МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC/TR 61912-2— 2013

Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ СВЕРХТОКОВ

Часть 2

Селективность в условиях сверхтоков

(IEC/TR 61912-2:2009, 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») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного документа, 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. № 219-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC/TR 61912-2—2013 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2016 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному документу IEC/TR 61912-2:2009 Low-voltage switchgear and controlgear — Overcurrent protective devices — Part 2: Selectivity under over-current condition (Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Устройства защиты от сверхтоков. Часть 2. Селективность в условиях сверхтоков).

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 (документам) 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 Термины, определения и условные сокращения . . . 2
3.1 Алфавитный перечень определений и характеристик . . . 2
3.2 Термины и определения . . . 3
3.3 Условные сокращения в международных стандартах . . . 4
4 Обзор требований к селективности . . . 5
4.1 Основные положения . . . 5
4.2 Защита электродвигателей автоматическими выключателями и ручными пускателями . . . 5
5 Определение селективности . . . 5
5.1 Автоматический выключатель как вышестоящий аппарат . . . 5
5.2 Предохранитель по IEC 60269 как вышестоящий аппарат . . . 11
6 Устройства защитного отключения (УЗО) . . . 14
6.1 Общие положения . . . 14
6.2 Селективность между двумя УЗО . . . 14
7 Зона селективности блокирования (ЗСБ) . . . 15
7.1 Общие положения . . . 15
7.2 Принципы оперирования . . . 16
7.3 Примеры . . . 16
8 Реле защиты от сверхтока (РЗСТ) — Измерительные реле с единственной входной воздействующей величиной с зависимой или независимой выдержкой времени . . . 17
Приложение А (справочное) Примеры селективности между аппаратами защиты от сверхтоков, примеры градации селективности применительно к автоматическим выключателям 18
Приложение В (справочное) Длительные нагрузки и их воздействие на селективность в зоне сверхтоков . . . 21
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам (документам) . . . 25
Библиография . . . 27

Введение

В стандартах на низковольтную коммутационную и защитную аппаратуру IEC 60947, IEC 60297, IEC 60898-1 и IEC 61009-1 приведены характеристики для защиты от сверхтоков, термины и определения, относящиеся к способности аппаратов коммутировать токи ниже уровня максимальной коммутационной способности.

На практике, при последовательной установке аппаратов в одной цепи принимается во внимание зависимость между их характеристиками для достижения оптимального подбора аппарата с учетом случая коммутации тока короткого замыкания другим аппаратом. Способность аппаратов, стоящих в одной цепи к селективности в зоне сверхтоков, позволяет проектировщику избегать отключений от источника питания цепей, критичных к обеспечению непрерывности питания. Это также обеспечивает более высокую устойчивость оборудования и систем, что позволяет не прибегать к сложным инженерным решениям и снизить затраты. Селективность посредством определенного ряда токов повреждения вплоть до токов выше, чем ожидаемый повреждающий ток в точке установки, не всегда возможна или необходима. Более экономичное решение может быть основано во многих случаях на установлении предела селективности с учетом принятия допущения низкой вероятности возникновения большого повреждающего тока короткого замыкания.

Если коммутационные защитные аппараты применяются в качестве резервной защиты нижестоящего оборудования, руководство по их применению приведено в IEC/TR 61912-1.

Настоящий стандарт может быть использован при разработке стандартов на конкретные виды комплектных устройств распределения и защиты, в которых излагаются требования по установлению селективности отключения аппаратов в зоне токов перегрузки и короткого замыкания и приводятся соответствующие характеристики, 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 2

Селективность в условиях сверхтоков

Low-voltage switchgear and controlgear. Overcurrent protective devices.
Part 2. Selectivity under over-current condition

Дата введения — 2016—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт применяется в качестве руководства для установления селективности между аппаратами защиты в низковольтных сетях распределения и управления, установления терминологии и определений и примеров применения селективности.

Следующие стандарты на аппараты входят в область применения настоящего стандарта:

- IEC 60255-3, IEC 60255-6, IEC 60255-8, IEC 60255-12;
- IEC 60269-1, IEC 60269-2, IEC 60269-3, IEC 60269-4;
- IEC 60898-1;
- серия стандартов IEC 60947;
- IEC 61008-1;
- IEC 61009-1.

Настоящий стандарт не рассматривает другие виды защиты, такие как защита от реверсивного включения, непосредственная защита и зонная защита.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы следующие нормативные ссылки. Если нормативные ссылки датированы, то должно применяться только указанное издание. Для недатированных ссылок применяется последнее издание с учетом применения имеющихся изменений.

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

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

IEC 60269-2 Low-voltage fuses — Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by skilled persons (fuses mainly for industrial) — Examples of standardized systems of fuses A to J (Предохранители плавкие низковольтные. Часть 2. Дополнительные требования к плавким предохранителям, используемым квалифицированным персоналом (главным образом, промышленного назначения). Примеры стандартизированных систем плавких предохранителей от А до J)

IEC 60269-3 Low-voltage fuses — Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household or similar applications) — Examples of standardized systems of fuses A to F (Предохранители плавкие низковольтные. Часть 3. Дополнительные требования к плавким предохранителям, используемым неквалифицированным персоналом (главным образом, бытового и аналогичного назначения). Примеры стандартизированных систем плавких предохранителей от А до F)

Издание официальное

IEC 60269-4 Low-voltage fuses — Part 4: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of semiconductor devices (Предохранители плавкие низковольтные. Часть 4. Дополнительные требования к плавким вставкам для защиты полупроводниковых устройств)

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

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 60947-4-2 Low-voltage switchgear and controlgear — Part 4-2: Contactors and motor-starters — AC semiconductor motor controllers and starters (Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 4-2. Полупроводниковые контакторы и пускатели переменного тока)

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. Оборудование многофункциональное. Раздел 2. Коммутационные устройства управления и защиты (для оборудования) (КУУЗ))

IEC 61008-1 Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) — Part 1: General rules (Выключатели автоматические управляемые дифференциальным (остаточным) током без встроенной защиты от сверхтоков (ВДТ) бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Общие требования)

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. Область применения)

IEC/TR 61459 Coordination between fuses and contactors/motor-starters — Application guide (Координация между предохранителями и контакторами (пускателями). Общие правила)

IEC/TR 61818 Application guide for low-voltage fuses (Область применения низковольтных предохранителей)

IEC/TR 61912-1 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. Применение характеристик короткого замыкания)

3 Термины, определения и условные сокращения

3.1 Алфавитный перечень определений и характеристик

В	
Вышестоящий аппарат	3.2.7
З	
Зона сверхтока (перегрузки)	3.2.9
Зона тока повреждения	3.2.10
И	
Избирательность при сверхтоках	3.2.2
К	
Координация коммутационных аппаратов защиты	3.2.1
Н	
Нижестоящий аппарат	3.2.8
П	
Предельный ток селективности	3.2.4
С	
Селективность защиты	3.2.3
У	
Устройства защиты от сверхтоков (УТЗ)	3.2.5

3.2 Термины и определения

3.2.1 **координация коммутационных аппаратов защиты** (coordination of overcurrent protective devices): Координация двух или более коммутационных аппаратов защиты включенных в цепь последовательно обеспечивающих селективность и/или резервную защиту.

Примечание — Настоящий стандарт рассматривает селективность. Руководство по резервной защите дано в IEC/TR 61912-1.

3.2.2 **избирательность при сверхтоках** (overcurrent discrimination): Координация защитных характеристик двух или более коммутационных аппаратов защиты, означающая, что в случае сверхтока в установленных пределах аппарат предназначен отключать при указанном пределе, в то время как другой не отключает цепь.

Примечание — Следует различать селективности последовательно включенных аппаратов защиты от сверхтоков, через которые протекает по существу одинаковый сверхток и селективность сети, по цепям которой протекают сверхтоки различных величин.

[МЭС 441-17-15] [1]

3.2.3 **селективность защиты** (selectivity of protection): Способность защиты определить неисправность на участке и/или фазе(ах) силовой системы.

[МЭС 448-11-06] [2]

Примечание — Термины «селективность» и «избирательность» применительно к определениям в настоящем стандарте являются синонимами, в стандарте предпочтительно применен термин «селективность» в отношении срабатывания одного последовательно включенного защитного аппарата и не срабатывания другого аппарата, имеющего более высокий уровень порога срабатывания. Также рассматривается эффект селективности постоянной нагрузки в зоне сверхтоков.

3.2.4 **предельный ток селективности** (selectivity limit current): Координата(ы) точки пересечения между максимальной время-токовой характеристикой нижестоящего коммутационного аппарата защиты и преддуговой характеристикой (для предохранителя) или время-токовой характеристикой (для автоматического выключателя) вышестоящего коммутационного аппарата защиты.

[МЭС 442-05-60, модифицирован] [3]

Примечание 1 — В случае комбинации автоматических выключателей без заданной выдержки времени срабатывания в зоне короткого замыкания, селективность ограниченная током не является простой функцией времени и должна устанавливаться результатами испытаний.

Примечание 2 — В случае комбинации предохранителей селективность в зоне токов короткого замыкания является функцией пропускаемой энергии I^2t.

3.2.5 **устройства защиты от сверхтоков (УТЗ)** (overcurrent protective devices (OSPD)): Аппараты, предназначенные для прерывания электрической цепи в случае, если ток в цепи превышает установленные значения в течение определенной длительности.

[МЭС 826-14-14, модифицирован] [4]

Примечание — Термин «устройства защиты от сверхтоков» включает реле защиты от сверхтоков в комбинации с коммутационными аппаратами.

3.2.6 **резервная защита** (back-up-protection): Координация по сверхтокам двух устройств защиты от сверхтока, соединенных последовательно, когда защитное устройство, расположенное, как правило, но не обязательно, на входной стороне, осуществляет защиту от сверхтока с помощью или без помощи второго защитного устройства и предохраняет последнее от чрезмерной нагрузки.

Примечание — Когда ссылаются на обычную комбинацию аппаратов, резервная защита иногда обозначается как «последовательный уровень».

3.2.7 **вышестоящий аппарат** (upstream devices (UD)): В плане селективности между двумя УТЗ, аппарат, установленный в цепи ближе к источнику питания.

3.2.8 **нижестоящий аппарат** (downstream devices (DD)): В плане селективности между двумя УТЗ, аппарат, установленный в цепи за вышестоящим аппаратом, на стороне нагрузки.

3.2.9 **зона сверхтока (перегрузки)** (overloud zone (of overcurrent)): Уровень тока, превышающий номинальный ток УТЗ, определяемый нагрузкой цепи, не приводящий к опасности повреждения.

Примечание 1 — Зона перегрузки (сверхтока), коммутируемая УТЗ, — ток, протекающий от нескольких секунд до четырех часов, далее представленный на время-токовых характеристиках.

Примечание 2 — В случае распределительной цепи зона сверхтока не определяется строго однозначно в зависимости от способности нагрузки пропускать повышенный ток. Она может быть определена следующими характеристиками УТЗ:

- в случае автоматического выключателя, это точка, где характеристика срабатывания меняется на обратную зависимость от времени, при значении времени срабатывания менее 0,2 с. Обычно это является зона с нагрузкой в районе десятикратного значения от полного номинального тока определяемого уставкой;
- для автоматических выключателей соответствующих IEC 60898-1 это точка на характеристике, установленная значением тока в таблице 7 IEC 60898-1 и определяемая тремя типами характеристик — B, C и D;
- в случае предохранителей зона сверхтока может быть определена значениями сверхтока при времени отключения более чем 0,1 с, обычно это значение ниже десяти-двадцатикратного значения номинального тока.

