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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC/TR 61912-1— 2013

Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ СВЕРХТОКОВ

Часть 1

Применение расчетных характеристик короткого замыкания

(IEC/TR 61912-1:2007, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

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») 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 5 ноября 2013 г. № 61-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
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 21 марта 2014 г. № 218-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC/TR 61912-1—2013 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2016 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному документу IEC/TR 61912-1:2007 Low-voltage switchgear and controlgear — Overcurrent protective devices — Part 1: Application of short-circuit ratings (Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Устройства защиты от сверхтоков. Часть 1. Применение расчетных характеристик короткого замыкания).

Перевод с английского языка (en).

Официальный экземпляр международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

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

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 Алфавитный перечень определений и характеристик 2
4 Основа применения — Электроустановки 3
5 Характеристики для низковольтных комплектных устройств (распределения, управления и т. п.) . 3
6 Характеристики для коммутационных аппаратов 4
6.1 Общие положения 4
6.2 Собственная защита (самозащита) коммутационных аппаратов от токов короткого замыкания . . 4
6.3 Применение коммутационного оборудования как УЗКЗ 5
7 Примеры практического применения характеристик устройств 6
7.1 Общие положения 6
7.2 Защита кабелей 6
7.3 Защита НКУ от короткого замыкания 7
7.4 Защита контакторов и пускателей от короткого замыкания 7
7.5 Защита от короткого замыкания посредством автоматических выключателей бытового и аналогичного назначения (обозначаемых как BA), соответствующих требованиям IEC 60898-1, и автоматических выключателей дифференциального тока со встроенной защитой от сверхтоков (АВДТ), соответствующих требованиям IEC 61009-1 8
Приложение А (справочное) Оценка пригодности альтернативных УЗКЗ для защиты контакторов и пускателей (для их замены) 13
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам 14
Библиография 16

Введение

Стандарты IEC 60947 на низковольтную коммутационную аппаратуру распределения и управления и IEC 60439 на низковольтные комплектные устройства распределения, управления и защиты устанавливают требования для аппаратов и элементов комплектных устройств по термической стойкости и возможности коммутирования при определенных уровнях пиковых или действующих значений сверхтоков при установленном времени воздействия или требования по обеспечению защиты от токов короткого замыкания.

На практике, корректное применение требований по обеспечению стойкости к токам короткого замыкания позволяет грамотно проектировать токовые цепи оборудования, по которым протекает ток и рационально применять защитную аппаратуру отключающую токи короткого замыкания, а также полностью использовать отключающую способность коммутационных аппаратов, исключив необходимость применения более дорогостоящих технических решений по обеспечению необходимой устойчивости к токам короткого замыкания.

Настоящий стандарт может быть использован при разработке стандартов на конкретные виды коммутационных аппаратов, а также стандартов на комплектные устройства, в которых излагаются требования по устойчивости к токам короткого замыкания и приводятся соответствующие характеристики (номинальные или предельные) токов короткого замыкания, которые могут возникнуть при нормальном или аномальном применении.

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

Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ СВЕРХТОКОВ

Часть 1

Применение расчетных характеристик короткого замыкания

Low-voltage switchgear and controlgear. Overcurrent protective devices. Part 1. Application of short-circuit ratings

Дата введения — 2016—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт служит в качестве руководства для применения значений короткого замыкания, установленных в стандартах на низковольтную коммутационную аппаратуру, аппаратуру управления и комплектные устройства, обобщая определения уровней и приводя примеры их применения.

Примечание — Настоящий стандарт не применяется для электроустановок бытового назначения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на международные стандарты, требования которых являются необходимым дополнением к требованиям настоящего стандарта. Ссылки на международные стандарты, в обозначении которых указана дата, относятся только к конкретному изданию международного стандарта. При использовании ссылок на международные стандарты без указания даты должно быть использовано последнее издание ссылочного стандарта, включая изменения к нему и поправки.

IEC 60255 (все части) Measuring relays and protection equipment (Реле электрические и защитное оборудование)

IEC 60269-1 Low-voltage fuses — Part 1: General requirements (Предохранители плавкие низковольтные. Часть 1. Общие требования)

IEC 60364 (all part) Electrical installations of buildings (Электроустановки зданий)

IEC 60439-1 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies — Part 1: General rules (Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Общие требования)

IEC 60439-2 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies — Part 2: Particular requirements for busbar trunking systems (busways) (Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 2. Частные требования к шинопроводам для систем распределения)

IEC 60898-1 Electrical accessories — Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations — Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation (Аппаратура малогабаритная. Выключатели автоматические для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Автоматические выключатели для переменного тока)

IEC 60947-1 Low-voltage switchgear and controlgear — Part 1: General rules (Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 1. Общие требования)

IEC 60947-2 Low-voltage switchgear and controlgear — Part 2: Circuit-breakers (Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 2. Выключатели автоматические)

IEC 60947-3 Low-voltage switchgear and controlgear — Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units (Низковольтная коммутационная аппаратура и аппарату-

Издание официальное

ра управления. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и их комбинации с предохранителями)

IEC 60947-4-1 Low-voltage switchgear and controlgear — Part 4-1: Contactors and motor-starters-Electromechanical contactors and motor-starters (Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 4-1. Контакторы и пускатели. Электромеханические контакторы и пускатели)

IEC 60947-6-2 Low-voltage switchgear and controlgear — Part 6-2: Multiple function equipment — Control and protective switching devices (or equipment) (CPS) (Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 6-2. Оборудование многофункциональное. Коммутационные устройства управления и защиты (для оборудования) (КУУЗ))

IEC 61009-1 Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) — Part 1: General rules (Выключатели автоматические управляемые дифференциальным (остаточным) током со встроенной защитой от сверхтоков (АВДТ) бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Общие требования)

3 Алфавитный перечень определений и характеристик

А

Автоматические выключатели соответствующие IEC 60947-2 6.2 b) ii)

Автоматические выключатели соответствующие IEC 60898-1 6.2 b) ii)

Автоматические выключатели дифференциального тока со встроенной защитой от сверхтоков соответствующие IEC 61009-1 6.2 b) ii)

З

Защитные коммутационные аппараты и защитные пускатели соответствующие IEC 60947-4-1 6.2 b) iii)

И

Интеграл Джоуля I^2t автоматического выключателя 6.3.2

Интеграл Джоуля I^2t предохранителя 6.3.1

К

Коммутационные устройства управления и защиты (КУУЗ) 6.2 b) iv)

Комбинации аппаратов с предохранителями соответствующие IEC 60947-3 6.2 b) i)

Н

Номинальный кратковременно допустимый ток I_{cw} (цепи НКУ) 5

Номинальный пиковый допустимый ток I_{pk} (цепи НКУ) 5

Номинальный ток защиты от короткого замыкания I_{cc} (цепи НКУ) 5

Номинальная включающая способность I_{cm} 6.3.2

Номинальная предельная наибольшая отключающая способность I_{cu} 6.3.2

Номинальный кратковременно выдерживаемый ток I_{cw} 6.3.2

Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность I_{cs} 6.3.2

Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность I_{cs} КУУЗ 6.3.3

Номинальная наибольшая отключающая способность I_{cn} АВДТ и ВА 6.3.4

Н

Номинальный условный ток короткого замыкания I_q контактора или пускателя 7.4.2

Номинальная наибольшая отключающая способность I_{cn} АВДТ и ВА 7.5

О

Ожидаемый (возможный) ток короткого замыкания I_{cp} 4

Обеспеченная защита от короткого замыкания (резервная защита) 4

Отключающая способность плавкой вставки 6.3.1

П

Пиковое значение тока короткого замыкания I_p 4

Пропускаемый предохранителем ток 6.3.1

С

Симметричный отключаемый ток короткого замыкания I_b 4

Т

Ток, ограниченный автоматическим выключателем 6.3.2

У

Устойчивый ток короткого замыкания I_k 4

Устройства защиты от токов короткого замыкания (УЗКЗ) 4

4 Основа применения — Электроустановки

В порядке обеспечения устойчивости оборудования в условиях короткого замыкания в первую очередь необходимо иметь значения ожидаемого уровня тока повреждения в точке установки каждой единицы оборудования. Это проводится на стадии изучения системы защиты. Параметры короткого замыкания определяются терминами, имеющими следующие определения:

- **ожидаемый (возможный) ток короткого замыкания I_{cp}** (prospective (available) short-circuit current): Сверхток, появляющийся в цепи, когда питающие проводники этой цепи замкнуты проводником с пренебрежимо малым сопротивлением без какого либо изменения источника питания.
- **пиковое значение тока короткого замыкания I_p** (peak short-circuit current): Максимально возможное мгновенное значение ожидаемого тока короткого замыкания.
- **симметричный отключаемый ток короткого замыкания I_b** (symmetrical short-circuit breaking current): Действующее значение в определенном периоде симметричной переменной составляющей ожидаемого (возможного) тока короткого замыкания в момент расхождения контактов в первом размыкающемся полюсе коммутационного оборудования.
- **устойчивый ток короткого замыкания I_k** (steady-state short-circuit current): Действующее значение ожидаемого тока короткого замыкания, который после кратковременных переходных процессов является:
  - неограниченным;
  - ограниченным устройством защиты от короткого замыкания (УЗКЗ).

Дополнительные определения:

- **устройства защиты от токов короткого замыкания (УЗКЗ)** (short-circuit protective device (SCPD)): Устройства, предназначенные для защиты цепи или ее части от повреждений вследствие воздействия токов короткого замыкания.
- **обеспеченная защита от короткого замыкания (резервная защита)** (conditional short-circuit rating (back-up protection)): Условия защиты от короткого замыкания, при котором оборудование или комплектное устройство (далее — НКУ) оснащено УЗКЗ, включенным последовательно с оборудованием или цепью НКУ.

5 Характеристики для низковольтных комплектных устройств (распределения, управления и т. п.)

В низковольтных комплектных устройствах (НКУ), имеющем установленные изготовителем параметры защиты в виде максимальных ожидаемых токов короткого замыкания, характеристики должны быть выражены значениями тока и времени в точках присоединения выводных зажимов. Уровень защиты низковольтных комплектных устройств (НКУ) должен быть равным или более значения ожидаемого тока короткого замыкания в точках присоединения к системе питания. Изготовитель НКУ несет ответственность за обеспечение стойкости оборудования, включенного в цепь между вводными и выводными зажимами (принимающее и распределяющее оборудование, оборудование обеспечивающее выходные параметры, шины, соединители и т. п.). Обеспечение защиты от короткого замыкания изготовителем должно выполняться в согласно соответствующей части стандарта из серии IEC 60439.

Термины и соответствующие им определения по обеспечению защиты от короткого замыкания по IEC 60439:

- **номинальный кратковременно допустимый ток I_{cw} (цепи НКУ)** (rated short-time withstand current (of a circuit of an assembly)): Определяется как действующее значение кратковременного тока,

установленное изготовителем, которое данная цепь может выдерживать без повреждений в определенных условиях, выраженных значениями тока и времени, например 20 кА, 0,2 с.

- **номинальный пиковый допустимый ток I_{pk} (цепи НКУ)** (rated peak withstand current (of a circuit of an assembly)): Определяется как пиковое значение кратковременного тока, которое данная цепь может выдерживать без повреждений в определенных условиях.

- **номинальный ток защиты от короткого замыкания I_{cc} (цепи НКУ)** (rated conditional short-circuit current (of a circuit of an assembly)): Определяется как действующее значение ожидаемого тока короткого замыкания, при котором цепь, защищенная назначенным УЗКЗ, может выдерживать в течение времени, обеспечивающем устойчивость оборудования при определенных условиях испытания.

Примечание — УЗКЗ может представлять собой как встроенный в НКУ аппарат, так и присоединенный в цепь отдельно от НКУ.

Для НКУ может быть задано одно значение I_{cc}.

Для НКУ могут быть заданы значения I_{cw} и I_{pk} (но не должно быть задано только одно значение I_{cw} или I_{pk}).

Для НКУ могут быть заданы значения I_{cc}, I_{cw} и I_{pk}.

Для НКУ могут быть заданы различные значения I_{cc} для различных защищенных цепей и/или систем питания.

Для НКУ могут быть заданы различные значения I_{cw} для различных кратковременных периодов, например, 0,2 с, 0,5 с, 1 с.

6 Характеристики для коммутационных аппаратов

6.1 Общие положения

С точки зрения стойкости к коротким замыканиям коммутационные аппараты должны рассматриваться с учетом того, что эта функция является основной. Коммутационные аппараты должны рассматриваться с двух позиций – как защищающие себя и как выполняющие функции УЗКЗ, когда применяются в этом качестве.

6.2 Собственная защита (самозащита) коммутационных аппаратов от токов короткого замыкания

Рассматриваются следующие случаи:

a) Способность к нагрузке и перегрузке без коммутационной стойкости к коротким замыканиям.

В этом случае коммутационный аппарат должен быть устойчив к коротким замыканиям в цепи НКУ (см. раздел 5) величиной I_{cw} и/или заданного уровня короткого замыкания, но если он имеет соответствующий уровень включающей способности I_{cm}.

b) Способность к нагрузке, перегрузке и стойкость к коротким замыканиям.

i) Комбинации аппаратов с предохранителями соответствующие IEC 60947-3 — это объединение аппаратов с предохранителями, обеспечивающее защиту этой сборки с параметрами отключающей способности ниже параметров самого предохранителя. В этом случае функцию отключения короткого замыкания обеспечивают встраивание предохранителя и коммутационный аппарат обеспечивает заданный уровень короткого замыкания.

ii) Автоматические выключатели, соответствующие IEC 60947-2, автоматические выключатели, соответствующие IEC 60898-1, и автоматические выключатели дифференциального тока со встроенной защитой от сверхтоков, соответствующие IEC 61009-1, — это коммутационные аппараты обеспечивающие защиту себя при параметрах ниже указанной для них номинальной отключающей способности (см. 6.3.2). При уровне повреждения выше уровня отключающей способности, автоматические выключатели, при использовании их в качестве УЗКЗ, могут обеспечить условия защиты от короткого замыкания (резервную защиту) (это эффект обеспечения уровня защиты, но данные условия в этом контексте нельзя применять как основные).

iii) Защитные коммутационные аппараты и защитные пускатели, соответствующие IEC 60947-4-1, — это контакторы, полупроводниковые контроллеры и пускатели двигателей, имеющие встроенную защиту от сверхтоков, ручное управление коммутационными операциями и уровень защиты, определяющие его как УЗКЗ. Это оборудование имеет уровень защиты от короткого замыкания, определяемое током I_q, и уровень собственной защиты ниже этой величины.

iv) Коммутационные устройства управления и защиты (КУУЗ), соответствующие IEC 60947-6-2, — это коммутационные аппараты (или оборудование), способные управляться иным способом, чем рука, с наличием или без наличия органов ручного управления. КУУЗ способны включать, проводить и отключать токи в условиях нормальной нагрузки, включая указанные условия сверхтоков при включении и нагрузке при заданном времени и отключаемый ток в указанных аномальных условиях, таких как короткие замыкания. КУУЗ имеют номинальную отключающую способность и обладают собственной защитой до этого уровня тока.

6.3 Применение коммутационного оборудования как УЗКЗ

6.3.1 Комбинации коммутационных аппаратов с предохранителями и предохранители, применяемые как УЗКЗ

Выполнение основной функции отключения токов короткого замыкания комбинаций коммутационных аппаратов с предохранителями обеспечивается предохранителями, и соответственно применяются соответствующие характеристики предохранителей. Ниже приведены характеристики по IEC 60269-1:

- **отключающая способность плавкой вставки** (breaking capacity of fuse-link): Определяется как: значение (для переменного тока — действующее значение симметричной составляющей) ожидаемого тока, который способна отключать плавкая вставка при установленном напряжении в установленных условиях эксплуатации и обслуживания.

- **пропускаемый предохранителем ток** (cut-off current of a fuse-link): Определяется как: максимальное мгновенное значение, достигаемое током в процессе отключения, когда плавкая вставка своим срабатыванием предотвращает достижение током максимально возможного в других условиях значения.

- **интеграл Джоуля I^2t предохранителя** (operating I^2t (Joule integral) of a fuse-link): Определяется как: интеграл квадрата тока за определенный период времени когда предохранитель находится в условиях короткого замыкания (см. рисунок 1 — пример характеристики I^2t предохранителя).

6.3.2 Автоматические выключатели, соответствующие IEC 60947-2, применяемые как УЗКЗ

Функция отключения короткого замыкания, выполняемая автоматическим выключателем, обеспечивает защиту автоматического выключателя и, соответственно, применяют следующие характеристики автоматических выключателей в корпусах (ВА) и воздушных автоматических выключателей (АВА) указанные в IEC 60947-2:

- **номинальная включающая способность I_{cm}** (rated short-circuit breaking capacity): Определяется максимальное пиковое значение ожидаемого тока, которому выключатель может соответствовать;

- **номинальная предельная наибольшая отключающая способность I_{cu}** (rated ultimate short-circuit breaking capacity): Определяется как: действующее значение ожидаемого тока короткого замыкания, который автоматический выключатель способен отключить при указанном напряжении в предписанных условиях испытаний, включая условия одного цикла включения и одного цикла включения-отключения.

Характеристика I_{cu} автоматического выключателя должна быть равна или превышать ожидаемый (возможный) ток короткого замыкания в точке установки выключателя. Большое значение возможно, если выключатель защищен иным УЗКЗ, такая комбинация обеспечивает отключение большего значения ожидаемого тока (см. рисунок 3 — пример комбинации УЗКЗ).

- **номинальная рабочая наибольшая отключающая способность I_{cs}** (rated service short-circuit breaking capacity): Определяется как: действующее значение ожидаемого тока короткого замыкания, который автоматический выключатель способен отключить при указанном напряжении в предписанных условиях испытаний, включая условия одного цикла включения и двух циклов включения-отключения.

Стандарт устанавливает фиксированные соотношения между I_{cs} и I_{cu} — 25 %, 50 %, 75 % или 100 %.

Характеристика I_{cs} автоматического выключателя применяется, когда уверенность в продолжении применения установлена после произошедшего короткого замыкания.

- **номинальный кратковременно выдерживаемый ток I_{cw}** (rated short-time withstand current): Определяется как: действующее значение тока короткого замыкания, установленное изготовителем, основанное на оговоренных условиях испытаний.

Минимальное значение берется из стандарта.

Автоматический выключатель может иметь только характеристику номинального кратковременно выдерживаемого тока I_{cw} в случае, если имеет расцепитель с выдержкой времени срабатывания от тока короткого замыкания.

Автоматический выключатель может иметь различные характеристики номинального кратковременно выдерживаемого тока I_{cw} для различных значений выдержки времени, например 0,2 с, 0,5 с, 1 с.

Все автоматические выключатели в соответствии с требованиями IEC 60947-2 имеют характеристики I_{cs} и I_{cu}.

Характеристики автоматических выключателей не установленные требованиями IEC 60947-2, но применяемые для защиты от короткого замыкания:

- **ток, ограниченный автоматическим выключателем** (cut-off current of a circuit-breaker): Определяется как: максимальное мгновенное значение тока, достигаемое в процессе отключения автоматическим выключателем, когда это отключение препятствует достижению пикового значения ожидаемого тока.

Примечание — Токоограничивающие автоматические выключатели ограничивают ток в условиях короткого замыкания. Не токоограничивающие автоматические выключатели не производят ограничение тока.

- **интеграл Джоуля I^2t автоматического выключателя** (operating I^2t (Joule integral) of a circuit-breaker): Определяется как: интеграл квадрата тока за период времени отключения тока короткого замыкания автоматическим выключателем.

Иногда определяется как «пропускаемая энергия». Когда выражается в виде $А^2 \cdot$ с, то имеется ввиду энергия рассеянная в сопротивлении цепи и выделенная в виде тепла (см. рисунок 2 — пример характеристики I^2t автоматического выключателя).

Неавтоматические выключатели (т. е. без защиты от сверхтоков) могут также применяться как УЗКЗ в комбинации их с внешним реле защиты от сверхтоков, соответствующим IEC 60255.

6.3.3 Коммутационные устройства управления и защиты (КУУЗ), соответствующие IEC 60947-6-2, применяемые как УЗИП

КУУЗ, имеющие характеристику номинальной рабочей наибольшей отключающей способности I_{cs}, применяются в качестве УЗКЗ с такими же условиями, как и автоматические выключатели (см. 6.3.2).

6.3.4 Автоматические выключатели, соответствующие IEC 60898-1, и автоматические выключатели дифференциального тока со встроенной защитой от сверхтоков (АВДТ), соответствующие IEC 61009-1, применяемые как УЗКЗ

Функция отключения короткого замыкания, выполняемая автоматическими выключателями, обеспечивает защиту автоматического выключателя и, соответственно, применяют следующие характеристики:

- **номинальная наибольшая отключающая способность I_{cn}** (rated short-circuit capacity): Определяется как: предельная отключающая способность тока короткого замыкания автоматического выключателя.

Когда автоматические выключатели и АВДТ испытываются также при рабочей наибольшей отключающей способности I_{cs} имеется фиксированные соотношения между I_{cs} и I_{cn} (см. таблицу 1).

7 Примеры практического применения характеристик устройств

7.1 Общие положения

В простых случаях берется в расчет только действующее значение устойчивого тока короткого замыкания I_k. Пиковое значение тока имеет стандартную зависимость с действующим значением тока, определяемую коэффициентом мощности цепи и указанную в соответствующих стандартах IEC, в том числе в IEC 60947-1 (таблица 16).

7.2 Защита кабелей

Применение защитного оборудования от токов короткого замыкания для защиты кабелей детально регламентируется стандартами IEC 60364 и представлено в виде зависимости:

$$(I^2t)_{УЗКЗ} \leq (k^2S^2)_{кабеля},$$

где k — коэффициент, зависящий от материалов, из которых изготовлен кабель (токопроводящих и изоляционных);

S — номинальное поперечное сечение проводников кабеля.

Это определяет выбор защитного оборудования по защите от сверхтоков и, согласно вышеуказанной формуле, основывается на значении отключающей способности УЗКЗ, обеспечивающего полную защиту от короткого замыкания в случае применения оборудования без выдержки времени.

В случае применения предохранителей, соответствующих IEC 60269-1, и автоматических выключателей, соответствующих IEC 60898-1, это допускает выбор защитных аппаратов на основе защитных характеристик кабелей в дальнейшем определяемых особенностями для защиты кабелей от коротких замыканий, поскольку рабочие характеристики устанавливают с учетом стандартов.

Особенности защиты в основном изложены в форме таблиц в правилах по обустройству электроустановок.

7.3 Защита НКУ от короткого замыкания

7.3.1 НКУ распределения и управления (коммутация цепей, управление электродвигателями (НКУ КУ))

Ожидаемый ток короткого замыкания выражается как действующее значение на входе в коммутационный шкаф на стадии определения системы защиты:

a) если НКУ КУ имеет значение I_{cw} выше, чем уровень ожидаемого тока, то требуется только ограничение времени в виде соответствующего значения, в течение которого может продолжаться ток короткого замыкания. Это достигается соответствующей уставкой времени задержки расцепителя короткого замыкания установленного выше или на вводе НКУ КУ;

b) если НКУ КУ имеет значение I_{cc} выше, чем уровень ожидаемого тока короткого замыкания, требования должны содержать указание по УЗКЗ, устанавливаемого в цепи. УЗКЗ может быть установлено перед НКУ КУ, или встроено в него.

Примечание — Важно, чтобы было применено УЗКЗ, указанное изготовителем, потому что предохранители не могут быть заменены на предохранители с бóльшими номинальными токами.

7.3.2 Системы распределительных шинопроводов

Ожидаемый ток короткого замыкания выражается как действующее значение на входе в систему распределительных шинопроводов (СРШ) на стадии определения системы защиты:

a) если СРШ имеет значение I_{cw} выше, чем уровень ожидаемого тока, то требуется только ограничение времени в виде соответствующего значения, в течение которого может продолжаться ток короткого замыкания. Это достигается соответствующей уставкой времени задержки расцепителя короткого замыкания;

b) если СРШ имеет значение I_{cw} ниже, чем уровень ожидаемого тока короткого замыкания I_k, но имеет уровень I_{cc} выше, чем I_k, требования должны содержать указание по УЗКЗ, устанавливаемого в цепи выше или применяться на фидере в канал СРШ. Подходящие из имеющихся УЗКЗ может быть выбрано по характеристикам протекающего тока и характеристикам интеграла Джоуля, полученных на основе данных типовых испытаний (см. рисунок 4 — примеры получения условного уровня на основе данных типовых испытаний).

7.4 Защита контакторов и пускателей от короткого замыкания

7.4.1 Основные положения

Пускатели и контакторы, как правило, не имеют собственной защиты от токов короткого замыкания и, следовательно, нуждаются в защите посредством УЗКЗ. В этом особом случае процедуры испытаний в соответствии с IEC 60947-4-1 вызывают затруднение в выборе порога срабатывания защитных аппаратов с учетом возможных повреждений при жестких условиях короткого замыкания. Таким образом, этот особый случай установления уровня защиты определяет два типа координации с УЗКЗ:

- координация типа «1» устанавливает, что в условиях короткого замыкания контактор или пускатель могут иметь повреждения или повреждение электроустановки и могут стать не пригодными к дальнейшему применению без их замены или замены их частей;

- координация типа «2» устанавливает, что в условиях короткого замыкания контактор или пускатель не должны иметь повреждения или повреждение электроустановки и должны оставаться пригодными для дальнейшего применения. Имеется риск приварки контактов, в этом случае изготовитель должен обеспечить индикацию состояния контактов и указать меры по обслуживанию оборудования.

Эти уровни защиты могут быть определены только типовыми испытаниями и, в этом случае, на основе данных изготовитель выбирает УЗКЗ для контактора или пускателя с учетом номинального коммутируемого тока, номинального напряжения и соответствующей категории применения.

Номинальный условный ток короткого замыкания контактора или пускателя ниже тока срабатывания УЗКЗ, комбинация пускателей и защиты пускателей проверяется испытаниями на короткое замыкание с двумя уровнями ожидаемого тока:

- с номинальным условным током короткого замыкания I_q и

- с током «*r*» в соответствии с таблицей 2, проводимое соответствующим испытанием. Испытательный ток «*r*» является критическим током для контактора и испытание гарантирует характеристики контактора при этом уровне тока.

Примечание — Дополнительная информация в отношении координации между предохранителями и контакторами (пускателями) приведена в IEC/TR 61459.

Приложение А содержит условия для подбора альтернативных УЗКЗ для защиты контакторов и пускателей.

7.4.2 Защищенные коммутационные аппараты и пускатели

Аппараты, соответствующие IEC 60947-4-1, имеют значение номинального условного тока короткого замыкания I_q.

Значение I_q должно быть не ниже ожидаемого тока короткого замыкания в точке установки аппарата.

Номинальный условный ток короткого замыкания I_q определяется при определенных условиях испытаний, включающих в себя методы монтажа аппарата, учитывающих наличие дополнительной оболочки. Во время процедуры испытаний, соответствующей IEC 60947-4-1, устанавливается, что УЗКЗ имеет точку пересечения с кривой тока отключающей способности контактора, пускателя или контроллера, что применяется (см. рисунок 5 — координация между пускателем и УЗКЗ).

7.4.3 Коммутационные устройства управления и защиты (КУУЗ), соответствующие IEC 60947-6-2

Способность КУУЗ коммутировать в условиях короткого замыкания определяется его номинальной рабочей наибольшей отключающей способностью I_{cs} и КУУЗ обладает собственной защитой при токах ниже указанной величины.

Соответствующие испытания проводятся при двух уровнях тока, критического для КУУЗ:

a) условного тока *r*, как для контакторов и пускателей (см. 7.4.1);

b) условного тока I_{cr}, имеющего 15—30 кратное значение номинального тока I_e согласно характеристике.

КУУЗ эффективно обеспечивает уровень координации в течение продолжительной эксплуатации в условиях имеющихся коротких замыканий, требования к испытаниям не допускают случаев сваривания контактов.

7.5 Защита от короткого замыкания посредством автоматических выключателей бытового и аналогичного назначения (обозначаемых как ВА), соответствующих требованиям IEC 60898-1, и автоматических выключателей дифференциального тока со встроенной защитой от сверхтоков (АВДТ), соответствующих требованиям IEC 61009-1

Примечание — Настоящий стандарт не рассматривает вопросы применения аппаратуры в бытовых электроустановках.

ВА и АВДТ, имеющие номинальную наибольшую отключающую способность I_{cn}, определяемую как действующее значение ожидаемого тока короткого замыкания, который автоматический выключатель способен отключить при указанном напряжении в предписанных условиях испытаний, включая условия одного цикла включения и одного цикла включения-отключения.

Указанные выключатели также имеют номинальную рабочую наибольшую отключающую способность I_{cs}, определяемую как действующее значение ожидаемого тока короткого замыкания который автоматический выключатель способен отключить при указанном напряжении в предписанных условиях испытаний, включая условия одного цикла включения и двух циклов включения-отключения.

Стандарт устанавливает фиксированные соотношения между I_{cs} и I_{cn} (см. таблицу 1).

ВА и АВДТ имеют только маркировку значения I_{cn}, без указания значения I_{cs}, т. к. это значение предопределяется значением I_{cn}.

Значение I_{cn} выключателя в месте его установки должно быть не ниже величины ожидаемого тока короткого замыкания в этой точке электроустановки.

При применении выключателей данного типа в иных условиях, чем бытовые электроустановки, им может потребоваться резервная защита другим УЗКЗ. Подтверждение соответствия такой комбинации может быть осуществлено только испытаниями, и данную информацию должны предоставлять либо изготовитель ВА (АВДТ), либо изготовитель УЗКЗ.

За пределами области применения стандарта IEC 60898-1, т. е. при номинальных токах ВА выше 125 А и/или номинальных напряжениях выше 440 В, выключатели должны иметь характеристики, соответствующие IEC 60947-2, и применяться соответствующим образом (см. 6.3.2).

Таблица 1 — Зависимость между номинальной рабочей (I_{cs}) и номинальной (I_{cn}) наибольшей (I_{cn}) отключающими способностями в соответствии с IEC 60898-1

I_{cn}, А	k
До 6000 включ.	1,00
Св. 6000 до 10000 включ.	0,75[a)]
Св. 10000	0,50[b)]

[a)] Минимальное значение I_{cs} = 6000 А.
[b)] Минимальное значение I_{cs} = 7500 А.
$I_{cs} = k \cdot I_{cn}$.

Таблица 2 — Значение ожидаемого испытательного тока в зависимости от номинального рабочего тока

Номинальный рабочий ток I_e (АС-3)[1)], А	Ожидаемый ток «r» , кА
$0 < I_e \le 16$	1
$16 < I_e \le 63$	3
$63 < I_e \le 125$	5
$125 < I_e \le 315$	10
$315 < I_e \le 630$	18
$630 < I_e \le 1000$	30
$1000 < I_e \le 1600$	42
$I_e < 1600$	Подлежит согласованию между изготовителем и потребителем

[1)] Если контактор или пускатель не имеет категории применения АС-3, ожидаемый ток «r» должен соответствовать наибольшему номинальному рабочему току при любой категории применения, указанной изготовителем.

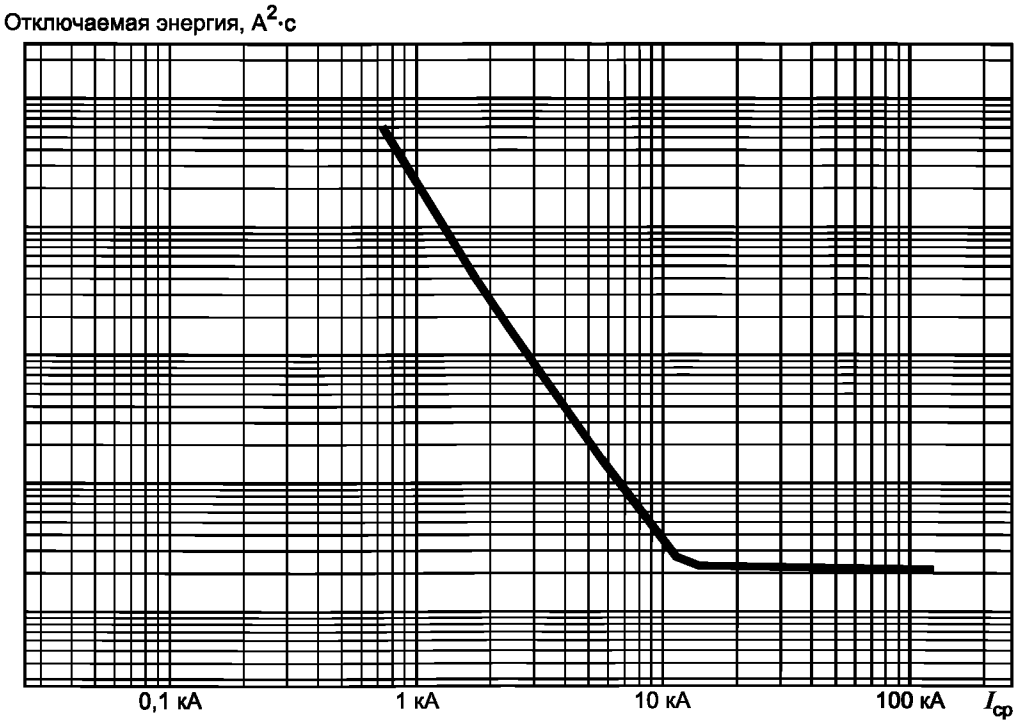


Рисунок 1 — Пример характеристики интеграла Джоуля (I^2t) предохранителя

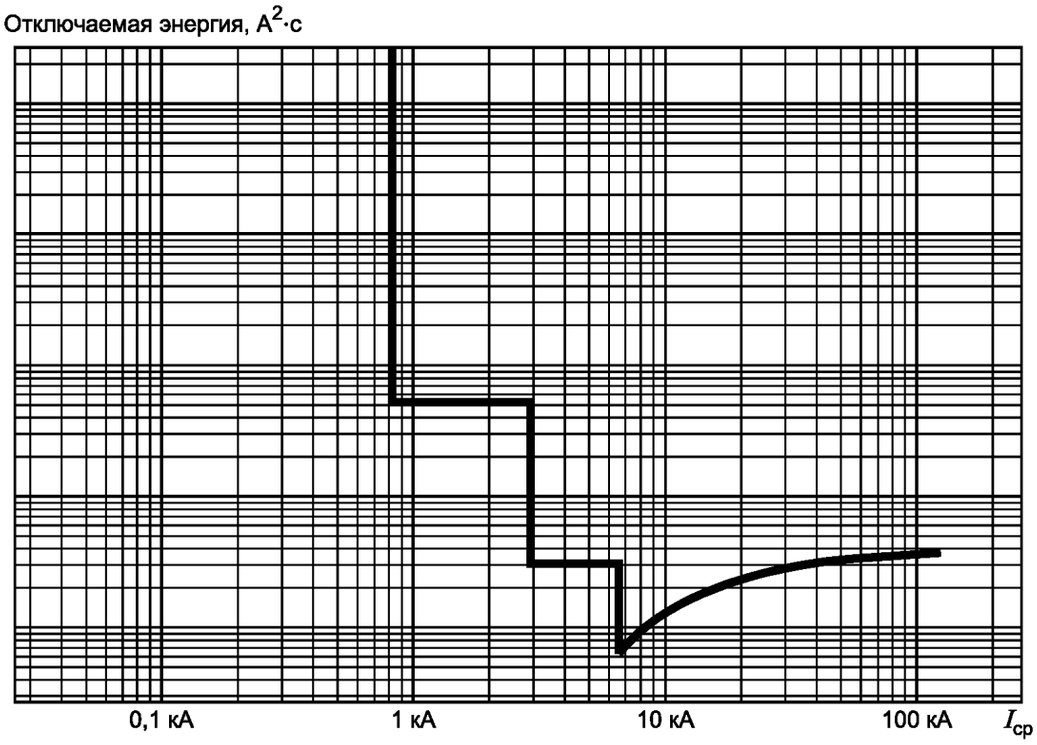
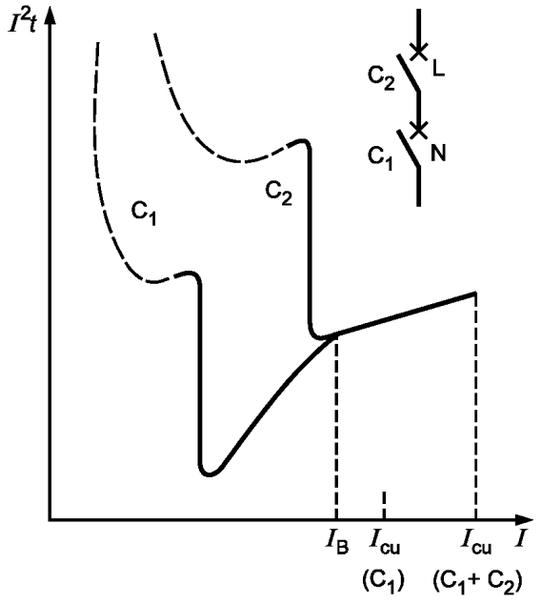
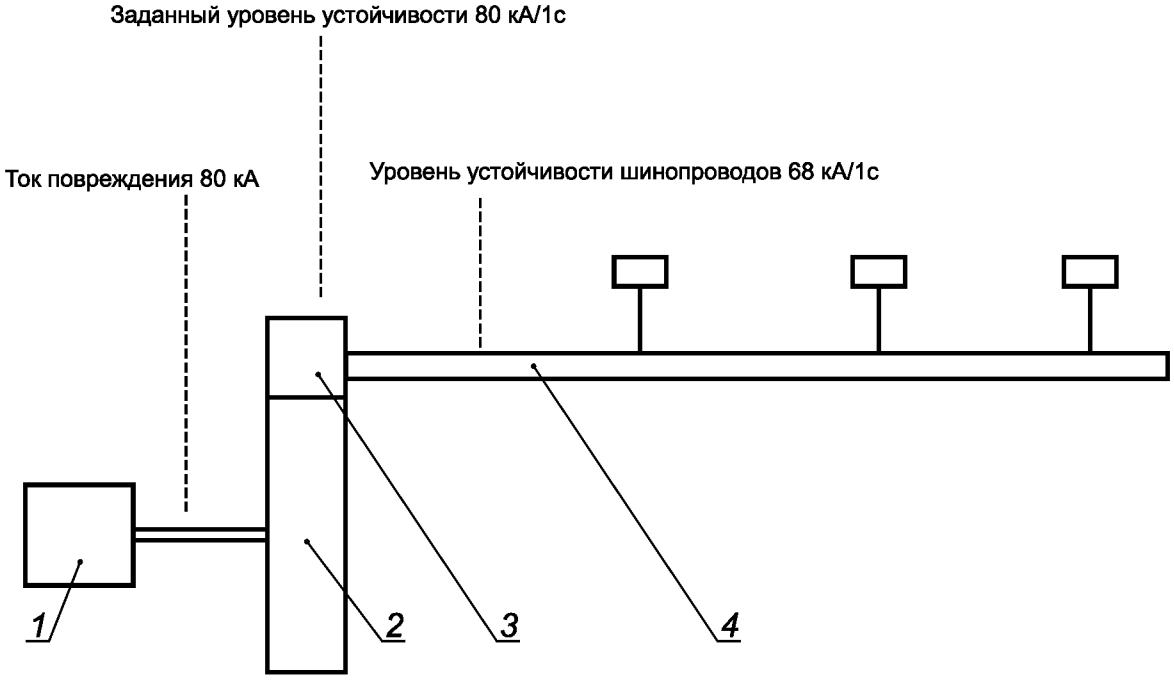


Рисунок 2 — Пример характеристики интеграла Джоуля (I^2t) автоматического выключателя



I_B — значения токов в точке пересечения характеристик; C_1 — характеристика нетокоограничивающего выключателя; C_2 — характеристика токоограничивающего выключателя

Рисунок 3 — Пример комбинации двух УЗКЗ



1 — вводной фидер; *2* — НКУ распределения; *3* — токоограничивающий автоматический выключатель; *4* — система распределительных шинопроводов

1) — номинальный пиковый допустимый ток I_{pk} распределительных шинопроводов на основе типовых испытаний по IEC 60439-2 равен $68 \cdot 2{,}2 \cdot 10^3$ кА (150 кА).

Ограничиваемый (пропускаемый) токоограничивающим автоматическим выключателем ток 80 кА обеспечивает тепловую стойкость шинопроводов, равную120 кА.

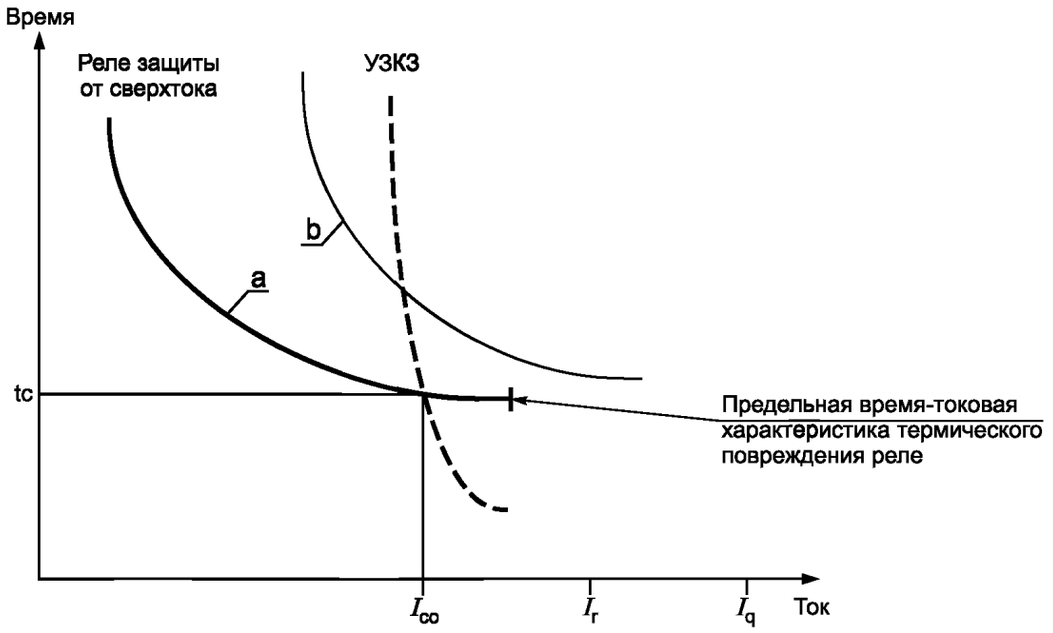
Примечание — Значение 2,2 в вышеприведенном вычислении — коэффициент соотношения между ударным и действующими значениями тока в соответствии с IEC 60439-2.

2) — предельная величина пропускаемой системой шинопроводов энергии (I^2t) при 68 кА на основе типовых испытаний в соответствии с IEC 60439-2 равна $(68 \cdot 10^3)^2 \cdot 1 = 4\,624 \cdot 10^6$ $A^2 \cdot с$.

Пропускаемая энергия при пропускаемом токе 80 кА токоограничивающим выключателем обеспечивает тепловую стойкость шинопроводов, равную $70 \cdot 10^6$ $A^2 \cdot с$.

