



# Инструкции по эксплуатации Safe Torque Off

Преобразователи частоты VLT®





## Оглавление

|                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Введение</b>                                                                                        | <b>2</b>  |
| 1.1 Цель данного руководства                                                                             | 2         |
| 1.2 Дополнительные ресурсы                                                                               | 2         |
| 1.3 Общие сведения о функциях                                                                            | 2         |
| 1.4 Разрешения и сертификаты                                                                             | 3         |
| 1.5 Символы, сокращения и условные обозначения                                                           | 3         |
| <b>2 Техника безопасности</b>                                                                            | <b>4</b>  |
| 2.1 Символы безопасности                                                                                 | 4         |
| 2.2 Квалифицированный персонал                                                                           | 4         |
| 2.3 Меры предосторожности                                                                                | 4         |
| <b>3 Монтаж</b>                                                                                          | <b>7</b>  |
| 3.1 Инструкции по технике безопасности                                                                   | 7         |
| 3.2 Установка функции STO                                                                                | 7         |
| 3.3 Установка в сочетании с платой VLT® PTC Thermistor Card MCB 112                                      | 8         |
| <b>4 Ввод в эксплуатацию</b>                                                                             | <b>10</b> |
| 4.1 Инструкции по технике безопасности                                                                   | 10        |
| 4.2 Активация STO                                                                                        | 10        |
| 4.3 Настройки параметров для STO при использовании в сочетании с платой VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 | 10        |
| 4.4 Работа в режимах автоматического/ручного перезапуска                                                 | 10        |
| 4.5 Испытания при вводе в эксплуатацию функции STO                                                       | 11        |
| 4.6 Безопасность при настройке системы                                                                   | 12        |
| 4.7 Ремонт и техническое обслуживание                                                                    | 12        |
| <b>5 Технические характеристики STO</b>                                                                  | <b>13</b> |
| <b>Алфавитный указатель</b>                                                                              | <b>15</b> |

# 1 Введение

## 1.1 Цель данного руководства

Это руководство содержит сведения по использованию преобразователей частоты Danfoss VLT® в применениях, требующих обеспечения функциональной безопасности. В руководстве содержатся сведения о стандартах функциональной безопасности, функции Safe Torque Off (STO, безопасное отключение крутящего момента) преобразователей частоты Danfoss VLT®, а также сопутствующие сведения о монтаже, вводе в эксплуатацию, ремонту и техническому обслуживанию STO.

VLT® является зарегистрированным товарным знаком.

## 1.2 Дополнительные ресурсы

Данное руководство ориентировано на пользователей, уже знакомых с преобразователями частоты VLT®, и предназначено для использования в качестве дополнения к руководствам и инструкциям, доступным для загрузки на сайте [vlt-drives.danfoss.com/Support/Technical-Documentation/](http://vlt-drives.danfoss.com/Support/Technical-Documentation/). Перед установкой данного устройства внимательно ознакомьтесь с инструкциями, поставляемыми с преобразователем частоты и/или дополнительным устройством преобразователя частоты, и следуйте указаниям по безопасной установке.

## 1.3 Общие сведения о функциях

### 1.3.1 Введение

Функция Safe Torque Off (STO) является компонентом системы управления эксплуатационной безопасностью. STO предотвращает генерирование устройством напряжения, требуемого для вращения двигателя.

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Для достижения требуемого уровня эксплуатационной безопасности необходимо правильно выбрать и применить компоненты в системе управления безопасностью. Перед встраиванием и использованием в установке функции STO выполните тщательный анализ возможных рисков, чтобы определить, являются ли использование функции STO и уровни безопасности подходящими и обоснованными.

Преобразователи частоты VLT® могут поставляться:

- с функцией Safe Torque Off (STO), как определено в EN IEC 61800-5-2
- с функцией Останов категории 0, как определено в EN 60204-1

Функция STO в преобразователе частоты реализуется через клемму управления 37.

Преобразователь частоты VLT® с функцией STO разработан и одобрен для применения в соответствии со следующими требованиями:

- Категория 3 в EN ISO 13849-1
- Уровень производительности «d» в EN ISO 13849-1
- SIL 2 в IEC 61508 и EN 61800-5-2
- SILCL 2 в EN 62061

### 1.3.2 Продукты, для которых доступна функция, и их идентификация

Функция STO доступна для следующих типов преобразователей частоты:

- VLT® HVAC Drive FC 102
- VLT® Refrigeration Drive FC 103
- VLT® AQUA Drive FC 202
- VLT® AutomationDrive FC 301, размер корпуса A1
- VLT® AutomationDrive FC 302

#### Идентификация

- Чтобы убедиться, что преобразователь частоты сконфигурирован для работы с функцией STO, посмотрите код типа, указанный на паспортной табличке (см. Таблица 1.1).

| Продукт                                        | Код типа                          |
|------------------------------------------------|-----------------------------------|
| VLT® HVAC Drive FC 102                         | Т или U в разряде 17 кода типа    |
| VLT® Refrigeration Drive FC 103                | Т в разряде 17 кода типа          |
| VLT® AQUA Drive FC 202                         | Т или U в разряде 17 кода типа    |
| VLT® AutomationDrive FC 301, размер корпуса A1 | Т в разряде 17 кода типа          |
| VLT® AutomationDrive FC 302                    | Х, В или R в разряде 17 кода типа |

Таблица 1.1 Идентификация по коду типа

## 1.4 Разрешения и сертификаты



Имеются и другие разрешения и сертификаты. Обратитесь к партнеру Danfoss в вашем регионе.