Примечание 3 — В случае цепи, питающей индивидуальный двигатель, зона сверхтока ограничивается током остановки двигателя (заторможенного ротора), обычно это шести-пятнадцатикратное значение номинального тока полной нагрузки двигателя (I_a), встречаются и более высокие значения.

Примечание 4 — Внутри зоны сверхтока могут происходить переходные процессы, например броски тока трансформаторов длительностью в несколько миллисекунд.

3.2.10 **зона тока повреждения** (fault current zone (of overcurrent)): Значения тока, превышающие токи зоны сверхтока (перегрузки) вследствие повреждения цепи.

Примечание 1 — Срабатывание (отключение) УТЗ при токах зоны повреждения носит обычно ступенчатый (мгновенный) характер и длится несколько миллисекунд, ниже значения времени установленного для функции мгновенного срабатывания.

Время-токовая характеристика для времени менее 50 мс полностью не приводится. В этом случае должны учитываться характеристики ограничения тока и/или пропускаемой энергии.

Примечание 2 — В случае предохранителей зона токов повреждения может характеризоваться значениями тока при времени отключения цепи менее чем 0,1 с.

Из время-токовой характеристики предохранителей применяется значение преддугового времени, т. е. времени после которого предохранитель отключает цепь. Для источника переменного тока при преддуговом времени более 0,1 с, время горения дуги предохранителя не является важным. Тем не менее при преддуговом времени менее 0,1 с, время горения дуги составляет важную составляющую в общем времени отключения и, следовательно, время-токовая характеристика далее не учитывается и должно применяться значение I^2t.

Примечание 3 — Зона тока повреждения определяется также как зона короткого замыкания.

3.3 Условные сокращения в международных стандартах

ACB — воздушный автоматический выключатель (без корпуса)

CB — автоматический выключатель (ВА) согласно IEC 60947-2 (включая ACB, MCCB и ICB)

CBR — автоматический выключатель дифференциального тока согласно IEC 60947-2, приложение B

CPS — коммутационное устройство управления и защиты (КУУЗ) согласно IEC 60947-6-2

DD — вышестоящий аппарат

FU — предохранитель

ICB — автоматический выключатель мгновенного действия (АВМ) согласно IEC 60947-2, приложение O

I_{cn} — номинальная наибольшая отключающая способность автоматического выключателя MCB

I_{cu} — номинальная предельная наибольшая отключающая способность автоматического выключателя CB

I_p — ожидаемый (возможный) ток короткого замыкания

I_s — селективно ограниченный ток (ток селективности)

MCB — автоматический выключатель для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения согласно IEC 60898-1

MCCB — автоматические выключатели в корпусе согласно IEC 60947-2

MOR — реле защиты электродвигателя (РТ)

MRCD — модульное устройство дифференциального тока согласно IEC 60947-2, приложение M

MV — среднее напряжение

OCPD — устройство защиты от сверхтоков (УТЗ)

OCR — реле защиты от перегрузки согласно IEC 60255

RCBO — автоматический выключатель дифференциального тока со встроенной защитой от сверхтоков (АВДТ) согласно IEC 61009-1

RCD — устройство защитного отключения (УЗО) согласно IEC 61008-1, IEC 61009-1 и IEC 60947-2

SCPD — устройство защиты от короткого замыкания (УЗКЗ)
t_d — время выдержки (задержки)
Tx — трансформатор
UD — нижестоящий аппарат
ZCI — зона селективности блокировки

4 Обзор требований к селективности

4.1 Основные положения

В таблице 1 представлены варианты применения устройств защиты от сверхтоков, указано применение каждого типа устройства для селективности и даны соответствующие ссылки на пункты стандарта.

Если устройство защиты от сверхтоков снабжено расцепителем защиты от понижения напряжения с катушкой включенной на линейное напряжение, селективность может быть нарушена его срабатыванием от снижения напряжения при коротком замыкании при использовании его в качестве вышестоящего аппарата.

Для улучшения селективности различного рода реле защиты от пониженного напряжения должны иметь выдержку времени срабатывания.

Таблица 1 — Типы селективности и ссылки на соответствующие пункты стандарта

Вышестоящий аппарат (UD)	Нижестоящий аппарат (DD)				
	CB/MCB	FU	CPS	MOR	RCD
CB/MCB	5.1.1	5.1.2	5.1.3	5.1.4	—
FU	5.2.1	5.2.2	5.2.3	5.2.4	—
RCD	—	—	—	—	6.2

4.2 Защита электродвигателей автоматическими выключателями и ручными пускателями

Указанные виды аппаратов не описываются одним стандартом, но комбинация их защитных характеристик суммируется требованиями IEC 60947-2 на автоматические выключатели и требованиями IEC 60947-4-1 на реле защиты двигателей от сверхтоков. Для целей селективности вышестоящий аппарат должен иметь характеристики автоматического выключателя.

5 Определение селективности

Настоящий раздел посвящен методам определения селективности между двумя устройствами защиты от сверхтоков (УТЗ) (OSPD), включенных последовательно в одной из точек системы. В соответствии с этой методологией полная координация требует наличия стадии изучения установки всех типов устройств защиты от сверхтоков в цепи, от ввода источника питания до нагрузки.

При установлении предельного тока селективности следует учитывать допуски на рабочие характеристики. На представленных ниже графиках, характеристики для упрощения приведены без зоны допусков. При применении приведенных изготовителями характеристик кривая максимальных времен время-токовых характеристик должна использоваться для вышестоящего устройства (DD), а кривая минимальных времен соответственно для нижестоящего устройства (UD).

Примечание — Для большей точности должны приниматься во внимание рабочие температуры устройств защиты от сверхтоков теплового действия для учета их характеристик с холодного и нагретого состояния. На практике это подразумевает сравнивание двух кривых с холодного состояния или двух кривых с нагретого состояния для достижения соответствия во всех имеющихся случаях.

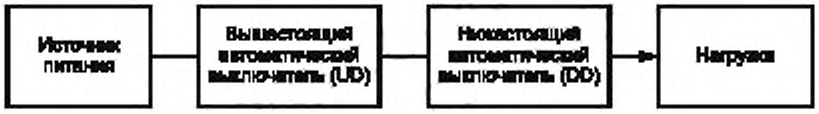
5.1 Автоматический выключатель как вышестоящий аппарат

Защитные характеристики от сверхтоков автоматических выключателей различных типов (MCB, MCCB, ACB) обеспечиваются следующим:

- встроенными в выключатели тепловыми и электромагнитными расцепителями или электронными расцепителями (только у MCCB и ACB);
- встроенными во внешние модули реле защиты от сверхтоков в комбинации с MCCB или ACB.

5.1.1 Селективность между автоматическими выключателями

Методы установления селективности между автоматическими выключателями даны в 5.1.1.1 для зоны сверхтоков и в 5.1.1.2 для зоны токов повреждения (короткого замыкания).



5.1.1.1 Селективность автоматических выключателей в зоне сверхтоков

Селективность в зоне сверхтоков оценивается сопоставлением время-токовых характеристик, представленных на рисунке 1a и рисунке 1b (данный рисунок относится только к комбинации воздушных автоматических выключателей (ACB), и автоматических выключателей в корпусах (MCCB)). Разделение характеристик тока и времени обеспечивает селективность нижестоящего выключателя (DD) по отношению к вышестоящему выключателю (UD) в этой зоне. Должны быть учтены примененные допуски на соответствующие характеристики. Данные изготовителя должны содержать допуски или другие указания по применению допусков в соответствии с требованиями стандарта на аппарат.

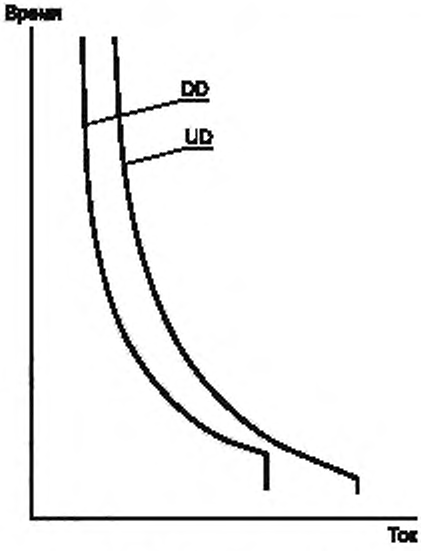


Рисунок 1a — Сравнение время-токовых характеристик тепловых расцепителей в зоне сверхтоков

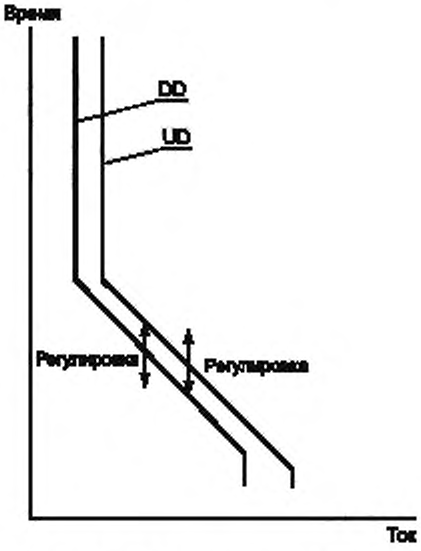


Рисунок 1b — Сравнение время-токовых характеристик электронных расцепителей в зоне сверхтоков

Примечание 1 — Характеристики содержат допуски, что должно оговариваться, по этому вопросу смотри предисловие к разделу 5.

Примечание 2 — Для сравнения необходимо, чтобы шкала токов была представлена в амперах (или в кА). При публикации изготовитель может предоставлять характеристику либо в амперах, либо в кратностях к номинальному току.

Примечание 3 — Обычно применяется характеристика комбинации теплового и электромагнитного расцепителя и электронного расцепителя.

Рисунок 1 — Сравнение рабочих характеристик автоматических выключателей в зоне сверхтоков

5.1.1.2 Селективность автоматических выключателей в зоне токов повреждения (короткого замыкания)

Селективность между автоматическими выключателями подробно изложена в IEC 60947-1 (приложение D) [5], условиях испытаний, где применимо, это учитывается при установлении селективности в зоне токов повреждения. Применяемые методы указаны в 5.1.1.2.1 и 5.1.1.2.2.

Примечание — В основу конструкции автоматических выключателей по IEC 60898-1 заложена бóльшая селективность по сравнению с автоматическими выключателями по IEC 60947-2.

5.1.1.2.1 Определение селективности автоматических выключателей в зоне тока повреждения путем сравнения характеристик

Определение характеристик селективности между двумя автоматическими выключателями в зоне токов повреждения ограничивается случаем, когда вышестоящий выключатель (UD) имеет функцию выдержкой времени в зоне токов короткого замыкания, реализуемую электронным расцепителем (см. рисунок 2). Селективность при токах повреждения реализуется мгновенным срабатыванием нижестоящего выключателя (UD), для электронных и электромагнитных расцепителей должны быть получены данные путем проведения изготовителем испытаний (см. 5.1.1.2.2).

