....
6.1 Основные положения .....
6.2 Определение стабильных погрешностей для характеристической величины .....
6.3 Определение стабильных погрешностей для начала действия и времени срабатывания .....
6.4 Определение стабильных погрешностей для времени возврата .....
6.5 Определение временной (переходной) характеристики .....
7 Требования к документации.....
7.1 Протокол типовых испытаний .....
7.2 Прочие применяемые документы .....
Приложение А (справочное) Определение времени возврата для реле, имеющих только выход для срабатывания .....
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам.....
Библиография .....

Введение

Настоящий стандарт является одной из частей серии межгосударственных стандартов, разрабатываемых на базе международных стандартов серии IEC 60255 на электрические реле измерения, контроля и управления, в частности он относится к частям стандартов на измерительные реле.

Целью настоящего стандарта является:

- установление единых требований к характеристикам и снятия проблем вследствие разницы между различными стандартами применительно к измерительным реле выполняющих функции реализации защиты оборудования от сверхнапряжений или отключения цепи при минимально допустимых значениях напряжения;

- достижение унифицированного подхода в международном производстве к измерительным реле и защитному оборудованию.

В настоящем стандарте по безопасности измерительных реле и защитного оборудования в качестве основы взяты положения из общих стандартов по безопасности и IEC 60664-1 с учетом и дополнением специфичных требований к измерительным реле и защитному оборудованию.

Настоящий стандарт может быть использован при подтверждении соответствия измерительных реле техническим регламентам на низковольтное оборудование.

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

РЕЛЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И ЗАЩИТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
Часть 127
Функциональные требования к защите от сверхнапряжений и недостаточных напряжений

Measuring relays and protection equipment. Part 127. Functional requirements for over/under voltage protection

Дата введения – 2016–01–01

1 Область применения и цель

Настоящий стандарт устанавливает минимальные требования для реле защиты от сверхнапряжений и/или недостаточных напряжений. Настоящий стандарт включает определение функций защиты, характеристик измерений и характеристик времен возврата.

Настоящий стандарт определяет воздействующие факторы, которые влияют на точность характеристик в условиях стабильного состояния и исполнение характеристик в период динамических изменений. Методология испытаний для подтверждения характеристики и точности их исполнения также рассматривается настоящим стандартом.

Стандарт рассматривает следующие функциональные характеристики в области сверхнапряжения и недостаточного напряжения:

	IEEE/ANSI C37.2[1], функциональный код	IEC 61850-7-4[2], логический код
Защита от фазного недостаточного напряжения	27	PTUV
Положительная последовательность защиты от недостаточного напряжения	27D	PTUV
Защита от фазного сверхнапряжения	59	PTOV
Остаточная/нулевая последовательность защиты от сверхнапряжения	59N/59G	PTOV
Отрицательная последовательность/разбаланс защиты от сверхнапряжения	47	PTOV

Издание официальное

Основные требования для измерительных реле и защитного оборудования указаны в IEC 60255-1.

2 Нормативные ссылки

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

IEC 60044 (all parts) Instruments transformers (Измерительные трансформаторы)

IEC 60255-1 Measuring relays and protection equipment - Part 1: Common requirements (Реле измерительные и защитное оборудование. Часть 1. Общие требования)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 **теоретическая кривая зависимости времени от характеристической величины** (theoretical curve of time versus characteristic quantity): Кривая представляющая зависимость между теоретическим заданным временем срабатывания и характеристической величиной.

3.2 **кривая максимальных и минимальных пределов времени срабатывания** (curves of maximum and minimum limits of the operate time): Кривые, с допустимым отклонением каждой, зависимостей между теоретическими максимальными и минимальными временами срабатывания и характеристическими величинами.

3.3 **значение уставки (начальное) характеристической величины (*Gs*)** (setting value (start) of the characteristic quantity (*Gs*)): Значение уставки, применяемое для определения теоретической кривой времени в зависимости от характеристической величины.

3.4 **время начала** (start time): Время от момента между состоянием, когда характеристическая величина реле измерения, находящегося в начальном или исходном состоянии, изменяется в заданных условиях до момента, когда появляется начальный сигнал.

3.5 **время срабатывания** (operate time): Время от момента, когда входная воздействующая или характеристическая величина измерительного реле, находящегося в

начальном или исходном состоянии, принимает в заданных условиях определенное значение до момента, когда реле завершает срабатывание.

[IEC 60050 (447-05-05)] [3]

3.6 **время трогания** (disengaging time): Время от момента начала изменения значения количества входной энергии, в случае которой реле расцепляется, до момента наступления состояния расцепления.

[IEC 60050 (447-05-10)] [3]

3.7 **время возврата** (reset time): Время от момента, когда характеристическая величина реле измерения, находящегося в состоянии срабатывания, изменяется в заданных условиях и мгновением, когда реле возвращается в исходное состояние.

[IEC 60050 (447-05-06)] [3]

3.8 **время обратимости воздействия** (overshoot time): Разница между временем срабатывания реле при заданном значении входной воздействующей величины и максимальной длительностью воздействия входной воздействующей величины, когда при внезапном ее снижении (для реле сверхтока)/возрастании (для реле минимального тока) до заданного значения ниже (для реле сверхтока)/выше (для реле минимального тока) которого значение уставки недостаточно чтобы вызвать срабатывание.

3.9 **порог времени независимого срабатывания(G_D)** (threshold of independent time operation (G_D)): Значение характеристической величины при которой время срабатывания реле меняется с времени зависящего на время не зависящее от значения характеристической величины.

3.10 **коэффициент возврата** (reset ratio): Соотношение между точкой, когда реле прекращает начало действия (старт) (сигнал начала меняется из положения «ON» на положение «OFF») и фактическим началом стартового тока.

Примечание – Обычно это выражается в процентах, например, для элементов сверхтока коэффициент возврата менее 100 %, а для элементов минимального тока коэффициент возврата более 100 %.

4 Перечень функций

4.1 Основные положения

Защитные функции реле, как входящие, так и выходящие, элементы измерений, характеристики выдержки времени и функциональная логика работы реле представлена

на рисунке 1. Изготовитель должен предоставлять функциональные блоки диаграмм специфичных выполняемых действий.