### Применимые стандарты и соответствие им

Использование функции STO на клемме 37 требует от пользователя соблюдения всех мер безопасности, включая соблюдение соответствующих законов, норм, правил и рекомендаций.

Встроенная функция STO соответствует следующим стандартам.

- EN 60204-1: 2006, категория останова 0 — неуправляемый останов
- IEC/EN 61508: 2010 SIL2
- IEC/EN 61800-5-2: 2007
- IEC/EN 62061: 2005 SIL CL2
- EN ISO 13849-1: 2008, категория 3 PL d

## 1.5 Символы, сокращения и условные обозначения

| Сокращение | Источник                     | Описание                                                                                                                                                                                                         |
|------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Кат.       | EN ISO 13849-1               | Категория, уровень «B, 1–4»                                                                                                                                                                                      |
| DC         |                              | Диагностическое покрытие (англ. diagnostic coverage)                                                                                                                                                             |
| FIT        |                              | Отказов за единицу времени: 1E-9/ч                                                                                                                                                                               |
| HFT        | EN IEC 61508                 | Устойчивость к сбоям аппаратного обеспечения: HFT = n означает, что сбои n+1 могут вызвать потерю функции безопасности                                                                                           |
| MTTFd      | EN ISO 13849-1               | Среднее время до опасного сбоя. Ед. изм.: лет                                                                                                                                                                    |
| PFH        | EN IEC 61508                 | Вероятность опасных сбоев в час. Учтите это значение, если устройство безопасности эксплуатируется интенсивно или постоянно и обращения к отвечающей за безопасность системе поступают чаще, чем один раз в год. |
| PFD        | EN IEC 61508                 | Средняя вероятность отказа в момент потребности, значение используется для режимов низкой загрузки.                                                                                                              |
| PL         | EN ISO 13849-1               | Дискретный уровень, используемый для описания способности связанных с безопасностью компонентов систем управления выполнять функцию безопасности при прогнозируемых условиях. Уровни a–e                         |
| SIL        | EN IEC 61508<br>EN IEC 62061 | Уровень полноты безопасности                                                                                                                                                                                     |
| STO        | EN IEC 61800-5-2             | Safe Torque Off                                                                                                                                                                                                  |
| SS1        | EN IEC 61800-5-2             | Безопасный останов 1                                                                                                                                                                                             |
| SRECS      | EN IEC 62061                 | Электрическая система управления, связанная с безопасностью                                                                                                                                                      |
| SRP/CS     | EN ISO 13849-1               | Компоненты систем управления, связанные с безопасностью                                                                                                                                                          |
| PDS/SR     | EN IEC 61800-5-2             | Система силового привода (связанная с безопасностью)                                                                                                                                                             |

Таблица 1.2 Сокращения, относящиеся к функциональной безопасности

### Условные обозначения

Нумерованные списки обозначают процедуры.

Маркированные списки указывают на другую информацию и описания иллюстраций.

Текст, выделенный курсивом, обозначает:

- перекрестную ссылку;
- ссылку;
- наименование параметра.

# 2

## 2 Техника безопасности

### 2.1 Символы безопасности

В этом руководстве используются следующие символы:

#### **⚠ВНИМАНИЕ!**

Указывает на потенциально опасную ситуацию, при которой существует риск летального исхода или серьезных травм.

#### **⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Указывает на потенциально опасную ситуацию, при которой существует риск получения незначительных травм или травм средней тяжести. Также может использоваться для обозначения потенциально небезопасных действий.

#### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Указывает на важную информацию, в том числе о такой ситуации, которая может привести к повреждению оборудования или другой собственности.

### 2.2 Квалифицированный персонал

Сборка, установка, программирование, ввод в эксплуатацию, техническое обслуживание и вывод из эксплуатации должны выполняться только персоналом, обладающим соответствующей квалификацией и опытом. Под квалифицированным персоналом подразумеваются:

- квалифицированные инженеры-электрики или лица, проинструктированные квалифицированными инженерами-электриками и имеющие опыт управления устройствами, системами, установками и оборудованием в соответствии с общими стандартами и рекомендациями техники безопасности,
- хорошо знающие основные нормы и правила техники безопасности, относящиеся к предупреждению несчастных случаев,
- ознакомившиеся с инструкциями по технике безопасности, приведенными в данном руководстве, а также в инструкциях по эксплуатации преобразователя частоты,
- хорошо знающие общие и специальные стандарты, относящиеся к тем или иным применениям.

