Область применения в электроустановках устройств защитного отключения

По статистике примерно 50 % всех пожаров в Российской Федерации вызвано неисправностью электропроводок и электрооборудования и их неправильной эксплуатацией. Результат – пожары, возгорания, материальные потери, удары током и ожоги. В большинстве случаев сохранить жизнь и сберечь имущество можно, установив устройство защитного отключения (УЗО).

I. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

• **ГОСТ [1]**

Стандарт устанавливает общую терминологию и основные общие требования к конструкции, характеристикам защитных устройств, управляемых дифференциальным (остаточным) током, – автоматических выключателей дифференциального тока со встроенной и без встроенной защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения, автоматических выключателей со встроенными или автономными модулями защиты от токов утечки и др.

Стандарт может быть использован при разработке национальных стандартов Российской Федерации, стандартов предприятий и других нормативных документов на УЗО конкретных типов.

1. Общие положения

Требования настоящего стандарта применяются к устройствам, управляемым дифференциальным (остаточным) током (далее именуемых как «устройства защитного отключения», УЗО), на номинальное рабочее напряжение переменного тока не более 440 В, преимущественно служащим для повышения надёжности защиты от поражения электрическим током.

УЗО предназначены для защиты людей и животных от вредоносного воздействия электрического удара при прикосновении к доступным проводящим частям путём автоматического разъединения от сети в соответствии с ГОСТ **[2]** и ГОСТ **[3].**

В соответствии с ГОСТ **[4]** УЗО с номинальным значением отключающего дифференциального тока не более 300 мА могут применяться для защиты от возгорания при устойчивых однофазных замыканиях на землю.

В соответствии с ГОСТ **[3]** УЗО с номинальным значением отключающего дифференциального тока не более 30 мА могут применяться в качестве дополнительной защиты в случае повреждения основной защиты или неосторожного обращения с установками или оборудованием.

7. Стандартные условия нормального монтажа и эксплуатации устройств защитного отключения

7.1 Предпочтительные условия применения, основные значения воздействующих условий приведены в табл. 1 **[1]**.

Примечание 1 – Максимальное значение средней дневной температуры плюс 35 °С.

Примечание 2 – Допустимы значения за пределами указанного диапазона в местностях с более тяжёлыми климатическими условиями.

Примечание 3 – Допустимы более высокие значения относительной влажности при меньших значениях температуры (например, 90 % при плюс 20 °С).

Примечание 4 – Установка УЗО должна осуществляться без деформаций корпуса, способных мешать его работе.

• **ГОСТ [5]**

1 Область применения

Стандарт распространяется на управляемые дифференциальным током автоматические выключатели без встроенной защиты от сверхтоков, функционально независящие или зависящие от напряжения сети, бытового и аналогичного применения (далее – ВДТ) с номинальными напряжениями, не превышающими 440 В переменного тока, и номинальными токами, не превышающими 125 А, применяемые главным образом для защиты от поражения электрическим током.

ВДТ предназначены для защиты людей при косвенном контакте с открытыми проводящими частями электроустановок, соединёнными с соответствующим заземляющим устройством электроустановок зданий**.** Они могут быть использованы для обеспечения защиты от пожаров, возникающих вследствие длительного протекания тока повреждения.

ВДТ, имеющие номинальный отключающий дифференциальный ток не более 30 мА, могут быть также использованы в качестве средства дополнительной защиты в случае отказа защитных устройств, предназначенных для защиты от поражения электрическим током.

Стандарт распространяется на ВДТ, выполняющие одновременно функцию обнаружения дифференциального тока, сравнения его со значением дифференциального тока срабатывания и отключения защищаемой цепи в случае, когда дифференциальный ток превосходит это значение.

Примечания

1. ВДТ предназначены для эксплуатации необученным персоналом, а их конструкция не требует обслуживания.

2. Требования по установке и применению ВДТ приведены в комплексе стандартов на электроустановки зданий ГОСТ Р 50571.

3. ВДТ по настоящему стандарту могут быть пригодны для выполнения функции отключения.

• **ГОСТ Р [6]**

1 Область применения

Стандарт распространяется на управляемые дифференциальным током автоматические выключатели с встроенной защитой от сверхтоков, функционально независящие или зависящие от напряжения сети, бытового и аналогичного применения (далее – АВДТ) с номинальными напряжениями, не превышающими 440 В переменного тока, номинальными токами, не превышающими 125 А, с номинальными наибольшими коммутационными способностями, не превышающими 25000 А, для работы на частоте 50 или 60 Гц.