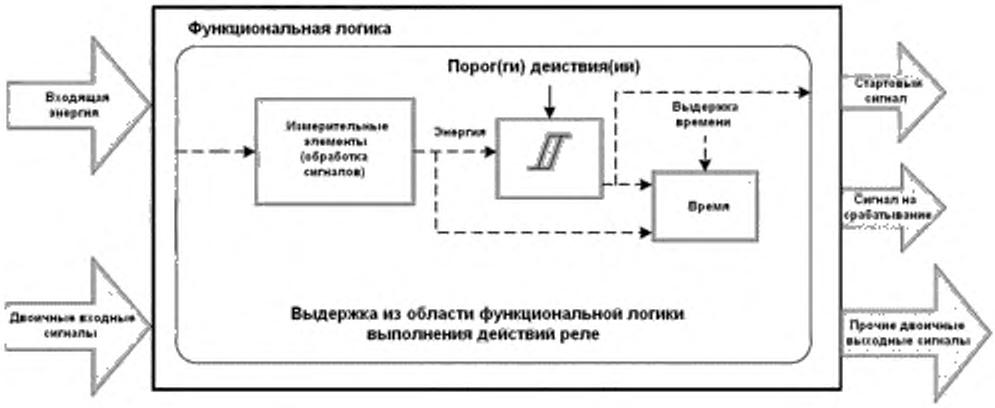

Рисунок 1 — Функциональный блок диаграмм выполнения защиты

4.2 Количество входящей питающей энергии/количества питающей энергии

Количество входящей питающей энергии измеряется величинами составляющих сигналов, т.е. токов и напряжений (если необходимо). Их уровень и подходящий для этого стандарт указаны в IEC 60255-1. Входящая питающая энергия может приходить в форме преобразованных волн тока и напряжения или в виде данных через коммуникационный порт в форме соответствующего протокола (как по IEC 61850-9-2[4]).

Входящая питающая энергия, применяемая для функции защиты, не требуется для постоянного напряжения на вторичной стороне трансформаторов напряжения. Следовательно, документация измерительных реле должна указывать тип питающей энергии, применяемой для функции защиты, например:

- измеренный сигнал напряжения фазы;

- измеренное трехфазное напряжение (межфазное, или между фазами и нейтралью);

- измеренное напряжение между нейтралью и землей или дифференциальное напряжение;

- измеренная положительная, отрицательная или нулевая последовательности напряжения.

Должен быть установлен способ измерения питающей энергии, например:

- измерением значения величины сигнала;

- измерением действующего значения основной составляющей сигнала;

- измерением действующего значения специфичной составляющей гармоники сигнала;

- измерением пикового значения сигнала:

- измерением мгновенного значения сигнала.

4.3 Двоичные входные сигналы

Если применяются любые входные двоичные сигналы (входящие внешние или внутренние), их воздействие на функцию защиты должно быть ясно отражено функциональной логической диаграммой. Дополнительные текстовые описания также должны пояснять функциональность входящих сигналов и их применение по назначению.

4.4 Функциональная логика

4.4.1 Характеристики срабатывания

4.4.1.1 Основные положения

Зависимость между временем отключения и характеристической величиной должна быть представлена в виде характеристической зависимости. Эта зависимость должна быть представлена изготовителем в виде описания уравнением (прогрессивным) или в виде графика.

Стандарт дает два типа характеристик:

- независимую характеристику времени (т.е. определенную временем выдержки);

- зависимую характеристику времени (т.е. обратно пропорциональную времени выдержки).

Временная характеристика определяется временем срабатывания как длительность от момента состояния, когда входящая энергия превышает значение уставки G_S и до момента, когда реле срабатывает.

4.4.1.2 Независимая характеристика времени

Независимая характеристика времени определяется термином определяющим значение уставки характеристической величины (G_S) и термином определяющим время срабатывания t_{op}. Когда применяется не назначенная выдержка времени, это реле времени с независимой выдержкой обозначают как реле мгновенного срабатывания.

Для реле сверхнапряжения $t(G) = t_{op}$, когда $G > G_S$. Эта независимая характеристика представлена на рисунке 2.

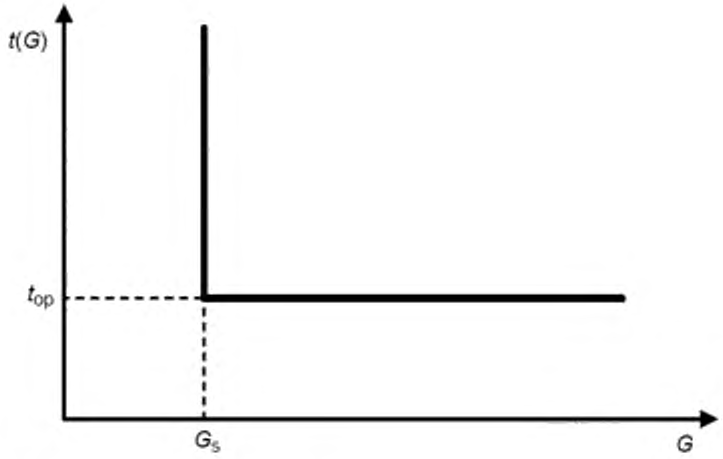

Рисунок 2 — Независимая характеристика времени реле сверхнапряжения

Для реле недостаточного напряжения $t(G) = t_{op}$, когда $G < G_S$. Эта независимая характеристика представлена на рисунке 3.

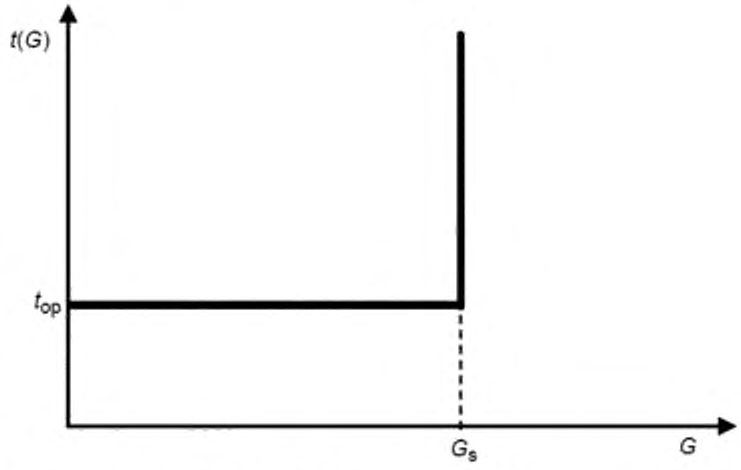

Рисунок 3 — Независимая характеристика времени реле недостаточного напряжения

4.4.1.3 Стандартная зависимая характеристика времени

Для реле защиты от сверхнапряжения зависимость времени выражается в виде формулы:

$$t_{(G)} = \frac{T}{\left(\frac{G}{G_S}\right) - 1}, \qquad (1)$$

где: $t(G)$ — теоретическое время срабатывания, с, при постоянном значении G;

T — уставка времени (теоретическое время срабатывания при $G = 2 \cdot G_S$);

G — измереное значение характеристической величины;

G_S — значение уставки (см. 3.3);

Графическая характеристика зависимости времени приведена на рисунке 4.