Пользователи систем силового привода, связанных с безопасностью (PDS (SR)) отвечают за:

- анализ опасностей и рисков конкретного применения;
- определение необходимых функций обеспечения безопасности и назначение каждой из функций соответствующих уровней SIL или PLr;
- другие подсистемы и действительность сигналов и команд для них;
- разработку систем управления обеспечением безопасности (аппаратное и программное обеспечение, параметризация и т. д.).

#### Защитные меры

- Установка и ввод в эксплуатацию инженерных систем безопасности должны выполняться квалифицированным и опытным персоналом.
- Установка преобразователя частоты должна осуществляться в шкафах IP54 в соответствии с IEC 60529 или в эквивалентных условиях. Для некоторых специальных применений требуется более высокая степень защиты IP.
- Обеспечьте защиту от короткого замыкания кабеля между дополнительным устройством безопасности и внешним устройством безопасности в соответствии с таблицей D.4 стандарта ISO 13849-2. Если на ось двигателя воздействуют какие-либо внешние силы (например, нагрузки от подвешенного груза), для предотвращения рисков следует использовать дополнительное защитное оборудование (например, предохранительный удерживающий тормоз).

### 2.3 Меры предосторожности

Общие меры предосторожности см. в главе *Техника безопасности в инструкциях по эксплуатации* соответствующего оборудования.

#### **⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

После выполнения монтажа STO проведите эксплуатационные испытания, указанные в *глава 4.5 Испытания при вводе в эксплуатацию функции STO*. Успешное прохождение эксплуатационных испытаний обязательно после первого монтажа и после каждого изменения системы обеспечения безопасности.

## ⚠ВНИМАНИЕ!

### РИСК ЛЕТАЛЬНОГО ИСХОДА И СЕРЬЕЗНЫХ ТРАВМ

Когда на вертикальную ось двигателя воздействуют какие-либо внешние силы (например, нагрузки от подвешенного груза), в результате чего нежелательное движение, создаваемое, например, силой тяжести, может привести к опасности падения, двигатель должен быть оснащен дополнительным защитным оборудованием для предотвращения падения. Например, следует установить дополнительные механические тормоза.

## ⚠ВНИМАНИЕ!

### РИСК ЛЕТАЛЬНОГО ИСХОДА И СЕРЬЕЗНЫХ ТРАВМ

Функция STO (то есть отключение напряжения +24 В на клемме 37) не обеспечивает электрической безопасности. Функция STO сама по себе не является достаточной для осуществления аварийного выключения в соответствии со стандартом EN 60204-1. Аварийное выключение требует мер по электрической изоляции, например, путем отключения от сети через дополнительный контактор.

## ⚠ВНИМАНИЕ!

### ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Функция STO НЕ ОТКЛЮЧАЕТ сетевое напряжение от преобразователя частоты или от вспомогательных контуров. Работы с электрической частью преобразователя частоты или двигателя можно проводить только после отключения сетевого питания и после истечения периода, указанного в разделе *Техника безопасности* в соответствующих инструкциях по эксплуатации. Несоблюдение требования к отключению сетевого питания от устройства и соответствующего периода ожидания может привести к летальному исходу или получению серьезных травм.

- Не используйте функцию STO для останова преобразователя частоты. Если работа преобразователя частоты прекращается с использованием данной функции, устройство будет отключено и остановится с выбегом. Если это недопустимо (например, создает опасность), преобразователь частоты и оборудование перед использованием функции STO следует остановить с применением соответствующего режима остановки. В зависимости от применения может

потребоваться использование механического тормоза.

- Функция STO подходит только для выполнения механических работ в системе преобразователя частоты или в соответствующих зонах машины. Данная функция не обеспечивает электробезопасности. Запрещается использовать функцию STO для управления запуском/остановом преобразователя частоты.

## ⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Автоматический перезапуск допускается в одной из двух ситуаций:

- Предотвращение непредусмотренного перезапуска реализуется другими частями установки с STO.
- Нахождение людей в опасной зоне физически исключено в случае, когда функция STO не активирована. В частности, необходимо соблюдать требования параграфа 6.3.3.2.5 стандарта ISO 12100: 2010.

## ⚠ВНИМАНИЕ!

### РИСК ЛЕТАЛЬНОГО ИСХОДА И СЕРЬЕЗНЫХ ТРАВМ

Функция STO может использоваться с асинхронными и синхронными двигателями, а также с двигателями с постоянными магнитами. В силовых полупроводниковых приборах преобразователя частоты может возникнуть 2 отказа. При использовании синхронных двигателей, а также двигателей с постоянными магнитами, эти отказы могут привести к «остаточному» вращению. Угол поворота вала можно рассчитать как 360/(число полюсов). Это следует учитывать в системах с синхронными двигателями и двигателями с постоянными магнитами; необходимо принять меры, исключающие влияние остаточного вращения на безопасность. Такая ситуация невозможна с асинхронными двигателями.