В случае отсутствия специфических данных испытаний, когда мгновенное срабатывание вышестоящего выключателя (UD) определяется электромагнитным эффектом, минимальный уровень селективности между двумя автоматическими выключателями в зоне токов повреждения может быть определен следующим:

- селективность гарантирована выше уровня токов повреждения, когда пиковое значение тока, проходящего через нижестоящий выключатель (DD), соответственно ниже пикового значения уровня тока мгновенного срабатывания вышестоящего выключателя (UD).

Пример

Номинальный ток вышестоящего выключателя (UD) 800 А, ток уставки мгновенного срабатывания I_{inst} = 8—12 кА (10 кА ± 20 %).

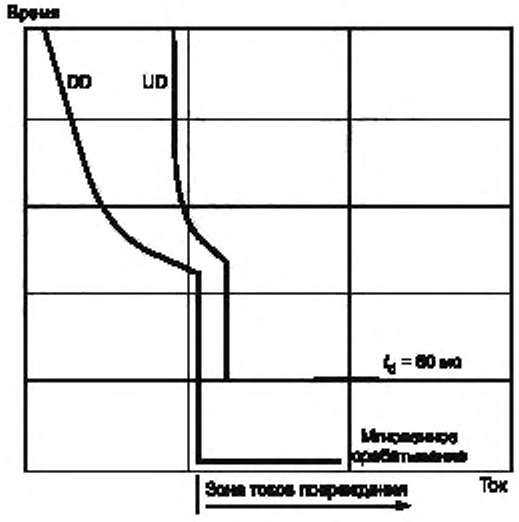
Номинальный ток нижестоящего выключателя (DD) 125А.

Минимальный уровень тока срабатывания расцепителя вышестоящего выключателя (UD) равен 1,414 · 8 = 11,3 кА (пиковое значение).

Ожидаемое значение тока короткого замыкания, которому подвергнется нижестоящий выключатель (DD) 15 кА, величина тока по данным изготовителя будет ограничена этим выключателем до 11 кА (пиковое значение).

Следовательно, ожидаемый уровень селективности этой системы менее 15 кА (действующее значение).

Примечательно, что уровень селективности определенный данным методом может быть ошибочным на нижней стороне и настоящий уровень определенный испытаниями (см. 5.1.1.2.2) во многих случаях может быть значительно выше.



Примечание — Характеристики содержат допуски, что должно оговариваться, по этому вопросу см. предисловие к разделу 5.

Рисунок 2 — Пример селективности в зоне токов повреждения с применением расцепителя с выдержкой времени срабатывания от токов короткого замыкания

5.1.1.2.2 Определение селективности автоматических выключателей в зоне токов повреждения за счет мгновенного срабатывания выключателей путем проведения испытаний

Предельный ток селективности для каждой комбинации автоматических выключателей определяется испытаниями и изготовитель должен предоставить данные, обычно в форме таблиц. В каждом случае селективность может быть полной или частичной, определяемой следующим:

a) полная селективность: эта область селективности для всех сверхтоков выше значения отключающей способности, т. е. нижестоящий выключатель (DD) может коммутировать (в положении «Срабатывание») при сверхтоках выше этого уровня. В этом случае, где вышестоящий выключатель (UD) является токоограничивающим автоматическим выключателем, динамический отброс контактов может обеспечить полную селективность при уровне выше, чем отключающая способность нижестоящего выключателя (DD) (динамический отброс контактов обеспечивает более быстрое отключение, чем у нижестоящего выключателя (DD) (обычно это время менее 10 мс)). См. также нижеприведенное примечание 3;

b) частичная селективность: эта область селективности выше уровня сверхтоков и ниже чем отключающая способность нижестоящего выключателя (DD). Предельный ток селективности достигается комбинацией время-токовых характеристик или, в случае мгновенного срабатывания нижестоящего выключателя (DD), значением полученным испытаниями выполненными изготовителем. В случае, при котором вышестоящий выключатель является токоограничивающим, может произойти динамический отброс контактов.

Примеры градации селективности применительно к автоматическим выключателям приведены в приложении А.

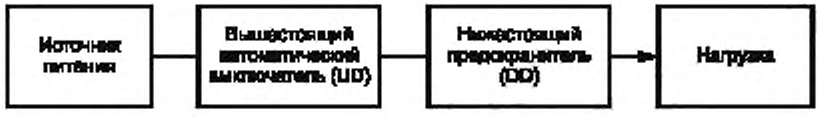
В некоторых случаях, кратковременный отброс контактов не приемлем, в этом случае выбор и/или регулировка автоматического выключателя должны быть выполнена так, чтобы этого не происходило, например, применением выдержки времени для вышестоящего выключателя. Кроме этого, должно учитываться резкое падение напряжения, происходящее при токе короткого замыкания вне зависимости от типа УЗКЗ (предохранитель или автоматический выключатель), влияющее на уровень повреждающего тока и полное сопротивление цепи в точке повреждения.

Примечание 1 — Значения для предельного тока селективности в зоне токов повреждения, вызывающего мгновенное срабатывание автоматического выключателя, получают при испытаниях и они специфичны для каждого типа аппарата. Не существует признанного метода замены аппаратов различных изготовителей.

Примечание 2 — Существуют собственные компьютерные программы для определения селективности, работающие на основе время-токовых данных только этого изготовителя.

Примечание 3 — Применение нижестоящих выключателей (DD) при уровне токов повреждения выше отключающей способности этих выключателей, основанное на динамическом отбросе контактов для резервной защиты не применимо, когда ток короткого замыкания возникает от индивидуальной нагрузки на входной стороне нижестоящего выключателя, например от двигателя.

5.1.2 Селективность между вышестоящим автоматическим выключателем (UD) и нижестоящими предохранителями (DD) по IEC 60269-1.

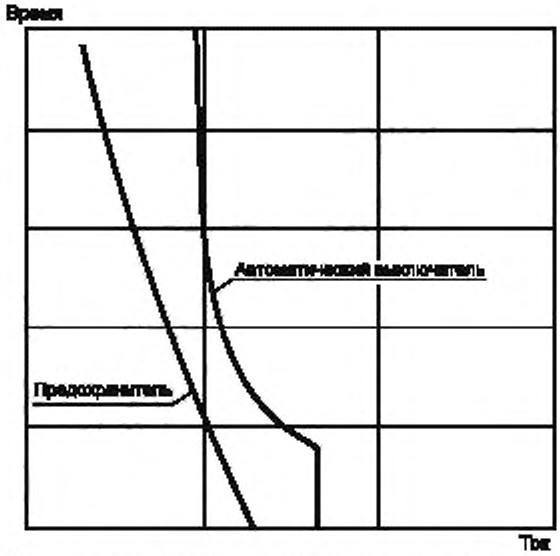


5.1.2.1 Селективность между автоматическим выключателем и предохранителем в зоне сверхтоков

Селективность в зоне сверхтоков определяется сопоставлением время-токовых характеристик (см. рисунок 3).

5.1.2.2 Селективность между автоматическим выключателем и предохранителем в зоне токов повреждения

Селективность в зоне токов повреждения определяется сопоставлением время-токовых характеристик, в случае если автоматический выключатель имеет расцепитель в зоне токов короткого замыкания с выдержкой времени. В зоне мгновенного срабатывания и для автоматического выключателя с расцепителем в зоне токов короткого замыкания без выдержки времени, предельный ток селективности может быть определен на основе данных по испытаниям, представленных изготовителем.



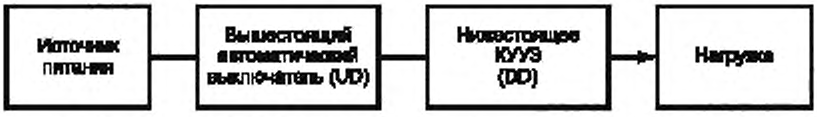
Примечание — Характеристики содержат допуски, что должно оговариваться, по этому вопросу см. предисловие к разделу 5.

Рисунок 3 — Селективность в зоне сверхтоков между вышестоящим автоматическим выключателем (UD) и нижестоящими предохранителями (DD)

При отсутствии специфических данных испытаний для случая, когда вышестоящий автоматический выключатель оснащен тепловым и электромагнитным расцепителями, минимальный уровень селективности между предохранителем и автоматическим выключателем в зоне токов повреждения может быть определен следующим образом. Селективность гарантирована выше уровня тока повреждения, если пиковое значение тока протекающего через нижестоящий аппарат (DD) меньше пикового значения соответствующего тока мгновенного срабатывания вышестоящего аппарата (UD).

Примечательно, что предел селективности определенный этим методом может быть ошибочным на нижней стороне и настоящий уровень, определенный испытаниями во многих случаях может быть значительно выше.

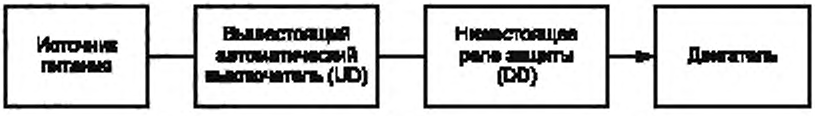
5.1.3 Селективность между вышестоящим автоматическим выключателем (UD) по IEC 60947-2 и нижестоящим (DD) коммутационным устройством управления и защиты (КУУЗ) согласно IEC 60947-6-2



В основном, КУУЗ согласно IEC 60947-6-2 применяется как конечное коммутационное устройство, например в качестве контроллера управления двигателем. Так как данное устройство имеет встроенный расцепитель сверхтоков и обладает коммутационной способностью при коротких замыканиях. Оно в некоторых случаях применимо для целей селективности в качестве автоматического выключателя (см. 5.1.1).

5.1.4 Селективность между вышестоящим автоматическим выключателем (UD) по IEC 60947-2 и нижестоящим (DD) реле защиты двигателей от сверхтоков согласно IEC 60947-4-1 и IEC 60947-4-2

Метод определения селективности на основе характеристик, данных в соответствующих стандартах на продукцию, изложен в настоящем пункте.



Реле защиты двигателя от сверхтоков при пуске двигателя или пусковых токах электроустановок обеспечивает защиту двигателя и проводников от сверхтоков. Вышестоящий автоматический выключатель (UD) предназначен обеспечить защиту от коротких замыканий проводников и собственную защиту при пуске. Координация между реле защиты от сверхтоков и автоматическим выключателем определяется испытаниями в соответствии с IEC 60947-4-1 (приложение B.4) или IEC 60947-4-2 (приложение C).

Установленная координация типа 1 или типа 2 должна гарантировать селективность выше пускового тока двигателя.