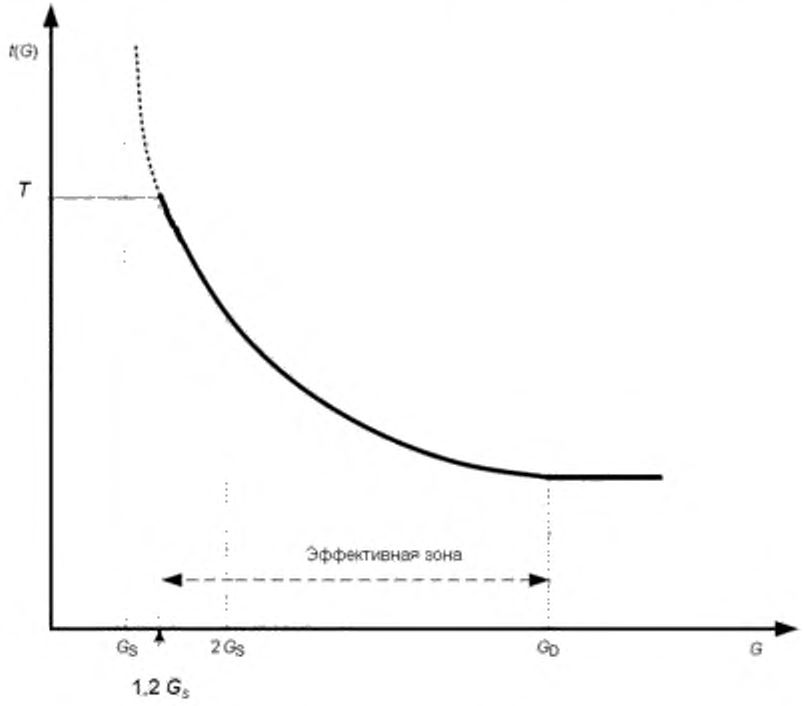

Рисунок 4 — Зависимая характеристика времени

Эффективная зона зависимости времени от характеристической величины расположена между значениями $1{,}2 \cdot G_S$ и G_D. Значение G_D для верхнего значения диапазона уставки должно быть установлено изготовителем.

Для защиты от недостаточного напряжения зависимость характеристики времени реле описывается следующей формулой:

$$t_{(G)} = \frac{T}{1-\left(\frac{G}{G_S}\right)}, \qquad (2)$$

где $t(G)$ — теоретическое время срабатывания, с, при постоянном значении G;

G — измереное значение характеристической величины;

G_S — значение уставки (см. 3.3);

T — уставка времени (теоретическое время срабатывания при $G = 0$).

Данная характеристика времени приведена на рисунке 5.

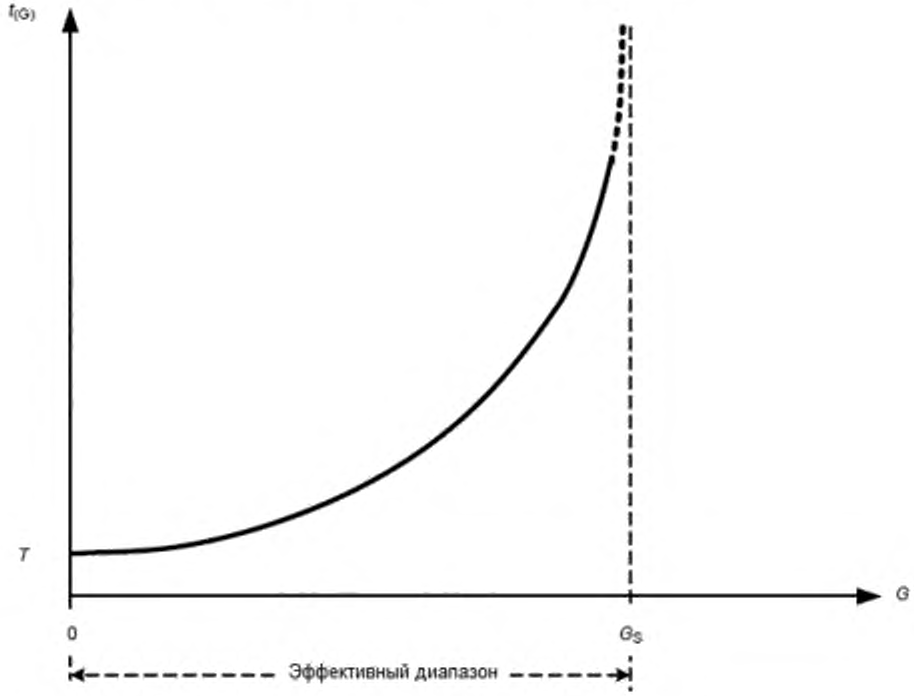

Рисунок 5 — Зависимость характеристики времени для защиты от недостаточного напряжения

Условия повреждения силовой системы питания определяют время-зависимость времени от напряжения. Для условий координации между реле с зависимой характеристикой и данными условиями, поведение реле должно обеспечивать зависимость, приведенную в формуле (3).

Для $G > G_D$ (защита от сверхнапряжения) или $G < G_D$ (защита от недостаточного напряжения):

$$\int_0^{T_0} \frac{1}{t(G)} dt = 1 \quad , \qquad (3)$$

где T_0 — время срабатывания, изменяемое величиной G;

$t(G)$ — теоретическое время срабатывания, с, при постоянном значении G;

G — измеренное значение характеристической величины.

Время срабатывания определяется как изменяющееся время, когда интеграл в формуле (3) равен или более 1.

4.4.2 Характеристики возврата

4.4.2.1 Общие положения

Для решения применения реле для случаев часто повторяющихся повреждений или повреждений быстро ликвидируемых, изготовителем должны быть приведены характеристики возврата реле. Рекомендованные характеристики возврата приведены ниже.

4.4.2.2 Непреднамеренная выдержка возврата

Для реле защиты от недостаточного напряжения, для значения G большего, чем коэффициент возврата, умноженный на G_s, реле должно возвращаться в исходное состояние с непреднамеренной выдержкой. Такая функция возврата может применяться в реле с зависимой и независимой характеристикой времени.

Для реле защиты от сверхнапряжения, для значения G меньшего, чем коэффициент возврата, умноженный на G_s, реле должно возвращаться в исходное состояние с непреднамеренной выдержкой. Такая функция возврата может применяться в реле с зависимой и независимой характеристикой времени.