2

# **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Выполните анализ рисков для каждой функции останова и определите категорию останова в соответствии с EN 60204-1:

- Останов категории 0 достигается путем немедленного отключения питания редукторного электропривода, что приводит к неуправляемому останову выбегом. Функция STO в соответствии EN 61800-5-2 осуществляет останов категории 0.
- Останов категории 1 реализуется при подключенном электропитании на редукторных электроприводах. Когда останов осуществляется в соответствии с безопасным остановом 1 (SS1) стандарта EN 61800-5-2, электропитание редукторных электроприводов отключается.
- Останов категории 2 представляет собой контролируемый останов без отключения электропитания редукторных электроприводов. После останова происходит удержание вала без отключения питания.

# **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Для применений с использованием машинного оборудования при разработке способа реализации останова выбегом (категория останова 0 или STO) должны учитываться время и расстояние. Более подробные сведения о категориях останова см. в EN 60204-1.

## 3 Монтаж

### 3.1 Инструкции по технике безопасности

#### **⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

За правильное заземление и соответствие всем применимым государственным и местным нормам электрической безопасности отвечает оператор или монтажник электрооборудования.

См. глава 2 Техника безопасности инструкции по эксплуатации соответствующего преобразователя частоты. Кроме того, всегда соблюдайте инструкции, предоставляемые изготовителем двигателя.

### 3.2 Установка функции STO

При подключении двигателя, сети переменного тока и управляющей проводки следуйте инструкциям по монтажу в соответствии с нормами безопасности в инструкциях по эксплуатации преобразователя частоты.

Сведения о монтаже совместно с взрывобезопасной платой термистора VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 см. в глава 3.3 Установка в сочетании с платой VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

Включение интегрированной функции STO выполняется следующим образом.

1. Снимите перемычку между клеммами управления 37 и 12 либо 13. Разрезать или разорвать перемычку недостаточно, это не сможет защитить от короткого замыкания. (См. перемычку на Рисунок 3.1.)

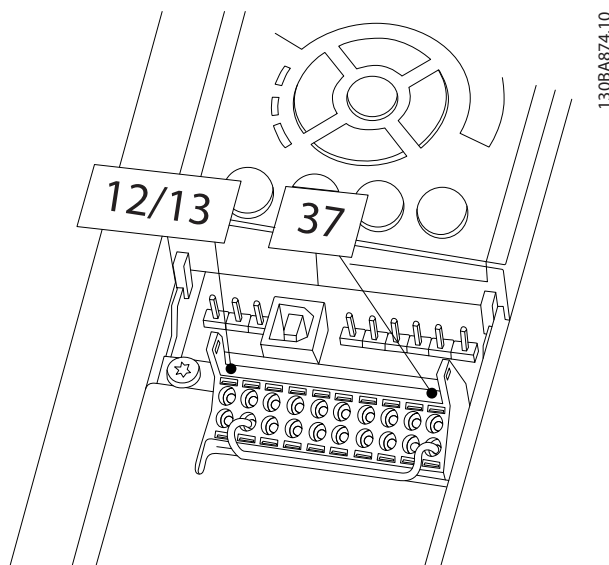
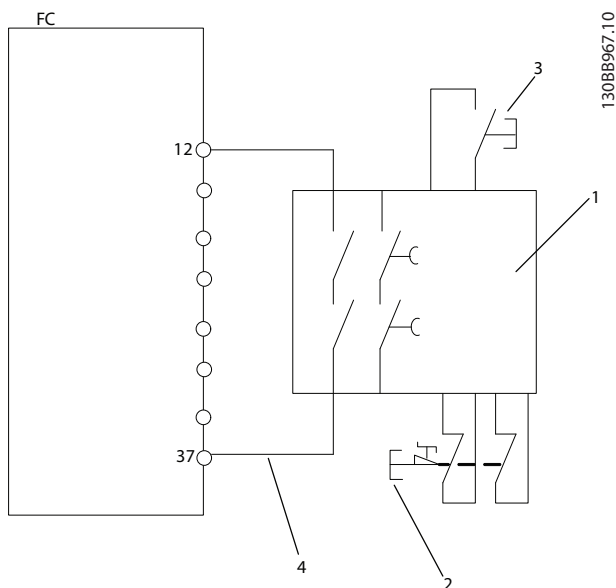


Рисунок 3.1 Перемычка между клеммой 12/13 (24 В) и клеммой 37

2. Подключите внешнее реле мониторинга безопасности через нормально разомкнутую функцию безопасности к клемме 37 (функция STO) и к одной из клемм — 12 либо 13 (24 В пост. тока). Следуйте указаниям инструкций по монтажу реле мониторинга безопасности и убедитесь, что оно соответствует требованиям категории 3 /PL «d» (ISO 13849-1) или SIL 2 (EN 62061 и IEC 61508).