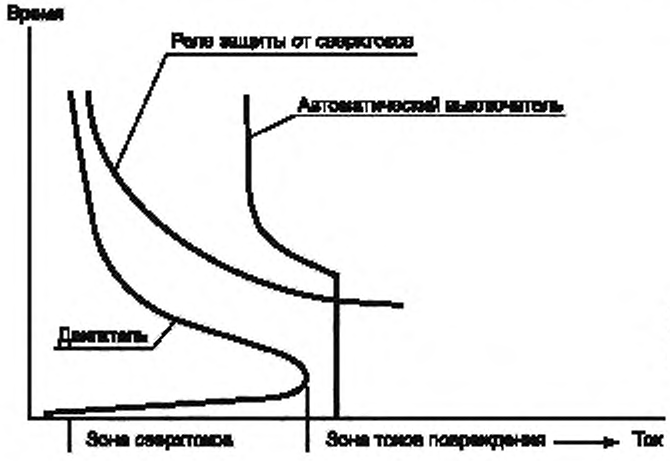
Для этих целей может быть пригоден автоматический выключателей с функцией защиты от сверхтоков и токов повреждения (см. рисунок 4). Более того, требуется наличие только функции мгновенного срабатывания, для этих целей предназначен автоматический выключатель мгновенного действия (АВМ) согласно IEC 60947-2 (приложение O) (см. рисунок 5).

Следует отметить, что автоматические выключатели согласно IEC 60898-1 имеют защитные характеристики с несколькими вариантами уровня тока мгновенного срабатывания со специфичными значениями допусков. Для селективности в области зоны сверхтоков можно применить выключатели с характеристиками B, C и D. Обычно выключатели с характеристикой D применяются в цепях с двигательной нагрузкой.

Характеристика типа B — диапазон токов мгновенного срабатывания от $3I_n$ до $5I_n$.

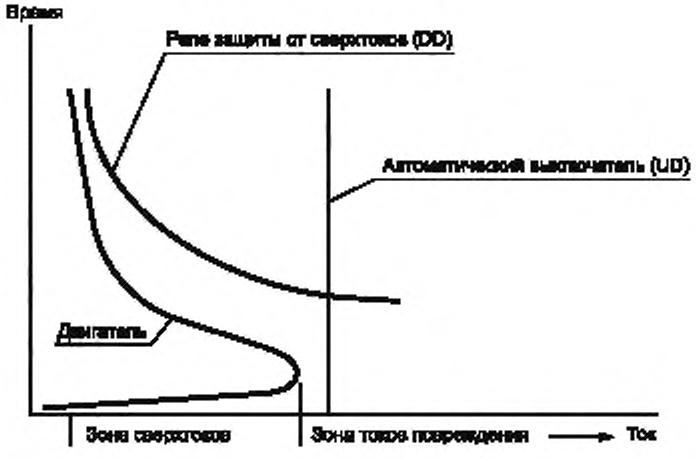
Характеристика типа C — диапазон токов мгновенного срабатывания от $5I_n$ до $10I_n$.

Характеристика типа D — диапазон токов мгновенного срабатывания от $10I_n$ до $20I_n$.



Примечание — Характеристики содержат допуски, что должно оговариваться, по этому вопросу см. предисловие к разделу 5.

Рисунок 4 — Селективность между автоматическим выключателем и реле защиты от сверхтоков



Примечание — Характеристики содержат допуски, что должно оговариваться, по этому вопросу см. предисловие к разделу 5.

Рисунок 5 — Селективность между автоматическим выключателем мгновенного действия (АВМ) и реле защиты от сверхтоков

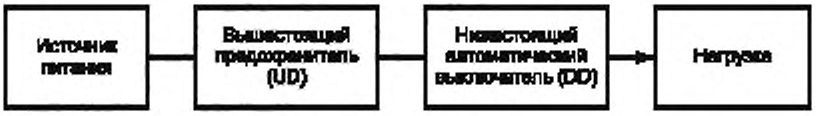
5.2 Предохранитель по IEC 60269 как вышестоящий аппарат

IEC/TR 61818 определяет области применения для низковольтных предохранителей.

IEC/TR 61459 рассматривает вопросы координации между предохранителями и контакторами (пускателями для двигателей).

5.2.1 Селективность между вышестоящими предохранителями (UD) по IEC 60269-1 и нижестоящими автоматическими выключателями (DD)

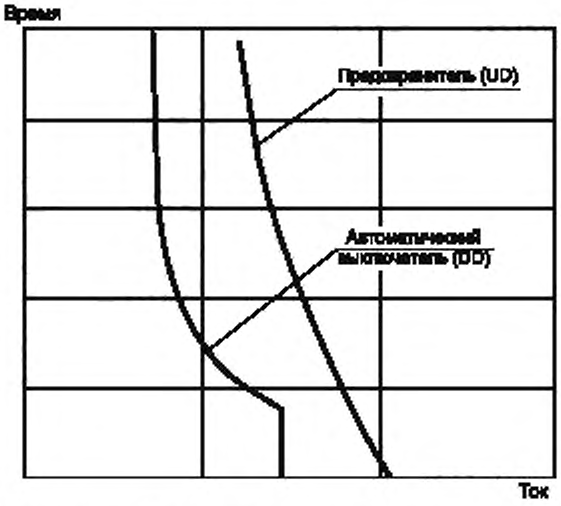
Методы установления селективности между предохранителями и автоматическими выключателями приведены в 5.2.1.1 для зоны сверхтоков и в 5.2.1.2 для зоны токов повреждения.



Электроустановки в основном базируются на автоматических выключателях или предохранителях, исключая уровень конечных приборов, более того в этих частных случаях возникает потребность применения предохранителей в качестве резервной защиты для автоматических выключателей при исключительно высоких уровнях тока повреждения.

5.2.1.1 Селективность в зоне сверхтоков между предохранителем и автоматическим выключателем

Селективность в зоне сверхтоков (см. 3.11) определяется сопоставлением время-токовых характеристик (см. рисунок 6).

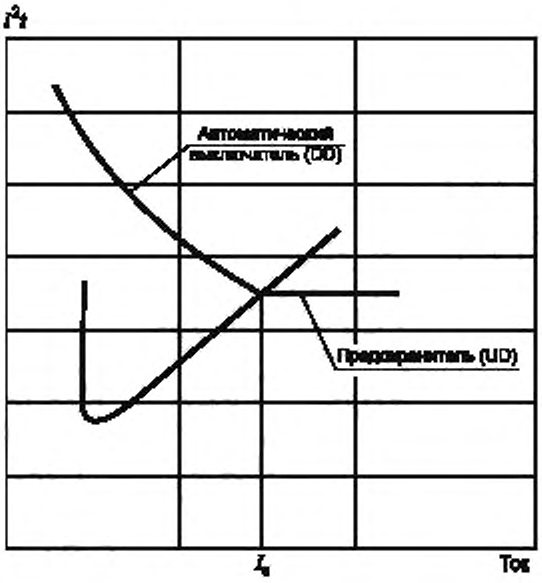


Примечание — Характеристики содержат допуски, что должно оговариваться, по этому вопросу см. предисловие к разделу 5.

Рисунок 6 — Проверка селективности между предохранителем и автоматическим выключателем для времени срабатывания в зоне сверхтоков (для предохранителя $t \geq 0{,}1$ с)

5.2.1.2 Селективность в зоне токов повреждения между предохранителем и автоматическим выключателем

Селективность в зоне токов повреждения (см. 3.11) определяется по характеристикам I^2t. Предельный ток селективности является значением, при котором пропускаемая энергия I^2t автоматического выключателя превышает преддуговую пропускаемую энергию I^2t предохранителя (см. рисунок 7). В отсутствие фактической кривой принимается преддуговое значение I^2t для предохранителя.

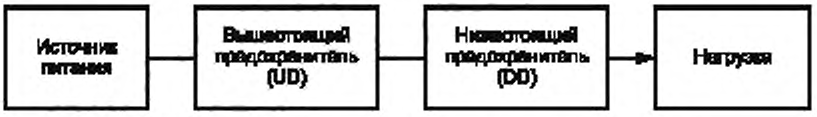


I_s — предельный ток селективности

Рисунок 7 — Проверка селективности между предохранителем и автоматическим выключателем для времени срабатывания t < 0,1 с

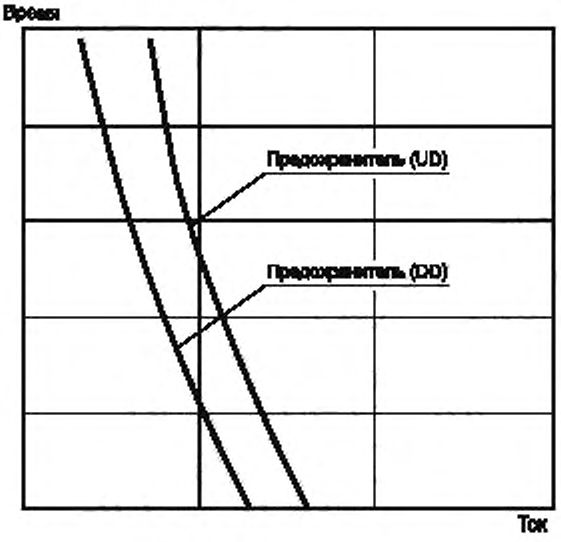
5.2.2 Селективность между вышестоящим (UD) и нижестоящим (DD) предохранителями по IEC 60269-1

Методы установления селективности между предохранителями для срабатывания в зоне сверхтоков (перегрузки) приведены в 5.2.2.1, для срабатывания в зоне токов повреждения — в 5.2.2.2.



5.2.2.1 Селективность между двумя предохранителями в зоне сверхтоков (перегрузки)

Селективность в зоне сверхтоков (см. 3.10) определяют сопоставлением время-токовых характеристик (см. рисунок 8).



Примечание — Характеристики содержат допуски, что должно оговариваться, по этому вопросу см. предисловие к разделу 5.

Рисунок 8 — Проверка селективности между предохранителями для времени срабатывания t < 0,1 с

5.2.2.2 Селективность между двумя предохранителями в зоне токов повреждения

Селективность в зоне токов повреждения определяют по характеристикам I^2t. Предельный ток селективности является значением, при котором общая пропускаемая энергия I^2t нижестоящего предохранителя (DD) превышает преддуговой I^2t вышестоящего предохранителя (UD). На практике рекомендуется такая модель срабатывания, при которой, например, общий I^2t DD ≤ 80 % преддуговой I^2t UD.

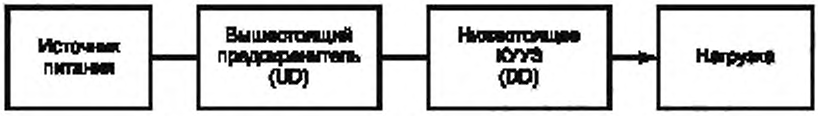
В зоне токов повреждения (короткого замыкания) I^2t предохранителя селективность является постоянной величиной и поэтому сопоставление может быть выполнено по числовой таблице, предоставленной изготовителем. Преддуговая I^2t в этой зоне является независимой от напряжения и тока. Тем не менее, она зависит от напряжения системы и таким образом влияет на общую I^2t. В системах с заземленной нейтралью (TN) общая I^2t срабатывания нижестоящего предохранителя может быть установлена при напряжении системы между фазой и нейтралью.

5.2.2.3 Соотношение номинальных токов двух предохранителей

Предохранители по IEC 60269-2 одного и того же типа (например, типа gG) с номинальными токами св. 16 А обеспечивают полную селективность, если соотношение номинальных токов вышестоящего и нижестоящего предохранителей равно 1,6:1 и выше.