4.4.2.3 Заданное время возврата

В основном данная характеристика возврата применяется как в защите от пониженного напряжения, так и от сверхнапряжения. Далее описано определение времени возврата для реле защиты от сверхнапряжения. Для реле защиты от недостаточного напряжения применяется тот же принцип.

Для значения G меньшего, чем коэффициент возврата, умноженный на G_s, реле должно возвращаться в исходное состояние после определенного времени возврата t_r. В течении времени возврата, элементы должны сохранять состояние определяемое по

$$\int_0^{t_r} \frac{1}{t(G)} dt$$

при t_b имеющем короткий период, в течении времени когда $G > G_s$. Если в течении времени возврата характеристическая величина превышает G_s, время возврата t_r, определяется как среднее между его нулевым значением и элементами продолжительности нормального начала срабатывания с оставшимся значением времени.

Следующие $G > G_s$ для периода накопления действия срабатывания реле, реле должно сохранять состояние срабатывания для периода времени возврата при снижении оперативного количества энергии ниже G_s, что следует из рисунка 7. Альтернативно, реле с непреднамеренной выдержкой далее может повторять состояние возврата при снижении оперативного количества энергии ниже G_s после срабатывания, что следует из рисунка 6.

Такая функция возврата может применяться в реле с зависимой и независимой характеристикой времени. Графическое представление этих характеристик возврата, представлено на рисунках 6 и 7 для частных элементов и срабатывания в целом.

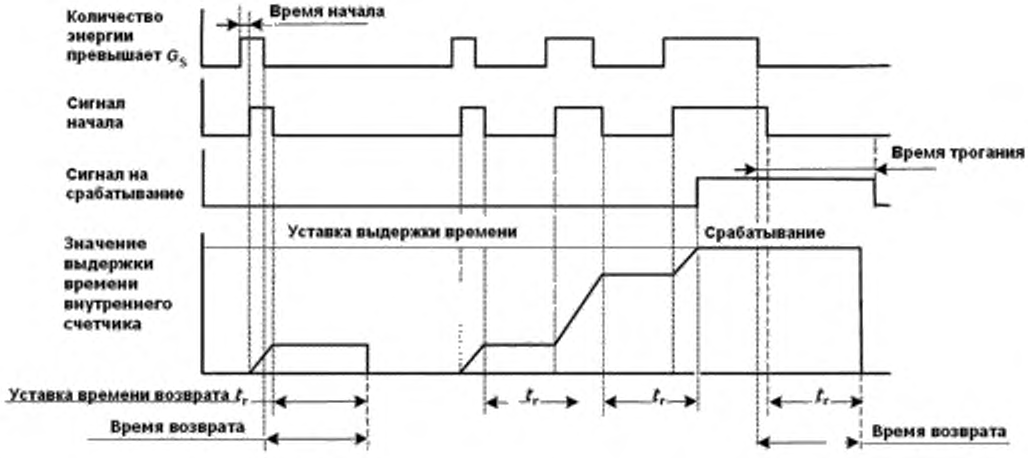

Рисунок 6 — Характеристика, поясняющая время возврата реле

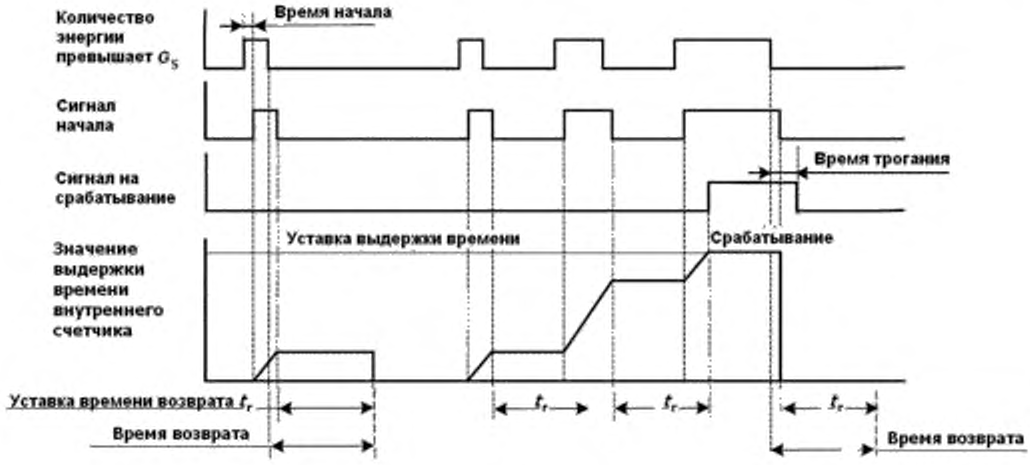

Рисунок 7 — Характеристика, поясняющая время возврата реле (альтернативное решение мгновенного возврата после срабатывания реле)

4.5 Двоичные выходные сигналы

4.5.1 Сигнал начала

Сигнал начала — это выходной сигнал измерительных и пороговых элементов без любой преднамеренной выдержки времени. Если сигнал начала не предусматривается, изготовитель должен дать информацию по вопросу, каким образом проводить испытания связанные с сигналом начала, как предусмотрено в разделе 6.

4.5.2 Сигнал срабатывания

Сигнал срабатывания — это выходной сигнал измерительных и пороговых элементов после завершения любой преднамеренной выдержки времени. В случае скоротечных одновременных процессов, данный сигнал может иметь общее время с сигналом начала.

4.5.3 Другие двоичные выходные сигналы

Если любой двоичный выходной сигнал пригоден для применения, метод его воздействия должен быть ясно представлен на функциональной логической диаграмме. Дополнительные текстовые описания также должны пояснять функциональность выходных сигналов и их применение по назначению.

5 Перечень характеристик

5.1 Точность взаимосвязанных количественных характеристик

Для реле с зависимой и независимой характеристикой времени, изготовителем должны быть указаны погрешность и зависимость уровня возврата от характеристической величины.

Для реле с зависимой и независимой характеристикой времени, изготовитель должен указать погрешность характеристической величины для всех значений уставок, при которых она применяется.

5.2 Точность взаимосвязанных времен срабатываний

Для реле с независимой характеристикой времени, максимально допустимая погрешность указанного времени срабатывания должна быть точно выражена в виде:

- процентов от значения уставки времени, или;

- процентов от значения уставки времени, с учетом фиксированной максимальной ошибкой времени (когда она превышает процентное значение), принимается большее значение. Например, ± 5 % или ± 20 мс, принимается большее значение, или;

- фиксированной максимальной погрешностью времени.