Таблица 1

Воздействующие условия	Предпочтительные значения условий применения	Номинальные значения
Температура окружающего воздуха	от минус 5 °С до 40 °С от минус 25 °С до 40 °С (см. примечания 1 и 2)	Указывается в соответствующих стандартах на аппараты
Высота над уровнем моря	Не более 2000 м	–
Относительная влажность: максимальная при температуре 40 °С	50 % (см. примечание 3)	–
Внешнее магнитное поле	Не более пятикратного значения магнитного поля Земли в любом направлении	Магнитное поле Земли
Рабочее положение	По указанию изготовителя с допуском 5° в любом направлении	Указывается в соответствующих стандартах на аппараты
Частота	Относительное значение указывается в соответствующих стандартах на аппараты	Номинальная частота указывается изготовителем
Искажение синусоиды	Не более 5 %	Ноль
Переменная составляющая постоянного тока (для внешнего вспомогательного источника)	–	Ноль

Эти аппараты предназначены для защиты людей при косвенном контакте с доступными проводящими частями электроустановок, соединёнными с соответствующим заземляющим устройством, и для защиты от сверхтоков электропроводок зданий. Они могут использоваться для обеспечения защиты от пожаров, возникающих вследствие длительного протекания тока повреждения в случае несрабатывания устройств защиты от сверхтоков.

АВДТ, имеющие номинальный отключающий дифференциальный ток не более 30 мА, могут быть также использованы как средства дополнительной защиты в случае выхода из строя устройств, предназначенных для защиты от поражения электрическим током.

Стандарт распространяется на АВДТ, выполняющие одновременно функцию обнаружения дифференциального тока, сравнения его значения с величиной дифференциального отключающего тока и отключения защищаемой цепи в случае, когда значение дифференциального тока превосходит эту величину, а также выполняющие функции включения, проведения и отключения сверхтока в заданных условиях.

Примечания

1. Требования стандарта, относящиеся к работе АВДТ при наличии дифференциального тока, основываются на ГОСТ **[5].**

Требования стандарта, относящиеся к АВДТ в качестве аппарата защиты от сверхтоков, основываются на ГОСТ **[7].**

2. АВДТ в основном предназначены для управления необученным персоналом, а их конструкция не требует обслуживания,

3. Требования по установке и применению АВДТ приведены в комплексе стандартов на электроустановки зданий – ГОСТ Р 50571.

АВДТ общего типа устойчивы к нежелательному срабатыванию, включая случаи, когда импульсные напряжения (в результате переходных процессов, возникающих при коммутации или индуктируемых грозовыми разрядами) вызывают появление в электроустановке токов нагрузки без возникновения токов замыкания на землю.

АВДТ типа S достаточно защищены против нежелательного срабатывания, в том числе, если импульсное напряжение вызовет ток замыкания на землю и возникнет сопровождающий ток.

Примечание – Устройства защиты от импульсных перенапряжений, установленные после АВДТ общего типа, подсоединённые обычным способом, могут вызвать нежелательные срабатывания.

АВДТ пригодны для разъединения.

В случаях, когда возможны перенапряжения со стороны питания (например, при питании от воздушных линий электропередач) могут быть необходимы специальные меры защиты, например грозовые разрядники (см. ГОСТ Р 50571.19).

Стандарт не распространяется на АВДТ, предназначенные для защиты двигателей.

II. Выдержки из ГОСТ [1] по техническим характеристикам устройств защитного отключения

3.3.1 Устройство защитного отключения: механический коммутационный аппарат, предназначенный для включения, проведения и отключения токов при нормальных условиях эксплуатации, а также размыкания контактов в случае, когда значение дифференциального тока достигает заданной величины в определённых условиях.

3.1 Определения, относящиеся к токам, протекающим от токоведущих частей в землю

3.1.1 Ток замыкания на землю: ток, протекающий в землю при повреждении изоляции.

3.1.2 Ток утечки на землю: ток, который протекает от токоведущих частей электроустановки в землю в отсутствие повреждения изоляции.

Таблица 2

Источник информации	Наименование	Обозначение
ГОСТ [1]	Устройство защитного отключения, управляемое дифференциальным током	УЗО
ГОСТ [5]	Автоматический выключатель без встроенной защиты от сверхтока, управляемый дифференциальным током	ВДТ
ГОСТ [6]	Автоматический выключатель с встроенной защитой от сверхтока, управляемый дифференциальным током	АВДТ
ГОСТ [3]	Устройство дифференциального тока без встроенной и со встроенной защитой от сверхтока, управляемое дифференциальным током	УДТ

3.1.3 Пульсирующий постоянный ток: ток в форме пульсирующей волны, который принимает в каждом периоде номинальной промышленной частоты значение «0» или значение, не превышающее 0,006 А постоянного тока в течение одного непрерывного промежутка времени, выраженного в угловых величинах не менее 150°.