5.2.3 Селективность между вышестоящим предохранителем(ями) по IEC 60269-1 и нижестоящим коммутационным устройством управления и защиты (КУУЗ) по IEC 60947-6-2

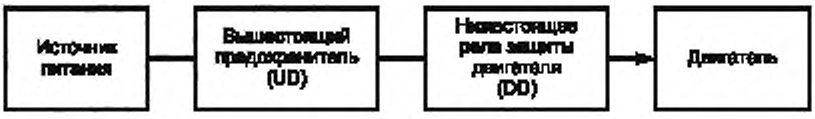
Методы установления селективности по характеристикам, содержащимся в стандартах на изделия, приведены в настоящем разделе.



В основном, КУУЗ по IEC 60947-6-2 является конечным устройством в цепи, например контроллер двигателя. Поскольку оно имеет встроенные максимальные расцепители тока и обладает наибольшей отключающей способностью, с целью селективности его используют так же, как автоматический выключатель (см. 5.2.1).

5.2.4 Селективность между вышестоящим предохранителем (ями) по IEC 60269-1 и нижестоящим реле защиты электродвигателя по IEC 60947-4-1 или IEC 60947-4-2

Методы установления селективности по характеристикам, содержащимся в стандартах на изделия, приведены в настоящем разделе.



Реле защиты двигателя в составе пускателя обеспечивает защиту двигателя от перегрузки и защиту проводников цепи. Предохранитель в качестве вышестоящего устройства призван обеспечивать защиту проводников цепи и самого пускателя от короткого замыкания. Селективность между реле перегрузки и предохранителем устанавливается испытанием согласно IEC 60947-4-1 (раздел B.4 (координация при токе пересечения между пускателем и УЗКЗ)) или IEC 60947-4-2 (приложение C (избирательность срабатывания между устройством защиты от перегрузки и УЗКЗ)). С этой целью могут использоваться предохранители типа gG по IEC 60269-1. Однако, в силу того, что требуется исключительно защита в зоне токов повреждения (короткого замыкания), для этого используют предохранители специального назначения. Предохранители типов gM, gD и aM по IEC 60269-2 — это миниатюрные предохранители, которые можно использовать в цепях двигателей. Предохранители типов gM и gD срабатывают с выдержкой времени в зоне сверхтоков, а предохранители aM — только в зоне токов повреждения, в любом случае усиливают устойчивость двигателя к пусковым токам.

В случае полупроводниковых пускателей двигателей по IEC 60947-4-2 понадобятся полупроводниковые предохранители по IEC 60269-4, где потребуется координация типа 2.

Установление координации типа 1 или типа 2 по IEC 60947-1, раздел B.4 гарантирует селективность вплоть до тока торможения двигателя.

6 Устройства защитного отключения (УЗО)

6.1 Общие положения

Специфические требования к изделиям содержат стандарты IEC 61008-1, IEC 61009-1 IEC 60947-2 (приложения В и М).

Настоящий стандарт соответствует требованиям, содержащимся в IEC/TR 62350 [6].

Функция дифференциального тока в УЗО выполняется только как защита от токов утечки на землю.

Термин «дифференциальный ток» указывает на то, что УЗО обнаруживает любую разницу (дифференциал) токов между фазой и нейтралью в однофазной цепи; баланс или разница — это ток на землю. В трехфазной цепи УЗО обнаруживает результирующий ток от векторной суммы токов в главных полюсах. В обоих случаях такие условия могут создаться, только если ток вернется со стороны нагрузки УЗО через землю к источнику питания.

Примечание — УЗО можно также рассматривать в качестве устройства тока утечки на землю.

Функция дифференциального тока в системе может существовать комплексно с функцией защиты от сверхтока/тока повреждения в одном и том же или отдельных устройствах.

В системе TN-S или в системе IT (при вторичном повреждении и взаимном соединении с PE — проводником) пробой изоляции может вызвать высокие токи, ток повреждения будет обнаружен как УЗО, так и системой защиты от сверхтока. В таком случае вопрос координации подлежит изучению с точки зрения учета характеристик обоих устройств, вовлеченных в процесс, а также необходимости в резервной защите.

Для УЗО установлен номинальный ток главной цепи (I_n) и номинальный отключающий дифференциальный ток ($I_{\Delta n}$). Номинальный отключающий дифференциальный ток ($I_{\Delta n}$) может быть фиксированным или регулируемым, мгновенным или с выдержкой времени.

6.2 Селективность между двумя УЗО

Различают дифференциальные токи двух уровней:

- ток утечки на землю, определяемый как ток, протекающий на землю в отсутствие повреждения. Значения такого тока могут быть порядка нескольких миллиампер;
- ток повреждения на землю, определяемый как ток, протекающий на землю в случае повреждения, т. е. пробоя изоляции между токоведущим проводником и землей.

6.2.1 Селективность между двумя УЗО в случае тока утечки на землю

Мгновенно срабатывающие УЗО (без выдержки времени), включенные последовательно, обладают ограниченной селективностью, так как любой ток утечки св. $I_{\Delta n}$ вышестоящего УЗО может вызвать срабатывание обоих УЗО. Поэтому вышестоящее УЗО должно быть с выдержкой времени (например, типа S), чтобы селективность выполнялась (см. рисунок 9). На практике соотношение $I_{\Delta n}$ вышестоящего УЗО и $I_{\Delta n}$ нижестоящего должно быть не менее чем 3:1, и выдержка времени вышестоящего УЗО должна быть больше, чем полное время отключения любого нижестоящего устройства в цепи.

В основном, УЗО без выдержки времени применяют в качестве конечного устройства в цепи. УЗО с $I_{\Delta n}$, равной 30 мА и менее (иногда их называют высокочувствительные УЗО), часто применяют для дополнительной защиты от электрического удара (основная защита), и в таком случае они должны быть без выдержки времени. Если УЗО имеет регулируемый диапазон уставок $I_{\Delta n}$ и уставок по выдержке времени, то при уставке $I_{\Delta n}$, равной 30 мА и менее, выдержка времени должна автоматически перейти в мгновенную.

УЗО типа S — это отдельный тип УЗО с выдержкой времени, маркируемых символом:

Согласно стандартам IEC 61008-1, IEC 61009-1 и IEC 60947-2 (приложения B и M) они наделены характеристикой избирательности по отношению к УЗО типов без выдержки времени. Эта характеристика представлена на рисунке 9.

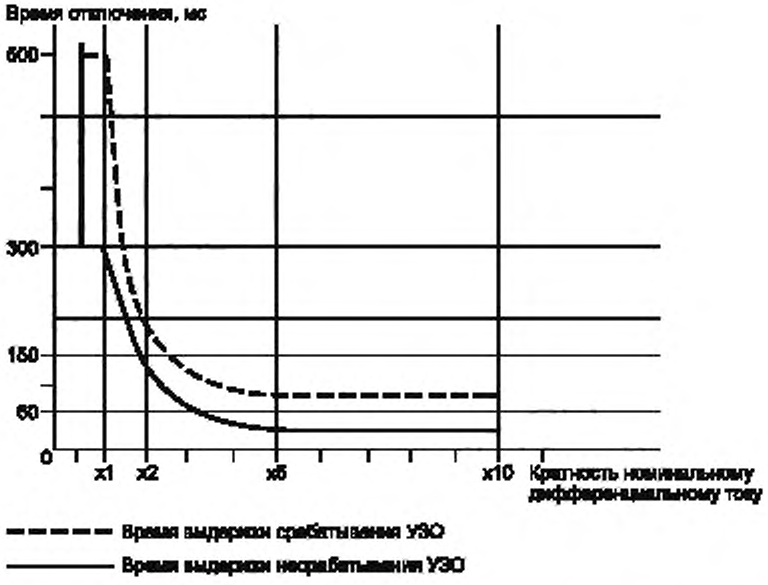


Рисунок 9 — Характеристики УЗО, представляющие селективность при утечке, — характеристика времени выдержки срабатывания типа S

Избирательность УЗО по отношению к УЗКЗ:

УЗО, нормированные для защиты от тока утечки на ожидаемых уровнях тока, всегда будут обладать селективностью по сравнению с вышестоящим УЗКЗ в случае незапланированного уровня тока утечки.

6.2.2 Селективность между двумя УЗО в случае тока повреждения на землю

Токи повреждения на землю, в основном, бывают по величине не менее чем на порядок выше токов утечки, т. е. десятков, сотен или тысяч ампер.

Селективность между УЗО, включенными последовательно, достигается таким же путем, что и для токов утечки (см. 7.2.1), однако при повышенных токах необходимо учитывать координацию с вышестоящим УЗКЗ. Во всех случаях селективность основана на плавном изменении уставки по времени в УЗО с выдержкой времени.

В случае УЗО со встроенной сверхтоковой защитой (АВДТ по IEC 61009-1 и по IEC 60947-2) координация функций выполняется автоматически по наибольшей номинальной отключающей способности, и поэтому вышестоящего УЗКЗ не требуется.

Так как УЗО последовательного соединения могут иметь ограниченную селективность, в силу ограничения цепи по кратности градации временных уставок, предпочтительным вариантом может быть зона блокирования (см. раздел 7).

7 Зона селективности блокирования (ЗСБ)

7.1 Общие положения

Термином «зона селективности блокирования» обозначен метод управления автоматическими выключателями с обеспечением селективности с очень малыми уставками по времени, независимо от числа уровней градации (зон) и локализации повреждения в распределительной системе. Возникает

необходимость в установке отдельных узлов ЗСБ для каждого выключателя, подвергающегося воздействию. Узел ЗСБ может быть отдельным устройством либо встроенным в автоматический выключатель. Блокирование может применяться к повреждениям между фазами или на землю, или к тем и другим.

7.2 Принципы оперирования

Если ЗСБ применяют на разных уровнях градации, каждый автоматический выключатель, подвергаемый воздействию тока короткого замыкания (т. е. вышестоящий по отношению к повреждению), направляет запрос к непосредственно нижестоящему автоматическому выключателю по уточнению наличия тока короткого замыкания на следующем более низком уровне. Уставка задержки срабатывания t_{zs} регулируется для каждого выключателя, чтобы обеспечить нижестоящий выключатель, установленный как раз выше повреждения, временем, необходимым для отключения тока повреждения. Преимущество ЗСБ возрастает с увеличением числа уровней градации, так как селективность по времени может выразиться в неприемлемо долгих задержках со стороны питания системы.

7.3 Примеры

Действие ЗСБ лучше всего иллюстрируют примеры, см. рисунок 10.