Для реле с зависимой характеристикой выдержки времени, рекомендованная предельная погрешность определяется установленной изготовителем погрешностью. Для реле с падающей функцией времени, значение заданной погрешности должно быть указано в процентах от теоретического времени при максимальном пределе эффективной зоны характеристики зависимости от времени. Рекомендованная предельная погрешность должна быть указана как:

- теоретическая кривая времени, нанесенная поверх эффективной зоны характеристики зависимости от времени на множество значений уставки характеристической величины, ограниченная двумя кривыми, представляющими минимальный и максимальный пределы ограничения погрешности, или;

- заданная погрешность для эффективной зоны характеристики зависимости от времени уточненная установленными факторами для различных значений характеристической величины.

Для реле с зависимой и независимой характеристикой времени, изготовитель должен установить максимальную предельную погрешность связанную с временем срабатывания с учетом установленной выдержки времени, если это применимо.

Изготовитель должен указать, если измеренное собственное время (время трогания) и время срабатывания выходного контакта входят в длительность уставки времени возврата или если это дополнительное время к длительности уставки времени возврата.

5.3 Точность взаимосвязанных времен возврата

Для реле с не преднамеренной выдержкой возврата изготовитель должен указать время возврата по элементам.

Для реле с установленной выдержкой возврата максимально возможная погрешность установленного времени возврата должна быть выражена в виде:

- процентов от значения уставки выдержки времени, или;

- процентов от значения уставки выдержки времени, с учетом фиксированной максимальной ошибкой времени (когда она превышает процентное значение), принимается большее значение. Например, ± 5 % или ± 20 мс, принимается большее значение, или;

- фиксированной максимальной погрешностью времени.

Изготовитель должен установить максимальную предельную погрешность связанную с временем срабатывания с учетом установленной выдержки времени, если это применимо.

Изготовитель должен указать, если измеренное собственное время (время трогания) входит в длительность уставки времени возврата или если это дополнительное время к длительности уставки времени возврата.

5.4 Временные (переходные) характеристики

5.4.1 Время обратимости воздействия

Изготовитель должен указать время обратимости воздействия.

5.4.2 Реакция к временным изменениям значения характеристической величины

Для гарантии координации реле связанных временем, должны быть испытаны характеристики временных изменений в условиях токов повреждения (временные изменения характеристической величины). Изготовитель должен указать любые дополнительные погрешности, но во всех случаях дополнительная погрешность не может превышать 15 %.

5.5 Требования к трансформаторам напряжения

Изготовитель должен предоставить руководство по типоразмерам трансформаторов напряжения обеспечивающих необходимый уровень характеристик (со ссылкой на серию стандартов IEC 60044).

6 Методология функциональных испытаний

6.1 Основные положения

Испытания, описанные в настоящем разделе, являются типовыми. Данные испытания должны быть назначены, например, в целях проверки выполнения всех аспектов компонентами и программным обеспечением защитных реле минимального/максимального тока. Эти части, как имеющие выходные токи, должны быть взаимосвязаны с реле, непосредственно с каждым вводным зажимом трансформатора тока или с эквивалентным сигналом соответствующего интерфейса. Аналогично, срабатывание должно обеспечиваться через все возможные выходные контакты или от эквивалентного сигнала соответствующего интерфейса.

Если в любом случае не возможно измерение результата сигнала от выхода до входа, изготовителем должны быть указаны точка приложения характеристической величины и сигнал интерфейса, применяемый для измерения. Для реле, где уставка определяется уровнем тока трансформатора, начальное значение может быть выбрано проведением испытаний.

В целях определения точности реле в стабильных условиях, выходящая характеристическая величина должна быть синусоидальной формы номинальной частоты и ее амплитуда должна изменяться в соответствии с требованиями к испытаниям.

Некоторые испытания, проводимые в соответствии со следующими пунктами, могут объединяться для оптимизации процесса испытаний. Рассмотрение технологии проведения испытаний дает возможность уменьшить число испытательных точек в пределах диапазона и применяемого шага имеющихся уставок. Однако, должны быть применены отмеченные испытательные точки или близко расположенные уставки, если нет возможности установки точных значений.

В следующих пунктах применяемые испытательные уставки выражаются в процентах доступного уровня от 0 % имеющегося минимальной доступной уставки до 100 % имеющегося максимальной доступной уставки. Аналогично, 50 % представляет собой среднюю точку имеющегося диапазона уставки. Применяемые действующие уставки должны быть рассчитаны по следующей формуле:

$$S_{AV} = (S_{MAX} - S_{MIN})^{X} + S_{MIN},$$

где: S_{AV} — примененная при испытании значение действующей уставки;

S_{MAX} — максимальное доступное значение уставки;

S_{MIN} — минимальное доступное значение уставки;

X —выраженное в процентах значение для испытательной точки в соответствии с методологией испытаний (см. таблицы 1 — 4).

Например, для уставки напряжения в таблице 1, приведенный диапазон уставок 60 — 180 В, применяемые уставки тока срабатывания могут быть 60; 120; 180 В.

6.2 Определение стабильных погрешностей для характеристической величины

6.2.1 Точность значения уставки (начала действия)

В целях определения точности величины уставки, характеристическая величина G_S (ее амплитуда) должны быть медленно изменена и стартовый выходной элемент выдал команду для срабатывания.

Для защиты от сверхнапряжения, характеристическая величина должна быть увеличена в соответствии со следующими условиями:

- воздействующее значение характеристической величины должно быть, по крайней мере, ниже на величину двукратного значения уставки заданной точности элемента;
- ступени подъема должны быть в 10 раз меньше заданной точности элемента;
- ступени времени должны быть выше двукратного значения времени начала и быть не более пятикратного заданного значения времени начала.

Пример

Если значения уставки равно 100 В, погрешности ± 10 % и времени начала 20 мс, то начальное стартовое значения должно быть равно 80 В, шаг изменения напряжения — 1 В с шагом времени начала (40 — 100) мс.

Для защиты от недостаточного напряжения характеристическая величина должна быть уменьшена от начального значения, при этом начальное значение должно быть, по крайней мере, выше на величину двукратного значения уставки заданной точности элемента. Ступени изменения воздействующей величины аналогичны процессам при максимальной токовой защите.

