

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

Компактные распределительные шкафы AX Компактные корпуса KX

Техническая документация
Подключение заземления,
допустимая нагрузка по току



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



FRIEDHELM LOH GROUP

Компактные распределительные шкафы AX/Компактные корпуса KX

Содержание

Содержание

| | |
|--|----|
| 1. Общие указания | |
| 1.1 Введение..... | 3 |
| 1.2 Указания по разработке концепции системы заземления | 3 |
| 1.3 Предписания/стандарты | 3 |
| 2. Точки подключения провода заземления | |
| 2.1 Компактный распределительный шкаф AX, корпус | 4 |
| 2.2 Компактный распределительный шкаф AX, монтажная панель | 4 |
| 2.3 Компактный распределительный шкаф AX, дверь/перфорированная рейка двери..... | 5 |
| 2.4 Компактный корпус KX, корпус | 6 |
| 2.5 Компактный корпус KX, крышка/дверь | 7 |
| 2.6 Компактный корпус KX, монтажная панель | 7 |
| 3. Автоматическое выравнивание потенциалов | |
| 3.1 Компактный распределительный шкаф AX, фланш-панель..... | 8 |
| 3.2 Компактный распределительный шкаф AX, монтажная панель | 8 |
| 3.3 Клеммная коробка KX, фланш-панель | 8 |
| 4. Допустимый переходный ток короткого замыкания для проводов заземления | |
| 4.1 Провода заземления, с изоляцией из ПВХ | 9 |
| 4.2 Провода заземления, неизолированные | 9 |
| 5. Метод испытания и оценка | |
| 5.1 Метод испытаний..... | 10 |
| 5.2 Примечание по оценке | 10 |

Указание:

Указанные далее параметры были определены при использовании стандартного лакокрасочного покрытия, при использовании нестандартного покрытия условия контактирования могут отличаться.

1. Общие указания

1.1 Введение

Качественное исполнение распределительных систем и предварительное профессиональное проектирование в конечном итоге не дают возможности полностью предотвратить риск возникновения нежелательных коротких замыканий в процессе эксплуатации установки. В целях избежания телесных травм и повреждения оборудования, необходимо применить соответствующие меры безопасности. Электрическое оборудование, в том числе и корпуса шкафов, должно обладать надлежащей устойчивостью к короткому замыканию. Таким образом, должна быть предоставлена возможность отвода возникающих токов короткого замыкания на протяжении всей длительности КЗ, не нарушая при этом безопасности системы.

В данном руководстве рассматриваются заземляющие соединения, выполненные на базе механических компонентов, устанавливаемых в компактные распределительные шкафы AX и компактные корпуса KX.

Устойчивость распределительного устройства к короткому замыканию представляет собой уровень устойчивости к возникающим в случае КЗ динамическим и термическим нагрузкам. При рассмотрении поведения корпуса в целом или его отдельных частей, термическая нагрузка играет особенную роль.

Оценка допустимой термической нагрузки осуществляется на основании среднеквадратичного значения тока короткого замыкания на протяжении всего КЗ.

Электрическое сопротивление контактов и соединительных элементов приводит к образованию тепла в момент протекания через них токов короткого замыкания. Все точки соединения должны быть в состоянии противостоять этому теплу. Они не должны быть разрушаться настолько, чтобы пострадала их техническая функциональность.

Нагрузка при коротком замыкании зависит, в первую очередь, от следующих факторов:

- Длительность короткого замыкания
Ограничение с помощью быстро отключающихся защитных устройств напр. плавкие предохранители, современные силовые выключатели с подавлением тока нейтрали или ограничением тока и др.
- Полное сопротивление контура короткого замыкания
Оно зависит от расстояния до трансформатора и мощности питающей сети.
- Тип и исполнение заземляющего контакта
Обычно предписывается или рекомендуется изготовителем оборудования.