|   |                                                                                                                                                                   |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Реле безопасности (катег. 3, PL d или SIL2)                                                                                                                       |
| 2 | Кнопка аварийного останова                                                                                                                                        |
| 3 | Кнопка сброса                                                                                                                                                     |
| 4 | Кабель с защитой от короткого замыкания (если не проложен внутри установочного шкафа IP54).<br>Дополнительную информацию см. в таблице D.4 стандарта ISO 13849-2. |

Рисунок 3.2 Монтаж для осуществления останова категории 0 (EN 60204-1) с категорией безопасности 3/PL «d» (ISO 13849-1) или SIL 2 (EN 62061 и IEC 61508).

3. Подключите провода в соответствии с указаниями Инструкций по эксплуатации преобразователя частоты.

### 3.3 Установка в сочетании с платой VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

#### УВЕДОМЛЕНИЕ

Сочетание платы термистора VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 и функции STO встречается только в VLT® HVAC Drive FC 102, VLT® AutomationDrive FC 302 и VLT® AutomationDrive FC 301 с размером корпуса A1.

Плата термистора VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 использует клемму 37 в качестве канала защитного выключения.

- Убедитесь, что выход X44/12 термистора MCB 112 связан по схеме «И» с датчиком обеспечения безопасности (например, кнопкой аварийного останова, защитным выключателем и т. п.), активизирующим STO. При этом выходной сигнал на клемму 37 функции STO имеет **ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ** (24 В) только в том случае, если и выходной сигнал от MCB 112 на клемме X44/12, и сигнал от датчика обеспечения безопасности имеют **ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ**. Если хотя бы один из этих двух сигналов имеет **НИЗКИЙ УРОВЕНЬ**, выходной сигнал на клемму 37 также будет **НИЗКОУРОВНЕВЫМ**.
- Убедитесь, что устройство безопасности с логикой типа «И» соответствует требуемому уровню безопасности.
- Обеспечьте защиту от короткого замыкания для соединения между выходом устройства безопасности с логической схемой «И» и клеммой 37 функции STO, см. Рисунок 3.3.

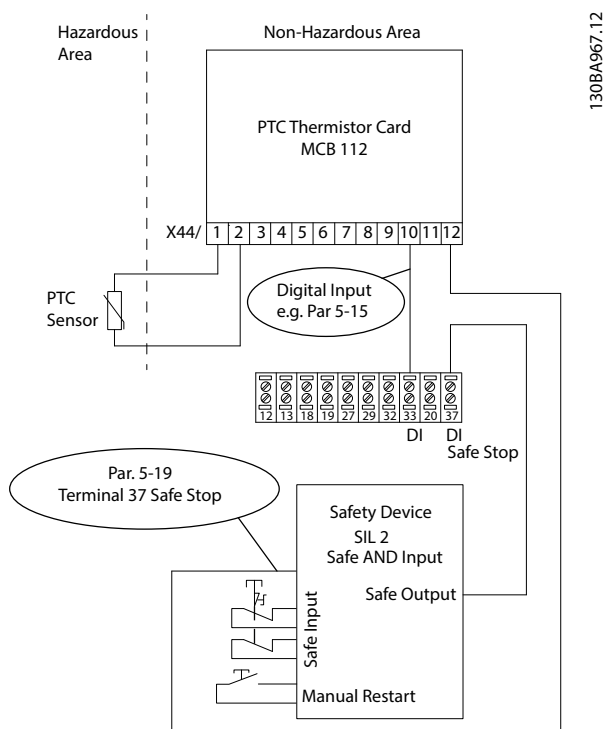


Рисунок 3.3 Совместное использование STO и MCB 112

На Рисунок 3.3 представлен вход перезапуска для внешнего устройства безопасности. Это означает, что в этой установке для параметра *параметр 5-19 Клемма 37, безопасный останов* может быть установлено значение [7] PTC 1 и реле W или [8] PTC 1 и реле A/W. Подробнее см. *Инструкциях по эксплуатации VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.

## 4 Ввод в эксплуатацию

### 4.1 Инструкции по технике безопасности

#### **⚠️ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

За правильное заземление и соответствие всем применимым государственным и местным нормам электрической безопасности отвечает оператор или монтажник электрооборудования.

См. глава 2 Техника безопасности инструкции по эксплуатации соответствующего преобразователя частоты. Кроме того, всегда соблюдайте инструкции, предоставляемые изготовителем двигателя.

### 4.2 Активация STO

Функция STO активируется путем снятия напряжения с клеммы 37 преобразователя частоты. При подключении преобразователя частоты к внешним устройствам безопасности, имеющим реле, можно обеспечить в установке безопасный останов 1. Внешние устройства безопасности при подключении к клемме 37 должны соответствовать категории или уровню Cat./PL или SIL. Функция STO может использоваться с асинхронными и синхронными двигателями, а также с двигателями с постоянными магнитами.