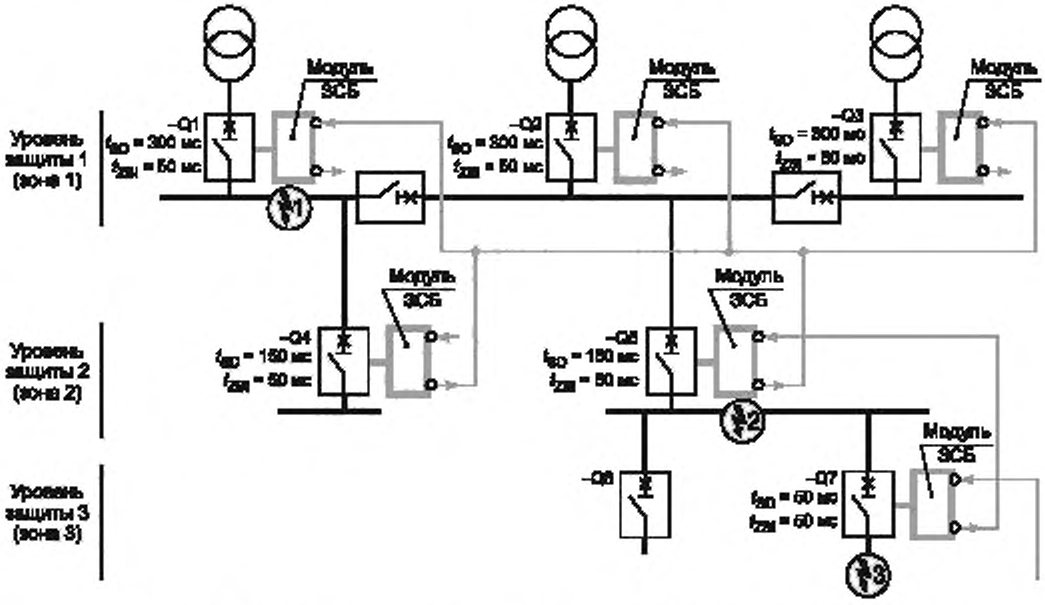


Рисунок 10 — Схематическая диаграмма электроустановки, спроектированная для нескольких источников питания с зонами селективности блокировки

Пример А — Короткое замыкание в позиции 3:

Автоматические выключатели Q1, Q2, Q3, Q5 и Q7 регистрируют короткое замыкание. Q7 блокирует Q5 с помощью сигнала ЗСБ, и впоследствии Q1, Q2, Q3 тоже блокируются, так что они не срабатывают в течение t_{zs} = 50 мс. Так как Q7 не получает блокирующего сигнала от нижестоящего выключателя, он сам с минимальным временем выполняет отключение короткого замыкания.

В качестве дополнительного условия в свете проблемы с автоматическим выключателем Q7 (потому что Q7 больше не оперируем), Q5, как резервный, срабатывает после кратковременной выдержки t_{zsi} = 150 мс.

Пример В — Короткое замыкание в позиции 2:

Автоматические выключатели Q1, Q2, Q3 и Q5 регистрируют короткое замыкание, Q7 — нет. По этой причине Q5 не получает блокирующего сигнала от Q7, но обеспечивает блокирующий сигнал для Q1, Q2 и Q3. Данная информация сигнализирует Q5 о том, что ближайший выключатель выше короткого замыкания и Q5 сработал с выдержкой t_{zsi} = 50 мс вместо выдержки t_{zsi} = 150 мс. Промежуток времени снижен на 100 мс.

Пример С — Короткое замыкание в позиции 1:

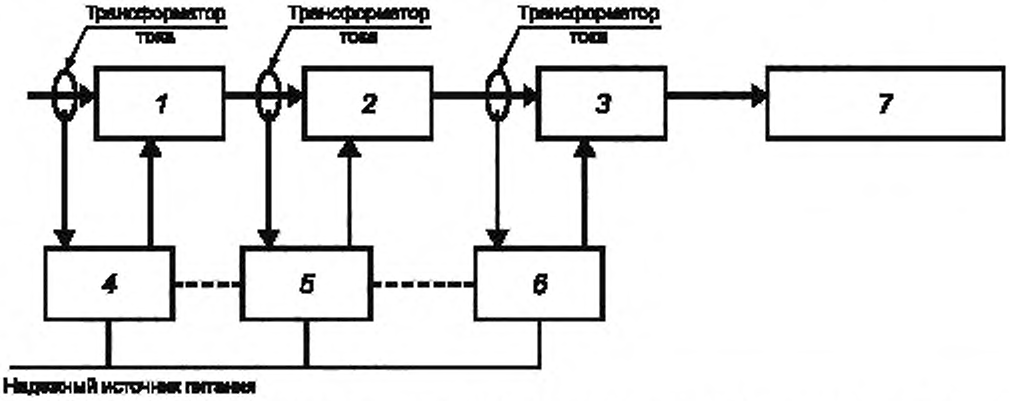
Только автоматические выключатели Q1, Q2 и Q3 регистрируют короткое замыкание, и они не получают блокирующий сигнал ни от одного из автоматических выключателей нижестоящего уровня защиты. По этой причине Q1, Q2 и Q3 срабатывают по истечении t_{zsi} = 50 мс. Выигрыш во времени: 250 мс.

8 Реле защиты от сверхтока (РЗСТ) — Измерительные реле с единственной входной воздействующей величиной с зависимой или независимой выдержкой времени

Требования к РЗСТ содержатся в стандартах серии IEC 60255.

Надежный источник питания снабжает энергией РЗСТ, трансформаторы тока контролируют ток в цепи системы. Выход реле обеспечивает ввод в электрическую систему расцепления неавтоматического коммутационного устройства. Например, управление независимым расцепителем неавтоматического выключателя. Номинальный кратковременно допустимый ток (I_{cw}) автоматического выключателя должен быть равен или превышать ожидаемый ток в точке установки при соответствующей нормированной уставке по времени РЗСТ. Установленная характеристика перегрузки РЗСТ должна быть сопоставима с работоспособностью автоматического выключателя.

РЗСТ, объединенное с коммутационным устройством, может быть использовано в качестве альтернативы автоматическому выключателю со встроенным защитным реле. Как правило, РЗСТ устанавливают на вводе источника питания в электроустановку, например вводные распределительные панели среднего и низкого напряжения (см. рисунок 11).



1 — автоматический выключатель среднего напряжения и Тх; *2* — главный автоматический выключатель низкого напряжения; *3* — фидерные автоматические выключатели низкого напряжения; *4*, *5* и *6* — реле защиты от сверхтоков (РЗСТ); *7* — распределительная сеть низкого напряжения

Рисунок 11 — Схематическая диаграмма главной распределительной системы с защитой посредством реле защиты от сверхтоков (РЗСТ)

Системный разработчик может выбрать назначения РЗСТ для обеспечения защиты, чувствительности, селективности и коммуникаций, необходимых в силовой системе питания.

Изготовители РЗСТ предоставляют подробные инструкции по применению с рекомендациями по применению в измерительной цепи трансформаторов тока и их местоположению в системе.

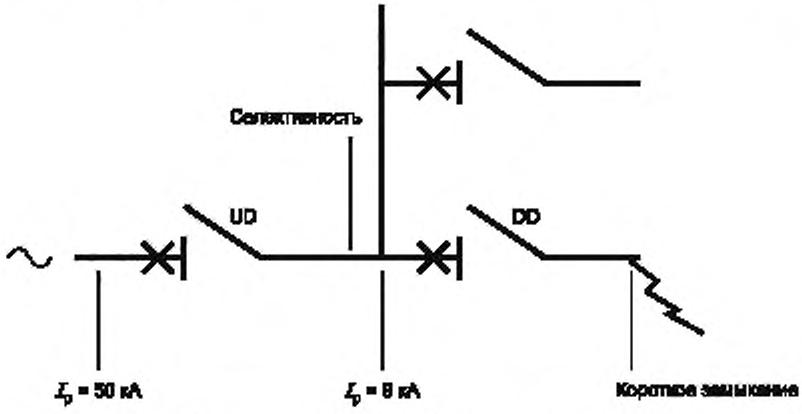
Селективность между РЗСТ, включенными последовательно, и между РЗСТ и другими устройствами защиты от сверхтоков достигается посредством программируемых время-токовых характеристик устройства таким же способом, что и для автоматических выключателей (см. 5.1).

Примечание — Полное время срабатывания автоматического выключателя, объединенного с РЗСТ, должно учитывать также и время срабатывания РЗСТ при установлении селективности с другими устройствами согласно 5.1.

РЗСТ, кроме защиты от сверхтоков, предоставляют широкий диапазон выполняемых функций защиты цепи, например защиты от повреждения на землю и ограниченной защиты от повреждения на землю.

Приложение А
(справочное)

Примеры селективности между аппаратами защиты от сверхтоков, примеры градации селективности применительно к автоматическим выключателям



П р и м е ч а н и е — I_p — ожидаемый ток короткого замыкания (действующее значение)

Рисунок А.1 — Пример координации автоматических выключателей с максимальным уровнем тока короткого замыкания 50 кА и уровнем селективности 9 кА

Пример 1 — Полная селективность:

На рисунке А.1 — вышестоящий автоматический выключатель (UD MCCB) с характеристиками I_n = 100 А и I_{cu} = 65 кА, нижестоящий автоматический выключатель (DD MCB) с характеристиками I_n = 32 А и I_{cn} = 10 кА.

Для рассмотрения данного примера см. характеристики аппаратов на рисунках А.2 и А.3.

Нижестоящий автоматический выключатель (DD MCB) сработает при любом токе короткого замыкания и имеет **полную селективность** в сравнении с вышестоящим автоматическим выключателем (UD MCCB), и это не приводит к отключению питания в зоне селективности.

Вывод: выше максимального уровня тока повреждения 9 кА (действующее значение) ток и энергия, проходящая через нижестоящий автоматический выключатель, определяются срабатывающим вышестоящим автоматическим выключателем.

П р и м е ч а н и е 1 — В этом примере вышестоящий автоматический выключатель не предназначен для резервной защиты нижестоящего автоматического выключателя.

Пример 2 — Частичная селективность:

На рисунке А.1 — вышестоящий автоматический выключатель (UD MCCB) с характеристиками I_n = 100 А и I_{cu} = 65 кА, нижестоящий автоматический выключатель (DD MCB) с характеристиками I_n = 63 А и I_{cn} = 10 кА.

Для рассмотрения данного примера см. характеристики аппаратов на рисунках А.2 и А.3.

Нижестоящий автоматический выключатель (DD MCB) сработает при любом токе короткого замыкания. Он имеет уровень селективности в зоне сверхтоков при значениях тока выше 7 кА, этот предельный ток селективности данной комбинации выключателей обеспечивает **частичную селективность**. При токе повреждения между значениями 7 кА и 9 кА (максимальное значение) нижестоящий выключатель срабатывает, вышестоящий также может сработать.

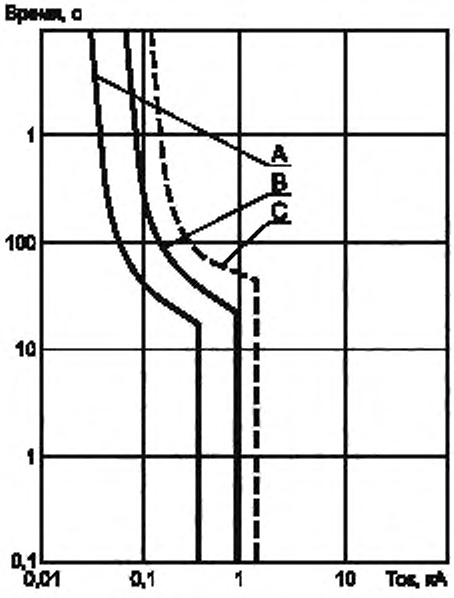
Вывод: выше значения тока 7 кА (действующее значение) ток и энергия, проходящая через нижестоящий автоматический выключатель, определяются срабатывающим вышестоящим автоматическим выключателем.