Целью данной документации является предоставление проектировщику данных, которые помогут ему быстро и надежно согласовать необходимые параметры на стадии разработки проекта. Детальную информацию по используемым методам испытания и пересчету имеющихся значений Вы найдете в приложении.

Перечисленные в этой документации данные измерений являются результатом разового испытания. Указанные результаты измерений могут варьироваться, так как они зависят от конструкции тестовой установки и от объекта испытания (контура короткого замыкания). По этой причине производителю распределительного устройства требуется предусмотреть необходимые защитные меры. В частности, крепежное оборудование должно соответствовать данным Rittal.

1.2 Указания по разработке концепции системы заземления

Для контура заземления согл. DIN EN 62 208 пункт 8.5 необходимо обеспечить электрическую проводимость, либо за счет токопроводящих частей корпуса, либо с помощью специального провода заземления, либо и того, и другого. У серий корпусов AX/KX конструктивно предусмотрено автоматическое контактирование между корпусом и монтажной панелью, а также фланш-панелями. Проектировщику необходимо уточнить, насколько автоматическое выравнивание потенциалов отвечает требованиям системы заземления. Для заземления двери (крышки) необходимо подключить специальный провод заземления. Его необходимо рассчитать таким образом, чтобы обеспечить защитные свойства в течение длительного времени, а также выполнение требований стандартов. Доступны соответствующие возможности подключения к крышке и дверям и задокументированы в этой брошюре. Если производится крепление оборудования в двери, крышке или аналогичных частях, то сечение провода заземления необходимо определять по наибольшему сечению линии питания этого оборудования.

1.3 Предписания/стандарты

В отношении данной тематики необходимо соблюдать следующие стандарты:

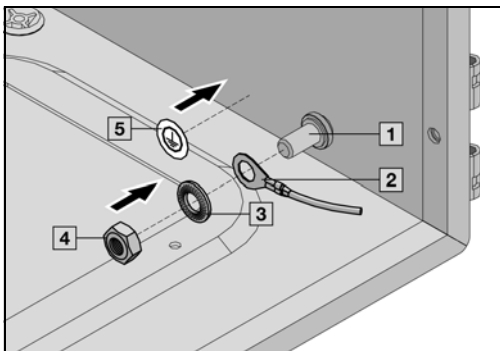
- DIN VDE 0100 – 200 (2006-06)
Создание низковольтных установок
– Термины
- DIN VDE 0100 – 410 (2018-10)
Создание низковольтных установок
– Часть 4-41: Защитные меры
- DIN VDE 0100 – 540 (2012-06)
Создание низковольтных установок
– Выбор и монтаж электрического оборудования; устройства заземления и провод заземления
- DIN EN 60 865-1 (VDE 0103 : 2012-09)
Токи короткого замыкания – расчет действия
– Часть 1: Термины и методы расчета
- DIN EN 60 204-1 (VDE 0113-1 : 2014-10)
Электрические компоненты оборудования
- DIN EN 61439-1 (VDE 0660-600-1 : 2012-06)
Низковольтные комплектные устройства;
– Часть 1: Общие требования
- DIN EN 62 208 (VDE 0660-511 : 2012-06)
Пустые корпуса для низковольтных комплектных устройств;
– Общие требования

Компактные распределительные шкафы AX

Подключение заземления

2. Точки подключения провода заземления

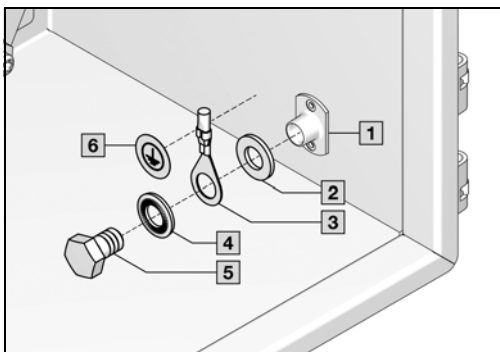
2.1 Корпус



Листовая сталь

- 1 Приваренный болт с М8 с контактной площадкой
- 2 Кабельный наконечник с проводом заземления
- 3 Контактная шайба тип S 8,2
- 4 Шестигранная гайка М8
- 5 Наклейка заземления

| | |
|---|---|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 40,4 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 50 \text{ мс}$) | $I_{th} = 21,4 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 23,3 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 10 \text{ Нм}$ |