Должно быть применено достаточное количество испытательных точек для оценки характеристик во всем диапазоне элементов уставок, но как минимум 10 точек должны быть сконцентрированы в районе нижнего стартового значения, где погрешность имеет относительно большое значение. Предпочтительные значения следующие: минималь-

ная уставка (или 0 % от диапазона); 0,5 %; 1,0 %; 2,0 %; 3,0 %; 5,0 %; 10,0 %; 30,0 %; 60,0 %; максимальная уставка (или 100 % от диапазона).

Для реле защиты от сверхнапряжения и недостаточного напряжения, каждая испытательная точка для оценки повторяемости результатов должна быть измерена, по меньшей мере 5 раз, максимальное и среднее значение погрешности всех испытаний далее используют для установления точности.

6.2.2 Определение коэффициента возврата

В целях определения коэффициента возврата, элемент должен принудительно сработать и характеристическая величина должна плавно изменяться пока стартовый выходной элемент с непреднамеренной выдержки времени не вернется. Для максимальной токовой защиты, характеристическая величина должна быть уменьшена в соответствии со следующими условиями:

- воздействующее значение характеристической величины должно быть по крайней мере выше на величину двукратного значения уставки заданной точности элемента;
- ступени подъема должны быть в 10 раз меньше заданной точности элемента;
- ступени времени должны быть выше двукратного значения времени начала и не более пятикратного заданного значения времени начала.

Если в интервале времени не происходит возврата, элемент не возвращается обоснованно и в дальнейшее должно быть применено более низкое значение тока.

Пример

Если значения уставки равно 100 В, погрешности ± 10 % и времени начала 20 мс, то начальное стартовое значения должно быть равно 120 В, шаг изменения напряжения — 1 В с шагом времени начала (40 — 100) мс.

Для защиты от недостаточного напряжения характеристическая величина должна быть увеличена от начального значения, при этом начальное значение должно быть, по крайней мере, выше на величину двукратного значения уставки заданной точности элемента. Ступени изменения воздействующей величины аналогичны процессам при защите от сверхнапряжения.

Коэффициент возврата вычисляется следующим образом:

$$\text{Коэффициент возврата (в \%)} = (V_{reset} / V_{start}) \cdot 100.$$

Должно быть применено достаточное количество испытательных точек для оценки характеристик во всем диапазоне элементов уставок, но как минимум 10 точек должны быть сконцентрированы в районе нижнего стартового значения, где погрешность имеет

относительно большое значение. Предпочтительные значения следующие: минимальная уставка (или 0 % от диапазона); 0,5 %; 1,0 %; 2,0 %; 3,0 %; 5,0 %; 10,0 %; 30,0 %; 60,0 %; максимальная уставка (или 100 % от диапазона).

Для реле защиты от сверхнапряжения каждая точка должна быть измерена по меньшей мере 5 раз, минимальное и среднее значение всех испытаний далее используют для установления точности.

Для реле защиты от недостаточного напряжения каждая точка должна быть измерена по меньшей мере 5 раз, максимальное и среднее значение всех испытаний далее используют для установления точности.

6.3 Определение стабильных погрешностей для начала действия и времени срабатывания

В целях определения стабильных погрешностей времени срабатывания реле с напряжение должно прикладываться к реле без преднамеренной выдержки времени и контакты выхода начала и срабатывание коммутируется элементом Начало подачи напряжения от его начальных испытательных значений до конечных значений должно быть в нулевой точке по времени кривой напряжения. Испытания должны проводиться на базе одной фазы. Должно быть применено достаточное количество испытательных точек для непрерывной регулировки выдержки времени или уставок выдержки времени в эффективном диапазоне характеристики зависимости значения времени от токов срабатывания. Каждая испытательная точка должна быть измерена по меньшей мере 5 раз, максимальное и среднее значение всех пяти замеров далее используют для анализа. Регистрация времени срабатывания для выходных контактов предусматривают измерение погрешности времени срабатывания, в то время как фиксируется время начала для выходных контактов, предусматривают измерение элементов времени начала. Предлагаются следующие испытательные точки в таблице 1 для элементов защиты от сверхнапряжения и в таблице 2 для элементов защиты от недостаточного напряжения.

Таблица 1 — Испытательные точки для элементов защиты от сверхнапряжения

Время срабатывания	Уставка напряжения срабатывания	Начальное значение испытательного напряжения	Конечное значение испытательного напряжения[a)]
Минимальное (0 %)	Минимальная (0 %)	0	1,2 · G_S
50 %	50 %		1,6 · G_S
Максимальное (100 %)	Максимальная (100 %)		2,0 · G_S

[a)] Конечное значение испытательного напряжения должно быть ограничено максимальным выдерживаемым напряжением.

Таблица 2 — Испытательные точки для элементов защиты от недостаточного напряжения

Время срабатывания	Уставка напряжения срабатывания	Начальное значение испытательного напряжения[b)]	Конечное значение испытательного напряжения
Минимальное (0 %)	Минимальная (0 %)[a)]	2,0 · G_S	0,8 · G_S
50 %	50 %		0,4 · G_S
Максимальное (100 %)	Максимальная (100 %)		0

[a)] Некоторые реле могут иметь блок элементов срабатывания от недостаточного напряжения, когда выходное напряжение равно нулю. В этом случае, испытательная точка, равная нулевому напряжению, заменяется на точку с минимально возможным напряжением.

[b)] Начальное значение испытательного напряжения должно быть ограничено максимальным выдерживаемым напряжением.

6.4 Определение стабильных погрешностей для времени возврата

В целях определения стабильных погрешностей времени возврата реле, напряжение должно прикладываться к реле до момента срабатывания. Для выполнения срабатывания напряжение прикладывается к реле с ростом равным значению начального испытательного напряжения в одну секунду и когда рост напряжения приходит к конечному испытательному значению, необходимый выходной контакт элемента коммутируется. Если ни один выходной контакт не применим, для определения времени возврата реле, должна применяться процедура, описанная в приложении А.

Должно быть применено достаточное количество испытательных точек для непрерывной регулировки времени возврата или уставок времени возврата в эффективном диапазоне характеристики зависимости значения времени от токов срабатывания. Каждая испытательная точка должна быть измерена, по меньшей мере 5 раз, максимальное и среднее значение всех пяти замеров далее используют для анализа. Регистрация времени срабатывания для выходных контактов предусматривают измерение погрешно-

сти времени срабатывания, в то время как фиксируется время начала для выходных контактов, предусматривают измерение элементов времени начала. Предлагаются следующие испытательные точки в таблице 3 для элементов защиты от сверхнапряжения и в таблице 4 для элементов защиты от недостаточного напряжения.