3.1.4 Угол задержки тока: промежуток времени, выраженный в угловой величине, в течении которого устройство фазного управления задерживает пусковой момент протекающего тока.

3.1.5 Сглаженный постоянный ток: постоянный ток без пульсаций.

Примечание – ток считается без пульсаций, если коэффициент пульсации не превышает 10 %.

3.2 Определения, относящиеся к подводимым к УЗО величинам

3.2.1 Дифференциальный ток: действующее значение векторной суммы мгновенных значений тока, протекающих в главной цепи УЗО.

3.2.2 Отключающий дифференциальный ток: значение дифференциального тока, вызывающего отключение УЗО в заданных условиях эксплуатации (ток срабатывания).

3.2.3 Неотключающий дифференциальный ток: значение дифференциального тока, при котором и ниже которого УЗО не отключается в заданных условиях эксплуатации (ток несрабатывания).

5.2 Характеристики, общие для всех УЗО

5.2.1 Номинальный ток,

5.2.2 Номинальный отключающий дифференциальный ток.

5.2.3 Номинальный неотключающий дифференциальный ток.

5.2.4 Номинальное напряжение.

5.2.5 Номинальная частота.

5.2.6 Номинальная наибольшая включающая и отключающая способность.

5.2.7 Номинальная наибольшая дифференциальная включающая и отключающая способность.

5.2.8 УЗО с выдержкой и без выдержки времени.

5.2.9 Характеристики срабатывания при наличии составляющей постоянного тока

5.2.9.1 УЗО типа АС

УЗО, срабатывающее в условиях дифференциального синусоидального переменного тока, медленно или внезапно возрастающего.

5.2.9.2 УЗО типа А

УЗО, срабатывающее с управлением или без управления углом фазы, различной полярности, медленно или внезапно возрастающим в условиях:

- как УЗО типа АС;
- дифференциального пульсирующего постоянного тока;
- дифференциального пульсирующего постоянного тока, превышающего значение постоянного тока на 0,006 А.

5.2.9.3 УЗО типа В

УЗО, срабатывающее с управлением или без управления углом фазы, различной полярности, медленно или внезапно возрастающим в условиях:

– как УЗО типа А;

– дифференциального синусоидального переменного тока частотой до 1000 Гц;

– дифференциального переменного тока, наложенного на сглаженный постоянный ток значением 0,4 номинального отключающего дифференциального тока;

- дифференциального пульсирующего постоянного тока, наложенного на сглаженный постоянный ток значением 0,4 номинального отключающего дифференциального тока или 10 мА, выбирается большее значение;

– дифференциального постоянного тока, являющегося результатом выпрямленного тока, например:

a) при соединении между двумя фазами для двух-, трёх- или четырёхполюсных аппаратов;

b) при трёхфазном соединении звездой или при шестиэлементном мостовом соединении для трёх- и четырёхполюсных аппаратов;

– сглаженного постоянного тока.

5.4.12 Стандартные значения времени отключения

В табл. 2 приведены обозначения УЗО, применяемые в нормативных документах.

Комментарий:

– в каталогах различных изготовителей автоматический выключатель АВДТ модульного исполнения с встроенной защитой от сверхтока, управляемый дифференциальным током, называется «дифференциальный автомат»;

– источниками пульсирующего постоянного дифференциального тока являются принтеры, факсы, стиральные машины с регуляторами скорости, регулируемые источники света, телевизоры, магнитофоны, светильники с люминесцентными лампами и электронными ПРА и др.;

– на корпусах или внутри корпусов автоматических выключателей с номинальным током 16–6300 А, выпускае-

мых изготовителями, предусматривается установка расцепителей дифференциального тока типов АС, А и В, в том числе с регулируемой выдержкой времени;

– изготовители выпускают также автоматические выключатели, которые могут работать совместно с реле дифференциального тока и внешним трансформатором, устанавливаемым дополнительно после монтажа автоматических выключателей;

– в групповых линиях персональных компьютеров установка УЗО, как правило, не требуется;

– УЗО должны отключать электрические цепи только в аварийном режиме электроустановки здания, когда в них начинают протекать токи замыкания на землю. В нормальном режиме электроустановки здания УЗО не должны срабатывать. Для исключения ложных срабатываний следует учитывать максимальные токи утечки, которые могут появиться в подключённых к УЗО электрических цепях – электроприёмниках и электропроводках;

– для гарантированного исключения ложных срабатываний УЗО максимальный синусоидальный ток утечки в электрических цепях, подключённых к УЗО типов АС и А, должен быть меньше половины его номинального отключающего дифференциального тока. Максимальный пульсирующий постоянный ток утечки в электрических цепях, подключённых к УЗО типа А, должен быть меньше 0,11 его номинального отключающего дифференциального тока;

– значения токов утечки электрооборудования приведены в нормативных документах или могут быть получены от изготовителей электрооборудования;

– при отсутствии этих данных следует использовать пункт 7.1.83 ПУЭ: ток утечки электроприёмников следует принимать из расчёта 0,4 мА на 1 А тока нагрузки, а ток утечки сети – из расчёта 10 мкА на 1 м длины фазного провода;

– учитывая использование большого числа современных электроприемников, которые могут являться источником пульсирующих постоянных токов утечки и замыкания на землю, в электроустановках зданий целесообразно применять УЗО типа А. В обоснованных случаях предусматриваются УЗО типа АС;

– применение УЗО следует указывать в задании на проектирование.

III. Область применения устройств защитного отключения в электроустановках зданий и сооружений с указанием нормативных документов и комментариями

- **ГОСТ [3]**

410.1 Область применения

Стандарт устанавливает основополагающие требования к защите от поражения электрическим током людей и животных, включающей в себя основную защиту и защиту при повреждении, координацию этих требований в соответствии с внешними воздействиями и требования к применению дополнительной защиты в необходимых случаях.

411.3.3 Дополнительная защита

В системах переменного тока дополнительная защита посредством защитного устройства дифференциального тока (УДТ) в соответствии с 415.1 должна быть предусмотрена для:

– штепсельных розеток, предназначенных для общего применения, с номинальным током, не превышающим 20 А, которые используют обычные лица;

– передвижного оборудования с номинальным переменным током, не превышающим 32 А, которое используют вне здания.

Примечание 1 – Исключение может быть сделано для:

– штепсельных розеток, предназначенных для использования под наблюдением квалифицированного или инструктированного персонала, например, в некоторых коммерческих или производственных помещениях или

– специальной штепсельной розетки, предусмотренной для присоединения одного электроприёмника,

Комментарий к пункту 411.3.3:

– в соответствии с пунктом 411.3.3 установку УДТ с номинальным отключающим дифференциальным током 30 мА необходимо предусматривать в групповых сетях штепсельных розеток с номинальным током 20 А, устанавливаемых в квартирах жилых домов, коттеджах, индивидуальных жилых домах и садовых домиках;

– установку УДТ с номинальным отключающим дифференциальным током 30 мА целесообразно также предусматривать в групповых сетях электроплит 220 В, монтируемых в квартирах жилых домов, коттеджах, индивидуальных жилых домах и садовых домиках.

411.4 Система TN

411.4.5 В системах TN для защиты при повреждении (защиты при косвенном прикосновении) могут быть использованы следующие защитные устройства:

– устройства защиты от сверхтока;

– УДТ.

Примечание 1 – Если для защиты при повреждении используют УДТ, цепь должна также быть защищена устройством защиты от сверхтока в соответствии с ГОСТ [8].

УДТ не должно применяться в системе TN-C. При применении УДТ в системе TN-C-S PEN-проводник не должен быть использован на стороне нагрузки.

Присоединение защитного проводника к PEN-проводнику должно осуществляться на стороне источника питания по отношению к УДТ.

Примечание 2 – Обеспечение селективности между УДТ – по 535.3 ГОСТ [4].

411.5 Система TT

411.5.2 В системах TT для защиты при повреждении следует применять УДТ. Устройства защиты от сверхтока могут быть применены для защиты при повреждении при условии, что надёжно гарантировано соответствующее постоянно низкое Z_s.

Если для защиты при повреждении используют УДТ, цепь должна быть также защищена устройством защиты от сверхтока.

Примечание 1 – Если для защиты при повреждении используют УДТ, цепь должна быть также защищена устройством защиты от сверхтока в соответствии с ГОСТ [8].

411.5.3 При использовании для защиты при повреждении должны быть выполнены следующие условия:

– время отключения должно соответствовать требованиям 411.3.2.2 или 411.3.2.4 и

– $R_A \cdot I_{\Delta n} \leqslant 50$ В, где

R_A – сумма сопротивлений заземлителя и защитного проводника для открытых проводящих частей, Ом, и $I_{\Delta n}$ – номинальный отключающий дифференциальный ток УДТ.

411.4 Система IT

411.6.3 В системах IT могут быть использованы следующие контролирующие и защитные устройства:

– устройства контроля изоляции (УКИ);

– мониторы (устройства контроля) дифференциального тока (МДТ);

– системы определения места повреждения изоляции;

– устройства защиты от сверхтока;

– УДТ.

415.1 Дополнительная защита: УДТ

415.1.1 Применение УДТ с номинальным отключающим дифференциальным током, не превышающим 30 мА, в системах переменного тока считают дополнительной защитой в случае отказа одной из мер для основной защиты и (или) защиты при повреждении или неосторожности пользователей.

415.1.2 Применение таких УДТ не может быть единственным средством защиты и не исключает необходимости применения одной из защитных *мер*, указанных в 411–414.

- **ГОСТ [9]**

420.1 Область применения

Стандарт устанавливает требования в части мер для защиты людей, домашнего скота и материалов от:

– тепловых воздействий, сгорания или повреждения материалов и риска возникновения пожара, связанных с использованием электрооборудования;

– распространения пожара, вызванного воздействием электрических установок в другие примыкающие пожарные отсеки;

– ухудшения безопасного функционирования электрооборудования, включая системы обеспечения безопасности.

422.3 Помещения с наличием пожароопасных обрабатываемых или складируемых материалов

Код класса внешних воздействий – BE2 по МЭК 60364–5–51, таблица 51 А.

Комментарий

В таблице 51А ГОСТ [10] указаны пожароопасные помещения. на которые распространяются требования ГОСТ [9], в том числе по применению УЗО:

– производства по переработке и хранению горючих материалов, в том числе с наличием пыли;

– амбары, деревообрабатывающие цеха, бумажные фабрики.

422.3.9 Групповые (конечные) цепи и использующее электрический ток оборудование должны быть защищены от повреждения изоляции следующим образом:

a) в TN и TT системах должны использоваться устройства защиты по дифференциальному току с расчётным дифференциальным током срабатывания менее 300 мА. Там, где резистивные отказы могут вызвать пожар, например, для нагревателей с использованием плёночных элементов, расчётный дифференциальный ток срабатывания должен быть менее 30 мА;

b) в IT системах должны быть установлены устройства контроля изоляции, контролирующие установку в целом, или устройства защиты по дифференциальному току в групповых (конечных) цепях, со звуковой и световой сигнализацией. Альтернативно могут использоваться устройства защиты по дифференциальному току с расчётным дифференциальным током срабатывания как определено в перечислении а). При втором отказе максимальное время отключения следует выбирать по таблице 41.1 ГОСТ [3].

Кабели с минеральной изоляцией и магистральные шинопроводы не считаются вероятными источниками пожара при повреждении изоляции и не требуют защиты.

Примечание – Рекомендуются к применению кабели с металлическим покрытием. Металлическое покрытие должно быть соединено с защитным проводником.

Комментарий:

– При проектировании электрооборудования помещений с наличием пожароопасных обрабатываемых или складируемых материалов следует руководствоваться требованиями пункта 422.3 ГОСТ [9] по применению УДТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р МЭК 60755–2012 «Общие требования к защитным устройствам, управляемым дифференциальным (остаточным) током».
2. ГОСТ IEC61140–2012 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования».
3. ГОСТ Р 50571.3–2009 (МЭК 60364–4–41:2005) »Электроустановки низковольтные. Часть 4–41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током».
4. ГОСТ Р 50571.5.53–2013/МЭК 60364–5–53:2002 «Электроустановки низковольтные. Часть 5–53. Выбор и монтаж электрооборудования. Отделение, коммутация и управление».
5. ГОСТ Р 51326.1–99 (МЭК 61008–1–96) »Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и методы испытаний».
6. ГОСТ Р 51327.1–2010 (МЭК 61009–1:2006) »Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения со встроенной защитой от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и методы испытаний».
7. ГОСТ Р 50345–2010 (МЭК 60898–1:2003) »Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Автоматические выключатели для переменного тока».
8. ГОСТ Р 50571.4.43–2012 (МЭК 60364–4–43:2008) »Электроустановки низковольтные. Часть 4–43. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока».
9. ГОСТ Р 50571.4.42–2012/МЭК 60364–4–42:2010 «Электроустановки низковольтные. Часть 4–42. Требования по обеспечению безопасности. Защита от тепловых воздействий».
10. ГОСТ Р 50571.5.51–2013/МЭК-60364–5–51:2005 «Электроустановки низковольтные. Часть 5–51. Выбор и монтаж электрооборудования. Общие требования».

Р.И. Пашковский, инженер-проектировщик, корреспондент журнала «Светотехника» в Санкт-Петербурге

Продолжение в следующем номере журнала