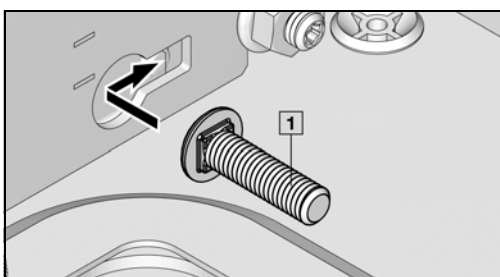


Нержавеющая сталь

- 1 Приваренная гайка
- 2 Подкладная шайба
- 3 Кабельный наконечник с проводом заземления
- 4 Контактная шайба тип S 8,2
- 5 Винт М8 с шестигранной головкой
- 6 Наклейка заземления

| | |
|---|--|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 13,0 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 48 \text{ мс}$) | $I_{th} = 8,0 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 3,1 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 10 \text{ Нм}$ |

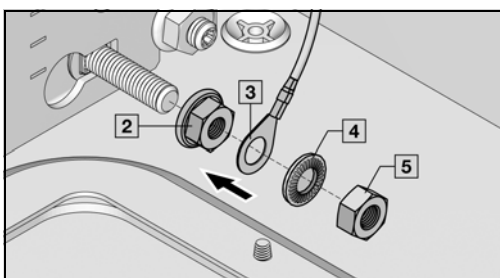
2.2 Монтажная панель



Листовая сталь/нержавеющая сталь

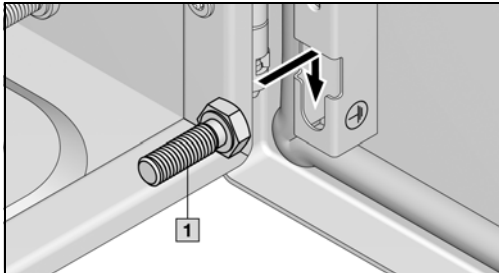
- 1 Винт М8 с защитой от проворота
- 2 Шестигранная гайка с фланцем М8
- 3 Кабельный наконечник с проводом заземления
- 4 Контактная шайба тип S 8,2
- 5 Шестигранная гайка М8

| | |
|---|---|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 37,4 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 51 \text{ мс}$) | $I_{th} = 20,0 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 20,6 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 10 \text{ Нм}$ |



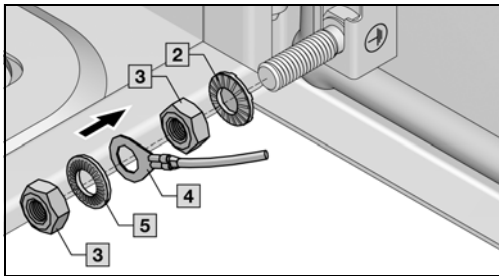
2. Точки подключения провода заземления

2.3 Дверь/перфорированная рейка двери

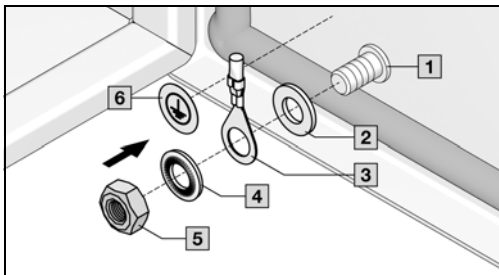


Листовая сталь

- 1 Винт М8 х 25 с шестигранной головкой
- 2 Контактная шайба тип К 8,2
- 3 Шестигранная гайка М8
- 4 Кабельный наконечник с проводом заземления
- 5 Контактная шайба тип S 8,2



| | |
|---|--|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 3,5 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 47 \text{ мс}$) | $I_{th} = 2,2 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 0,2 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 10 \text{ Нм}$ |



Нержавеющая сталь

- 1 Приваренный болт М8 с контактной площадкой
- 2 Подкладная шайба 8,4
- 3 Кабельный наконечник с проводом заземления
- 4 Контактная шайба тип S 8,2
- 5 Шестигранная гайка М8

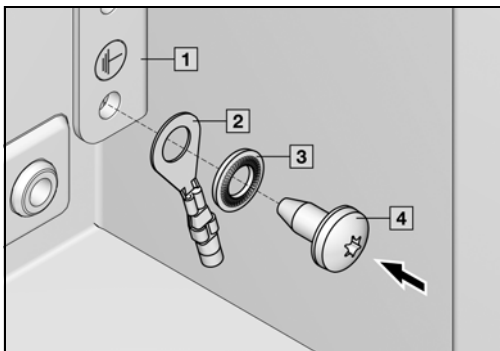
| | |
|---|--|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 20,2 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 51 \text{ мс}$) | $I_{th} = 12,5 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 8,0 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 10 \text{ Нм}$ |

Компактные корпуса КХ

Подключение заземления

2. Точки подключения провода заземления

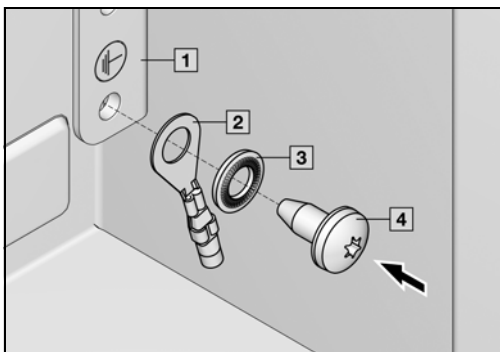
2.4 Корпус



Листовая сталь

- 1 Монтажная перфорированная рейка
- 2 Кабельный наконечник с проводом заземления
- 3 Контактная шайба тип S 8,2
- 4 Винт 6 x 13

| | |
|---|--|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 6,1 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 50 \text{ мс}$) | $I_{th} = 3,8 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 0,7 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 5 \text{ Нм}$ |



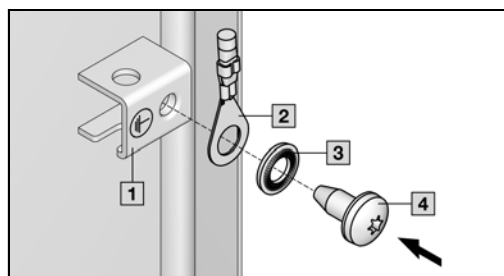
Нержавеющая сталь

- 1 Монтажная перфорированная рейка
- 2 Кабельный наконечник с проводом заземления
- 3 Контактная шайба тип S 8,2
- 4 Винт 6 x 13

| | |
|---|--|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 15,0 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 51 \text{ мс}$) | $I_{th} = 9,4 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 4,5 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 5 \text{ Нм}$ |

2. Точки подключения провода заземления

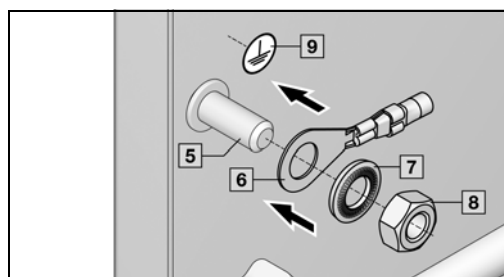
2.5 Крышка/дверь



Листовая сталь

- 1 Элемент подключения заземления
- 2 Кабельный наконечник с проводом заземления
- 3 Контактная шайба тип S 8,2
- 4 Винт 6 x 13

| | |
|---|--|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 6,1 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 50 \text{ мс}$) | $I_{th} = 3,8 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 0,7 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 5 \text{ Нм}$ |

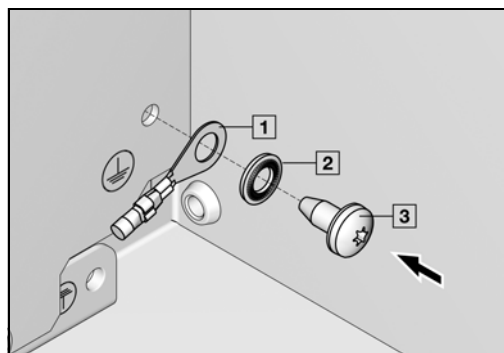


Нержавеющая сталь

- 5 Приваренный болт М6 с контактной площадкой
- 6 Кабельный наконечник с проводом заземления
- 7 Контактная шайба тип S 6,2
- 8 Шестигранная гайка М6
- 9 Наклейка заземления

| | |
|---|--|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 15,3 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 50 \text{ мс}$) | $I_{th} = 9,6 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 4,6 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 5 \text{ Нм}$ |

2.6 Монтажная панель



Листовая сталь/нержавеющая сталь

- 1 Кабельный наконечник с проводом заземления
- 2 Контактная шайба тип S 8,2
- 3 Винт 6 x 13

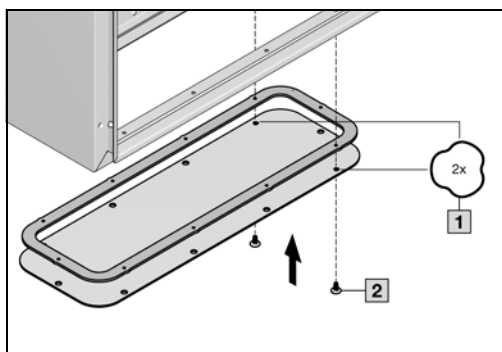
| | |
|---|--|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 20,0 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 51 \text{ мс}$) | $I_{th} = 12,2 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 7,7 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 5 \text{ Нм}$ |

Компактные распределительные шкафы АХ/Компактные корпуса КХ

Автоматическое выравнивание потенциалов

3. Автоматическое выравнивание потенциалов

3.1 Компактный распределительный шкаф АХ, фланш-панель

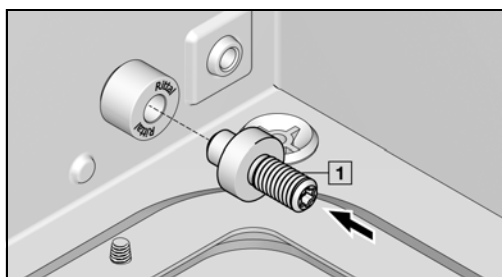


Листовая сталь

- 1 Отверстие в фланш-панели специальной формы
- 2 Крепежный винт 5 x 10

| | |
|---|--|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 1,0 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 48 \text{ мс}$) | $I_{th} = 0,7 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 0,023 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 2,5 \text{ Нм}$ |

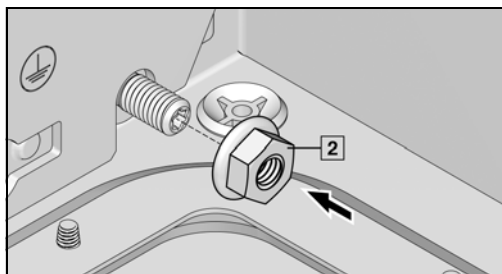
3.2 Компактный распределительный шкаф АХ, монтажная панель



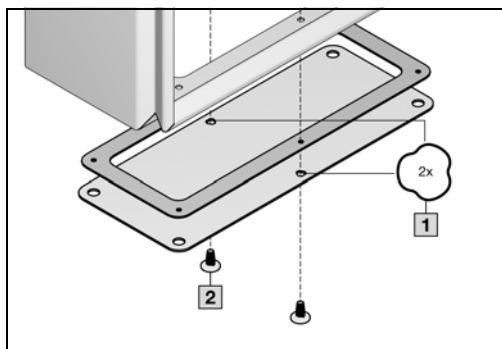
Листовая сталь/нержавеющая сталь

- 1 Болт М8 специальной формы с контактной площадкой
- 2 Шестигранная гайка с фланцем М8

| | |
|---|--|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 10,1 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 50 \text{ мс}$) | $I_{th} = 6,2 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 1,9 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 8 \text{ Нм}$ |



3.3 Клеммная коробка КХ, фланш-панель



Листовая сталь

- 1 Отверстие в фланш-панели специальной формы
- 2 Крепежный винт 5 x 10

| | |
|---|--|
| Макс. допустимый ударный ток короткого замыкания | $I_p = 1,0 \text{ кА}$ |
| Ток термической устойчивости (при $T_k = 48 \text{ мс}$) | $I_{th} = 0,7 \text{ кА}$ |
| Термическое значение тока | Значение $I^2t = 0,023 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с}$ |
| Рекомендуемый момент затяжки | $M_A = 2,5 \text{ Нм}$ |

4. Допустимый переходный ток короткого замыкания для проводов заземления

4.1 Провода заземления, с изоляцией из ПВХ

Допустимый переходный ток короткого замыкания для проводов заземления Cu (с изоляцией из ПВХ), основанный на длительности короткого замыкания 0,04 с; 0,2 с; 0,5 с; 1 с и 5 с.

Допустимый переходный ток короткого замыкания

| Время отключения защитного устройства | Сечение провода заземления (изоляция из ПВХ) | | | | |
|---------------------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 4 мм ² (Cu) | 10 мм ² (Cu) | 16 мм ² (Cu) | 25 мм ² (Cu) | 35 мм ² (Cu) |
| 0,04 с | 2,86 кА | 7,15 кА | 11,44 кА | 17,88 кА | 25,03 кА |
| 0,2 с | 1,28 кА | 3,20 кА | 5,12 кА | 8,00 кА | 11,20 кА |
| 0,5 с | 0,81 кА | 2,02 кА | 3,23 кА | 5,05 кА | 7,07 кА |
| 1,0 с | 0,57 кА | 1,43 кА | 2,29 кА | 3,58 кА | 5,01 кА |
| 5,0 с | 0,26 кА | 0,64 кА | 1,02 кА | 1,60 кА | 2,24 кА |

Расчетная база EN 61 439-1, приложение B (VDE 0660, часть 600-1)

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k} \quad I = S_p \cdot k \cdot \sqrt{1/t}$$

I = допустимый переходный ток короткого замыкания в А

дано:

Сечение провода SP = 4, 10, 16, 25, 35 мм²

Время отключения t = 0,04; 0,2; 0,5; 1; 5 с

Коэффициент материала k = 143 А · √с/мм²

4.2 Провода заземления, неизолированные

Допустимый переходный ток короткого замыкания для проводов заземления Cu (неизолированные), основанный на длительности короткого замыкания 0,04 с; 0,2 с; 0,5 с; 1 с и 5 с.

Допустимый переходный ток короткого замыкания

| Время отключения защитного устройства | Сечение провода заземления (неизолированного) | | | | |
|---------------------------------------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 4 мм ² (Cu) | 10 мм ² (Cu) | 16 мм ² (Cu) | 25 мм ² (Cu) | 35 мм ² (Cu) |
| 0,04 с | 3,52 кА | 8,79 кА | 14,07 кА | 21,99 кА | 30,79 кА |
| 0,2 с | 1,57 кА | 3,93 кА | 6,30 кА | 9,84 кА | 13,78 кА |
| 0,5 с | 1,00 кА | 2,48 кА | 3,97 кА | 6,21 кА | 8,70 кА |
| 1,0 с | 0,70 кА | 1,76 кА | 2,82 кА | 4,40 кА | 6,16 кА |
| 5,0 с | 0,32 кА | 0,79 кА | 1,25 кА | 1,97 кА | 2,76 кА |

Расчетная база EN 61 439-1, приложение B (VDE 0660, часть 600-1)

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k} \quad I = S_p \cdot k \cdot \sqrt{1/t}$$

I = допустимый переходный ток короткого замыкания в А

дано:

Сечение провода SP = 4, 10, 16, 25, 35 мм²

Время отключения t = 0,04; 0,2; 0,5; 1; 5 с

Коэффициент материала k = 176 А · √с/мм²

Метод испытаний и оценка

5. Метод испытания и оценка

В ходе обширной программы испытаний, компания Rittal провела испытания подключений заземления компактных распределительных шкафов AX и компактных корпусов KX на базе одного из крупнейших институтов Германии – I²PS в Бонне. При этом соединения между частями корпуса, а также точки подключения проводов заземления были проверены на эффективность электрического соединения (согл. DIN EN 62 208) и термическую устойчивость к короткому замыканию (в соответствии с DIN EN 61 439-1). Целью испытательного ряда было доказательство наличия контакта между отдельными частями корпуса и получение сведений об устойчивости к короткому замыканию. Были определены и документированы значения ударного тока короткого замыкания и тепловой энергии тока (значение I²t).

5.1 Метод испытания

- Объекты испытания были подключены к генератору большой силы тока через силовой трансформатор, после чего подвергнуты току короткого замыкания в течение определенного периода времени.
- До и после короткого замыкания было измерено и задокументировано переходное сопротивление по принципу вольт-амперной зависимости.
- Ударный ток короткого замыкания увеличивался постепенно, пока не произошло разрушение соединения или было превышено допустимое переходное сопротивление.
- Были зафиксированы характеристики кривой тока и напряжения, а также определены параметры ударного тока короткого замыкания, переходного тока короткого замыкания (эффективное значение), длительность короткого замыкания и интеграл Джоуля (термическое действие тока).
- Фотографически было зафиксировано состояние соединения до и после отдельных этапов испытания.

5.2 Примечание по оценке

Оценка результатов испытания осуществлялась путем визуального осмотра электрического соединения и измерения коэффициента сопротивления. В этом месте следует отметить, что брызги при кипении вполне допустимы, если они не нарушают электрическое соединение и не воспламеняют расположенные рядом детали (согл. DIN EN 61439- 1, п. 8.2.4.3 пр. 1). По этой причине мы рекомендуем проводить индивидуальные испытания, соответствующие конструкции данной системы.

В результате испытания было определено термическое значение тока (I²t), которое может быть использовано проектировщиком для расчета возможной нагрузки (см. DIN EN 61439- 1).

При коротких замыканиях непродолжительного времени действия термическое значение тока I²t остается практически постоянным. Это означает, что у продукта со временем отключения T_k и допустимым термическим током I_{th} заданную токовую нагрузку (I²t) превышать нельзя.

$$I^2 \cdot t = I_{th}^2 \cdot T_k = \text{конст.}$$

Также следует отметить, что указанные значения действительны только для прошедших испытания деталей конструкции и соединений.

Особенно в отношении динамической устойчивости к короткому замыканию невозможно указать универсальные параметры. При использовании указанных параметров по допустимым ударным токам короткого замыкания необходимо учитывать, что распределение питающих линий и конструкция распределительного шкафа играют значительную роль в отношении возникающих токовых нагрузок.

A large grid of graph paper for taking notes, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares.

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

- Корпуса
- Электрораспределение
- Контроль микроклимата
- IT-инфраструктура
- ПО и сервис

Здесь Вы можете найти контактную
информацию компании Rittal во всем мире.



www.rittal.com/contact

XWWW00210RU2003

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



FRIEDHELM LOH GROUP