Таблица 3 — Испытательные точки для элементов защиты от сверхнапряжения

Время срабатывания[b)]	Уставка напряжения срабатывания	Начальное значение испытательного напряжения[a)]	Конечное значение испытательного напряжения
Минимальное (0 %)	Минимальная (0 %)	0	1,2 · Gs
50 %	50 %		1,6 · Gs
Максимальное (100 %)	Максимальная (100 %)		2,0 · Gs

[a)] Начальное значение испытательного напряжения должно быть ограничено максимальным выдерживаемым напряжением.

[b)] Первая колонка данной таблицы не применима к реле с непреднамеренной выдержкой возврата.

Таблица 4 — Испытательные точки для элементов защиты от недостаточного напряжения

Время срабатывания[b)]	Уставка напряжения срабатывания	Начальное значение испытательного напряжения	Конечное значение испытательного напряжения[a)]
Минимальное (0 %)	Минимальная (0 %)[c)]	0	1,2 · Gs
50 %	50 %		1,6 · Gs
Максимальное (100 %)	Максимальная (100 %)		2,0 · Gs

[a)] Конечное значение испытательного напряжения должно быть ограничено максимальным выдерживаемым напряжением.

[b)] Первая колонка данной таблицы не применима к реле с непреднамеренной выдержкой возврата.

[c)] Некоторые реле могут иметь блок элементов срабатывания от недостаточного напряжения, когда выходное напряжение равно нулю. В этом случае, испытательная точка, равная нулевому напряжению, заменяется на точку с минимально возможным напряжением.

6.5 Определение временной (переходной) характеристики

6.5.1 Время обратимости воздействия

Данный пункт описывает время обратимости воздействия для реле защиты от недостаточного напряжения. Для реле защиты от сверхнапряжения время обратимости воздействия как правило не применяется.

При уставке реле в рекомендованных условиях (номинальное напряжение), напряжение переключают с 1.2 · G_S на 0.8 · G_S и определяют максимальное значение время срабатывания реле на основе пяти измерений. Далее снова напряжение переключают с 1.2 · G_S на 0.8 · G_S в течении периода времени на 5 мс меньше определенного ранее максимального значения времени и по истечении этого периода его увеличивают до значения 1.2 · G_S с непреднамеренной выдержкой времени. При появлении случая срабатывания реле, период времени подачи воздействующего напряжения уменьшают на следующие 5 мс и испытание повторяют снова. Воздействующее время снижают до тех пор, пока не будет получено пяти последовательных случаев, когда воздействующий ток не будет вызывать срабатывания реле.

Разница времени между периодом воздействия тока и измеренным временем срабатывания реле является для реле временем обратимости воздействия.

6.5.2 Характеристика обратной зависимости значения времени реле от характеристической величины

Испытательная осциллограмма характеристической величины, представленная на рисунке 12, модулирует из сигналов частоты 50 или 60 Гц прямоугольные пакеты импульсов так, что изменение амплитуды полуволны происходит при пересечении нулевой линии.

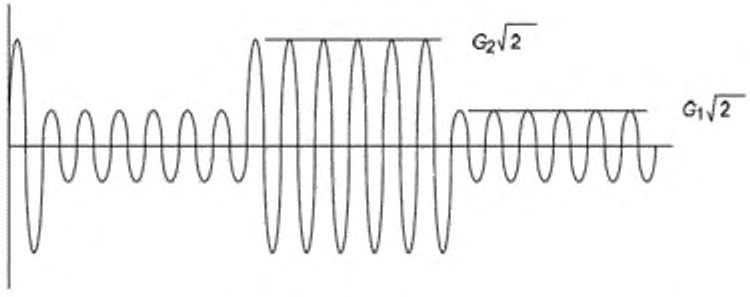

Рисунок 12 — Испытательная осциллограмма

Частота модулирования прямоугольных пакетов импульсов не должна быть более чем 0,1 значения основной частоты так, чтобы временные переходные процессы не воздействовали на время срабатывания.

Амплитуды характеристической величины G_1 и G_2 превышают значение уставки G_S характеристической величины. Значение амплитуды выбирается так, чтобы время срабатывания реле было во много раз больше периода модуляции прямоугольного импульса.

Исходя из предыдущих условий, теоретическое время срабатывания T_0 равно:

$$T_0 = \frac{2 \cdot T_1 \cdot T_2}{T_1 + T_2}, \quad (7)$$

где: T_1 — время срабатывания для характеристической величины равной значению G_1;

T_2 — время срабатывания для характеристической величины равной значению G_2.

Рекомендуемые значения для характеристики зависимости времени от характеристической величины даны в таблице 7, где частота модуляции прямоугольных импульсов равна 0,1 значения основной частоты. При значениях приведенных в таблице 5, измеренное время срабатывания не должно отличаться более чем на 15 % от времени T_0.

Таблица 5 — Рекомендованные значения для испытаний

Кривая	T, с	G_1	G_2	T_1, с	T_2, с	T_0, с
Защита от сверхнапряжения	10	1,2 · G_S	1,5 · G_S	50	20	28,57
Защита от недостаточного напряжения		0,5 · G_S	0,2 · G_S	20	12,5	15,39
Примечание — T является значением уставки времени (см. формулы (1) и (2)).						

7 Требования к документации

7.1 Протокол типовых испытаний

Протокол типовых испытаний для функциональных элементов указанных в настоящем стандарте должен соответствовать требованиям IEC 60255-1. В нем должны быть приведены, как минимум, следующие данные:

- об испытанном оборудовании, включающие детализацию оборудования/функций при испытаниях, такую как зарегистрированные номер модели, фирменного программного обеспечения, что применимо;

- об испытательном оборудовании, такую как наименование оборудования, обозначение типа, информацию о поверке (калибровке);

- функциональные диаграммы, описывающие основные операции элементов, включая взаимодействие входов и выходов двоичных сигналов при выполнении функций;

- детализацию входящей характеристической величины и способе ее измерения при выполнении функций;

- детализацию полученных или имеющихся характеристик зависимостей срабатывания и возврата, которые используются при выполнении функций, предпочтительно в виде формул;

- детализацию функционального поведения при значениях тока равных G_b и выше;

- детализацию всех специфичных алгоритмов, используемых для улучшения выполнения функций в условиях реальных силовых систем и соответствующие требования к ним. В случае выработки алгоритма выполнения более чем для одной функции, например, контроля трансформатора напряжения, достаточно описать алгоритм срабатывания на основе применения документации, но должны быть описаны все функции, участвовавшие при выполнении срабатывания;

- методы испытаний и регулировки, включая детализацию испытательных процедур и примененных при испытании регулировок и настроек оборудования облегчающих испытания. Возможно включение других данных настроек, чем примененные настройки для проверки функционирования, а также разрешенные повторения испытаний для удостоверения того, что применены такие же условия испытаний;

- результаты испытаний, для каждого случая испытаний полностью описываются примененный метод испытаний и настройки. Для полученных результатов приводится установленные требования к точности;

- приведенное заключение по результатам испытаний, основанное на полученных результатах и всех требованиями, предписанных разделом 5. Когда необходимо, эти требования связывают с перечнем характеристик установленных стандартом с учетом индивидуального подхода и принятия решения с учетов полного набора всех функций.