Если функция STO активирована (на клемме T37), преобразователь частоты подает аварийный сигнал, затем выполняется отключение устройства и двигатель останавливается с выбегом. Потребуется произвести перезапуск вручную. Функцию STO можно использовать для аварийной остановки преобразователя частоты. В нормальном режиме работы, когда STO не требуется, следует использовать функцию обычного останова. Убедитесь, что при использовании функции автоматического перезапуска соблюдаются требования, указанные в стандарте ISO 12100, параграф 6.3.3.2.5.

### 4.3 Настройки параметров для STO при использовании в сочетании с платой VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Если подключена плата MCB 112, становятся доступными для выбора дополнительные значения параметра *параметр 5-19 Клемма 37, безопасный останов* (с [4] Ав. сигн. PTC 1 по [9] PTC 1 и Relay W/A).

- Значения [1]\* *Авар. сигн. безоп. ост.* и [3] *Предупр. о безоп. ост.* также остаются доступными, но должны использоваться только для установок без MCB 112 или внешних устройств безопасности.

Если выбрано значение [1]\* *Авар. сигн. безоп. ост.* или [3] *Предупр. о безоп. ост.* и происходит срабатывание MCB 112, преобразователь частоты реагирует подачей аварийного сигнала 72, *Опасный отказ* и останавливает двигатель выбегом безопасно, без автоматического перезапуска.

- Значения [4] *Ав. сигн. PTC 1* и [5] *PTC 1 Предупр.* нельзя выбирать, когда используется внешнее устройство безопасности. Эти значения выбираются, только когда MCB 112 использует функцию STO.  
Если выбрано значение [4] *Ав. сигн. PTC 1* или [5] *PTC 1 Предупр.* и внешнее устройство безопасности вызывает срабатывание STO, преобразователь частоты подает аварийный сигнал 72, *Опасный отказ* и останавливает двигатель выбегом безопасно, без автоматического перезапуска.
- Значения с [6] *PTC 1 и реле A* по [9] *PTC 1 и Relay W/A* используются в сочетании с внешним устройством безопасности и MCB 112.

#### **⚠️ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Когда внешнее устройство безопасности деактивировано, с помощью указанных значений можно использовать автоматический перезапуск.

Прежде чем выбирать значения [7] *PTC 1 и реле W* или [8] *PTC 1 и реле A/W*, убедитесь, что:

- Предотвращение непредусмотренного перезапуска реализуется другими частями установки с STO или
- Нахождение людей в опасной зоне физически исключено в случае, когда функция STO не активирована. В частности, необходимо соблюдать требования параграфа 6.3.3.2.5 стандарта ISO 12100:2010.

Подробнее см. *Инструкции по эксплуатации VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.

### 4.4 Работа в режимах автоматического/ручного перезапуска

По умолчанию для функции STO устанавливается режим предотвращения непредусмотренного перезапуска. Чтобы отключить STO и возобновить нормальную работу:

1. заново подайте 24 В пост. тока на клемму 37;
2. подайте сигнал сброса (по шине, через цифровые входы/выходы или с помощью кнопки [Reset] (Сброс)).

Чтобы установить для функции STO режим автоматического перезапуска, нужно сменить для параметр 5-19 Клемма 37, безопасный останов установленное по умолчанию значение [1]\* Авар. сигн. безоп. ост. на значение [3] Предупр. о безоп. ост. Автоматический перезапуск означает, что когда на клемму 37 подается напряжение 24 В пост. тока, действие STO завершается и возобновляется обычная работа. Сигнал сброса не требуется.

#### 4.5 Испытания при вводе в эксплуатацию функции STO

После выполнения монтажа, перед началом работы, проведите эксплуатационные испытания установки с использованием функции STO. Проводите испытания снова после каждого изменения установки или системы, затрагивающего функцию STO.

#### УВЕДОМЛЕНИЕ

Успешное прохождение эксплуатационных испытаний функции STO требуется как после первоначального монтажа, так и после каждого последующего изменения установки.

При выполнении эксплуатационных испытаний:

- для применений без автоматического перезапуска после безопасного останова — следуйте инструкциям раздела глава 4.5.1 Предотвращение перезапуска для применений, использующих STO или
- для применений с автоматическим перезапуском после безопасного останова — следуйте инструкциям раздела глава 4.5.2 Автоматический перезапуск системы с STO.

##### 4.5.1 Предотвращение перезапуска для применений, использующих STO

Применение, в котором для параметра параметр 5-19 Клемма 37, безопасный останов установлено значение по умолчанию [1]\* Авар. сигн. безоп. ост., либо используется сочетание STO и MCB 112, где для параметра параметр 5-19 Клемма 37, безопасный останов установлено значение [6] PTC 1 и реле A или [9] PTC 1 и Relay W/A:

1. Отключите источник питания 24 В пост. тока от клеммы 37 с помощью устройства прерывания,

когда двигатель приводится в действие преобразователем частоты (т. е. питание от сети не отключено).