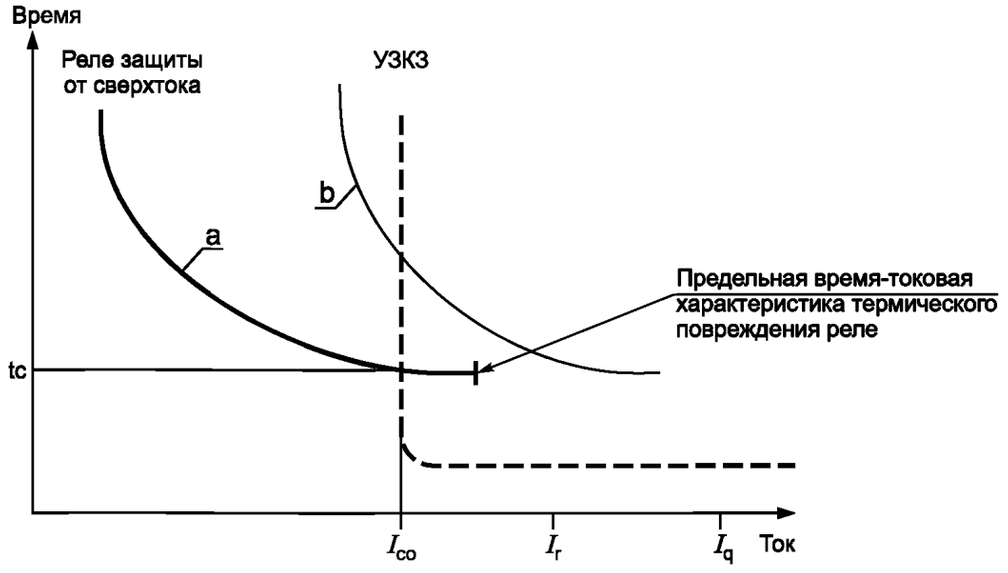
Вывод — данная система защищена от токов короткого замыкания.

Рисунок 4 — Пример определения условного уровня устойчивости на основе характеристик, полученных типовыми испытаниями



a — время-токовая характеристика реле защиты от сверхтоков с холодного состояния; b — время-токовая характеристика коммутационной способности контактора

Рисунок 5a — Координация пускателя с предохранителем



a — время-токовая характеристика реле защиты от сверхтоков с холодного состояния; b — время-токовая характеристика коммутационной способности контактора

Рисунок 5b — Координация пускателя с автоматическим выключателем

Приложение А
(справочное)

Оценка пригодности альтернативных УЗКЗ для защиты контакторов и пускателей (для их замены)

Условия для обоснования путем испытания устройства:

a) может быть замена только на УЗКЗ;

b) может быть замена только на УЗКЗ определенного типа, т. е. предохранитель на предохранитель, автоматический выключатель на автоматический выключатель;

c) замена УЗКЗ может быть действительна для координации типа 1 и типа 2 с контактором или пускателем.

Подтверждение замены основывается на данных предоставляемых изготовителем по результатам испытаний в соответствии с IEC 60947-4-1.

Метод, состоящий из трех частей:

- общая проверка при замене.

Значение номинального рабочего напряжения, номинального рабочего тока и номинального условного тока короткого замыкания I_q в месте замены в установке не должны быть больше, чем значения, полученные при испытаниях заменяемого аппарата;

- проверка при замене значений I_p и I^2t.

При рассмотрении характеристик заменяемого УЗКЗ, для номинального условного тока короткого замыкания I_q и номинального рабочего напряжения быть определены значения I_p и I^2t.

- проверка контактора (реле защиты от сверхтока).

Значения I_p и I^2t, определенные выше, не должны быть более, чем значения, полученные при испытаниях.

Соответствия, полученные выше, показывают, что заменяющее УЗКЗ подходит и не требуется дальнейших подтверждающих испытаний.

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 межгосударственного стандарта
IEC 60255 (все части) Реле электрические		*
IEC 60269-1 Предохранители плавкие низковольтные. Часть 1. Общие требования	IDT	ГОСТ IEC 60269-1—2012 Предохранители плавкие низковольтные. Часть 1. Общие требования
IEC 60364 (все части) Электроустановки низковольтные	—	*
IEC 60439-1 Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Общие требования	—	*
IEC 60439-2 Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 2. Частные требования к шинопроводам для систем распределения	—	*
IEC 60898-1 Аппаратура малогабаритная. Выключатели автоматические для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Автоматические выключатели для переменного тока	MOD	ГОСТ 30325—2012 Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения
IEC 60947-1 Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 1. Общие требования	MOD	ГОСТ 30011.1—2012 Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 1. Общие требования
IEC 60947-2 Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 2. Выключатели автоматические	MOD	ГОСТ 30011.2—2012 Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 2. Выключатели автоматические
IEC 60947-3 Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и их комбинации с предохранителями	—	*
IEC 60947-4-1 Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 4. Контакторы и пускатели. Раздел 1. Электромеханические контакторы и пускатели	MOD	ГОСТ 30011.4.1—96 Низковольтная аппаратура распределения и управления. Часть 4. Контакторы и пускатели. Раздел 1. Электромеханические контакторы и пускатели
IEC 60947-6-2 Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 6. Оборудование многофункциональное. Раздел 2. Коммутационные устройства управления и защиты (для оборудования) (КУУЗ)	—	*
IEC 61009-1 Выключатели автоматические управляемые дифференциальным (остаточным) током со встроенной защитой от сверхтоков (АВДТ). Часть 1. Общие требования	—	*

Окончание таблицы ДА.1

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта или гармонизированный с ним национальный (государственный) стандарт страны, на территории которой применяется настоящий стандарт. Информацию о наличии перевода данного межгосударственного стандарта в национальном фонде стандартов или в ином месте, а также о действии на территории страны соответствующего национального (государственного) стандарта может быть приведена в национальных информационных данных, дополняющих настоящий стандарт.

Примечание — В настоящем приложении использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

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

Библиография

IEC/TR 61459 Coordination between fuses and contactors/motor-starters — Application guide (Координация между предохранителями и контакторами (пускателями) — Руководство к применению)

УДК 621.3.002.5.027.2:006.354 МКС 29.130 Е71 ОКСТУ 3422

Ключевые слова: характеристики короткого замыкания, защита, координация, УЗКЗ

Редактор *Е.С. Котлярова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *О.Д. Черепковой*

Сдано в набор 24.07.2014. Подписано в печать 12.08.2014. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,85. Тираж 42 экз. Зак. 3104.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru