



ru

BU 0230

Функциональная безопасность

Дополнительные инструкции для серии SK 200E

Оглавление

1	Введение	4
1.1	Общая информация.....	4
1.1.1	Документация.....	4
1.1.2	Изменения документа.....	4
1.1.3	Об этом руководстве.....	5
1.2	Применяемая документация.....	5
1.3	Условные обозначения.....	5
1.3.1	Указания.....	5
1.3.2	Другие указания.....	5
2	Инструкции по технике безопасности, монтажу и использованию	6
3	Описание функции	10
3.1	Безопасные методы отключения.....	12
3.1.1	Безопасная блокировка импульса.....	12
3.1.2	Отключение источника питания 24 В.....	13
3.2	Цифровые входы (DIN1 ... DIN4).....	14
3.3	Защитные функции.....	15
3.3.1	Безопасное отключение крутящего момента (STO).....	15
3.3.2	Безопасный останов 1, SS1.....	16
3.4	Примеры реализации.....	17
3.4.1	Функция STO.....	17
3.4.2	Функция SS1.....	20
3.4.3	Простая блокировка запуска.....	22
3.4.4	Пример без надежного метода отключения.....	23
3.4.5	Исключение отказа в проводке.....	24
4	Сборка и установка	26
4.1	Встраивание и монтаж.....	26
4.2	Электрическое подключение.....	26
4.2.1	Директивы по электромонтажу.....	26
4.2.2	Сетевое подключение.....	26
4.2.3	Подключение управляющего напряжения.....	27
4.2.3.1	Описание клемм цепи управления.....	28
4.3	Описание безопасных методов отключения.....	31
4.3.1	Безопасный метод отключения, безопасная блокировка импульса.....	31
4.3.1.1	Эксплуатация с OSSD.....	31
4.3.1.2	ЭМС.....	31
4.3.1.3	Пример: эксплуатация с несколькими устройствами.....	32
4.3.2	Безопасный метод отключения: отключение источника 24 В.....	32
4.3.2.1	Эксплуатация с OSSD.....	34
4.3.2.2	ЭМС.....	36
4.3.2.3	Пример: эксплуатация с несколькими устройствами.....	36
5	Ввод в эксплуатацию	37
5.1	Порядок ввода в эксплуатацию функции STO.....	38
5.2	Порядок ввода в эксплуатацию SS1.....	38
5.3	Выбор безопасного метода отключения.....	40
5.4	Верификация.....	40
6	Параметры	41
6.1	Описание параметров.....	41
6.1.1	Клеммы цепи управления.....	42
6.1.2	Дополнительные параметры.....	44
7	Отображение информации о состояниях	45
8	Дополнительная информация	47
8.1	Устройства защитного отключения.....	47
8.1.1	Выходное напряжение.....	47
8.1.2	Коммутационная способность и нагрузка по току.....	47
8.1.3	Выходы OSSD, тестовые импульсы.....	48
8.2	Категории безопасности.....	49

8.2.1	МЭК 60204-1:2005.....	49
8.2.2	МЭК 61800-5-2:2007.....	49
8.2.3	МЭК 61508:2010.....	49
8.2.4	ISO 13849-1:2015.....	50
9	Технические характеристики.....	51
9.1	Характеристики безопасной блокировки импульса.....	52
9.2	Характеристики функции «отключение источника 24 В».....	53
9.3	Характеристики цифровых входов.....	54
10	Приложение.....	55
10.1	Указания по обслуживанию.....	55
10.2	Указания по ремонту.....	55
10.3	Указания по техническому обслуживанию и вводу в эксплуатацию.....	56
10.4	Документы и программы.....	56
10.5	Сертификаты.....	56
10.6	Сокращения.....	57

1 Введение

1.1 Общая информация

1.1.1 Документация

Наименование:	BU 0230
Артикул:	6072307
Серия:	Функциональная безопасность преобразователей частоты серии NORDAC Flex (SK 200E ... SK 235E)
Сфера применения:	SK 205E, SK 210E, SK 215E, SK 230E, SK 235E

1.1.2 Изменения документа

Редакция	Версия	Примечания
Номер заказа	Программное обеспечение	
BU 0230, июль 2009 г. 6072307 / 3109	V 1.1 R2	Первое издание
Другие редакции: сентябрь 2009 г., февраль 2010 г., январь 2011 г. Список редакций и их изменений см. в редакции, выпущенной в январе 2011 года (артикул : 607 2307 / 0311)		
BU 0230, июль 2012 г. 6072307 / 2712	V 1.3 R2	Добавлены устройства типоразмера 4
BU 0230, март 2017 г. 6072307 / 1217	V 2.1 R3	<ul style="list-style-type: none"> Обновление технических данных (в т. ч. показатели PFH и SFF). Новый порядок сертификатов на www.nord.com

1.1.3 Об этом руководстве

Это руководство содержит информацию о функции безопасного останова (STO или SS1) частотных преобразователей, выпускаемых Getriebebau NORD GmbH & Co. KG (коротко NORD). Оно предназначено для специалистов-электротехников, выполняющих работы по планированию, проектированию, монтажу и настройке приводных установок (📖 раздел 2 "Инструкции по технике безопасности, монтажу и использованию"). При этом предполагается, что специалисты-электротехники, отвечающие за выполнение этих задач, знакомы с особенностями электронной приводной техники и, в частности, с оборудованием NORD.

В настоящем руководстве содержится только описание систем функциональной безопасности и перечислены особенности работы этих систем на частотных преобразователях NORD GmbH & Co. KG.

1.2 Применяемая документация

Это руководство следует использовать только вместе с инструкцией по эксплуатации, прилагаемой к соответствующему преобразователю частоты, так как в ней содержится вся информация, необходимая для безопасного ввода в эксплуатацию преобразователя и надежной работы приводной установки. Список соответствующих документов приводится в 📖 главе 10.4 "Документы и программы".

Все необходимые документы можно также найти на сайте www.nord.com.

1.3 Условные обозначения

1.3.1 Указания

В документе указания, относящиеся к безопасности оператора или использованию шинных интерфейсов, отмечены следующим образом:

⚠ ОПАСНО

Это указание сообщает о прямой опасности, угрожающей жизни и здоровью персонала.

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Это указание сообщает об опасности, которая может угрожать жизни и здоровью персонала.

⚠ ОСТОРОЖНО

Это указание на незначительную опасность, которая может привести к травмам легкой или средней степени тяжести.

ВНИМАНИЕ

Указание на возможное повреждение оборудования.

1.3.2 Другие указания

📘 Информация

Указание на важную или полезную информацию.

2 Инструкции по технике безопасности, монтажу и использованию

Прежде чем приступить к работе на или с устройством, внимательно прочтите следующие инструкции по технике безопасности. Учитывайте все требования и дополнительную информацию, содержащуюся в руководстве к устройству.

Несоблюдение этих инструкций может стать причиной получения тяжелых или смертельно опасных травм или причинения повреждений или ущерба устройству или объектам в его окружении.

Данная инструкция по технике безопасности подлежит хранению для дальнейшего использования!

1. Общая информация

Во время работы некоторые части устройства могут (в зависимости от указанного класса защиты) представлять опасность: быть под напряжением, иметь неизолированные или горячие поверхности, двигаться и вращаться.

Устройство является источником опасного напряжения. На всех соединительных клеммах (в т.ч. на контактах подключения источника питания и двигателя), на питающих линиях, контактных колодках, печатных платах может сохраняться опасное напряжение, даже если устройство не работает или двигатель не вращается (например, из-за электронной блокировки, блокировки привода или короткого замыкания на выходных контактах).

Устройство не снабжено главным силовым выключателем, поэтому оно всегда находится под напряжением, когда подключено к источнику питания.

Двигатель, подсоединенный к изолированному от источника питания приводу, может продолжать вращаться, генерируя опасное напряжение.

При контакте с такими опасными напряжениями существует опасность поражения электрическим током, что может привести к получению тяжелых травм вплоть до смертельного исхода.

Снятие защитных крышек и панелей в условиях, когда это недопустимо, использование устройства не по назначению, неправильная установка и эксплуатация устройства могут привести к опасной ситуации, тяжелым травмам и повреждению оборудования.

Радиатор и другие металлические части могут нагреваться до температуры выше 70°C.

Контакт с этими компонентами может вызвать локальный ожог соответствующих частей тела (следует дождаться, когда такие компоненты остынут, и соблюдать безопасное расстояние до них).

Более подробная информация содержится в документации к устройству.

Все работы по транспортировке, установке, вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию должны выполнять квалифицированные специалисты (обязательно соблюдать стандарты IEC 364, CENELEC HD 384, DIN VDE 0100, IEC 664 или DIN VDE 0110 и местные правила техники безопасности).

2. Квалифицированные специалисты

В данной инструкции по общей технике безопасности квалифицированными специалистами считаются лица, которые умеют выполнять работы по сборке, установке, вводу в эксплуатацию и эксплуатировать данное изделие, а также имеют соответствующую квалификацию для этой деятельности.

Кроме того, монтаж и ввод в эксплуатацию данного устройства и относящихся к нему принадлежностей могут выполнять только квалифицированные электрики. Квалифицированным электриком считается специалист, который благодаря своему профессиональному образованию и опыту обладает знаниями, достаточными для

- включения, выключения, изоляции, заземления и маркировки электрических цепей и устройств,
- проведения надлежащего техобслуживания и использования защитных устройств в соответствии с предусмотренными нормами безопасности.

3. Использование по назначению – общая информация

Преобразователи частоты предназначены для работы в составе промышленных установок, где они используются для подключения трехфазных двигателей с короткозамкнутым ротором, а также синхронных двигателей с постоянными магнитами. Вышеупомянутые двигатели должны подходить для работы с преобразователем частоты. Запрещается подключать к преобразователю частоты другие нагрузки.

Устройство предназначено для использования в составе электрических установок или машин.

Технические данные и информация об условиях подключения указаны на табличке с техническими характеристиками и в документации и являются обязательными для соблюдения.

Для защиты устройства разрешается использовать только функции и оснащение, указанные в документации.

Устройства, имеющие знак "CE", удовлетворяют требованиям директивы о низковольтном оборудовании 2014/35/EU. Устройство изготовлено в соответствии с требованиями гармонизированных стандартов, перечисленных в декларации соответствия.

a. Дополнение: Использование по назначению на территории Европейского Союза

Запрещается использовать устройство (т.е. приступать к его нормальной эксплуатации) в составе машин, характеристики которых не удовлетворяют требованиям директивы ЕС 2006/42/ЕС (машинное оборудование); также необходимо соблюдать требования стандарта EN 60204.

Ввод в эксплуатацию (т.е. начало нормальной эксплуатации) разрешен только при условии выполнения требований директивы ЕС 2014/30/EU (электромагнитная совместимость).

b. Дополнение: Использование по назначению за пределами Европейского Союза

При монтаже и вводе в эксплуатацию устройства в составе другого оборудования обязательно строго соблюдать местные правила эксплуатирующего предприятия, действующие на месте эксплуатации (см. также пункт "a) Дополнение: Использование по назначению на территории Европейского Союза").

4. Транспортировка, хранение

Соблюдать содержащиеся в руководстве инструкции по транспортировке, хранению и правильному обращению с изделием.

5. Установка

Убедиться, что устройство и двигатель подходят для работы с имеющимся напряжением источника питания.

Установку и подключение системы охлаждения устройств производить в соответствии с требованиями прилагающейся документации.

Обеспечить защиту устройств от недопустимых нагрузок и воздействий. В частности, во время перевозки и разгрузочно-погрузочных работ не допускать деформации частей устройства или изменения изоляционных расстояний. Не прикасаться к электронным компонентам и контактам.

В составе устройств имеются части, которые могут быть повреждены электростатическим разрядом, возникшим вследствие неправильного обращения с оборудованием. Не допускать механического повреждения или разрушения электрических компонентов (в некоторых случаях это может быть опасно для жизни!).

6. Электрическое подключение

Проводить монтажные и другие работы на устройстве разрешается только после его полного отсоединения от источника питания. После отсоединения устройства от источника питания подождать не менее 5 минут, так как некоторые части устройства сохраняют опасное напряжение до 5 минут с момента обесточивания.

При работе с оборудованием, находящимся под напряжением, соблюдать действующие национальные правила по технике безопасности и охране труда (например, инструкции по предотвращению несчастных случаев BGV A3, ранее VBG 4).

Монтаж электрооборудования должен осуществляться в соответствии с действующими специальными нормами (например, в отношении сечений проводов, предохранителей, заземляющего провода и т.д.). Дополнительные инструкции в этой связи содержатся в документации.

Инструкции по монтажу, отвечающему требованиям к ЭМС, например, в части экранирования, заземления, расположения фильтров и прокладки кабелей, содержатся в документации к устройствам. Эти инструкции следует соблюдать также при установке любых устройств с маркировкой CE. Ответственность за соблюдение предельных значений, установленных директивами и нормами по ЭМС, несет изготовитель установки или машины.

Если заземление не является эффективным, в случае ошибки или неисправности контакт с устройством может привести к поражению электрическим током и даже к смерти.

Поэтому устройство предназначено только для стационарного подключения, и его эксплуатация допускается, только если оно подключено к эффективным средствам заземления в соответствии с местными нормами, принятыми в отношении больших токов утечки (> 3,5 мА).

Неотсоединение от источников питания может прямым или косвенным образом привести устройство в действие, а контакт с токопроводящими деталями может стать причиной поражения электрическим током и даже смерти.

Поэтому необходимо всегда отсоединять все провода устройства (например, кабели питания от сети).

7. Эксплуатация

Ни в коем случае не использовать поврежденные устройства или устройства с дефектным или поврежденным корпусом или отсутствующими защитными крышками или панелями. В противном случае существует опасность получения тяжелых или смертельно опасных травм вследствие поражения электрическим током или разрушения электрических компонентов, например, мощных электролитических конденсаторов.

Установки, в состав которых интегрируются устройства, должны иметь дополнительные средства контроля и обеспечения безопасности, предусматриваемые действующими нормами по технике безопасности и охране труда (например, законом о технологическом оборудовании, правилами по предупреждению несчастных случаев на производстве и т.д.).

Выбор параметров и конфигурации устройств должен обеспечивать безопасную работу устройств.

Во время работы устройств все крышки и панели должны быть закрыты.

Некоторые настройки позволяют автоматически запускать устройство или подсоединенный к нему двигатель при появлении питающего напряжения. В этом случае машинное оборудование, приводимое в действие двигателем (прессы / цепные тяги / валки / вентиляторы и т.д.), могут неожиданно начать свое движение и таким образом нанести травмы разной степени тяжести.



Прежде чем включать питание от сети, следует предупредить о предстоящем включении и проследить, чтобы в опасной зоне не было людей.

8. Техническое обслуживание и ремонт

После отключения устройств от источника питания конденсаторы могут некоторое время сохранять заряд, поэтому запрещается прикасаться к токопроводящим деталям и контактам оборудования сразу после его отключения. В связи с этим следует принимать во внимание соответствующие информационные знаки, расположенные на устройстве.

Более подробная информация содержится в документации к устройству.

9. Взрывоопасная среда (ATEX)

Эксплуатация или проведение монтажных работ во взрывоопасной среде (ATEX) разрешается только в том случае, если устройство имеет специальный допуск; при этом необходимо строго соблюдать соответствующие требования и инструкции, содержащиеся в руководстве к устройству.

В противном случае возможно воспламенение взрывоопасной атмосферы и возникновение опасной ситуации, угрожающей жизни и здоровью.

3 Описание функции

Чтобы исключить опасность для людей и не допустить повреждения оборудования, необходимо обеспечить надежное и безопасное отключение машины. Преобразователи частоты, рассматриваемые в этом документе, используются в качестве безопасного метода отключения.

Чтобы облегчить понимание того, как через преобразователь может производиться отключение, ниже описан общий принцип действия преобразователя.

Сетевой ток выпрямляется; если условия эксплуатации двигателя (частота и напряжение) требуют переменного напряжения, ток в промежуточном контуре (контуре постоянного тока) снова инвертируется.

Управление полупроводниковыми ключами инвертора (Т1 – Т6) производится по очень сложной схеме импульсов, которая генерируется специальным микроконтроллером (µС) и усиливается с помощью задающего генератора. Задающий генератор выполняет также преобразование сигналов логического контроллера в сигналы управляющего напряжения для полупроводниковых ключей. По сигналу управляющего напряжения производится включение полупроводниковых ключей, и на клеммы двигателя поступает определенная последовательность импульсов в уже усиленном виде. Из пульсообразного напряжения после фильтрации нижних частот и широтно-импульсной модуляции формируется трехфазное напряжение синусоидальной формы. На выходе получается система переменного тока. В результате двигатель развивает крутящий момент.

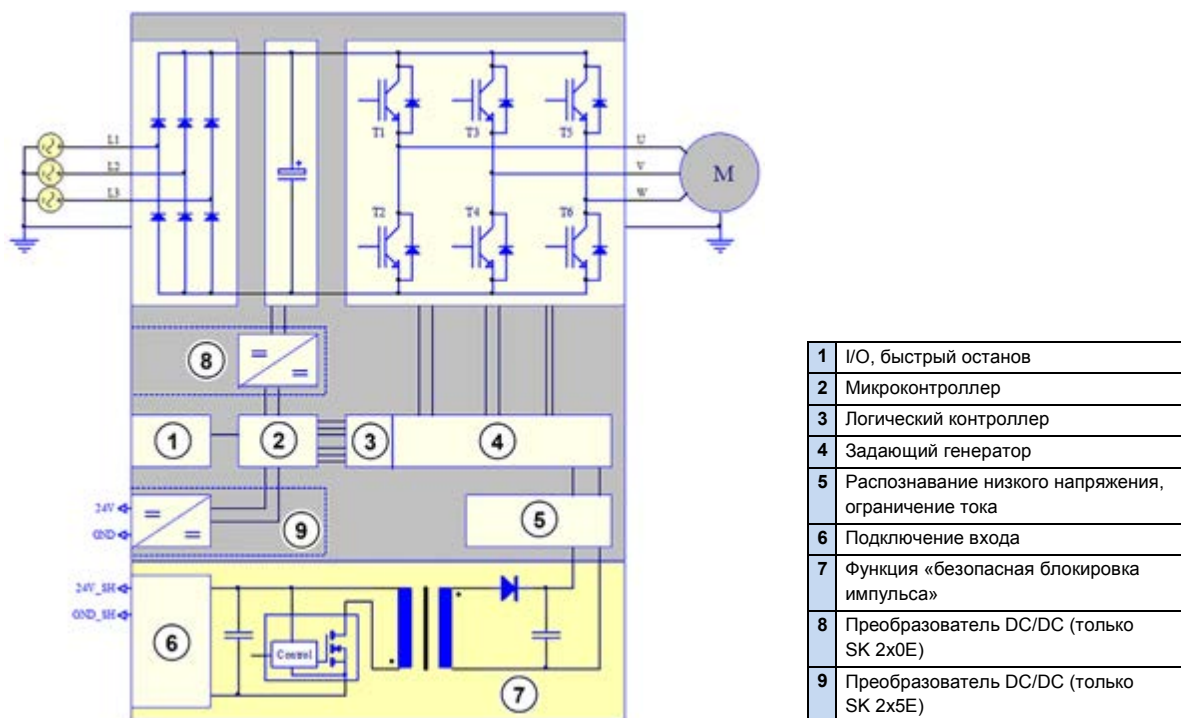


Рис. 1: Схема безопасной блокировки импульса, типоразмеры 1–3

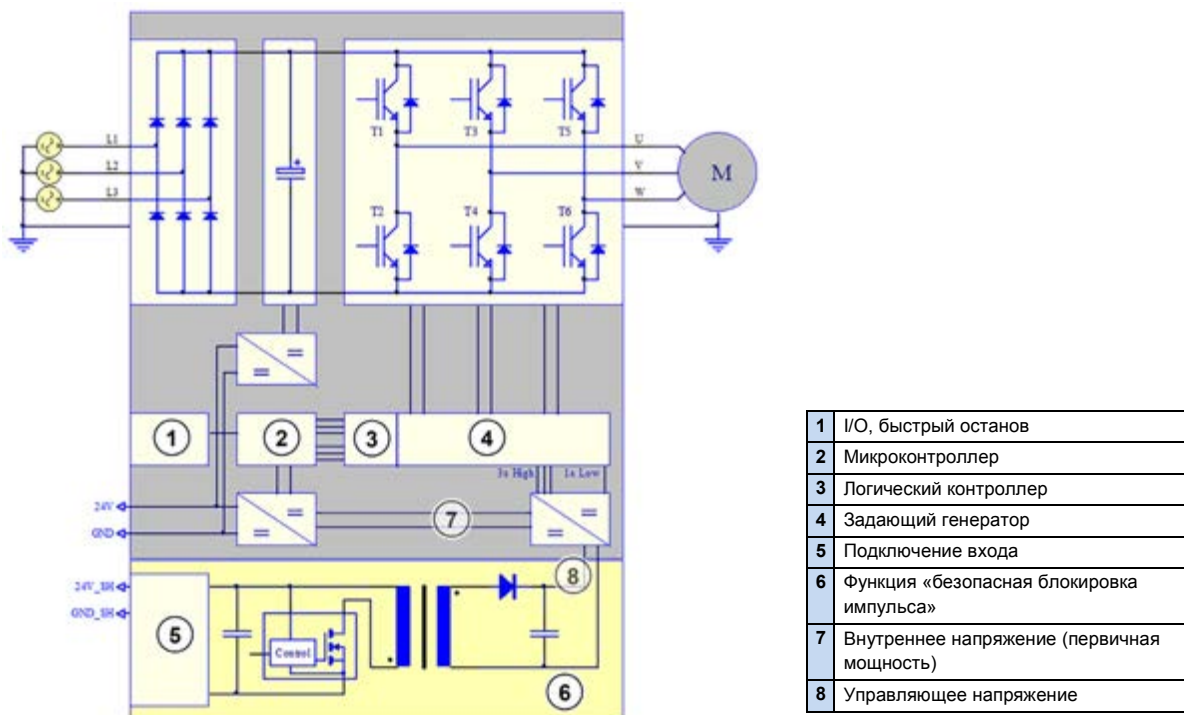


Рис. 2: Схема безопасной блокировки импульса, типоразмер 4

Использование безопасных методов отключения в сочетании с управлением через цифровые входы (DIN1 ... DIN4) позволяет встраивать функции безопасности STO и SS1 и на их основе внедрять защитные системы разных уровней и возможностей, в том числе с блокировкой, исключающей возможность запуска.

3.1 Безопасные методы отключения

Безопасным считается метод, отключающий момент и приводящий в действие функцию останова. Так как функции безопасности имеют больший приоритет перед другими управляющими функциями, функция останова может использоваться для остановки машины в экстренных или аварийных случаях. Эта функция называется «безопасное отключение крутящего момента», сокращенно STO (от англ.: safe torque off).

Для безопасного отключения крутящего момента и реализации функции STO необходимо прервать ток в двигателе.

Для этого применяются следующие методы:

- «безопасная блокировка импульса»
- «Отключение источника питания 24 В» (только SK 205E и SK 215E)

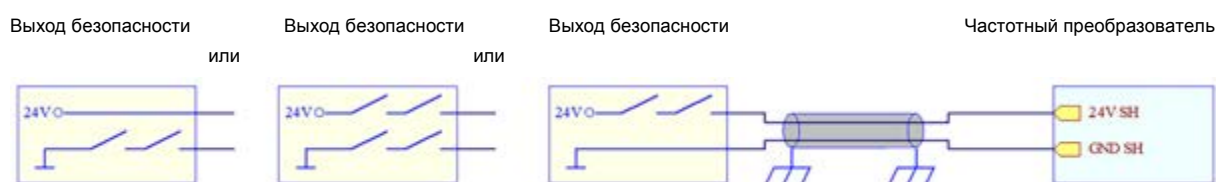
Можно также выполнить управляемое торможение двигателя, затем отключить двигатель. Такая функция называется «Безопасный останов 1», или сокращенно SS1 (англ.: safe stop 1).

3.1.1 Безопасная блокировка импульса

Устройства, имеющие функцию безопасной блокировки импульса, оснащены дополнительным преобразователем DC/DC, который генерирует из напряжения 24 В (контакты **24V_SH**, **GND_SH**) либо питающее напряжение для задающих генераторов либо управляющее напряжение для блока питания задающих генераторов.

Если отключить напряжение 24 В, преобразователь DC/DC перестает генерировать энергию для задающих генераторов. Обесточенные задающие генераторы не могут производить управляющие импульсы и передавать их на полупроводниковые ключи (Т1 – Т6) инвертора. Прекращается подача тока на полупроводниковые ключи и двигатель. Это значит, что спустя некоторое время, обусловленное временем отклика электронного оборудования и временем затухания тока в двигателе, двигатель прекращает генерировать приводной момент.

Отключение напряжения 24 В через контакты 24V_SH и GND_SH следует производить с помощью отключающего оборудования, имеющего необходимую защиту. От источника питания 24 В можно отсоединить как контакт **24V_SH**, так и контакт **GND_SH**. Рекомендуется отсоединять контакт **24V_SH**.

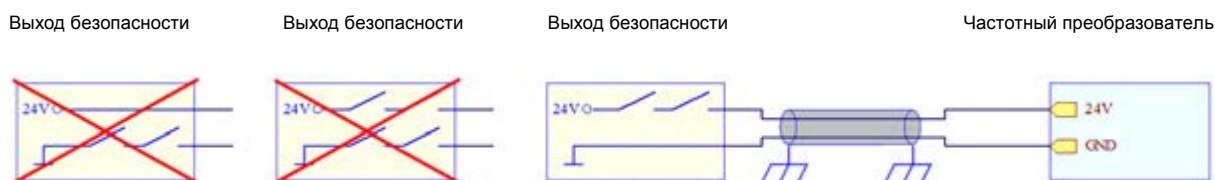


3.1.2 Отключение источника питания 24 В

Блок питания 24 В, являющийся источником питания управляющего электронного оборудования, может использоваться в качестве безопасного метода отключения (только в **SK 205E** и **SK 215E**).

При отключении источника питания 24 В (24 В, GND) микроконтроллер (μC) перестает получать питающее напряжение. Так как посредством микроконтроллера производится генерирование схемы импульсов, управляющей полупроводниковыми ключами (Т1 – Т6), все ключи (Т1 – Т6) отключаются. Прекращается подача тока на полупроводниковые ключи и двигатель. Как и в устройствах с безопасной блокировкой импульса, спустя некоторое время, обусловленное временем отклика электронного оборудования и временем затухания тока в двигателе, двигатель прекращает генерировать приводной момент.

Отключение через источник питания 24 В (24 В, GND) является безопасным при наличии дополнительного защитного оборудования, позволяющего полностью изолировать разъем 24 В от источника напряжения. Отсоединение через GND не представляется возможным, так как источник питания 24 В имеет общее заземление с цифровыми входами и выходами. При отключении GND контакт с землей сохраняется через цифровые входы и выходы.



i Информация

Устройства со встроенным интерфейсом AS-Interface

В устройствах со встроенным интерфейсом AS-Interface (**SK 225E** и **SK 235E**) **нельзя** использовать источник питания 24 В в качестве безопасного метода отключения!

i Информация

SK 2x0E, типоразмер 4

Разъем 24 В, имеющийся в устройствах SK 200E, SK 210E, SK 220E и SK 230E типоразмера 4, который служит для питания управляющей электроники, **нельзя использовать в качестве безопасного метода отключения**.

Причина: В этих устройствах силовой блок высокого напряжения работает параллельно, и после отключения внешнего источника 24 В питание системы управления и микроконтроллеров не прерывается.

3.2 Цифровые входы (DIN1 ... DIN4)

Для реализации функций безопасности в качестве вспомогательных входов могут использоваться цифровые входы (DIN1 ... DIN4). Например, через них может запускаться процесс торможения. Следует при этом учитывать, что цифровые входы подходят для реализации функций безопасности лишь отчасти. Поэтому цифровые входы используются только в комбинации с безопасным методом отключения!

Цифровые входы, дополнительные вводы-выводы и источник 24 В имеют общее подключение к земле. То есть, цифровой вход разрешается отключать только путем разъединения его контакта. Цифровой вход **нельзя отключать отсоединением от GND!**



Фильтр для устройства переключения с выходным сигналом (OSSD, Output Signal Switching Device) нужен только при наличии очень сильных помех.

Цифровые входы могут использоваться для реализации функциональной безопасности, только если к системе защиты предъявляются очень низкие требования. Их использование допускается, если анализ рисков показывает, что при отказе функциональной безопасности возможны только незначительные (обратимые) травмы (📖 глава 8.2). При любых сомнениях использовать безопасные методы отключения.

3.3 Защитные функции



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Отказ механического тормоза

Управление механическим тормозом через преобразователь частоты не может использоваться для функциональной безопасности!

Активирование функции STO приводит к срабатыванию механического тормоза, управляемого преобразователем. Тормоз принимает общую нагрузку приводной установки, в том числе ту, источником которой являются вращающиеся массы, и пытается удержать их в неподвижном состоянии.

Тормозной механизм, конструкция которого не рассчитана на такие условия (например, стояночный тормоз), может отказать или разрушиться, что чревато тяжелыми и смертельными травмами или серьезными повреждениями приводного оборудования в результате падения груза (в подъемных механизмах).

Если используется тормозной механизм:

- он должен иметь конструкцию, которая позволяла бы использовать в качестве рабочего
- приводной механизм должен быть остановлен до того, как будет активирована функция STO.

ВНИМАНИЕ

Разрушение IGBT-транзистора

Опасно.

Если управление электромагнитным тормозом осуществляется через цифровой вход с функцией "ручное отпускание тормоза", активация функции "безопасный останов" может привести к выходу из строя компонентов преобразователя, выпрямителя или тормоза.

Для того, чтобы предотвратить это, перед функцией "безопасный останов" должна быть активирована функция "блокировка напряжения".

3.3.1 Безопасное отключение крутящего момента (STO)

Эта функция обеспечивает максимально быстрое отключение крутящего момента приводного механизма (см. раздел «Технические характеристики» → время реакции), но при этом приводная установка (двигатель с рабочей машиной) продолжают двигаться по инерции. Согласно EN 60204-1 такой порядок соответствует категории безопасного останова 0 (неуправляемое торможение). В этом случае время, которое должно пройти до момента, когда привод перестанет совершать опасные перемещения и перейдет в безопасное состояние, не определено. В преобразователь частоты не встроено контролирующее устройство, позволяющее отследить состояние привода и момент, когда привод перешел в безопасное состояние.

При наличии подходящего переключающего оборудования и использовании безопасного метода отключения возможна реализация функции STO с категорией безопасности 4 (DIN EN ISO 13849-1).

3.3.2 Безопасный останов 1, SS1

При использовании функции SS1 сначала двигатель тормозится преобразователем. После полной остановки двигателя выполняется функция STO. Согласно МЭК 60204-1 такой порядок соответствует категории безопасного останова 1 (управляемое торможение). Переход к функции STO может осуществляться по сигналу, свидетельствующему о полной остановке двигателя, или по таймеру (задержка выхода устройства защитного переключения), если таймер отвечает требованиям защитной функции.

Информация

Управляемое торможение

Управляемое торможение запускается сигналом на цифровом входе, и поэтому оно применимо только при низких требованиях к системе безопасности!

В случае отказа систем управляемого торможения производится переход к функции STO!

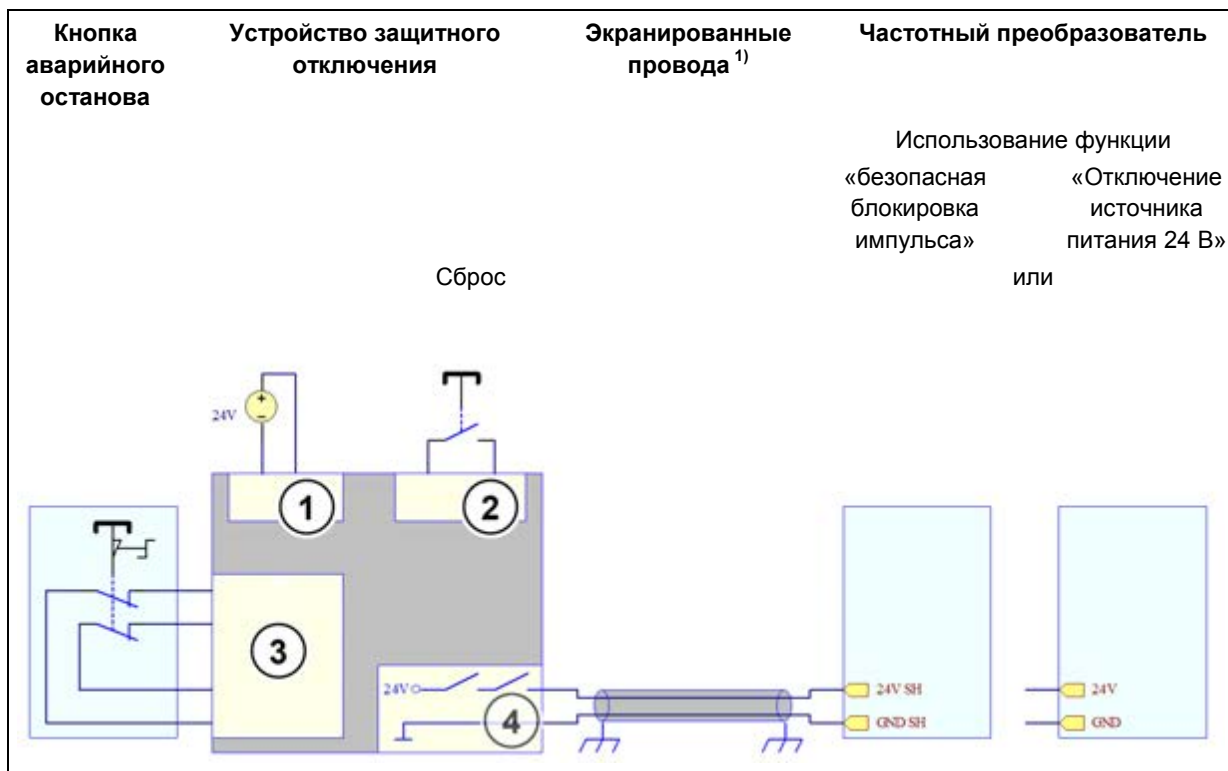
Поэтому необходимо обеспечить контроль за процессом торможения.

3.4 Примеры реализации

В этом разделе представлены примеры реализаций функций безопасности STO и SS1.

3.4.1 Функция STO

Для реализации функций безопасности, как правило требуется применение устройств защитного отключения. Функция получает категорию безопасности, которая является минимальной среди отдельных компонентов.



1) Чтобы исключить возможность отказа, использовать экранированные провода (в соответствии с DIN EN ISO 13849-2)

1	Питающее напряжение
2	Контур сброса (Reset)
3	Входной контур с распознаванием перекрестного замыкания
4	Выход безопасности

В этом примере возможна категория безопасности 4 по DIN EN ISO 13849-1! Для этого необходимо, чтобы кнопка аварийного останова, устройство защитного отключения и проводка соответствовали требованиям категории 4. Это можно реализовать следующим образом:

- Резервное устройство защитного отключения со схемой самоконтроля
- Распознавание перекрестного замыкания с применением двухканального входного контура (и использование соответствующей кнопки аварийного останова)
- Выход защитной функции с периодически выполняемыми проверками отключения (OSSD)
- Исключение отказов в проводке между отключающим устройством и входными клеммами оборудования, используемого в качестве надежного метода отключения, в соответствии с требованиями DIN EN ISO 13849-2 (использование экранированного провода, укладка экрана в соответствии с рисунком).

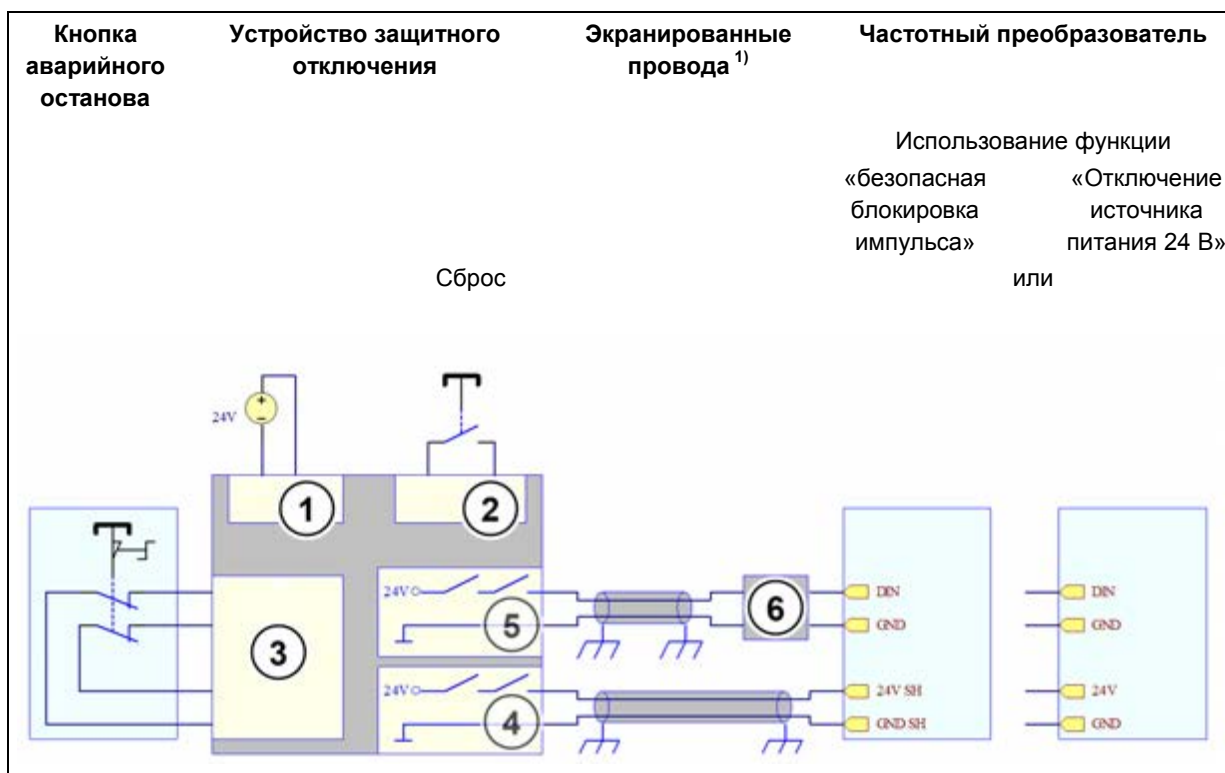
Если активируется функция безопасной блокировки импульса, когда преобразователь частоты разблокирован, генерируется ошибка **E018** (18.0 «Защитный контур»).

Чтобы исключить ошибку, цифровому входу **DIN4** можно присвоить функцию «10» («Блокировка напряжения»).

В устройствах с безопасной блокировкой импульса (SK 210E, SK 215E, SK 230E и SK 235E) цифровой вход **DIN4** **не является** независимым физическим **входом**. Он используется параллельно с функцией безопасной блокировки импульса и является частью диагностической схемы, предназначенной для отслеживания состояния функции на входных клеммах.

Благодаря использованию цифрового входа можно уменьшить стандартное время отклика. Для приведения в действие цифрового входа необходим второй выход функции безопасности.

Это решение рекомендовано, если устройство защитного отключения проверяет выходы функции безопасности только в ходе цикла разблокировки, как это происходит в некоторых электромеханических устройствах. Интервалы проверок устанавливаются в зависимости от требуемого уровня безопасности.



1) Чтобы исключить возможность отказа, использовать экранированные провода (в соответствии с DIN EN ISO 13849-2)

1	Питающее напряжение
2	Контур сброса (Reset)
3	Входной контур с распознаванием перекрестного замыкания
4	Выход функции безопасности 1
5	Выход функции безопасности 2
6	Фильтр для OSSD требуется только при наличии очень сильных помех

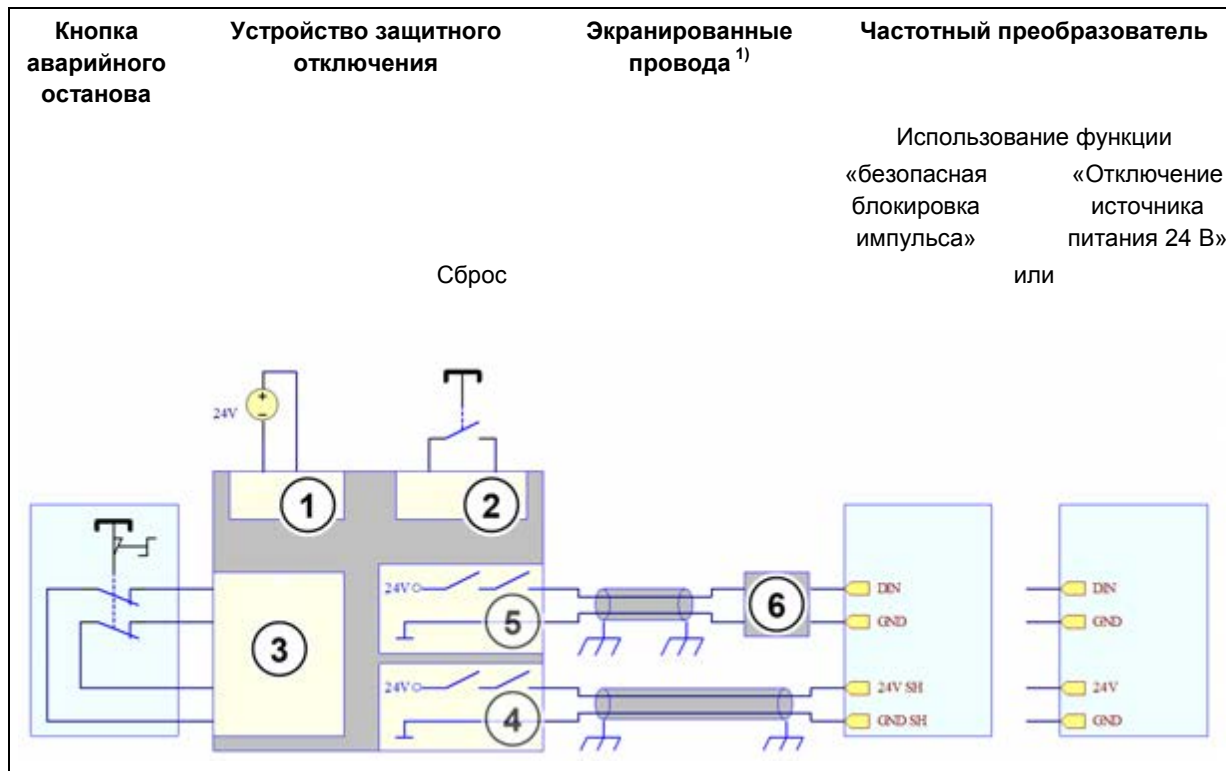
Для подключения каждого выхода функции безопасности использовать **отдельный экранированный кабель!** Однако, если устройство защитного отключения имеет выходы OSSD с защитой от перекрестного замыкания, провода обоих выходов функции безопасности можно провести через общий экранированный кабель.

Условия категории безопасности 4 выполняются только при использовании функции безопасной блокировки импульсами «отключение питания 24 В». **Цифровые входы (DIN1 ... DIN4)** обеспечивают **только категорию безопасности 1 и уровень эффективности защиты «с»** (Performance Level c).

В промежутке между активацией функции безопасности через цифровой вход и активацией STO через подключения «24 V SH» и «GND SH» преобразователь частоты тоже отвечает категории безопасности 1 и уровню эффективности PL «с».

3.4.2 Функция SS1

Для реализации функции SS1 нужен один цифровой вход, через который запускается процесс торможения, управляемый преобразователем. Соответствующему цифровому входу назначается функция «11» (быстрый останов).



1) Чтобы исключить возможность отказа, использовать экранированные провода (в соответствии с DIN EN ISO 13849-2)

1	Питающее напряжение
2	Контур сброса (Reset)
3	Входной контур с распознаванием перекрестного замыкания
4	Выход функции безопасности 1 (с задержкой)
5	Выход функции безопасности 2
6	Фильтр для OSSD требуется только при наличии очень сильных помех

При приведении в действие кнопки аварийного останова (требование функции безопасности) через цифровой вход «DIN» запускается управляемый процесс торможения, Необходимо обеспечить, чтобы приводной механизм останавливался за время, указанное в параметре **P426**. После истечения времени задержки, задаваемого устройством защитного отключения, активируется функция STO. Время задержки необходимо установить так, чтобы оно превышало сумму, получаемую из времени быстрого останова и времени торможения постоянным током (**P559**). Время задержки должно определяться в соответствии с условиями безопасности.

По истечению заданного в устройстве защитного отключения времени задержки преобразователь частоты переключается на функцию **STO**. Такой порядок эффективен даже при отказе управляемого торможения.

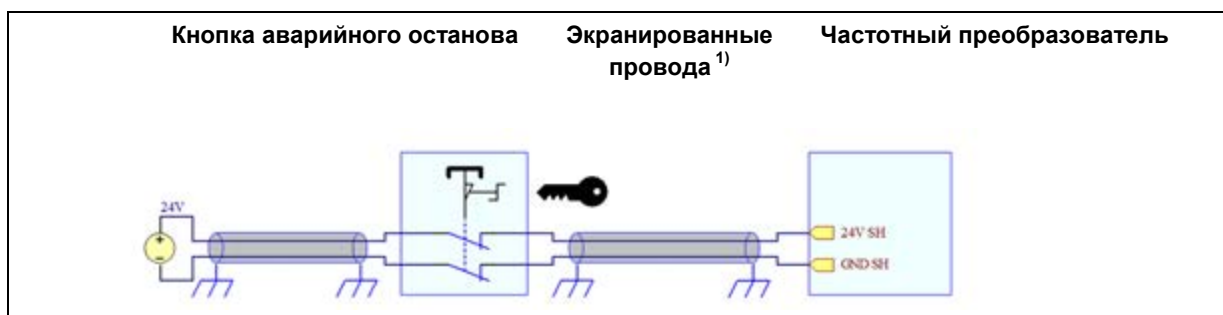
Для подключения каждого выхода функции безопасности использовать **отдельный экранированный кабель!** Однако, если устройство защитного отключения имеет выходы OSSD с защитой от перекрестного замыкания, провода обоих выходов функции безопасности можно провести через общий экранированный кабель.

Условия категории безопасности 4 выполняются только при использовании функции безопасной блокировки импульсами «отключение питания 24 В». **Цифровые входы (DIN1 ... DIN4)** обеспечивают **только категорию безопасности 1 и уровень эффективности защиты «с»** (Performance Level c).

В промежутке между активацией функции безопасности через цифровой вход и активацией STO через подключения «24 V SH» и «GND SH» преобразователь частоты тоже отвечает категории безопасности 1 и уровню эффективности PL «с».

3.4.3 Простая блокировка запуска

Категория безопасности 4 (согласно DIN EN ISO 13849-1) достигается при использовании двухканальной схемы запуска функции безопасной блокировки импульса, с применением одного надежного отключающего элемента. На рисунке ниже представлен пример с кнопкой аварийного останова (контакты с принудительным управлением, категория безопасности 4).



1) Чтобы исключить возможность отказа, использовать экранированные провода (в соответствии с DIN EN ISO 13849-2)

Чтобы обеспечить категорию безопасности 4, для включенных выше компонентов необходимо исключить возможность отказа в соответствии с DIN EN ISO 13849-2, раздел D.5 (стационарный электромонтаж и двухканальная кнопка с независимыми принудительно размыкаемыми контактами). В нашем примере это значит, что кнопка аварийного останова и электромонтаж должны быть выполнены так, чтобы исключить возможность короткого замыкания на кнопке аварийного останова и замыканий на другие токопроводящие системы.

В этом примере нет контура сброса, как в системах с устройствами защитного отключения. Если анализ рисков показывает, что команда останова может быть снята только через преднамеренное действие, выполняемое вручную, необходимо предусмотреть ряд организационных мер по возврату системы в исходное положение (например, использовать кнопку аварийного останова с замком, ключ от которого должен храниться в диспетчерской).

Если активируется функция безопасной блокировки импульса, когда преобразователь частоты разблокирован, генерируется ошибка **E018** (18.0 «Защитный контур»).

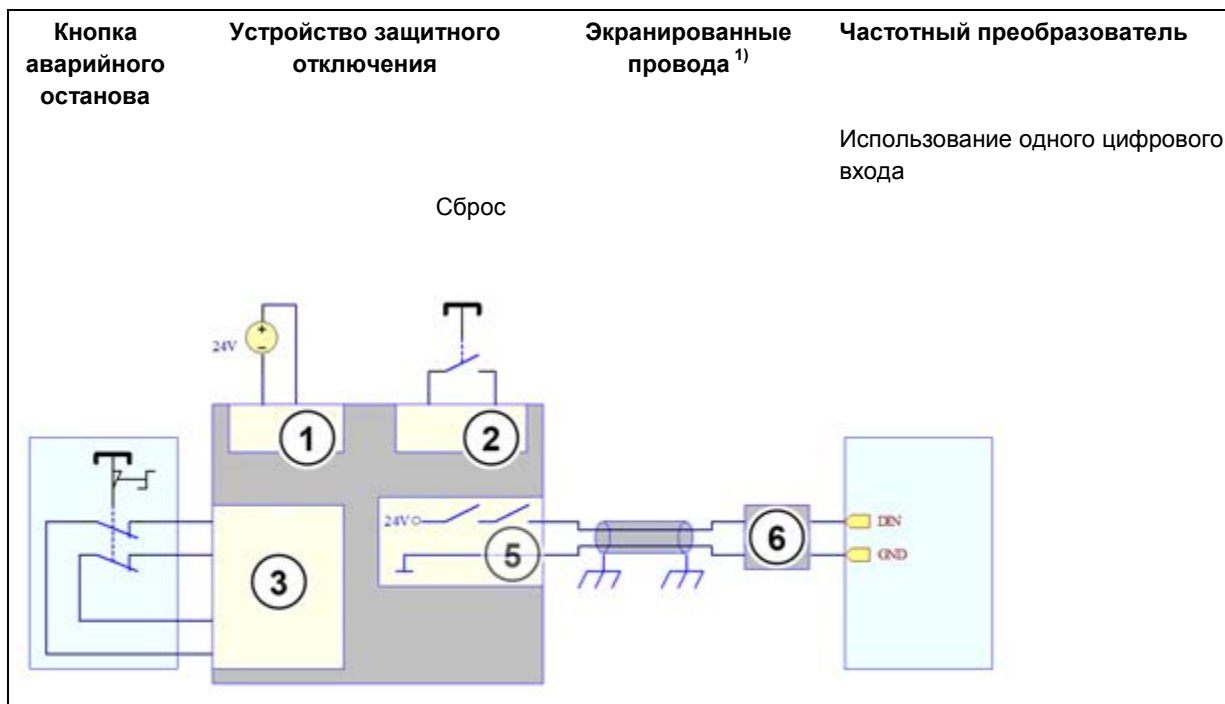
Информация

Функции P428 и P506

При использовании функций **P506** «Автоматический сброс ошибки» и **P428** «Автоматический пуск» (см. описание в руководстве BU 0200) привод запускает сразу же после разблокировки кнопки аварийного останова. Поэтому настоятельно не рекомендуется использовать эти функции вместе или в системах, предъявляющих высокие требования к безопасности.

3.4.4 Пример без надежного метода отключения

Функции безопасности STO или SS1 можно внедрить, используя один цифровой вход и одно устройство защитного отключения. При такой схеме, согласно DIN EN ISO 13849-1, возможно обеспечение категории безопасности 1 (но не выше) при условии, что условиям категории 1 отвечает не только цифровой вход, но и остальные компоненты (устройство безопасного отключения, кнопка аварийного останова, проводка и т.д.).



1) Чтобы исключить возможность отказа, использовать экранированные провода (в соответствии с DIN EN ISO 13849-2)


1	Питающее напряжение
2	Контур сброса (Reset)
3	Входной контур с распознаванием перекрестного замыкания
4	Недоступно
5	Выход безопасности
6	Фильтр для OSSD требуется только при наличии очень сильных помех



Для реализации функции STO соответствующему цифровому входу нужно назначить функцию «10» («Блокировка напряжения»).

Чтобы внедрить функцию SS1, цифровому входу назначается функция «11» («Быстрый останов»). В параметре **P426** задается время быстрого останова. Необходимо обеспечить, чтобы приводной механизм действительно останавливался за указанное в этом параметре время.

Информация

Категория безопасности

Если защитное отключение производится без надежных методов отключения (как описано выше), система получает категорию безопасности не более 1 (PL c). Кроме того, эти варианты подключения не являются полными с точки зрения безопасности ( глава 8.2 "Категории безопасности").

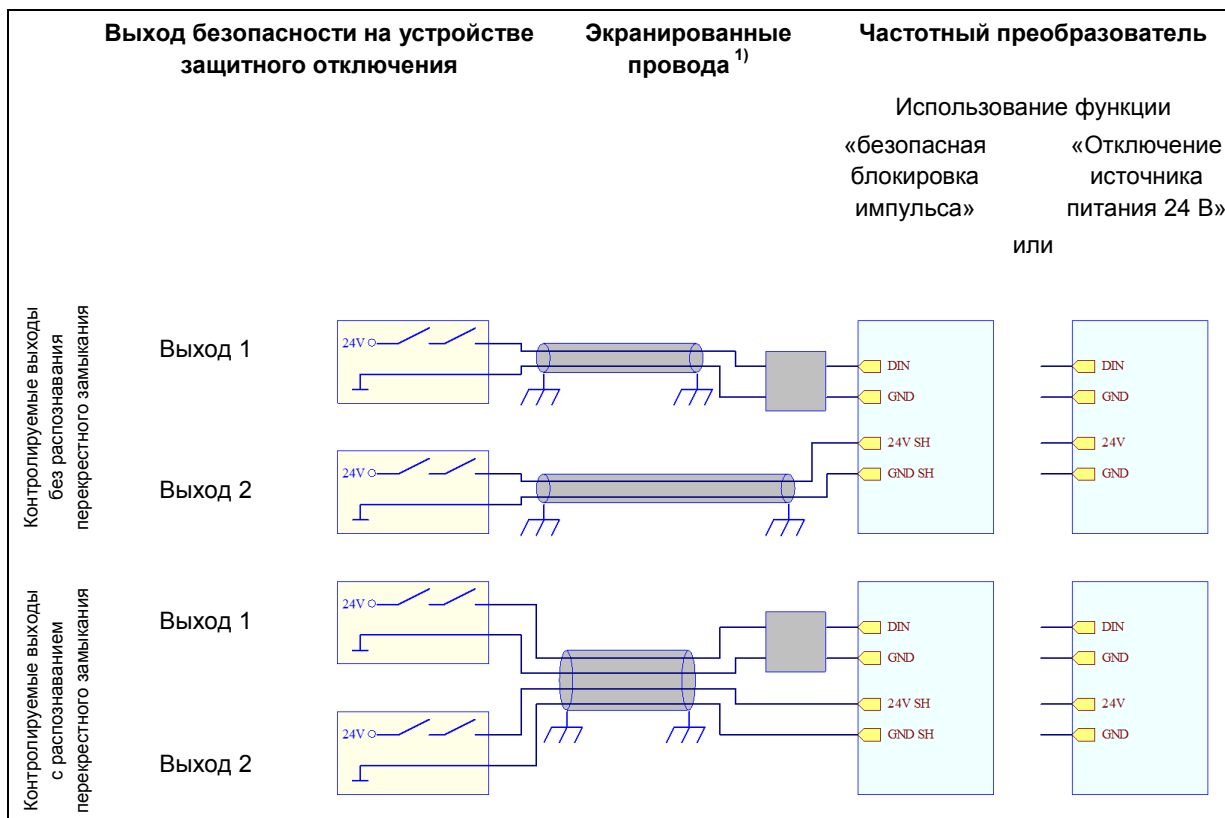
Они внедряются лишь тогда, когда к функциональной безопасности не предъявляются строгие требования и анализ рисков показал, что при отказе функций безопасности возможны лишь незначительные (как правило, обратимые) травмы ( глава 8.2 "Категории безопасности"). При любых сомнениях необходимо использовать безопасный метод отключения ( глава 3.1 "Безопасные методы отключения").

3.4.5 Исключение отказа в проводке

В примерах выше для реализации функции безопасности использовался вход, подключение к которому производилось с помощью экранированного кабеля. Экран кабеля был заземлен правильным образом (как изображено на рисунке ниже). Эти меры нужны были, чтобы исключить отказ в соответствии с DIN EN ISO 13849-2 в случае короткого замыкания между любыми проводами.

Такие меры необходимы, чтобы исключить отказ, так как это является условием для категории безопасности 4 по DIN EN ISO 13849-1. То есть, возникновение явного независимого отказа или постепенного скрытого отказа не приведет к утрате функции безопасности. Например, замыкание внешнего напряжения, поступающего из источника управляющего напряжения 24 В, на вход 24 В безопасного метода отключения может привести к утрате функции безопасности. То есть, этот отказ нужно исключить, предусматривая дополнительные меры.

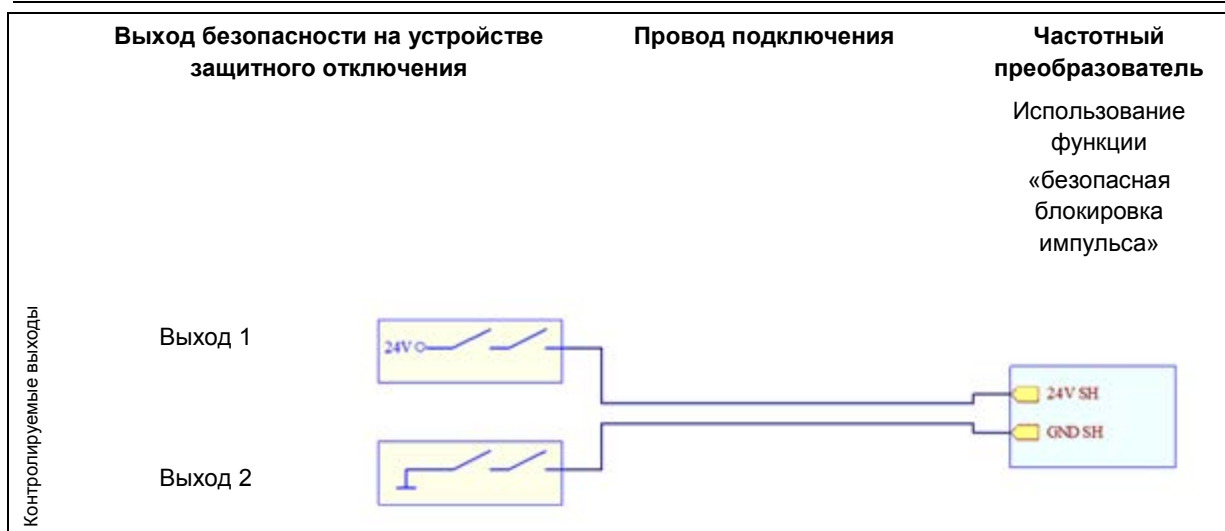
Как правило, для каждого входа используется отдельный кабель с экранированием. Однако допускается прокладывание проводов, подключаемых к цифровому входу и безопасному методу отключения, в одном экранированном кабеле, если выходы безопасности устройства защитного отключения имеют защиту от перекрестного замыкания (см. изображение ниже). При необходимости проверить эффективность защиты от перекрестного замыкания.



1) Чтобы исключить отказ (по DIN EN ISO 13849-2), для подсоединения выхода безопасности к цифровому входу с фильтром OSSD (требуется только при наличии очень сильных помех) использовать только экранированные провода.

Возможно, потребуются дополнительные другие меры (отдельный кабельный канал, прокладка в армированном рукаве и т.д.), необходимость которых устанавливается по результатам оценки рисков и анализа характера и последствий отказов для конкретной установки.

Для функции безопасной блокировки импульса, возможно, имеет смысл создать условия, при которых запуск функции будет производиться через два выхода безопасности, один отключаемый выход 24 В и один отключаемый выход GND.



В этом случае отслеживается состояние выходов безопасности, поэтому экранированный кабель не обязателен. Если в одном кабельном канале лежат несколько управляющих кабелей 24 В, то при возможном отказе, вызванном, например, коротким замыканием 24V_SH на управляющий кабель (= 24 В), устройство отключения, отслеживающее состояние выхода, произведет активацию функции безопасной блокировки импульса через второй выход безопасности. Необходимость дополнительных мер безопасности устанавливается по результатам оценки рисков и анализа характера и последствий отказов для конкретной установки.

Если для реализации функций безопасности используется неэкранированный кабель, необходимо учитывать возможность электромагнитных помех и воздействия электрических полей. В частности, при отсутствии сильных электромагнитных полей, как правило, допускается использование кабеля длиной до 1 м. Использование более длинного кабеля, как и его прохождение вблизи источников электромагнитного излучения или точек распределения напряжения может привести к отказу функции безопасности. По этой причине в общем случае рекомендуется использовать экранированный кабель.

4 Сборка и установка

Инструкции по монтажу, приводимые в настоящем руководстве, относятся только к оборудованию, связанному с функциями безопасности. Дополнительная информация содержится в руководстве к соответствующему преобразователю частоты (BU 0200).

4.1 Встраивание и монтаж

Выполнять указания по встраиванию оборудования, перечисленные в руководстве BU 0200!

4.2 Электрическое подключение

Выполнять указания по установке и подключению, перечисленные в руководстве BU 0200, а также все перечисленные ниже инструкции!

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Поражение электрическим током

Контакт с токопроводящими деталями может привести к поражению электрическим током, к серьезным травмам и даже к смерти.

- Перед выполнением монтажных работ электрически изолировать устройство от источника тока.
- Выполнять работы только на отключенном от источника напряжения устройстве.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Поражение электрическим током

Опасное напряжение может сохраняться в частотном преобразователе в течение 5 минут после отключения электроснабжения.

- Начинать работы не раньше, чем через 5 минут после полного отключения от сети электроснабжения.
-

4.2.1 Директивы по электромонтажу

Все работы по электромонтажу регламентируются директивами, перечисленными в руководстве к преобразователю частоты (BU 0200)!

4.2.2 Сетевое подключение

Устройства, имеющие функцию безопасности, разрешается подключать только к сетям типа TN или TT. Эксплуатация этих устройств в сетях IT и в сетях с заземлением в угловой точке трансформатора (Grounded Corner) не предусмотрена.

4.2.3 Подключение управляющего напряжения

Для получения доступа к электрическим разъемам необходимо снять SK 2xxE с блока подключения SK TI4-...

Одна клеммная колодка предназначена для силовых соединений и другая – для разъемов цепи управления.

Контакты заземления устройства (PE) расположены внутри в основании литого корпуса блока подключения. В устройствах типоразмера BG 4 для этого предусмотрен контакт на силовой клеммной коробке.

В зависимости от исполнения устройства расположение контактов клеммной колодки может отличаться. Правильное расположение клемм определяется по надписям на конкретной клемме или по плану клеммных соединений, напечатанному внутри устройства.

	Соединительные клеммы для следующих компонентов
(1)	Сетевой кабель Кабель двигателя Провода тормозного резистора
(2)	Провода управления Электромеханический тормоз Позистор (TF) от двигателя
(3)	PE



4.2.3.1 Описание клемм цепи управления

Обозначение, функция

SH:	Функция: Безопасный останов	DOUT:	цифровой выход
AS1+/-:	встроенный интерфейс AS с датчиками и исполнительными механизмами	24 V SH:	вход, «безопасный останов»
24 V:	управляющее напряжение 24 В пост.тока	0 V SH:	Опорный потенциал «безопасного останова»
10 V REF:	опорное напряжение 10 В пост.тока для AIN	AIN +/-:	аналоговый вход
AGND:	опорный потенциал для аналоговых сигналов	SYS	системная шина
GND:	опорный потенциал для цифровых сигналов	H/L:	
DIN:	цифровой вход	MB+/-:	управление электромеханическим тормозом
		TF+/-:	подключение позистора двигателя

Типоразмер 1 ... 3

SK 200E	SK 210E SH	SK 220E AS1	SK 230E SH+AS1	Тип устройства			SK 205E	SK 215E SH	SK 225E AS1	SK 235E SH+AS1
				Маркировка						
				Контакт						
24 В (выход)				43	1	44	24 В (вход)*			
AIN1+		ASI+		14/84	2	44/84	24 В (вход)*		ASI+	
AIN2+				16	3	40	GND			
AGND		ASi		12/85	4	40/85	GND		ASI-	
DIN1				21	5	21	DIN1			
DIN2				22	6	22	DIN2			
DIN3				23	7	23	DIN3			
DIN4	24 V SH	DIN4	24 V SH	24/89	8	24/89	DIN4	24 V SH	DIN4	24 V SH
GND	0V SH	GND	0V SH	40/88	9	40/88	GND	0V SH	GND	0V SH
DOUT1				1	10	1	DOUT1			
GND				40	11	40	GND			
SYS H				77	12	77	SYS H			
SYS L				78	13	78	SYS L			
10 V REF				11	14	-	---			
DOUT2				3	15	79	MB+			
GND				40	16	80	MB-			
TF+				38	17	38	TF+			
TF-				39	18	39	TF-			

*в случае использования интерфейса AS клемма 44 выдает выходное напряжение (24 В, макс. 60 мА). В этом случае к ней нельзя подключать источник напряжения!

Типоразмер BG 4

Тип устройства		SK 200E	SK 210E (SH)	SK 220E (AS1)	SK 230E (SH+AS1)
Контакт	Маркировка				
1	43	24 В (выход)			
2	43	24 В (выход)			
3	40	GND			
4	40	GND			
5	-/84	/		ASI+	
6	-/85	/		ASI-	
7	11	10 V REF			
8	14	AIN1+			
9	16	AIN2+			
10	12	AGND			
11	44	24 В (вход)			
12	44	24 В (вход)			
13	40	GND			
14	40	GND			
15	21	DIN1			
16	22	DIN2			
17	23	DIN3			
18	24/89	DIN4	24 V SH	DIN4	24 V SH
19	40/88	GND	0V SH	GND	0V SH
20	40	GND			
21	1	DOUT1			
22	40	GND			
23	3	DOUT2			
24	40	GND			
25	77	SYS H			
26	78	SYS L			
27	38	TF+			
28	39	TF-			
Отдельный блок клемм (двухполюсный):					
1	79	MB+			
2	80	MB-			

Функции		Описание и технические характеристики		
Клемма			№	
№	Название	Значение	параметра	Функция [заводская настройка]
Цифровые выходы		Передача сигналов о рабочих состояниях устройства		
		Постоянный ток 24 В В случае индуктивной нагрузки: обеспечить защиту с помощью безынерционного диода!	Максимальная нагрузка 20 мА	
1	DOUT1	Цифровой выход 1	P434 [-01]	Неполадка
3	DOUT2	Цифровой выход 2	P434 [-02]	Неполадка
Примечание: Типоразмер 4: Максимальная нагрузка 50 мА SK 2x5E: Величина напряжения зависит от величины входного напряжения (18 – 30 В постоянного тока)				

Информация

Цифровой выход

Один цифровой выход может использоваться для передачи состояния функции безопасной блокировки импульса. Необходимо учитывать, что эта информация не является эффективной с точки зрения безопасности.


Информация

Цифровой выход при использовании метода «отключение через источник 24 В»

Если безопасное отключение реализовано через отключение источника 24 В, цифровой вход не используется, так как он отключается вместе с отключением источника питания 24 В.

Однако необходимо убедиться, что через цифровой выход не происходит подача внешнего напряжения.

Цифровые входы		Внешнее управление устройством, например, через переключатель, энкодер HTL (только DIN2 и DIN3)		
		согласно EN 61131-2, тип 1 низкое: 0-5 В (~ 9,5 кΩ) высокое: 15-30 В (~ 2,5 - 3,5 кΩ) Время сканирования: 1 мс Время отклика: 4 - 5 мс	Входная емкость: 10 нФ (DIN1, DIN 4) 1,2 нФ (DIN 2, DIN 3) Предельная частота (только DIN 2 и DIN 3) Мин.: 250 Гц, макс.: 205 кГц	
21	DIN1	Цифровой вход 1	P420 [-01]	ВКЛ в положении справа
22	DIN2	Цифровой вход 2	P420 [-02]	ВКЛ в положении слева
23	DIN3	Цифровой вход 3	P420 [-03]	Фиксированная частота 1 (→ P465[-01])
24	DIN4	Цифровой вход 4	P420 [-04]	Фиксированная частота 2 (→ P465[-02])
Источник управляющего напряжения		Управляющее напряжение устройства, например, для питания вспомогательного оборудования		
		24 В пост. тока ± 25 %, с защитой от короткого замыкания	Максимальная нагрузка 200 мА ¹⁾	
43	VO / 24V	Выход напряжения	-	-
40	GND / 0V	Опорный потенциал GND	-	-

1) См. информацию «Суммарный ток» ( BU 0200)

Примечание: Типоразмер 4: Максимальная нагрузка 500 мА

Подключение управляющего напряжения		Питающее напряжение устройства		
		24 В пост. тока $\pm 25\%$ (типоразмер 1 – 3) 24 В пост. тока $+ 25\%$ (типоразмер 4) 200 мА ... 800 мА, зависит от нагрузки на входе и выходе устройства и наличия дополнительного оборудования	Типоразмер 4: Автоматическое переключение между клеммой 44 и внутренним блоком питания, если слишком низкое управляющее напряжение При использовании AS-Interface: выходное напряжение 24 В, ≤ 60 мА.	
44	24V	Вход для напряжения	-	-
40	GND / 0V	Опорный потенциал GND	-	-
Функция безопасного останова «Безопасный останов»		Вход системы защиты		
		(Подробно см. BU0230 „Технические характеристики“)	Этот вход всегда активен. Чтобы иметь возможность переключать устройство в рабочие состояния, обеспечить на этом входе необходимое напряжение.	
89	VI/24V SH	Вход 24 В	-	-
88	VI/0V SH	Опорный потенциал	-	-

4.3 Описание безопасных методов отключения

4.3.1 Безопасный метод отключения, безопасная блокировка импульса

Для подключения функции безопасной блокировки использовать двухжильный экранированный кабель. Проложить экран с обеих сторон! Минимальное напряжение на кабеле не должно падать ниже указанных значений:

- механическое устройство защитного отключения: $\Delta U_{\text{кабеля}} \leq 3$ В
- электронное устройство защитного отключения: $\Delta U_{\text{кабеля}} \leq 1$ В.

При расчетах учитывать значения пикового тока $I_{IN,Peak}$ (📖 глава 9 "Технические характеристики").

4.3.1.1 Эксплуатация с OSSD

Функция безопасной блокировки импульса рассчитана на работу вместе с устройством переключения с выходным сигналом (OSSD).

Электрическая емкость между жилами (с учетом емкости экрана) не должна превышать величину, равную $x = 20$ нФ, на каждый подключенный преобразователь частоты.

Значение x определяется по формуле:

$$x = 4 \text{ нФ} * t_{\text{OSSD}} / 0,1 \text{ мс} \quad \text{где } t_{\text{OSSD}} = \text{ширина тестового импульса, макс. } 0,5 \text{ мс}$$

Кроме того, устройство защитного отключения в некоторых случаях должно отвечать дополнительным условиям.

4.3.1.2 ЭМС

Для обеспечения стандартных показателей ЭМС (📖 руководство BU 0200) необходимо выполнить электроустановка с соблюдением требований ЭМС и использовать для соединения устройства защитного отключения с преобразователем частоты кабель допустимой длины 100 м.

4.3.1.3 Пример: эксплуатация с несколькими устройствами

При подключении к устройству защитного отключения нескольких преобразователей необходимо учитывать коммутационную способность устройства и допустимую нагрузку питаемого блока питания 24 В.

Правильно проложить экран (📖 изображения в главе 3.1 "Безопасные методы отключения").

Не допускать падения напряжения на кабеле ниже указанных величины!

Пример

Условия

- 4 преобразователя частоты подключены к одному электронному устройству защитного отключения.
- Преобразователи частоты установлены параллельно в одной установке.
- Расстояние между преобразователями частоты и устройством защитного отключения составляет 20 м.
- Используется экранированный кабель 2 x 1,5 мм².

Получаем

$$R = \rho_{CU} * \frac{l}{q} \quad \text{где} \quad \rho_{CU} \cong 19\Omega * \frac{mm^2}{km}$$

$$I_{IN,Peak} = 0.5 \text{ A} \quad (\text{📖 глава 9 "Технические характеристики"})$$

Решение

Необходимо использовать кабель в два раза большей длины, так как напряжение падает на обоих жилах.

$$R \cong 0.5\Omega$$

$$\Delta U_{\text{кабель}} = R * \text{Число}_{\text{ПЧ}} * I_{IN,Peak} = 0,5 \Omega * 4 * 0.5 \text{ A} = 1 \text{ V}$$

$$\Delta U_{\text{кабель}} \leq 1 \text{ V} \quad \rightarrow \quad \text{в норме}$$

4.3.2 Безопасный метод отключения: отключение источника 24 В

Если метод безопасного отключения реализован через отключение источника 24 В, использовать двужильные экранированные провода. Проложить экран с обеих сторон!

Информация

Питание 24 В вспомогательного и дополнительного оборудования

Запрещается подсоединять к **источнику 24 В**, который используется в качестве **безопасного метода отключения**, технологические модули, например, интерфейсные модули для подключения к шинным системам (например, SK CU4-PBR), а также другие потребители (модули расширения, датчики и энкодеры).

Это оборудование следует подключать к независимым источникам напряжения!

Использовать кабель, обеспечивающий на входных клеммах напряжение 18 В. При наличии устройства переключения с выходным сигналом (OSSD) необходимо предусмотреть напряжение не менее 21,6 В. Информация о предельных значениях приводится в технических характеристиках (📖 глава 9 "Технические характеристики").

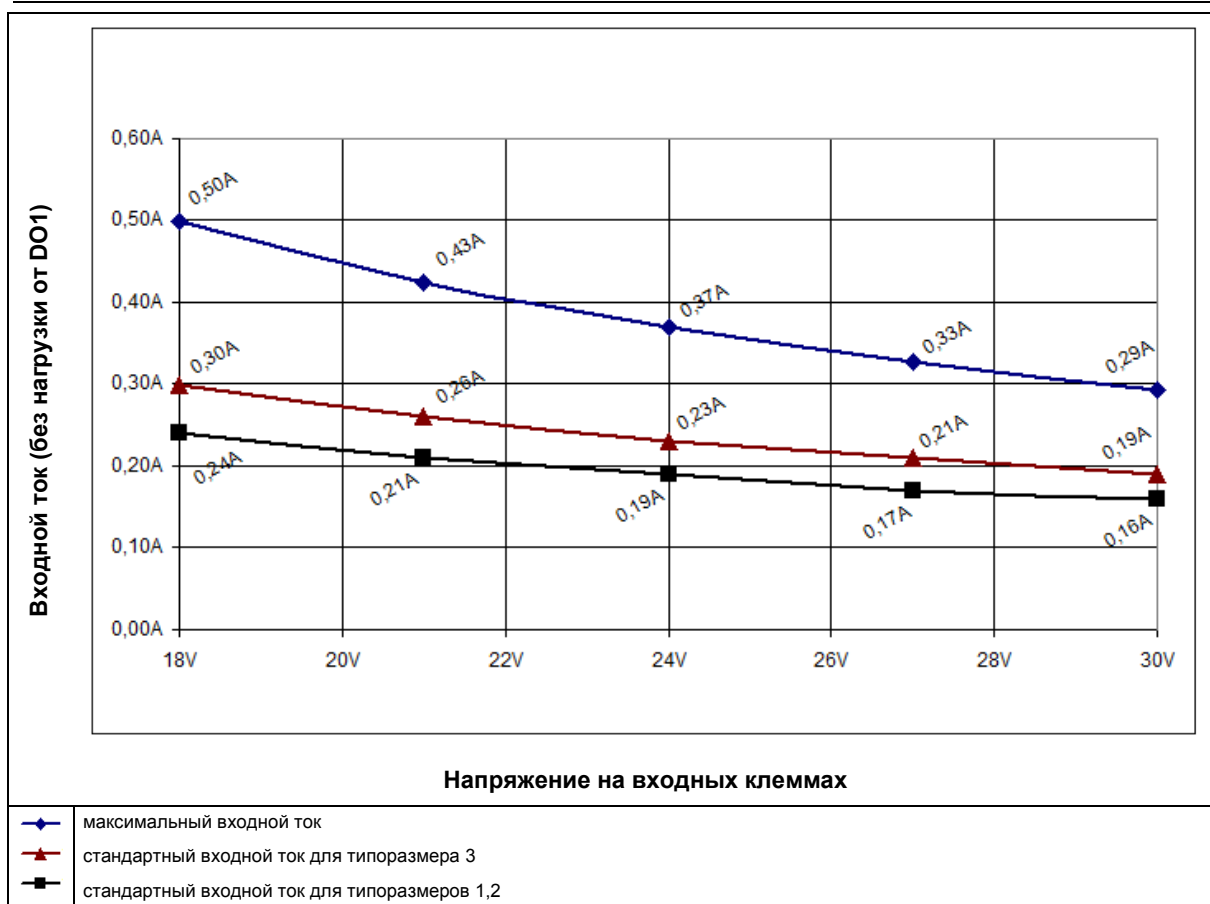


Рис. 3: Зависимость входного тока от входного напряжения

На графиках представлены средние значения входного тока. Типичные значения силы тока могут меняться в зависимости от типоразмера преобразователя частоты (см. типовую номенклатуру). Если для проведения технических работ к блоку управления через RJ12 подключается SimpleBox или ParameterBox (см. руководство BU 0200), необходимо учитывать, что общее потребление может увеличиваться на 50 мА.

Максимальный ток рассчитывается по рабочей мощности внутреннего блока питания. После включения пиковое значение тока равняется двукратному значению максимального входного тока.

4.3.2.1 Эксплуатация с OSSD

Источник питания 24 В не предназначен для работы через OSSD. Тем не менее, возможно подключение через устройство переключения с выходным сигналом (OSSD), если выполнены следующие условия.

В преобразователе частоты имеется сопротивление, с помощью которого разряжается кабель при тестовом импульсе OSSD. Рекомендуется использовать кабель с емкостью не более $2 \text{ нФ} * t_{\text{OSSD}} / 0,1 \text{ мс}$ (вместе с емкостью экрана) на каждый подключенный преобразователь (где t_{OSSD} = ширина тестового импульса, макс. 0,5 мс)

Кроме того, устройство защитного отключения в некоторых случаях должно отвечать дополнительным условиям.

При работе с OSSD в течение тестового импульса возможно снижение напряжения внутри устройства из-за перебоев в электроснабжении. Чтобы обеспечить надлежащую работу устройства, величина сопротивления подсоединенного провода (внутреннее сопротивление источника) не должна превышать значений, указанных на диаграмме.

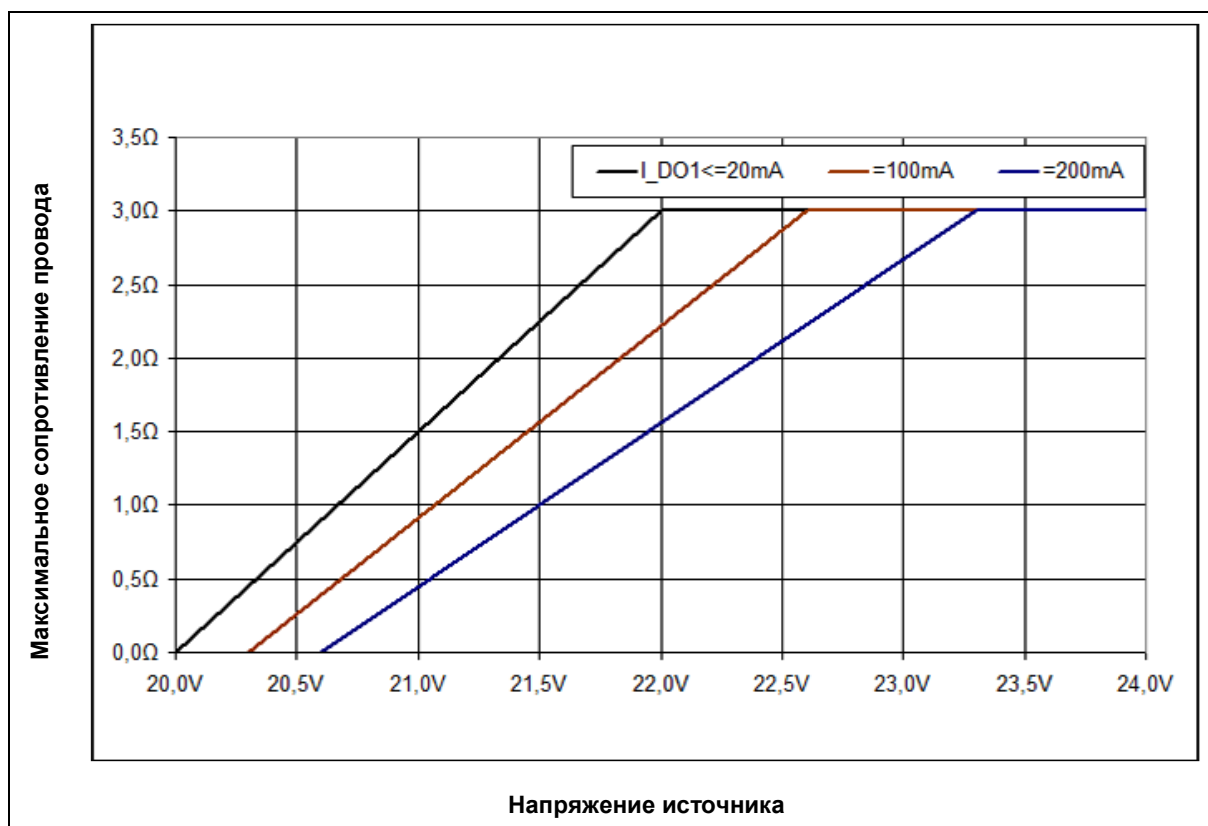


Рисунок 4: максимально допустимое сопротивление провода

Допустимое сопротивление провода зависит от напряжения источника и нагрузки цифрового выхода DO1. С случае значительных напряжений источника (до 30 В) сопротивление не должно превышать 3 Ω.

При работе от OSSD напряжение источника может превышать 20 В. Однако рекомендуется использовать источник с напряжением не менее 21,6 В. В частности, если к одному устройству защитного отключения подключается несколько преобразователей, необходимо обеспечить на клеммах преобразователя не менее 21,6 В.

При работе от OSSD работу цифрового выхода и блока питания поддерживают входные конденсаторы. После тестового импульса вспомогательная емкость (200 мкФ) снова заряжается за счет относительно большого пикового тока. На графиках представлены теоретические

максимумы для преобразователей мощностью 7,5 кВт, 400 В. Как правило, на практике значения токов несколько ниже.

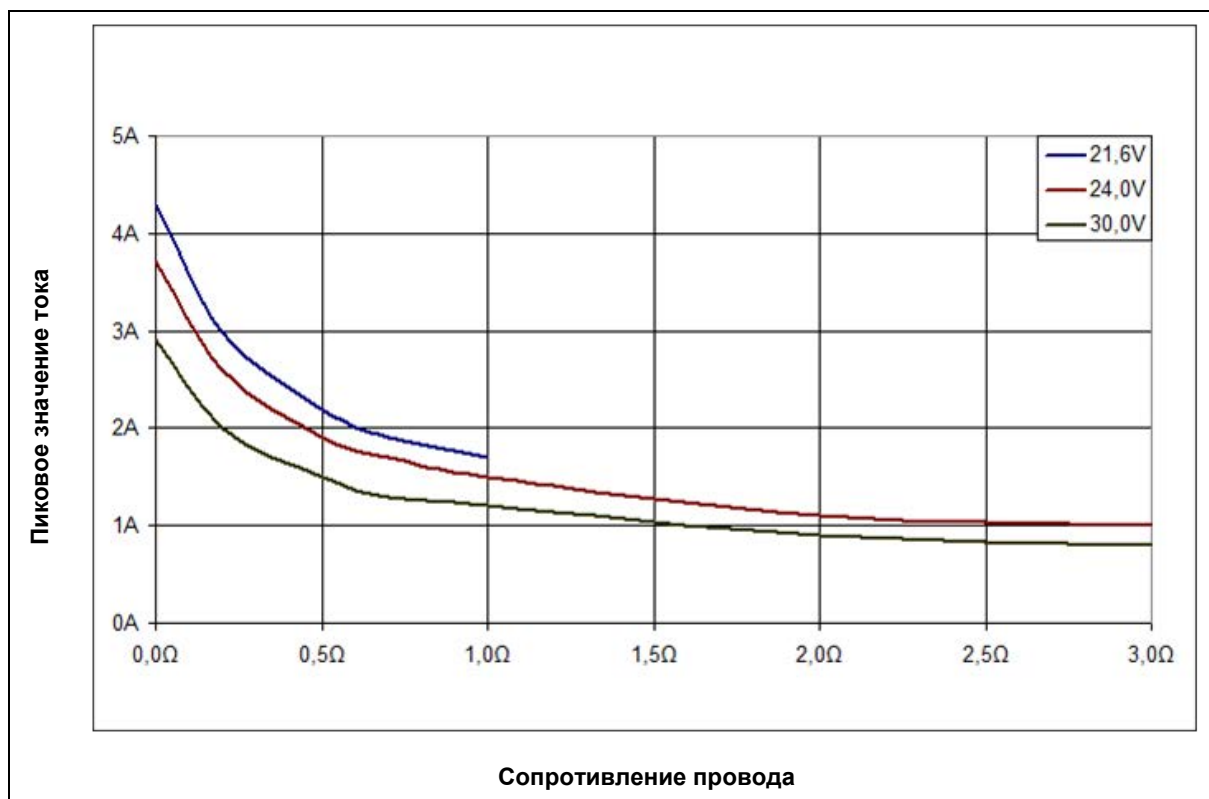


Рис. 5: Пиковый ток (без нагрузки от DO1)

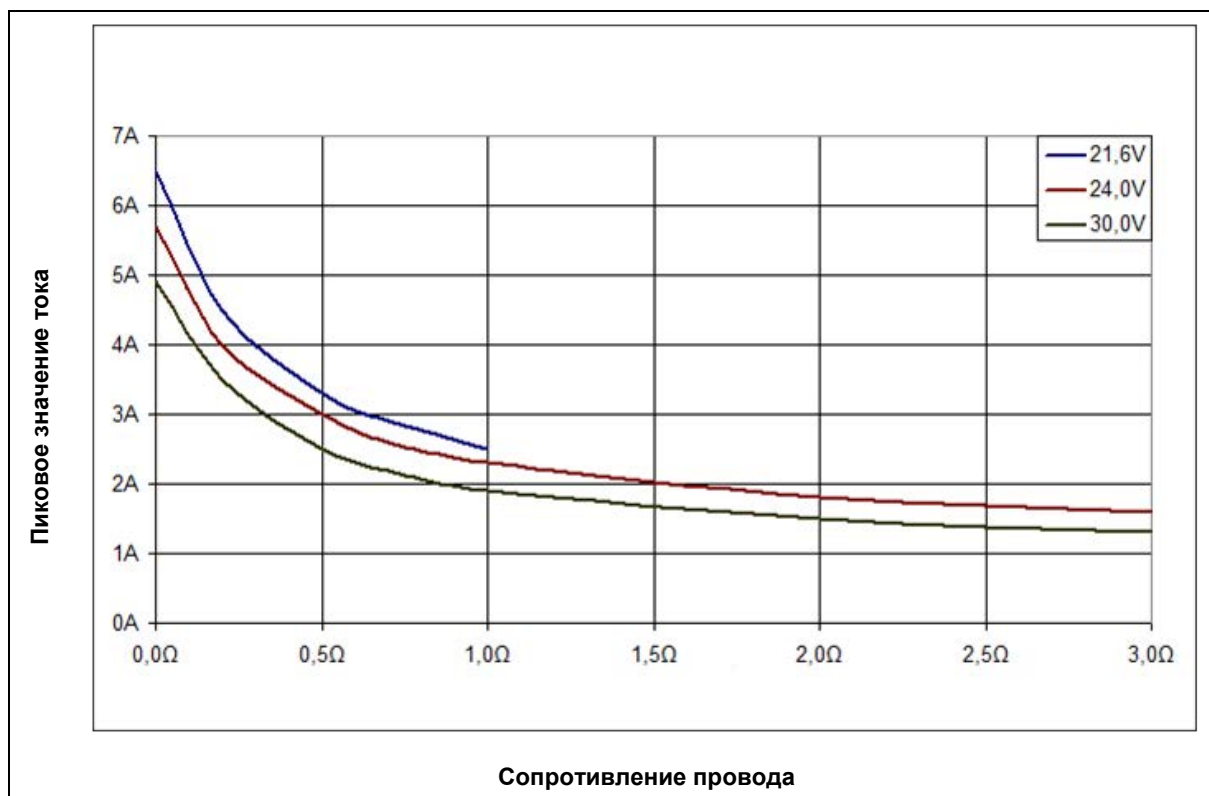


Рис. 6: Пиковый ток (нагрузка от DO1, равная 200 мА)

Этот ток кратковременно возникает после тестового импульса подключенного выше устройства защитного отключения, величина тока уменьшается в зависимости от активного сопротивления кабеля. Устройство защитного отключения (с OSSD), а также питающий источник должны иметь соответствующее сопротивление.

4.3.2.2 ЭМС

Для обеспечения стандартных показателей ЭМС (☞ руководство BU 0200) необходимо выполнить электромонтаж с соблюдением требований ЭМС и использовать для соединения устройства защитного отключения с преобразователем частоты кабель допустимой длины 100 м.

4.3.2.3 Пример: эксплуатация с несколькими устройствами

В устройствах, у которых по две клеммы 24 В и GND, на проводах, проходящих через клеммы, суммарный ток не должен превышать 6 А. При более высоком значении суммарного тока обе жилы (входящую и выходящую) зажать под клеммой (если необходимо, с помощью кабельной гильзы TWIN).

При подключении к устройству защитного отключения нескольких преобразователей необходимо учитывать коммутационную способность устройства и допустимую нагрузку блока питания 24 В.

Правильно проложить экран (☞ изображения в главе 3.1 "Безопасные методы отключения").

Не допускать падения напряжения на кабеле ниже указанных величины!

Пример

Условия

- 6 преобразователей частоты подключены к одному электронному устройству защитного отключения.
- Преобразователи частоты установлены параллельно в одной установке.
- Расстояние между преобразователями частоты и устройством защитного отключения составляет 20 м.
- Используется экранированный кабель 2 x 1,5 мм².

Получаем

$$R = \rho_{CU} * \frac{l}{q} \quad \text{где} \quad \rho_{CU} \cong 19\Omega * \frac{mm^2}{km}$$

$$I_{IN,Peak} = 0.5 \text{ A} \quad (\text{☞ глава 9 "Технические характеристики"})$$

Решение

Необходимо использовать кабель в два раза большей длины, так как напряжение падает на обоих жилах.

$$R \cong 0.5\Omega$$

$$R_{Gesamt} = R * Anzahl_{FU} = 0.5\Omega * 6 = 3\Omega$$

При сравнении суммарного сопротивления провода с данными на изображении из главы 4.3.2.1 "Эксплуатация с OSSD" получается, что входное напряжение для цифрового выхода, не имеющего нагрузки, должно составлять не менее 22 В.

5 Ввод в эксплуатацию

! ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Поражение электрическим током

Устройство не снабжено главным силовым выключателем, поэтому оно всегда находится под напряжением, когда подключено к источнику питания. Даже если двигатель не работает, части преобразователя могут находиться под напряжением.

Неотключенное питание может прямым или косвенным образом привести устройство в действие. В этом случае контакт с токопроводящими деталями может привести к поражению электрическим током и даже к смерти.

! ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Поражение электрическим током

На контактах разъема двигателя может сохраняться опасное напряжение, даже если активна функция безопасного останова (функция «STO»).

- Не прикасаться к контактам
- Неиспользуемые соединения закрыть предусмотренными для этого заглушками.

В этом разделе рассматриваются только указания по вводу в эксплуатацию, относящиеся к **функциональной безопасности**. Подробное описание процедуры ввода в эксплуатацию устройства и его стандартных функций, а также информация о параметризации приводятся в руководстве, прилагаемом к преобразователю частоты BU 0200.

Для реализации функции безопасности (STO или SS1), как правило, помимо безопасного метода отключения используется цифровой вход, которому назначается специальная функция. По этой причине для параметризации, выполняемой при вводе в эксплуатацию, нужен ПК с интерфейсом RS232/485 или технологический модуль Simple-/ParameterBox.

Этого нельзя добиться только настройками DIP-переключателей.

DIP-переключатель «I/O» (S1:4 и S1:5) должен быть в положении «0» («off») (заводская настройка).

Только в этом положение цифровым входам можно назначить функции «10» («блокировка напряжения») или «11» («быстрый останов») через массив параметра **P420 [-01] – [-04]**.

Положение DIP-переключателя можно проверить с помощью параметра **P749**.

1	DIP-переключатель S1 (8-полюсный)
2	Съемный модуль EEPROM («модуль памяти»)



5.1 Порядок ввода в эксплуатацию функции STO

- Выход безопасности устройства защитного отключения соединяется с безопасным методом отключения (📖 глава 3.1 "Безопасные методы отключения").

В зависимости от категории безопасности можно предпринять меры, исключающие отказ в проводке, такой как замыкание между двумя проводами.

Для безопасного метода отключения рекомендуется использовать отдельный двухжильный экранированный провод, экран которого должен быть проложен правильно (📖 глава 3.4.5 "Исключение отказа в проводке").

- Благодаря использованию цифрового входа можно уменьшить стандартное время отклика.

При наличии функции **безопасной блокировки импульса** возможна реализация метода диагностики «Состояние на входных клеммах», при котором цифровой вход 4 используется параллельно с безопасной блокировкой импульса. Для этого цифровому входу 4 необходимо присвоить функцию «10» (блокировка напряжения). В этих целях можно использовать другой цифровой вход, однако нужно учитывать, что у него может быть другой опорный потенциал.

Если отключение реализовано через **отключение источника 24 В**, для сокращения времени отклика используется дополнительный цифровой вход.

Для соединения безопасного метода отключения и цифровых входов, связанных с функциональной безопасностью, рекомендуется использовать разные провода (двухжильные экранированные провода, экран должен быть проложен правильно, 📖 глава 3.4.5 "Исключение отказа в проводке").

- Запрещается задавать функцию задержки включения и выключения на соответствующих цифровых входах (см. описание параметра **P475**, настройка «0»).
- Если отключение функции безопасности приводит к возникновению опасной ситуации, необходим контролируемый запуск, т. е. нельзя использовать функцию «автоматический запуск» (**P428**, настройка «0»).

5.2 Порядок ввода в эксплуатацию SS1

- Выход безопасности устройства защитного отключения подключается к цифровому входу (📖 глава 3.4.2 "Функция SS1").

Рекомендуется использовать отдельный двухжильный экранированный провод, экран которого должен быть проложен правильно (📖 глава 3.4.5 "Исключение отказа в проводке").

- Метод безопасного отключения подключается к выходу безопасности устройства защитного отключения; выход безопасности должен иметь задержку срабатывания. (📖 глава 3.1 "Безопасные методы отключения").

Для этого рекомендуется использовать отдельный двухжильный экранированный кабель. Экран кабеля должен быть проложен **с двух сторон** (📖 глава 3.4.5 "Исключение отказа в проводке").

- На выбранном цифровом входе должна быть задана функция «11» («быстрый останов»).

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ****Опасность травм в случае отказа функции SS1**

Характер торможения приводной установки зависит от многих факторов. Поэтому в некоторых случаях возможны отклонения в режиме «Безопасный останов 1».

Чтобы не допустить возникновения опасных ситуаций, при вводе в эксплуатацию необходимо выполнить заключительную верификацию, подтверждающую соответствие настроек системы требованиям безопасности, установленным для конкретного применения, и исключающую возможность выхода работающей системы за пределы рабочих характеристик.

Для работы функции SS1 параметру **P426** (время быстрого останова) и **P559** (время торможения постоянным током) задать значения, соответствующие требованиям функциональной безопасности. Время задержки для выхода безопасности устройства защитного отключения задать так, чтобы оно было больше времени быстрого останова плюс время торможения постоянным током.

Фактическое время, необходимое для полной остановки привода, зависит от разных факторов и может отличаться от значения времени быстрого останова (**P426**), особенно если во время процесса быстрого останова возникает одно или несколько следующих событий.

- достижение / превышение предела мощности устройства
- достижение / превышение одного или нескольких предельных значений, указанных в разных параметрах (например: **P112**, **P536**, **P537**)
- применение торможения постоянным током (функция «Быстрое DC торможение»), параметр **P108**.

При использовании режима отключения «Быстрое DC торможение» время быстрого останова не учитывается. Используется то же значение времени торможения, что и при обычном отключении (зависит от настроек в параметрах **P109**, **P110**).

В самом неблагоприятном случае не удастся полностью затормозить приводную установку за время быстрого останова. Еще до истечения времени быстрого останова приводная установка переключается в режим «безопасное отключение крутящего момента» (**STO**) и продолжает двигаться по инерции.

- Запрещается задавать функцию задержки включения и выключения на соответствующих цифровых входах (см. описание параметра **P475**, настройка «0»).
- Если отключение функции безопасности приводит к возникновению опасной ситуации, необходим контролируемый запуск, т. е. нельзя использовать функцию «автоматический запуск» (**P428**, настройка «0»).

5.3 Выбор безопасного метода отключения

Ниже перечислены главные отличия между двумя безопасными методами отключения

Условие	Безопасная блокировка импульса	Отключение источника питания 24 В
Срок службы T_M	20 лет	5 лет
Отдельное заземление	Да	Нет
Возможность обмена данными с преобразователем частоты после приведения в действие функции безопасности	Да	Нет
Диагностика метода отключения	Да	Нет
Эксплуатация с OSSD	да	Возможна с ограничениями (📖 глава 4.3.2.1)

Информация

SK 2x0E, типоразмер 4

Разъем 24 В, имеющийся в устройствах SK 200E, SK 210E, SK 220E и SK 230E типоразмера 4, который служит для питания управляющей электроники, **нельзя использовать в качестве безопасного метода отключения**.

Причина: В этих устройствах силовой блок высокого напряжения работает параллельно, и после отключения внешнего источника 24 В питание системы управления и микроконтроллеров не прерывается.

5.4 Верификация

Обязательно проводить верификацию с целью подтверждения соответствия функций безопасности требованиям конкретного применения.

6 Параметры

Ниже перечислены только параметры, сообщения и настройки, которые относятся к **функциональной безопасности**. Подробное описание остальных параметров приводится в руководстве по эксплуатации частотного преобразователя BU 0200.

i Информация

Параметры для STO или SS1

Параметру цифрового входа, используемого для реализации функции **STO**, необходимо назначить функцию «10» («блокировка напряжения»).

Для функции **SS1** параметру цифрового входа необходимо присвоить функцию «11» («быстрый останов»). Дополнительно необходимо указать значения в параметрах **P426** («Время быстрого останова») и **P559** («Время х.х DC тормож.»).

При использовании функции **SS1** время быстрого останова необходимо определить таким образом, чтобы приводная установка действительно останавливалась за это время. Время быстрого останова складывается с временем торможения постоянным током (параметр «Время х.х DC тормож.»).

Задать время задержки для выхода безопасности устройства защитного отключения, чтобы оно было больше времени быстрого останова плюс время торможения постоянным током.

6.1 Описание параметров

P000 (номер параметра)	Индикация рабочего режима (наименование параметра)	xx ¹⁾	S	P
Диапазон регулирования (или диапазон показаний)	Представление стандартного формата индикации (напр. бин (bin) = бинарный), возможного диапазона регулирования и количества разрядов после запятой	Применяемый(е) параметр(ы):	Перечисление прочих связанных напрямую параметров	
Массивы	[-01]	Здесь описываются параметры, обладающие подструктурой в нескольких массивах.		
Заводские настройки	{ 0 }	Стандартная настройка, которая, как правило, устанавливается для параметра на заводе при выпуске прибора, либо после приведения прибора к "Заводским настройкам" (см. параметр P523).		
Сфера применения	Исполнение модели(ей) прибора(ов), для которого действует этот параметр. Если параметр действует для моделей всей серии, то данная строка отсутствует.			
Описание	Описание, принцип действия, значение и т.п. для данного параметра.			
Примечание	Дополнительные указания по данному параметру			
Установочные величины (или отображаемые значения)	Перечень возможных установочных величин с описанием соответствующих функций			

1) xx = прочие обозначения

Рис. 7: Подробное описание параметра

i Информация

Описание параметров

Не используемые информационные ячейки не описываются.

Примечания / пояснения

Обозначение	Наименование	Описание
S	Защищенный параметр	Отображение и изменение параметра только после ввода пароля (см. параметр P003).
P	Назначение зависит от набора параметров	Возможны различные настройки параметра, в зависимости от выбранного набора параметров.



6.1.1 Клеммы цепи управления



P420	Цифровые входы			
Массивы	[-01] ... [-04]			
Сфера применения	(DIN1 ... DIN4)			
Описание	Назначение функции цифровому входу			
Установочные величины	Значение		Значение	
	0	Выкл.	Вход не используется.	
	10	Блокировка напряжения	Выходное напряжение преобразователя отключено; двигатель свободно вращается по инерции.	low
	11	Быстрый останов	Преобразователь частоты понижает частоту в соответствии с запрограммированным в P426 временем быстрого останова. ¹⁾	low

1) Исключение: P108, настройка «Быстрое DC торможение». При использовании режима отключения «Быстрое DC торможение» время быстрого останова не учитывается. Используется то же значение времени торможения, что и при обычном отключении (зависит от настроек в параметрах P109, P110).



P426	Время быстрого останова	S	P
Описание	Время торможения для функции быстрого останова, активированной при возникновении неисправности через цифровой вход, клавиатуру, по команде шины или автоматически. Время быстрого останова — это время, за которое производится линейное снижение частоты с заданного максимального значения (P105) до 0 Гц. Если фактическая уставка <100 %, время быстрого останова сокращается соответствующим образом.		
Установочные величины	0,01 ... 320,00		
	<p>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Опасность травм в случае отказа функции SS1</p> Характер торможения приводной установки зависит от многих факторов. Поэтому в некоторых случаях возможны отклонения в режиме «Безопасный останов 1». Чтобы не допустить возникновения опасных ситуаций, при вводе в эксплуатацию необходимо выполнить заключительную верификацию, подтверждающую соответствие настроек системы требованиям безопасности, установленным для конкретного применения, и исключающую возможность выхода работающей системы за пределы рабочих характеристик.		

P428	Автоматический пуск		S	P
Диапазон регулирования	0 ... 1			
Описание	Определяет, как должен реагировать частотный преобразователь на сигнал разблокировки.			
Установочные величины	Значение		Описание	
	0	Выкл.	Чтобы запустить привод прибор ожидает смены сигнала „low → high“ на цифровом входе, настроенном на сигнал "Разблокировка". При включении прибора с активным сигналом разблокировки (сетевое напряжение вкл.), он незамедлительно переходит в состояние "Блокировка включения".	
	1	Вкл.	Чтобы запустить привод прибор ожидает уровень сигнала „high“ на цифровом входе, настроенном на сигнал "Разблокировка". ВНИМАНИЕ! Опасность получения травмы! Привод запускается незамедлительно!	

P434		Функции цифрового выхода	
Массивы	[-01] ... [-02]		
Описание	Назначение функции цифровому выходу		
Установочные величины	Значение	Значение	
	0	Выкл.	Выход не используется.
	01	Внешний тормоз	Управление механическим тормозом двигателя. Описание см.  BU 0200 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Отказ тормоза! Использование тормоза не отвечает условиям функциональной безопасности! Тормозной механизм предназначен для использования в качестве рабочего тормоза. Убедиться, что привод полностью останавливается до того, как включается функция «STO».
	07	Неполадка	Сообщение об общей неполадке. Описание см.  BU 0200
	33	Состояние цифрового входа 4	Отображение состояния цифрового входа 4. Соответствует состоянию «безопасная блокировка импульса» на входных клеммах устройств с функциональной безопасностью.
	39	Функция STO не активна	Определяет тип реакции функции «безопасная блокировка импульса». Спад сигнала (high → low), если активны функция STO и безопасный останов.

P481		Функция выходных битов шины		S
Массивы	[-01] ... [-10]			
Описание	Назначение функций выходным битам шины. Выходные биты шины обрабатываются так же, как цифровые выходы.			
Задаваемое значение	Значение	Описание		
	0	Выкл.	Выход не используется.	
	01	Внешний тормоз	Управление механическим тормозом двигателя. Описание см.  BU 0200 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Отказ тормоза! Использование тормоза не отвечает условиям функциональной безопасности! Тормозной механизм предназначен для использования в качестве рабочего тормоза. Убедиться, что привод полностью останавливается до того, как включается функция «STO».	
	07	Неполадка	Сообщение об общей неполадке. Описание см.  BU 0200	
	33	Состояние цифрового входа 4	Отображение состояния цифрового входа 4. Соответствует состоянию «безопасная блокировка импульса» на входных клеммах устройств с функциональной безопасностью.	
	39	Функция STO не активна	Определяет тип реакции функции «безопасная блокировка импульса». Спад сигнала (high → low), если активны функция STO и безопасный останов.	

6.1.2 Дополнительные параметры

P506	Автоматическая разблокировка неполадки		S
Описание	Автоматический сброс сообщения о неполадке. (описание см.  BU 0200)		
Примечание	Не следует использовать автоматический сброс неполадки вместе с функциями безопасности.		
Установочные величины	0 = контроль выключен		
P550	Копирование EEPROM		
Описание	Данные, хранящиеся на одном запоминающем устройстве EEPROM, можно перенести на другой. На устройстве должна иметься программа ПЛК.		
Примечание	<p>Устройство всегда использует пакет данных, сохраненный во внутренней памяти EEPROM.</p> <p>В более старых версиях программного обеспечения ($\leq V1.4 R1$) используются данные, хранящиеся на внешнем модуле EEPROM. Данные с внутреннего модуля EEPROM используются только при отсутствии внешнего.</p> <p>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Утрата функции безопасности. После копирования параметров требуется повторная верификация функций безопасности. Только таким образом можно удостовериться, что функции безопасности работают правильно.</p>		
Установочные величины	Значение	Описание	
	0	Не менять	
	1	Внешний → внутренний	Набор данных копируется с внешнего модуля памяти EEPROM на внутренний.
	2	Внутренний → внешний	Набор данных копируется с внутренней памяти EEPROM на внешний модуль EEPROM.
	3	Внешний ↔ внутренний	Обмен данными происходит между внешней и внутренней памятью EEPROM.
P559	Время DC-тормож.		S P
Диапазон регулирования	0,00 ... 5,00 с		
Описание	Завершение процесса торможения за счет временной подачи напряжения постоянного тока на клеммы подключения двигателя. (Описание см.  BU 0200)		

7 Отображение информации о состояниях

Как правило, функции и рабочие показатели преобразователя частоты постоянно контролируются и сравниваются с предельными значениями. При обнаружении отклонений преобразователь выводит предупреждение или сообщение об ошибке.

Основная информация о выводимой информации содержится в руководстве, прилагаемом к устройству.

Ниже перечислены ошибки, вызывающие блокировку включения преобразователя, которые связаны с функциями технологического модуля STO.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Утрата функции безопасности

Из-за ошибки памяти EEPROM возможна некорректная работа функций «блокировка напряжения» и «быстрый останов» на цифровых входах (DIN1 ... DIN4).

При возникновении ошибки EEPROM необходимо выполнить верификацию цифровых входов на соответствие функциональной безопасности. Только таким образом можно удостовериться, что функции безопасности работают правильно.

Сообщения о неполадках

Отображение через Simple- / ControlBox		Неисправность Текстовое сообщение в модуле ParameterBox	Причина • Устранение
Группа	Описание в P700 [-01] / P701		
E008	8.0	Потеря параметра (EEPROM - превышено максимальное значение)	Ошибка в данных EEPROM <ul style="list-style-type: none"> Версия программного обеспечения, в котором производится сохранение набора данных, не соответствует версии программного обеспечения преобразователя частоты. ПРИМЕЧАНИЕ Параметры, содержащие ошибку, будут загружены повторно автоматически (заводская настройка). <ul style="list-style-type: none"> Электромагнитные помехи (см. также E020) Неисправность EEPROM.
	8.1	Неправильный тип преобразователя	
	8.2	зарезервировано	
	8.3	Ошибка EEPROM интерфейса установки (Неправильно определен интерфейс заказчика (комплектация KSE))	
	8.4	Внутренняя ошибка EEPROM (неверная версия базы данных)	
8.7	Разные копии EEPROM	Не удалось правильно распознать конфигурацию преобразователя частоты. EEPROM с версией микропрограммного обеспечения 1.2 и выше вставлен в ПЧ с более старой версией микропрограммного обеспечения → Потеря параметров! (см. также пункт <i>Информация</i> в разделе) <ul style="list-style-type: none"> Отключить и снова включить питающее напряжение. 	
E018	18.0	Цепь аварийной защиты	Если преобразователь частоты разблокирован, цепь аварийной защиты инициирует функцию безопасной блокировки импульса.

Сообщение с блокировкой включения

Отображение через Simple- / ControlBox		Причина Текстовое сообщение в Parameter Box	Причина • Устранение
Группа	Описание в P700 [-03]		
I018	18.0	Активна функция STO	Цепь аварийной защиты инициирует функцию безопасной блокировки импульса. Подключенный двигатель не производит крутящий момент.

Дополнительная информация

Возможно получение дополнительных данных путем опроса модулей ParameterBox, SimpleBox или через полевую шину. Эти данные не предназначены для **обеспечения функциональной безопасности** и могут служить исключительно для информирования!

Состояние функции «безопасная блокировка импульса» и цифровых входов и выходов может отслеживаться с помощью информационных параметров, а также с помощью слова состояния, возвращаемого через полевую шину.

Для получения информации о состоянии функции «безопасная блокировка импульса» необходимо назначить цифровому выходу, выходному биту шины или свободному биту слова состояния (биту 10 или 13) функцию «39» (STO не активно). Состояние этих битов можно получить с помощью параметров **P711** («Состояние реле») **P741 [-01]** («Слово состояния») или **P741 [-05]** («Выходные биты шины») и, если необходимо, передать по шине.

Для функции «Безопасная блокировка импульса» можно получить информацию о состоянии входных контактов (24V_SH, GND_SH), а также о реакции функции.

При использовании метода «Отключение источника 24 В» информация о состоянии недоступна, так как в этом случае при отключении питания управляющая электроника преобразователя также отключается. Если отключен источник 24 В, индикатор состояния **DS** (Device Status) не работает, обмен данными с преобразователем не производится.

8 Дополнительная информация

8.1 Устройства защитного отключения

Специальное устройство защитного отключения, а также другие компоненты, используемые для реализации функции безопасности, должны удовлетворять условиям безопасности, определенным в ходе анализа рисков для конкретного применения.

Выходы устройства отключения должны удовлетворять следующим условиям.

8.1.1 Выходное напряжение

На входных клеммах преобразователя частоты должно присутствовать указанное напряжение, то есть необходимо учитывать возможность падения напряжения на кабеле.

- Механическое устройство защитного отключения

24 В ± 25 % (18 В...30 В)

- Электронное устройство защитного отключения с выходами OSSD

24 В - 20 % / + 25 % (19,2 В...30 В) для безопасной блокировки импульса

24 В - 10 % / + 25 % (21,6 В...30 В) для метода «отключение источника 24 В»

8.1.2 Коммутационная способность и нагрузка по току

Выходы безопасности используемого устройства отключения должны быть рассчитаны на указанные нагрузки.

Нагрузка на каждый подключенный преобразователь частоты	«безопасная блокировка импульса»		«Отключение источника питания 24 В»
	Типоразмер 1 – 3	Типоразмер 4	(цифровой выход DO1 без нагрузки)
Непрерывный ток (среднее значение)	≤ 125 мА	≤ 40 мА	≤ 500 мА (📖 глава 4.3.2)
Ток включения	≤ 500 мА, для $t \leq 2$ мс	≤ 250 мА, для $t \leq 2$ мс	≤ 1 А, для $t \leq 10$ мс, с задержкой (📖 глава 4.3.2)
Вспомогательная емкость (после защиты от неправильной полярности)	20 мкФ	10 мкФ	200 мкФ
Пиковый ток после тестового импульса OSSD (периодический)	≤ 500 мА, для $t \leq 300$ мкс	≤ 250 мА, для $t \leq 250$ мкс	≤ 4,3 мА (при 21,6 В) (📖 глава 4.3.2)

i Информация**Повышенное потребление тока в момент включения или после тестового импульса OSSD**

Безопасный метод отключения имеет вспомогательную электрическую емкость, поэтому потребление тока увеличивается во время включения и после тестового импульса OSSD. Функция «безопасная блокировка импульса» имеет ограничение по току, позволяющее минимизировать нагрузку на выход безопасности.

В отличие от нее источник питания 24 В имеет ограниченный ток включения, так как запуск является контролируемым процессом. После тестового импульса OSSD возникает значительный пиковый ток, который ограничивается только входным сопротивлением или сопротивлением источника. В связи с этим использование метода «отключение источника 24 В» имеет ограничения при наличии OSSD (📖 глава 4.3.2)

8.1.3 Выходы OSSD, тестовые импульсы

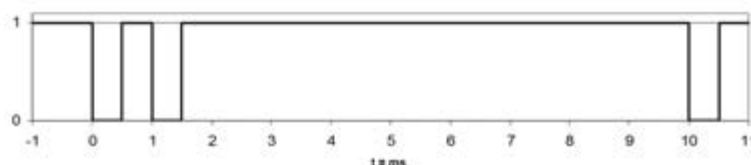
- $t_{off} \leq 0,5$ мс (ширина тестового импульса)

Максимальное время, на которое отключается выход устройства защитного отключения с целью проверки.

- $D \geq 90$ % (Duty, коэффициент включения)

Питающее напряжение подается в течение 90 % времени. Другими словами, для тестового импульса $t_{off} = 0,5$ мс питающее напряжение поддерживается не менее $t_{on} = 4,5$ мс.

- Допускается двойной импульс, если два импульса длиной не менее 1 мс следуют друг за другом и выполнено условие для D.

Допустимый тестовый импульс OSSD

При наличии импульса максимальной ширины порядок следующий:

- первый тестовый импульс с $t_{off} = 0,5$ мс,
- затем на 0,5 мс подается питающее напряжение,
- затем второй тестовый импульс с $t_{off} = 0,5$ мс,
- затем не менее чем на 8,5 мс подается питающее напряжение,

8.2 Категории безопасности

8.2.1 МЭК 60204-1:2005

(немецкая редакция EN 60204-1:2006)

Функция безопасной блокировки импульса отвечает категориям функций останова 0 и 1.

Управляемое торможение, выполняемое функцией останова категории 1, не может рассматриваться как связанное с безопасностью, если оно реализуется с помощью стандартных функций преобразователя частоты. Чтобы обеспечить безопасность, нужен переход к функции останова категории 0.

8.2.2 МЭК 61800-5-2:2007

(немецкая редакция EN 61800-5-2:2007)

При реализации безопасного метода отключения с помощью функции «безопасная блокировка импульса» возможно выполнение требований, предъявляемым к функциям «безопасное отключение крутящего момента» (STO) и «безопасный останов 1» (SS1).

Если используется функция SS1, преобразователь частоты не может обеспечивать надежное отслеживание задержки двигателя или частоты вращения. Если анализ рисков показал, что необходимо отслеживание состояния двигателя, предусмотреть внешнее безопасное управление. Реализации SS1, описанные в примерах, соответствуют методу «запуск торможения двигателя и запуск функции STO после определенной временной задержки» (по МЭК 61800-5-2:2007, раздел 4.2.2.3, параграф с). Задержка двигателя, реализованная с помощью стандартных функций преобразователя частоты, не может рассматриваться как функция, связанная с безопасностью. Чтобы обеспечить безопасность, нужен переход к функции STO.

8.2.3 МЭК 61508:2010

(немецкая редакция EN 61508:2010)

Преобразователи частоты, используемые для реализации функций безопасности STO и SS1 (обозначения согласно МЭК 61800-5-2:2007), соответствуют уровню полноты SIL 3, если они имеют безопасный метод отключения, отвечающий условиям, перечисленным в настоящем руководстве. Управляемое торможение, инициированное функцией останова SS1, не является полным с точки зрения безопасности (не имеет уровня полноты SIL).

(📖 глава 9.1 "Характеристики безопасной блокировки импульса")

(📖 глава 9.2 "Характеристики функции «отключение источника 24 В»")

8.2.4 ISO 13849-1:2015

(немецкая редакция EN ISO 13849-1:2016)

Преобразователи частоты, используемые для реализации функций безопасности STO и SS1 (обозначения согласно МЭК 61800-5-2:2007), отвечают уровню эффективности «PL e», если они имеют безопасный метод отключения, удовлетворяющий требованиям в настоящем руководстве. Возможно достижение категории безопасности 4.

(📖 глава 9.1 "Характеристики безопасной блокировки импульса")

(📖 глава 9.2 "Характеристики функции «отключение источника 24 В»")

Цифровые входы (DIN1 ... DIN4), которые являются вспомогательными при реализации безопасных функций останова, отвечают требованиям категории безопасности 1 и уровню эффективности «PL c».

(📖 глава 9.3 "Характеристики цифровых входов")



Информация

Оценка функции безопасности

Значения, перечисленные в разделе «Технические характеристики» (📖 глава 9 "Технические характеристики"), относятся только к указанным входам и безопасным методам отключения!

При оценке функций безопасности необходимо учитывать также дополнительные компоненты, необходимые для реализации функции безопасности, такие как устройства защитного отключения, кнопки аварийного останова и т.д., так как эти компоненты сильно влияют на характеристики и параметры, связанные с безопасностью.

9 Технические характеристики

Применяются технические характеристики из руководства к устройству (BU 0200).

Несмотря на вышеизложенное:

Функция	Спецификация
Максимальная высота монтажа над уровнем моря	≤ 2000 м

Дополнительно применяются следующие технические характеристики.

9.1 Характеристики безопасной блокировки импульса

Функция	Спецификация		
	Типоразмер 1 – 3	Типоразмер 4	
Входное напряжение	+ 24 В		
Допустимое отклонение напряжения	± 25 % (18 В ... 30 В)		
Эксплуатация с OSSD	- 20 % ... + 25 % (19,2 В ... 30 В)		
Потребление тока (среднее значение)	≤ 125 мА	≤ 40 мА	
Пиковое значение тока (Пиковое значение, при включении или от OSSD)	≤ 500 мА	≤ 250 мА	
Длина кабеля	≤ 100 м		
Емкость кабеля	≤ 20 нФ на каждый подключенный преобразователь частоты (≤ 4 нФ * t _{OSSD} / 0,1 мс (с t _{OSSD} макс. 0,5 мс))		
Задержка включения	≤ 200 мс		
Время отклика	≤ 300 мс (≤ 65 мс стандартно)		
Время цикла	≥ 1 с		
Требования к OSSD	Ширина тестового импульса	≤ 500 мкс	
	Duty (уровень high)	≥ 90 %	
	Промежуток между двойными импульсами	≥ 1 мс (учитывать коэффициент уровня нагрузки)	
Уровень полноты безопасности SIL (IEC 61508)	SIL 3		
Вероятность опасного отказа в час	PFH = 0	PFH = 0,0058 FIT = 5,8*10 ⁻¹² /ч	
Вероятность опасного отказа при запросе	PFD = 0	PFD = 5,23*10 ⁻⁵	
Доля неопасных отказов	SFF = 100 %	SFF > 99 %	
Категория безопасности (в соответствии с EN ISO 13849-1)	Категория 4		
Уровень эффективности защиты (в соответствии с EN 13849-1)	PL e		
Среднее время до отказа	MTTF _d = «высокий» (>100 лет)		
Диагностический охват (DC)	невозможно определить (PFH=0)	DC > 99 %	
Срок службы	TM = 20 лет		

9.2 Характеристики функции «отключение источника 24 В»

(относится только к SK 205E и SK 215E, типоразмеры 1 – 3)

Функция	Спецификация	
Входное напряжение	+ 24 В	
Допустимое отклонение напряжения	± 25 % (18 В ... 30 В)	
Эксплуатация с OSSD	- 10 % ... + 25 % (21,6 В ... 30 В)	
Потребление тока	≤ 500 мА (среднее значение) → от 200 мА до 800 мА, в зависимости от нагрузки преобразователя, наличия и использования входов, выходов и дополнительного оборудования.	
Пиковое значение тока (Пиковое значение, при включении или от OSSD)	≤ 1 А (пиковое значение при включении (после отключения ≥ 1 с)) $\leq 6,5$ А (пиковое значение, от OSSD)	
Длина кабеля	≤ 100 м	
Емкость кабеля	≤ 2 нФ * $t_{OSSD}/0,1$ мс на каждый подключенный преобразователь (с T_{OSSD} = ширина тестового импульса, не более 0,5 мс)	
Задержка включения	≤ 3 с	
Время отклика	≤ 200 мс (≤ 80 мс стандартно)	
Время цикла	≥ 4 с	
Требования к OSSD	Ширина тестового импульса	≤ 500 мкс
	Duty (уровень high)	≥ 90 %
	Промежуток между двойными импульсами	≥ 1 мс (учитывать коэффициент уровня нагрузки)
Уровень полноты безопасности SIL (IEC 61508)	SIL 3	
Вероятность опасного отказа в час	PFH = 0	
Вероятность опасного отказа при запросе	PFD = 0	
Доля неопасных отказов	SFF = 100 %	
Категория безопасности (в соответствии с EN ISO 13849-1)	Категория 4	
Уровень эффективности защиты (в соответствии с EN 13849-1)	PL e	
Среднее время до отказа	MTTF _d = «высокий» (>100 лет)	
Диагностический охват (DC)	невозможно определить (PFH=0)	
Срок службы	TM = 5 лет	

9.3 Характеристики цифровых входов

Функция	Спецификация	
Входное напряжение	+ 24 В	
Допустимое отклонение напряжения	+/- 37,5 % ... + 25 % (15 В ... 30 В)	
Уровень High (V_{T+})	15 В ... 30 В	
Уровень Low (V_{T-})	0 В ... 5 В	
Входное сопротивление	≈ 9,5 кΩ (для низкого уровня) ≈ 2,5 кΩ ... 3,5 кΩ (для высокого уровня)	
Входная емкость	DIN1, DIN4: 10 нФ DIN2, DIN3: 1,2 нФ	
Время сканирования	≤ 1 мс	
Время отклика	≤ 5 мс	
Требования к OSSD	Ширина тестового импульса	≤ 500 мкс
	Duty (уровень high)	≥ 90 %
	Промежуток между двойными импульсами	≥ 1 мс (учитывать коэффициент уровня нагрузки)
Уровень полноты безопасности SIL (IEC 61508)	Цифровые входы не имеют уровня полноты SIL!	
Вероятность опасного отказа в час	DIN1 и DIN4 PFH = 1005,62 FIT Для SK 2x0E типоразмеров 1 – 3 PFH = 948,31 FIT Для SK 2x0E типоразмера 4 PFH = 1030,75 FIT Для SK 2x5E типоразмеров 1 – 3	
	DIN2 и DIN3 PFH = 1005,62 FIT Для SK 2x0E типоразмеров 1 – 3 PFH = 939,52 FIT Для SK 2x0E типоразмера 4 PFH = 1030,76 FIT Для SK 2x5E типоразмеров 1 – 3	
Доля неопасных отказов	DIN1 и DIN4 SFF = 64,48 % Для SK 2x0E типоразмеров 1 – 3 SFF = 62,74 % Для SK 2x0E типоразмера 4 SFF = 65,58 % Для SK 2x5E типоразмеров 1 – 3	
	DIN2 и DIN3 SFF = 65,69 % Для SK 2x0E типоразмеров 1 – 3 SFF = 63,26 % Для SK 2x0E типоразмера 4 SFF = 66,69 % Для SK 2x5E типоразмеров 1 – 3	
Категория безопасности (в соответствии с EN ISO 13849-1)	Категория 1	
Уровень эффективности защиты (в соответствии с EN 13849-1)	PL c	
Среднее время до отказа	MTTF _d = «высокий» (>100 лет)	
Диагностический охват (DC)	нет DC	
Срок службы	TM = 20 лет	

10 Приложение

10.1 Указания по обслуживанию

Выполнять указания по техническому обслуживанию, приведенные в руководстве к устройству (BU 0200).

Инструкции по долговременному хранению, приведенные в руководстве к устройству, также относятся к функции безопасной блокировки импульса.

Поэтому на функцию безопасной блокировки импульса необходимо не реже **1 раза в год подавать напряжение 24 В DC** в течение **60 минут**, чтобы проверить функциональность и предотвратить отказ функции.

10.2 Указания по ремонту

Чтобы сократить время ремонта, просим при отправке устройства указывать причину отправки и хотя бы одно лицо, к которому можно будет обратиться в случае возникновения вопросов.

Неисправное изделие, подлежащее ремонту, просим отправлять по следующему адресу:

NORD Electronic DRIVESYSTEMS GmbH

Tjüchkampstraße 37

26606 Aurich



Информация

Вспомогательное оборудование сторонних производителей

Перед отправкой интерфейсных модулей и/или преобразователя частоты необходимо снять сетевой кабель, потенциометр, внешние индикаторы, а также любое другое оборудование, которое не было поставлено Getriebebau NORD GmbH & Co. KG. Компания NORD GmbH & Co. KG не несет ответственности за устройство, если оно было отправлено вместе с оборудованием сторонних производителей.



Информация

Сопроводительная накладная

Заполните сопроводительную накладную и отправьте ее вместе с неисправным изделием. Форму накладной можно загрузить на главной странице www.nord.com или по этой ссылке [сопроводительная накладная](#).

По вопросам, связанным с ремонтом, следует обращаться в компанию:

Getriebebau NORD GmbH & Co. KG

Тел. +49 (0) 45 32 / 289-2515

Факс +49 (0) 45 32 / 289-2555

10.3 Указания по техническому обслуживанию и вводу в эксплуатацию

В случае затруднений, возникающих, например, при вводе в эксплуатацию, просим обращаться в нашу техническую службу:

☎ +49 4532 289-2125

Наша техническая служба работает круглосуточно 7 дней в неделю. Чтобы мы могли вам помочь, просим предоставить следующую информацию об устройстве (например, преобразователе) и его оснащении (интерфейсы и т. д.):

- Маркировка модели
- Серийный номер
- Версия встроенного ПО.

10.4 Документы и программы

Документы и программы можно загрузить на нашем веб-сайте www.nord.com.

Применяемые и дополнительные документы

Документация	Содержание
BU 0200	Руководство к преобразователю частоты NORDAC <i>FLEX</i> SK 200E .. SK 235E
BU 0000	Руководство пользователя программы NORD CON
BU 0040	Руководство по работе с модулями параметризации NORD CON

Программное обеспечение

Программное обеспечение	Описание
NORD CON	Программа для параметризации и диагностики

10.5 Сертификаты

Сертификаты, относящиеся к функциональной безопасности, можно загрузить на нашем веб-сайте www.nord.com.

Сертификаты

Документация	Содержание
C330701	Сертификат на преобразователь частоты с безопасным методом отключения SK 2x0E (типоразмеры 1 - 3), на преобразователь NORDAC <i>Flex</i> SK 210E / SK 230E
C330702	Сертификат на преобразователь частоты с безопасным методом отключения SK 2x0E (типоразмер 4), на преобразователь NORDAC <i>Flex</i> SK 210E / SK 230E
C330703	Сертификат на преобразователь частоты с безопасным методом отключения SK 2x5E (типоразмеры 1 - 3), на преобразователь NORDAC <i>Flex</i> SK 210E / SK 230E

10.6 Сокращения

- **AS-i** AS-Interface
- **BW** Тормозной резистор
- **DIN** Цифровой вход
- **DOUT** Цифровой выход
- **ЭМС** Электромагнитная совместимость
- **ПЧ** Частотный преобразователь
- **GND** Земля
- **OSSD** Output Signal Switching Device (электронное устройство защитного отключения с выходами)
- **P** Параметры, зависящие от набора параметров, т. е. параметры, которые могут принимать разные функции или значения в зависимости от того, в каком из четырех наборов они используются.
- **S** Защищенный параметр, т. е. параметр, значение которого становится доступными только после ввода пароля в параметре **P003**.
- **SH** «Безопасный останов» (функциональная безопасность)
- **SS1** «Safe Stop 1», безопасный останов 1
- **STO** «Safe Torque Off», безопасное отключение крутящего момента
- **SW** Версия программного обеспечения и встроенной программы преобразователя частоты (эта информация доступна в параметре **P707**)

Предметный указатель

A		З	
AS-Interface.....	13	Защитные функции	
I		SS1.....	16
ISO 13849-1		безопасный останов1	16
2015	50	И	
O		Исключение отказа	24
OSSD.....	31, 47	Источник напряжения 24 В.....	32, 34, 36
S		OSSD	34
SS1.....	16	пример	36
ввод в эксплуатацию.....	38	К	
пример.....	20	Клеммы цепи управления	28
STO	15	Копирование EEPROM (P550)	44
ввод в эксплуатацию.....	38	M	
пример.....	17	механический тормоз.....	15
A		МЭК 60204-1	
Авт. сброс ошибки (P506).....	44	2005.....	49
Автоматический пуск (P428)	42	МЭК 61508	
Б		2010.....	49
Безопасная блокировка импульса	31	МЭК 61800-5-2	
пример.....	32	2007.....	49
устройство переключения с выходным		O	
сигналом (OSSD).....	31	Отключение источника питания 24 В	13
Безопасный метод отключения		Отправка изготовителю	55
безопасная блокировка импульса	31	П	
отключение источника 24 В.....	32	Параметры.....	41
Блокировка запуска	22	Потеря параметра.....	45
В		Пример	32
Ввод в эксплуатацию.....	37	SS1.....	20
SS1	38	STO	17
STO.....	38	Программное обеспечение	56
Верификация.....	40	Р	
Время быстрого останова (P426).....	42	Ремонт.....	55
Время торможения постоянным током		С	
(P559).....	44	Сертификаты	56
Д		Сообщения	
Документы		Ошибка	45
применяемые.....	56		

Рабочее состояние	45	У	
Сопроводительная накладная.....	55	управляемое торможение	16
Стандарт		Устройства защитного отключения	47
ISO 13849-1		Ф	
2015.....	50	Функции защиты	
МЭК 60204-1		СТО	15
2005.....	49	Безопасное отключение крутящего	
МЭК 61508		момента	15
2010.....	49	Функции цифрового выхода (P434)	43
МЭК 61800-5-2		Функция выходных битов шины IO (P481)	43
2007.....	49	Ц	
Сфера применения.....	4	Цифровые входы	14
Т		Цифровые входы (P420).....	42
Технические характеристики	51	Э	
		ЭМС	31, 36

NORD DRIVESYSTEMS Group

Headquarters and Technology Centre
in Bargteheide, close to Hamburg

Innovative drive solutions
for more than 100 branches of industry

Mechanical products
parallel shaft, helical gear, bevel gear and worm gear units

Electrical products
IE2/IE3/IE4 motors

Electronic products
centralised and decentralised frequency inverters,
motor starters and field distribution systems

7 state-of-the-art production plants
for all drive components

Subsidiaries and sales partners
in 89 countries on 5 continents
provide local stocks, assembly, production,
technical support and customer service

More than 3,300 employees throughout the world
create customer oriented solutions

www.nord.com/locator

Headquarters:

Getriebebau NORD GmbH & Co. KG
Getriebebau-Nord-Straße 1
22941 Bargteheide, Germany
T: +49 (0) 4532 / 289-0
F: +49 (0) 4532 / 289-22 53
info@nord.com, www.nord.com

Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group