7.2 Прочие применяемые документы

Нет полных требований пользователей по составу комплекта документов типовых испытаний, но требуется предоставлять не конфиденциальную информацию. Для этих целей должны быть оформлены минимум следующих данных, которые не обязательно должны излагаться в виде одного документа:

- функциональные диаграммы, описывающие основные операции элементов, включая взаимодействие входов и выходов двоичных сигналов при выполнении функций;

- детализацию входящей характеристической величины и способе ее измерения при выполнении функций;

- детализацию полученных или имеющихся характеристик зависимостей срабатывания и возврата, которые используются при выполнении функций, предпочтительно в виде формул;

- детализацию функционального поведения при значениях тока равных G_b и выше;

- детализацию всех специфичных алгоритмов, используемых для улучшения выполнения функций в условиях реальных силовых систем и соответствующие требования к ним. В случае выработки алгоритма выполнения более чем для одной функции, например, контроля трансформатора напряжения, достаточно описать алгоритм срабатывания на основе применения документации, но должны быть описаны все функции, участвовавшие при выполнении срабатывания;

- изложение всех обязательных требований, установленных разделом 5.

Приложение А
(справочное)

Определение времени возврата для реле, имеющих только выход для срабатывания

А.1 Основные положения

Измерительные реле и защитное оборудование имеют различия в конфигурациях выхода. Для оборудования, которое имеет только выход срабатывания, определение зависимости времени возврата может быть осуществлено многочисленным различными методами. Далее приведен пример такого метода.

А.2 Метод испытания

Определение времени возврата для реле не имеющего соответствующего контакта может быть выполнено следующим методом, основанном на точности времени возврата. Напряжение, равное двойному значению уставки (или максимально возможное, если двойное значение напряжения уставки превышает максимально допустимое), прикладывают к реле с предварительно определенной длительностью времени, которая не вызывает срабатывания реле, но составляет величину 90 % от длительности времени срабатывания. Это напряжение немедленно уменьшают до предварительно определенного значения ниже значения уставки и выдерживают в течении фиксированного времени. После прохождения этого времени напряжение немедленно повышают до двойного значения уставки (или максимально допустимого) для срабатывания элемента. Время срабатывания определяют на основе показаний встроенного интегратора. Это графически представлено на рисунке А.1. Испытание повторяют на уменьшенных токах различных значений. Это позволяет построить характеристику времен срабатывания, на основе которой методом экстраполяции может быть построена характеристика времен возврата.

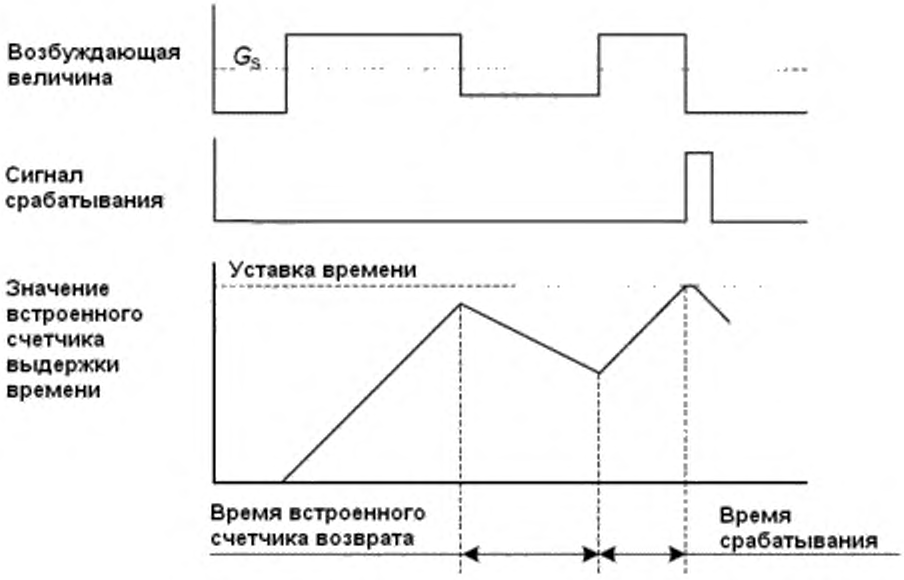

Рисунок А.1 — Определение зависимости времени возврата

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60044 (все части), Трансформаторы измерительные	–	*
IEC 60255-1, Реле измерительные и защитное оборудование. Часть 1. Общие требования	IDT	ГОСТ IEC 60255-1–2014 Реле измерительные и защитное оборудование. Часть 1. Общие требования

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

Примечания

1 В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:

- IDT – идентичный стандарт.

Библиография

[1] IEEE/ANSI C37.2 IEEE standard electrical power system device function number and contact designation (Стандарт IEEE функциональных номеров электрических силовых систем и назначений контактов)

[2] IEC 61850-7-4 Communication networks and systems for power utility automation - Part 7-4: Basic communication structure - Compatible logical node classes and data object classes (Сети и системы связи для автоматизации энергосистемы общего пользования. Часть 7-4. Основная структура связи. Совместимые логические классы узлов и классы данных)

[3] IEC 60050-447 International Electrotechnical Vocabulary - Part 447: Measuring relays (Международный электротехнический словарь. Часть 447 Реле измерительные)

[4] IEC 61850-9-2 Communication networks and systems for power utility automation - Part 9-2: Specific communication service mapping (SCSM) - Sampled values over ISO/IEC 8802-3 (Сети и системы связи для автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 9-2. Схема распределения особой услуги связи (SCSM). Дискретные значения по ISO/IEC 8802-3)

УДК 621.3.002.5.027.2:006.354 МКС 29.120.70 Е71 ОКСТУ 3425 IDT
Ключевые слова: реле, реле защиты, реле напряжения

Руководитель разработки: Директор Богословский А.В.
АНО НТЦ «Энергия»

_____	_____	_____
должность	личная подпись	инициалы, фамилия

Исполнитель: Зав. Отделом Карасев В.Н.

_____	_____	_____
должность	личная подпись	инициалы, фамилия