П р и м е ч а н и е 2 — В этом примере вышестоящий автоматический выключатель не предназначен для резервной защиты нижестоящего автоматического выключателя.

Пример 3 — Полная селективность в случае динамического отброса контактов

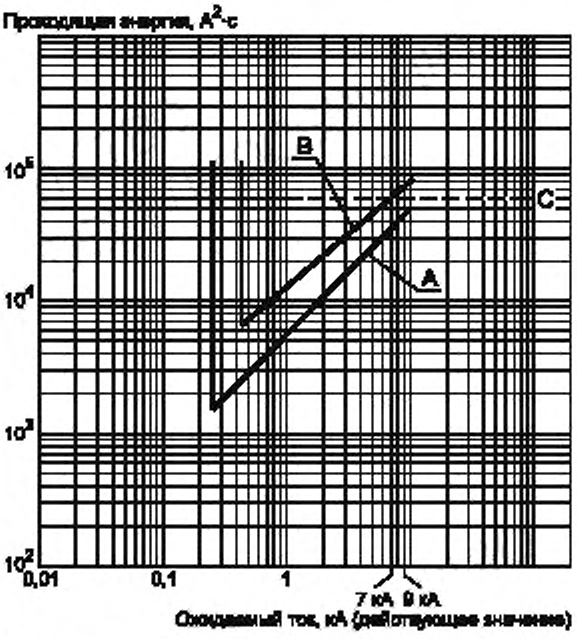
На рисунке А.1 — вышестоящий автоматический выключатель (UD MCCB)* с характеристиками I_n = 100 А и I_{cu} = 65 кА, нижестоящий автоматический выключатель (DD MCB) с характеристиками I_n = 63 А и I_{cn} = 10 кА.

* В данном случае вышестоящий выключатель имеет отличную конструкцию от выключателей, указанных в примерах 1 и 2, он токоограничивающего исполнения.



Автоматические выключатели A и B полностью селективны по отношению к выключателю C в зоне сверхтоков

Рисунок А.2 — Время-токовые характеристики (для примеров 1 и 2)



A — нижестоящий автоматический выключатель I_n = 32 A;
B — вышестоящий автоматический выключатель I_n = 63 A;
C — характеристика ограничения вышестоящего автоматического выключателя I_n = 100 A

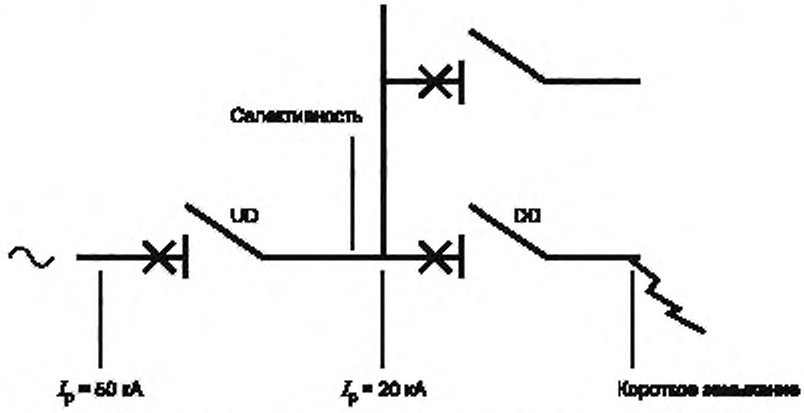
Примечание — Проходящая энергия не всегда является критерием для установления селективности, которая должна подтверждаться испытаниями.

Рисунок А.3 — Срабатывания в зоне токов повреждения (для примеров 1 и 2)

Нижестоящий автоматический выключатель (DD MCB) сработает при любом токе перегрузки или токе короткого замыкания, и вышестоящий автоматический выключатель (UD MCCB) не срабатывает. При токе короткого замыкания выше 7 кА контакты вышестоящего автоматического выключателя (UD MCCB) могут моментально разомкнуться (через несколько миллисекунд). Селективность обеспечена.

Примечание 3 — В этом примере вышестоящий автоматический выключатель не предназначен для резервной защиты нижестоящего автоматического выключателя.

Пример 4 — Полная селективность в случае динамического отброса контактов для целей резервной защиты



Примечание — I_p — ожидаемый ток короткого замыкания (действующее значение)

Рисунок А.4 — Пример координации автоматических выключателей с максимальным уровнем тока короткого замыкания 50 кА и уровнем тока повреждения 20 кА

На рисунке А.4 — вышестоящий автоматический выключатель (UD MCCB)* с характеристиками I_n = 100 А и I_{cu} = 65 кА, нижестоящий автоматический выключатель (DD MCB) с характеристиками I_n = 63 А и I_{cn} = 10 кА.

В данном случае уровень тока повреждения на границе селективности превышает предельное значение I_{cn} нижестоящего автоматического выключателя (DD MCB) и этот выключатель требует наличия резервной защиты вышестоящим автоматическим выключателем (UD MCCB), основанной на испытаниях данной комбинации.

Нижестоящий автоматический выключатель (DD MCB) сработает при любом токе перегрузки или токе короткого замыкания, и вышестоящий автоматический выключатель (UD MCCB) не срабатывает. При токе короткого замыкания выше 7 кА контакты вышестоящего автоматического выключателя (UD MCCB) могут моментально разомкнуться (через несколько миллисекунд). Это в дальнейшем позволяет исключить повреждение, резервная защита и селективность обеспечена при всех уровнях значения тока до 20 кА.

* В данном случае вышестоящий выключатель имеет отличную конструкцию от выключателей, указанных в примерах 1 и 2, он токоограничивающего исполнения.

Приложение В
(справочное)

Длительные нагрузки и их воздействие на селективность в зоне сверхтоков

При рассмотрении фактических токов, протекающих через последовательно соединенные устройства защиты от сверхтоков согласно примечанию к IEC 60947-1, 2.5.23 и 3.4 настоящего стандарта (селективность при сверхтоках [МЭС 441-17-15]), различают селективность последовательную, реализуемую различными устройствами защиты от сверхтоков, через которые проходит, в основном, один и тот же сверхток, и селективность сетевую, реализуемую идентичными устройствами защиты от сверхтоков, через которые проходят разные части сверхтоков. Поэтому:

- в некоторых случаях необходимо установить времена срабатывания двух устройств защиты от сверхтоков.

Это обоснованно только, если:

- между двумя последовательными устройствами защиты от сверхтоков нет параллельного токового пути (отвод), т. е. имеется единственный входной и единственный выходной фидер; или
- ток в отводном пути между двумя последовательными устройствами защиты от сверхтоков незначителен по величине и/или коэффициенту мощности по сравнению с током повреждения, проходящим через два последовательных устройства, например в условиях короткого замыкания;
- в случае нескольких автоматических выключателей со стороны питания на одной и той же шине или нескольких выходных фидеров со стороны нагрузки токи, проходящие через два последовательных устройства защиты, могут значительно отличаться в зоне сверхтоков.

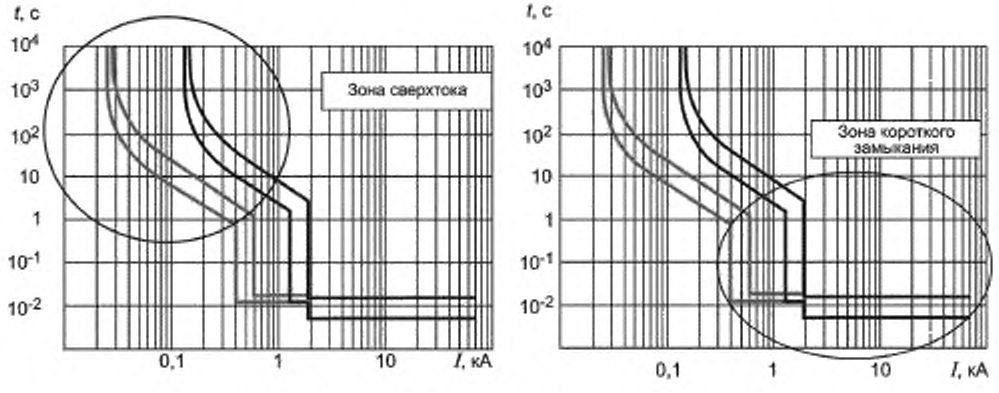


Рисунок В.1 — Зоны сверхтоков и короткого замыкания

С точки зрения фактических токов, протекающих через устройства защиты от сверхтоков, можно рассмотреть три основных случая:

- два последовательных устройства защиты от сверхтоков (пропускающих одинаковый ток), см. рисунок В.2а;
- единственный автоматический выключатель со стороны питания нескольких устройств защиты со стороны нагрузки (ток, проходящий через сторону питания устройства защиты, выше тока, проходящего через сторону нагрузки устройства защиты от сверхтоков), см. рисунок В.2b,
- два или несколько автоматических выключателей со стороны питания и несколько автоматических выключателей со стороны нагрузки, см. рисунок В.2с.

Нижеприведенные примеры показывают автоматические выключатели как УТЗ (OCPD).

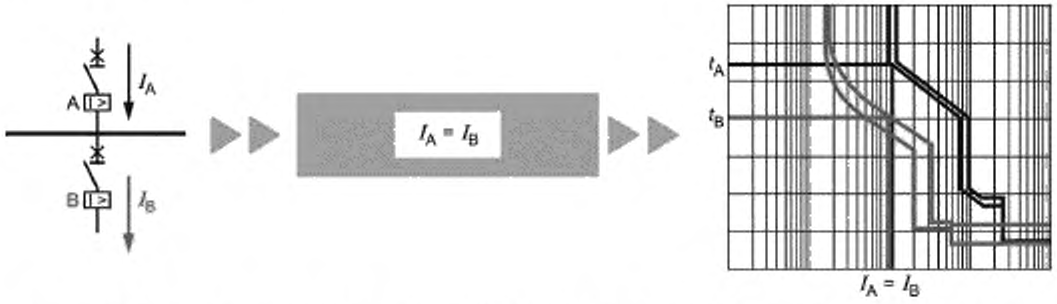


Рисунок B.2a — Последовательно включенные УТЗ (OCPD), проводящие общий ток (не разветвляющийся)

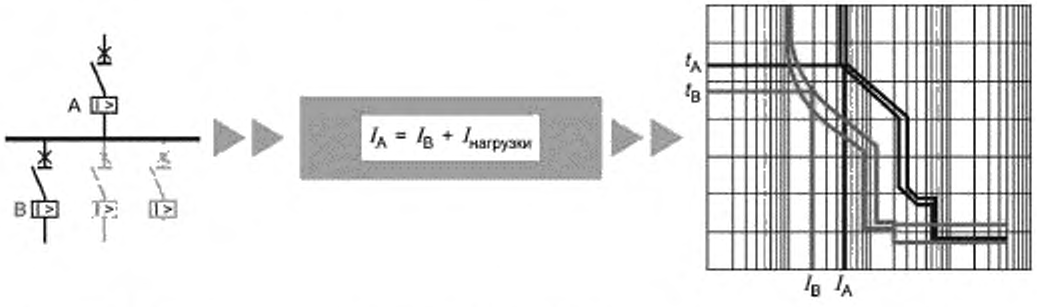
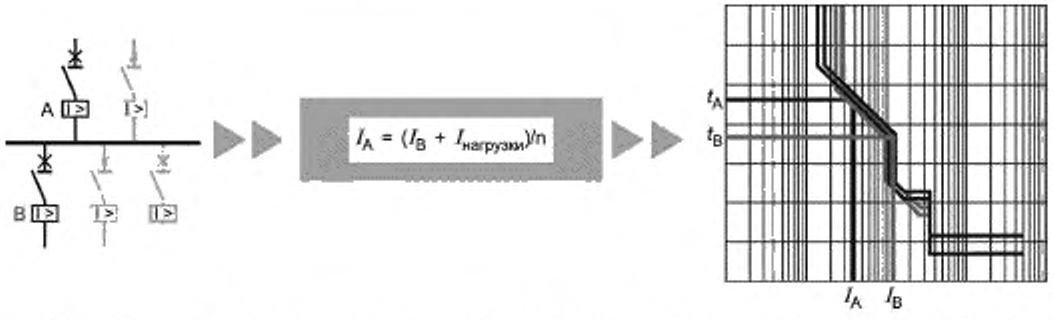


Рисунок B.2b — Последовательно включенные УТЗ (OCPD), несколько нагрузок (разветвляющийся ток)



Примечание — Вышеприведенные формулы не учитывают перераспределение токов по фазам или другую асимметрию токов; в случаях, приведенных на рисунке B.2a и рисунке B.2b, формулы более правильны, для случая, приведенного на рисунке B.2c, формула допустима на практике когда источник питания один.