2. Убедитесь, что:
  - 2a двигатель останавливается выбегом;
  - 2b механический тормоз активируется (если подключен);
  - 2c если установлена панель местного управления (LCP), на ней отображается аварийный сигнал 68, Безоп.останов.
3. Заново подайте 24 В пост. тока на клемму 37.
4. Убедитесь, что двигатель остается в состоянии выбега и механический тормоз (если подключен) остается включенным.
5. Подайте сигнал сброса (по шине, через цифровые входы/выходы или с помощью кнопки [Reset] (Сброс)).
6. Убедитесь, что двигатель снова переходит в рабочий режим.

Эксплуатационное испытание считается успешно пройденным, если успешно пройдены все перечисленные шаги.

##### 4.5.2 Автоматический перезапуск системы с STO

Применение, в котором для параметра параметр 5-19 Клемма 37, безопасный останов установлено значение [3] Предупр. о безоп. ост., либо используется сочетание Safe Torque Off и MCB 112, где для параметра параметр 5-19 Клемма 37, безопасный останов установлено значение [7] PTC 1 и реле W или [8] PTC 1 и реле A/W:

1. Отключите источник питания 24 В пост. тока от клеммы 37 с помощью устройства прерывания, когда двигатель приводится в действие преобразователем частоты (т. е. питание от сети не отключено).
2. Убедитесь, что:
  - 2a двигатель останавливается выбегом;
  - 2b механический тормоз активируется (если подключен);
  - 2c если установлена панель местного управления (LCP), на ней отображается предупреждение 68, Безоп.останов.
3. Заново подайте 24 В пост. тока на клемму 37.
4. Убедитесь, что двигатель снова переходит в рабочий режим.

Эксплуатационное испытание считается успешно пройденным, если успешно пройдены все перечисленные шаги.

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

См. предупреждение о перезапуске в *глава 2.3 Меры предосторожности*.

#### 4.6 Безопасность при настройке системы

- За меры по обеспечению безопасности отвечает пользователь.
- Параметры преобразователя частоты могут быть защищены паролем.

#### 4.7 Ремонт и техническое обслуживание

Для PL d или SIL2 проведение функциональных испытаний каждые 12 месяцев в целях обнаружения любых сбоев или неисправностей функции STO обязательно, для более низких уровней PL или SIL — рекомендуется.

Для выполнения функционального испытания выполните следующие действия (или используйте аналогичный метод, пригодный для применения):

1. Отсоедините источник питания 24 В пост. тока от клемм 37.
2. Проверьте, отображается ли на LCP *аварийный сигнал 68, Безоп. останов*.
3. Проверьте, выполняет ли преобразователь частоты отключение.
4. Проверьте, останавливается ли двигатель выбегом до полного останова.
5. Убедитесь, что двигатель не может быть запущен.
6. Снова подключите источник напряжения 24 В пост. тока к клемме 37.
7. Убедитесь, что двигатель не перезапускается автоматически, а только путем подачи сигнала сброса (по шине, через цифровой вход/выход или посредством кнопки [Reset] (Сброс).

## 5 Технические характеристики STO

### УВЕДОМЛЕНИЕ

Технические характеристики преобразователей частоты и сведения об условиях их эксплуатации см. в инструкциях по эксплуатации соответствующих преобразователей частоты.

### УВЕДОМЛЕНИЕ

Подача сигналов STO должна осуществляться в соответствии с SELV или PELV.

|                             |                                                              |                                          |                                                            |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Европейские директивы       | Директива о машинном оборудовании<br>(2006/42/EC)            | EN ISO 13849-1                           |                                                            |
|                             |                                                              | EN IEC 62061                             |                                                            |
|                             |                                                              | EN IEC 61800-5-2                         |                                                            |
|                             | Директива по электромагнитной совместимости<br>(2004/108/EC) | EN 50011                                 |                                                            |
|                             |                                                              | EN 61000-6-3                             |                                                            |
|                             | Низковольтное оборудование<br>(2006/95/EC)                   | EN 61800-3                               |                                                            |
| EN 50178                    |                                                              |                                          |                                                            |
| Стандарты безопасности      | Безопасность оборудования                                    | EN 61800-5-1                             |                                                            |
|                             | Функциональная безопасность                                  | EN ISO 13849-1, IEC 62061, IEC 60204-1   |                                                            |
| Функция защиты              |                                                              | IEC 61508 с -1 по -7, IEC 61800-5-2      |                                                            |
|                             |                                                              | IEC 61800-5-2                            | IEC 60204-1                                                |
|                             |                                                              | Safe Torque Off (STO)                    | Останов категории 0                                        |
| Характеристики безопасности | ISO 13849-1                                                  |                                          |                                                            |
|                             | Категория                                                    | Кат. 3                                   |                                                            |
|                             | Диагностическое покрытие                                     | DC: 90 % (средний показатель)            |                                                            |
|                             | Среднее время до опасного сбоя                               | MTTFd: 14 000 лет (высокий показатель)   |                                                            |
|                             | Уровень производительности                                   | PL d                                     |                                                            |
|                             | IEC 61508/IEC 62061                                          |                                          |                                                            |
|                             | Уровень полноты безопасности                                 | SIL 2, SIL CL2                           |                                                            |
|                             | Вероятность опасного отказа в час                            | PFH: 1E-10/ч<br>(интенсивный режим)      |                                                            |
|                             | Вероятность опасного отказа в момент потребности             | PFD: 1E-10<br>(режим низкой потребности) |                                                            |
|                             | Устойчивость к сбоям аппаратного обеспечения                 | HFT: 0 (1oo1)                            |                                                            |
|                             | Интервал между проверочными испытаниями T1                   | 20 лет                                   |                                                            |
|                             | Срок службы ТМ                                               | 20 лет                                   |                                                            |
|                             | Время реакции                                                | Время отклика с входа на выход           | Максимум 20 мс, 60 мс для специальных версий <sup>1)</sup> |

Таблица 5.1 Технические характеристики

1) Приводы высокой мощности VLT® HVAC Drive, VLT® AQUA Drive и VLT® AutomationDrive с размером корпуса F:

- 400 В: 450/500 кВт (600/650 л. с.) — 800/1000 кВт (1075/1350 л. с.) (высокая/нормальная перегрузка).
- 690 В: 630/710 кВт (850/950 л. с.) — 1800/2000 кВт (2400/2700 л. с.) (высокая/нормальная перегрузка).

**Данные SISTEMA**

Данные о функциональной безопасности доступны в библиотеке, используемой вместе с инструментом расчета SISTEMA, который был разработан организацией IFA (Институт безопасности и гигиены труда Службы социального страхования Германии). В библиотеке также есть данные для выполнения расчетов вручную. Программное обеспечение SISTEMA можно бесплатно скачать на веб-сайте [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SISTEMA/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SISTEMA/).

## Алфавитный указатель

### S

|              |   |
|--------------|---|
| SIL CL2..... | 3 |
| SIL2.....    | 3 |

### A

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| Аварийный сигнал.....          | 10     |
| Автоматический перезапуск..... | 10, 11 |
| Активация.....                 | 10     |

### B

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Варианты выбора.....                 | 10 |
| Внешние устройства безопасности..... | 10 |
| Выход.....                           | 9  |

### Д

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Данные SISTEMA.....                  | 14 |
| Датчик обеспечения безопасности..... | 9  |

### З

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Защитный выключатель..... | 9 |
|---------------------------|---|

### И

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| Идентификация.....                      | 2  |
| Испытание при вводе в эксплуатацию..... | 11 |

### К

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Канал выключения.....           | 9 |
| Квалифицированный персонал..... | 4 |
| Команда.....                    | 4 |

### М

|                          |    |
|--------------------------|----|
| Механический тормоз..... | 11 |
| Монтаж.....              | 8  |

### О

|                 |    |
|-----------------|----|
| Отключение..... | 10 |
|-----------------|----|

### П

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| Плата термистора.....                              | 9  |
| Предотвращение непредусмотренного перезапуска..... | 10 |
| Предотвращение перезапуска.....                    | 11 |
| Продукты, для которых функция доступна.....        | 2  |

### Р

|                 |   |
|-----------------|---|
| Разрешения..... | 3 |
|-----------------|---|

|                        |    |
|------------------------|----|
| Режим перезапуска..... | 10 |
|------------------------|----|

### С

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| Сертификаты.....              | 3    |
| Сигнал.....                   | 4, 9 |
| Символы.....                  | 3    |
| Система управления.....       | 4    |
| Сокращения.....               | 3    |
| Стандарты и соответствие..... | 3    |

### Т

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Технические характеристики..... | 13 |
| Техобслуживание.....            | 12 |

### У

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Условные обозначения.....    | 3  |
| Установки параметров.....    | 10 |
| Устройство безопасности..... | 9  |



.....  
Компания «Данфосс» не несет ответственности за возможные опечатки в каталогах, брошюрах и других видах печатных материалов. Компания «Данфосс» оставляет за собой право на изменение своих продуктов без предварительного извещения. Это относится также к уже заказанным продуктам при условии, что такие изменения не влекут последующих корректировок уже согласованных спецификаций. Все товарные знаки в этом материале являются собственностью соответствующих компаний. «Данфосс» и логотип «Данфосс» являются товарными знаками компании «Данфосс A/S». Все права защищены.  
.....

Danfoss A/S  
Ulstaes 1  
DK-6300 Graasten  
vlt-drives.danfoss.com