I_B — ток, проходящий через выключатель B; I_A — ток, проходящий через включатель B; $I_{нагрузки}$ — некоторые (исключая B) токи нагрузки, проходящие через выключатель A в нормальных условиях (нормальная нагрузка и категория применения), n — число параллельных цепей питания

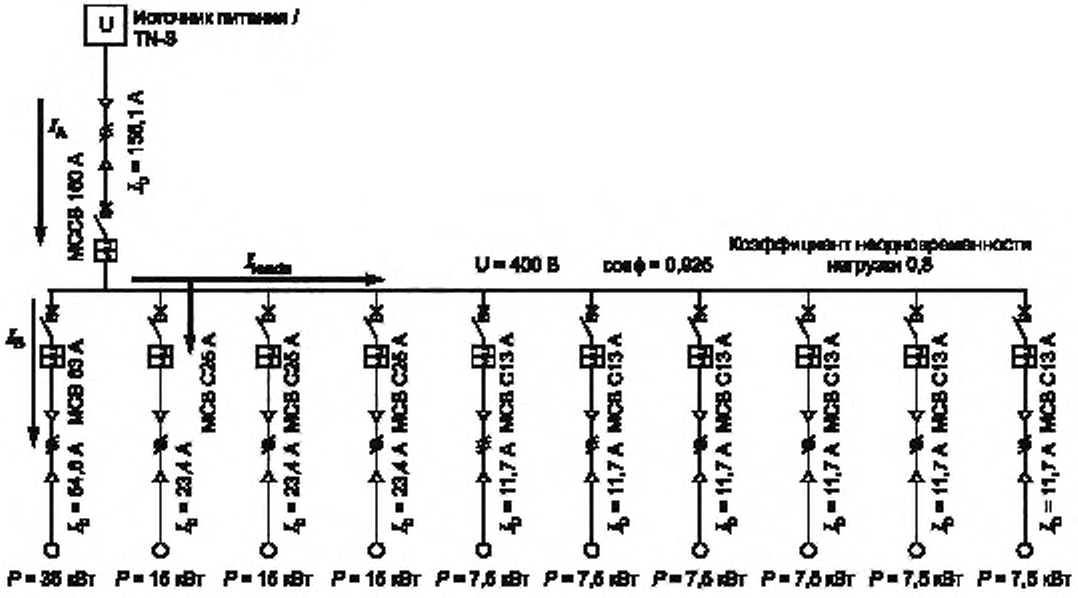
Рисунок B.2c — Последовательно включенные УТЗ (OCPD), несколько нагрузок (разветвляющийся ток) и несколько источников питания

Рисунок B.2 — Последовательно включенные УТЗ (OCPD)

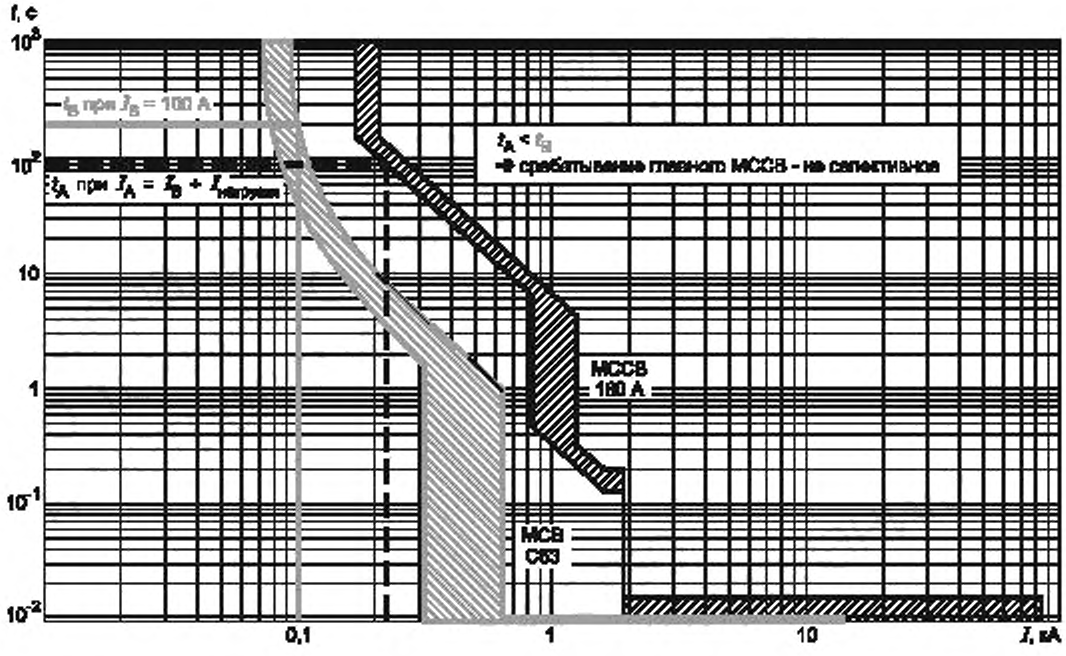
Пример

Сверхток 100 А, протекающий через MCB 63 А, происходит из протекающего по фидерному MCCB 160 А току, равному 201,5 А
(156,1 + (100 – 54,6) = 201,5 А)

P, кВт	Cos φ	I_b, А
35	0,925	54,6
15		23,4
15		23,4
15		23,4
7,5		11,7
7,5		11,7
7,5		11,7
7,5		11,7
7,5		11,7
7,5		11,7



Время-токовая характеристика



Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам (документам)

Таблица ДА.1

Обозначение и наименование международного стандарта (документа)	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 60269-2 Предохранители плавкие низковольтные. Часть 2. Дополнительные требования к плавким предохранителям, используемым квалифицированным персоналом (главным образом, промышленного назначения). Примеры стандартизированных систем плавких предохранителей от A до J	MOD	ГОСТ 31196.2—2012 (IEC 60269-2:1986) Предохранители плавкие низковольтные. Часть 2. Дополнительные требования к плавким предохранителям промышленного назначения
IEC 60269-3 Предохранители плавкие низковольтные. Часть 3. Дополнительные требования к плавким предохранителям, используемым неквалифицированным персоналом (главным образом, бытового и аналогичного назначения). Примеры стандартизированных систем плавких предохранителей от A до F	MOD	ГОСТ 31196.3—2012 (IEC 60269-3:1987, IEC 60269-3A:1978) Предохранители плавкие низковольтные. Часть 3. Дополнительные требования к плавким предохранителям бытового и аналогичного назначения
IEC 60269-4 Предохранители плавкие низковольтные. Часть 4. Дополнительные требования к плавким вставкам для защиты полупроводниковых устройств	MOD	ГОСТ 31196.4—2012 (IEC 60269-4:1986) Низковольтные плавкие предохранители. Часть 4. Дополнительные требования к плавким предохранителям для защиты полупроводниковых устройств
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—95 (МЭК 898—87)[1] 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 (IEC 60947-1:2004) 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—95 (МЭК 947-2—89)[2] Низковольтная аппаратура распределения и управления. Часть 2. Автоматические выключатели
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 (МЭК 947-4-1—90) Низковольтная аппаратура распределения и управления. Часть 4. Контакторы и пускатели. Раздел 1. Электромеханические контакторы и пускатели
IEC 60947-4-2 Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 4-2. Полупроводниковые контакторы и пускатели переменного тока	—	*

[1] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 50345—2010.

[2] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 50030.2—2010.

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение и наименование международного стандарта (документа)	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
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 61008-1 Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным (остаточным) током без встроенной защиты от сверхтоков (ВДТ). Часть 1. Общие требования	—	*
IEC 61009-1 Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным (остаточным) током со встроенной защитой от сверхтоков (АВДТ). Часть 1. Общие требования	—	*
IEC/TR 61459 Координация между предохранителями и контакторами (пускателями). Общие правила	—	*
IEC/TR 61818 Область применения низковольтных предохранителей		*
IEC/TR 61912-1 Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Устройства защиты от сверхтоков. Применение характеристик короткого замыкания	IDT	ГОСТ IEC/TR 61912-1—2013 Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Устройства защиты от сверхтоков. Часть 1. Применение характеристик короткого замыкания

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

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

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

Библиография

[1] IEC 60050-441 International Electrotechnical Vocabulary — Part 441: Switchgear, controlgear and fuses (Международный электротехнический словарь. Глава 441: Коммутационная аппаратура, аппаратура управления и предохранители)

[2] IEC 60050-448 International Electrotechnical Vocabulary — Chapter 448: Power system protection (Международный электротехнический словарь. Глава 448: Защита энергетических систем)

[3] IEC 60050-442 International Electrotechnical Vocabulary — Part 442: Electrical accessories (Международный электротехнический словарь. Часть 442: Электрические аксессуары)

[4] IEC 60050-826 International Electrotechnical Vocabulary — Part 826: Electrical installations (Международный электротехнический словарь. Глава 448: Электроустановки зданий)

[5] IEC 60947-1 Low-voltage switchgear and controlgear — Part 1. General requirements (Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 1. Общие требования)

[6] IEC/TR 62350 Guidance for the correct use of residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use (Правила применения устройств защитного отключения (УЗО) бытового и аналогичного назначения)

УДК 621.3.002.5.027.2:006.354 МКС 29.130.20 Е71 ОКСТУ 3422 IDT

Ключевые слова: характеристики короткого замыкания, защита, автоматические выключатели, предохранители, контакторы, пускатели

Редактор *Е.С. Котлярова*
Технический редактор *Е.В. Беспрозванная*
Корректор *В.Е. Нестерова*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 02.06.2014. Подписано в печать 23.07.2014. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал. Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,30. Тираж 45 экз. Зак. 2740.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru