ENGINEERING
TOMORROW

Руководство по эксплуатации

VACON® 1000

danfoss.ru | VACON®

Содержание

1 Введение 8

1.1 Цель этого руководства по эксплуатации 8

1.2 Дополнительные источники 8

1.3 Версия руководства 8

1.4 Утилизация 8

2 Техника безопасности 9

2.1 Символы безопасности 9

2.2 Квалифицированный персонал 9

2.3 Опасность и предупреждения 9

2.4 Предупреждения и уведомления 11

3 Краткое описание изделия 14

3.1 Технические характеристики 14

3.2 Области применения 14

3.3 Аппаратное обеспечение системы 15

3.3.1 Секция управления 16

3.3.1.1 Элементы управления и индикаторы 18

3.3.2 Секция силовых ячеек 19

3.3.3 Секция трансформатора 21

3.3.4 Вводная секция 22

3.3.5 Пусковой шкаф 22

3.3.6 Шкаф выходного фильтра 24

3.3.7 Шкаф байпаса двигателя 25

3.3.7.1 Шкаф ручного байпаса двигателя 25

3.3.7.2 Шкаф автоматического байпаса 26

3.3.7.3 Шкаф синхронной передачи 29

3.4 Работа системы 30

3.4.1 Главная цепь 30

3.4.2 Силовые ячейки 31

3.4.3 Система управления 32

3.5 Описание кода типа 33

3.6 Доступные опции 34

3.6.1 Байпас двигателя 37

3.6.2 Входные устройства 37

3.6.3 Выходные устройства 37

3.6.4 Механические дополнительные устройства 37

3.7 VACON® 1000 PC Tool 38

4 Получение доставленного изделия 39

4.1 Проверка доставленного изделия 39

4.2 Хранение 39

4.3 Подъем и перемещение преобразователя частоты 39

4.3.1 Подъем отдельностоящих шкафов 40

4.3.2 Подъем рядных шкафов 41

4.3.3 Использование вилочного погрузчика 42

5 Механический монтаж 43

5.1 Условия эксплуатации 43

5.2 Монтаж шкафа 43

5.2.1 Соединение шкафов между собой 43

5.2.2 Монтаж шкафов 45

5.3 Установка силовых ячеек 45

5.4 Габариты преобразователя частоты шкафного исполнения 46

5.5 Охлаждение и свободное пространство вокруг преобразователя частоты 46

5.5.1 Рекомендации по воздуховодам 47

6 Электрический монтаж 48

6.1 Главная цепь 48

6.2 Автоматический выключатель сети и предохранители 48

6.3 Гальваническая развязка между секциями среднего и низкого напряжения 48

6.4 Клеммы 48

6.4.1 Расположение клемм в компактном шкафу 48

6.4.2 Расположение клемм в рядном шкафу 49

6.5 Кабельный ввод и заделка кабелей 51

6.5.1 Ввод силового кабеля в компактный шкаф 51

6.5.2 Ввод силового кабеля в рядный шкаф 51

6.5.3 Разделка силового кабеля 52

6.5.4 Ввод кабеля управления 52

6.6 Заземление 54

6.7 Выбор силовых кабелей 54

6.8 Дополнительные инструкции по монтажу кабелей 55

6.9 Проводка элементов управления 55

6.9.1 Выбор кабеля управления 55

6.9.2 Проводка питания цепей управления 55

6.9.3 Подключение цепей управления 56

6.9.4 Типовая схема подключения. Пример для ПЧ в базовой комплектации 60

6.9.5 Конфигурация ПЛК 61

6.9.5.1 Базовая конфигурация ПЛК 61

6.9.5.2 Варианты и заказные конфигурации 62

7 Панель оператора 64

7.1 Панель оператора VACON® 1000 64

7.2 Главная страница панели оператора 64

7.2.1 Состояние системы 64

7.2.2 Информационная панель 65

7.2.3 Однолинейная схема 65

7.3 Панель управления 65

7.4 Состояние 66

7.4.1 Силовая ячейка 66

7.4.2 Вентилятор охлаждения 67

7.5 Графики и отчеты 67

7.6 Настройка и обслуживание 68

7.6.1 Режим работы 69

7.6.2 Параметры двигателя 69

7.6.3 Функции 70

7.6.4 Защита 70

7.6.5 Настройка ПИД-регулятора 70

7.6.6 Конфигурация системы 71

7.7 События 71

7.7.1 Предупреждение и отказ 71

7.7.2 Журнал событий 72

7.8 Администрирование 73

7.9 Настройки инструментов 74

7.9.1 Язык 74

7.9.2 Версия ПО 74

7.9.3 Настройка интерфейса графической панели 74

8 Ввод в эксплуатацию 76

8.1 Проверки, касающиеся техники безопасности, перед началом ввода в эксплуатацию 76

8.2 Требования к персоналу 76

8.3 Проверки при вводе в эксплуатацию 77

8.4 Отчет о вводе в эксплуатацию 78

8.5 Эксплуатация преобразователя частоты 78

8.5.1 Питание преобразователя частоты 78

8.5.2 Запуск преобразователя частоты 79
8.5.3 Останов преобразователя частоты 79
8.5.4 Отключение питания преобразователя частоты 80
8.6 Система блокировки 80
8.6.1 Система электромагнитной блокировки 80
8.6.2 Система механической блокировки 81

9 Техническое обслуживание 82
9.1 Техника безопасности 82
9.2 Стандартный процесс технического обслуживания 83
9.3 График технического обслуживания 83
9.3.1 Ежедневное обслуживание 84
9.3.2 Ежегодное обслуживание 84
9.4 Замена воздушных фильтров 86
9.4.1 Воздушные фильтры в компактных шкафах 86
9.4.2 Воздушные фильтры секций трансформатора и силовых ячеек 87
9.4.3 Воздушные фильтры секции управления 88
9.5 Замена батареи панели оператора 88
9.6 Замена вентиляторов охлаждения 89
9.6.1 Схема замены вентилятора охлаждения 90
9.7 Батарея ИБП 90
9.7.1 Замена батареи ИБП 90
9.7.2 Техническое обслуживание батареи ИБП 91
9.8 Силовые ячейки 91
9.8.1 Техническое обслуживание силовых ячеек 91
9.8.2 Замена силовых ячеек 93
9.8.2.1 Схема замены силовой ячейки 94
9.8.3 Формовка конденсаторов силовых ячеек 94
9.8.3.1 Формовка с использованием переменного тока 94
9.8.3.2 Формовка с использованием постоянного тока 95
9.9 Испытание электрической прочности изоляции 96
9.9.1 Совместное тестирование входов и выходов 96
9.9.2 Испытание входов и выходов по отдельности 97

10 Прослеживание причины отказа 98
10.1 Типы отказов 98
10.2 Конфигурация реакции на отказы 98
10.3 Ошибки и аварийные сигналы 98

11 Характеристики 112

11.1 Технические характеристики 112

11.2 Номинальные значения мощности и габаритные размеры 116

11.2.1 Номинальные значения мощности по МЭК 116

11.2.2 Номинальные значения мощности по UL 123

11.3 Внутренние кабели и клеммы 139

11.4 Запасные предохранители 142

11.5 Стандарты 143

11.6 Сокращения 146

1 Введение

1.1 Цель этого руководства по эксплуатации

Это руководство по эксплуатации содержит сведения по безопасному монтажу и вводу в эксплуатацию преобразователя частоты. Оно предназначено для использования квалифицированным персоналом.

Прочитайте инструкции и следуйте им, чтобы обеспечить безопасное и профессиональное использование преобразователя частоты.

Обращайте особое внимание на инструкции по технике безопасности и общие предупреждения. Держите это руководство поблизости от преобразователя частоты, чтобы всегда иметь возможность обратиться к нему.

1.2 Дополнительные источники

Доступны и другие источники с описаниями расширенных функций, программирования и дополнительных устройств преобразователя частоты.

- Руководство по применению VACON® 1000 содержит более подробное описание работы с применениями и порядка настройки параметров преобразователя частоты.
- Руководства пользователя по дополнительному оборудованию.

Дополнительные публикации и руководства также можно заказать в Danfoss. Список см. на сайте www.danfoss.com.

1.3 Версия руководства

Это руководство регулярно пересматривается и обновляется. Все предложения по улучшению приветствуются.

Исходный язык этого руководства — английский.

Таблица 1: Версия руководства по эксплуатации VACON® 1000

Версия	Дата выпуска	Замечания
B	29.06.2021	Обновленная информация о размерах и весе

1.4 Утилизация

Не выбрасывайте оборудование, содержащее электрические компоненты, вместе с бытовыми отходами. Такое оборудование должно собираться отдельно в соответствии с местным и действующим законодательством.

2 Техника безопасности

2.1 Символы безопасности

В этом руководстве используются следующие символы:

⚠ О П А С Н О ⚠

Указывает на опасную ситуацию; если не принять меры предосторожности, существует риск летального исхода или серьезных травм.

⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

Указывает на опасную ситуацию; если не принять меры предосторожности, существует риск летального исхода или серьезных травм.

⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

Указывает на опасную ситуацию; если не принять меры для ее недопущения, возможно получение незначительных травм или травм средней тяжести.

У В Е Д О М Л Е Н И Е

Обозначает важную информацию, не связанную с предотвращением опасности для жизни или здоровья (например, сообщения о возможности повреждения имущества).

2.2 Квалифицированный персонал

Для обеспечения безаварийной и безопасной эксплуатации устройства транспортировка, хранение, сборка, установка, программирование, ввод в эксплуатацию, техническое обслуживание и вывод из эксплуатации этого оборудования должны осуществляться только квалифицированным персоналом с подтвержденными навыками.

Лица с подтвержденными навыками:

- Являются квалифицированными инженерами-электриками или лицами, прошедшими обучение у квалифицированных инженеров-электриков, и имеют достаточный опыт работы с устройствами, системами, установками и механизмами в соответствии с применимыми законами и нормативными требованиями.
- Знают основные правила техники безопасности и охраны труда/предотвращения несчастных случаев.
- Прочитали и усвоили инструкции по технике безопасности, приведенные во всех руководствах, особенно инструкции, приведенные в руководстве по эксплуатации устройства.
- Хорошо знают общие и отраслевые стандарты, относящиеся к конкретным областям применения.
- Знают структуру и принцип работы преобразователей частоты среднего напряжения, а также связанные с ними риски. Для работы с установками среднего напряжения может потребоваться специальная подготовка и допуск.

2.3 Опасность и предупреждения

⚠ О П А С Н О ⚠

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ ОТ КОМПОНЕНТОВ БЛОКА ПИТАНИЯ

Компоненты блока питания находятся под напряжением, когда преобразователь частоты подключен к сети. Контакт с этим напряжением может привести к смерти или серьезным травмам.

- Запрещается прикасаться к компонентам блока питания, когда преобразователь частоты подключен к сети электроснабжения.
  Запрещается выполнять какие-либо работы на оборудовании, находящемся под напряжением.
  Перед выполнением любых работ на внутренних компонентах преобразователя частоты выполните процедуру блокировки и установите предупредительные таблички.
  Перед подключением преобразователя частоты к сети электроснабжения убедитесь, что на преобразователе частоты установлены все крышки и закрыты все двери корпуса.

⚠ О П А С Н О ⚠

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ШОКОМ ОТ КЛЕММ

Когда преобразователь частоты подключен к сети электроснабжения, клеммы двигателя U, V, W и клеммы шины постоянного тока должны рассматриваться как находящиеся под напряжением. Контакт с этим напряжением может привести к смерти или серьезным травмам.

- Не прикасайтесь к клеммам двигателя U, V, W или к клеммам постоянного тока, если преобразователь частоты подключен к сети электроснабжения.
  Запрещается выполнять какие-либо работы на оборудовании, находящемся под напряжением.
  Перед выполнением любых работ на преобразователе частоты выполните процедуру блокировки оборудования и установите предупредительные таблички в соответствии с ПУЭ, ПТБ и ПТЭ.
  Перед подключением преобразователя частоты к сети электроснабжения убедитесь, что на преобразователе частоты установлены все крышки и закрыты все двери корпуса.

⚠ О П А С Н О ⚠

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ ОТ ЗВЕНА ПОСТОЯННОГО ТОКА ИЛИ ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА

Клеммы и компоненты преобразователя частоты могут оставаться под напряжением в течение нескольких минут после отключения от сети электроснабжения и остановки двигателя. На стороне нагрузки преобразователя частоты также может генерироваться напряжение. Контакт с этим напряжением может привести к смерти или серьезным травмам.

- Не прикасайтесь к силовым цепям и цепи питания преобразователя частоты или двигателя, пока система не будет обесточена и заземлена.
  Отключите преобразователь частоты от сети и убедитесь, что двигатель остановился.
  Отсоедините двигатель.
  Закройте доступ к источнику питания преобразователя частоты и повесьте соответствующую табличку.
  Убедитесь в отсутствии внешних источников питания, которые могут неожиданно подать напряжение во время работы.
  Заземлите преобразователь частоты до производства работ.
  Подождите как минимум 15 минут, пока конденсаторы цепи постоянного тока полностью разрядятся, прежде чем открывать дверь шкафа или боковые панели преобразователя частоты.
  С помощью измерительного прибора убедитесь в отсутствии напряжения.

⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ ОТ КЛЕММ УПРАВЛЕНИЯ

На клеммах управления может присутствовать опасное напряжение, даже если преобразователь частоты отключен от сети электроснабжения. Контакт с этим напряжением может привести к травме.

- Прежде чем касаться клемм управления убедитесь, что на них нет напряжения.

⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

СЛУЧАЙНЫЙ ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ

При включении питания, после пропадания питания или сброса отказа, двигатель немедленно запускается, если активен сигнал пуска (при условии, что в качестве логики пуска/останова не было выбрано импульсное управление). При внесении изменений в параметры, приложения или программное обеспечение могут также измениться функции входов/выходов (включая пусковые входы). Если включена функция автоматического сброса, двигатель автоматически запускается после автоматического сброса отказа. См. руководство по применению. Невыполнение требований по обеспечению готовности двигателя, системы и любого подключенного оборудования к запуску может привести к травме или повреждению оборудования.

- Если случайный запуск двигателя может повлечь за собой риски, отключите двигатель от преобразователя частоты. Убедитесь, что оборудование будет безопасно работать в любых условиях.

⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ — ОПАСНОСТЬ ТОКА УТЕЧКИ > 3,5 МА

Токи утечки превышают 3,5 мА. Неправильное подключение преобразователя частоты к защитному заземлению (PE) может привести к смерти или серьезным травмам.

- Установите усиленный проводник защитного заземления в соответствии с МЭК 60364-5-54, пар. 543.7 или в соответствии с местными правилами техники безопасности для оборудования с высоким током прикосновения. Для усиленного защитного заземления преобразователя частоты можно использовать:
- проводник с поперечным сечением не менее 10 мм^2 (8 AWG) из меди или 16 мм^2 (6 AWG) из алюминия; Рекомендуется использовать многожильные проводники либо шлейфы.
- дополнительный проводник защитного заземления того же сечения, что и оригинальный проводник , как указано в стандарте МЭК 60364-5-54, с минимальной площадью поперечного сечения 2,5 мм^2 (14 AWG) (с защитой от механических повреждений) или 4 мм^2 (12 AWG) (без защиты от механических повреждений).
- проводник защитного заземления, полностью закрытый кожухом или иным образом защищенный по всей длине от механических повреждений.
- проводник защитного заземления в виде части многожильного кабеля питания с минимальным поперечным сечением проводника защитного заземления 2,5 мм^2 (14 AWG) (постоянно подключенный или подключаемый к сети с помощью промышленного разъема). Многожильный силовой кабель должен быть оснащен надлежащей системой компенсации натяжения. Контур заземления должен быть эквипотенциальным.
- ПРИМЕЧАНИЕ. В IEC/EN 60364-5-54 пар. 543.7 и некоторых стандартах на применения (например, IEC/EN 60204-1), предельный уровень тока утечки, при котором обязательно требуется использовать усиленный проводник защитного заземления составляет 10 мА.

2.4 Предупреждения и уведомления

⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

ПОВРЕЖДЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ВСЛЕДСТВИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕПРАВИЛЬНЫХ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

Использование запасных частей другого производителя может привести к повреждению преобразователя частоты.

- Используйте только оригинальные запасные части.

⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

ПОВРЕЖДЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ВСЛЕДСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Внесение электрических или механических изменений в компоненты преобразователя частоты может привести к его неправильной работе и повреждению.

- Не вносите электрические или механические изменения в компоненты преобразователя частоты.

⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

ПОВРЕЖДЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ВСЛЕДСТВИЕ НЕДОСТАТОЧНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Отсутствие провода заземления может привести к повреждению преобразователя частоты.

- Преобразователь частоты должен быть всегда заземлен с помощью шлейфа заземления, подключенного к клемме заземления с символом защитного заземления (PE).

⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

ПОВРЕЖДЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ВСЛЕДСТВИЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ ПИТАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Отсоединение внешнего питания цепей управления при подключенном к сети электроснабжения преобразователе частоты или горящем индикаторе питания может привести к нарушению работы и повреждению силовых ячеек.

- Не отключайте внешний источник питания цепей управления, когда преобразователь частоты подключен к сети электроснабжения или горит индикатор питания.

⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

ОПАСНОСТЬ ТРАВМИРОВАНИЯ ОСТРЫМИ КРАЯМИ

У преобразователя частоты могут быть острые края, о которые можно порезаться.

- При монтаже, прокладке кабелей или техобслуживании следует надевать защитные перчатки.

⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

ОПАСНОСТЬ ОЖОГА ОТ ГОРЯЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Прикосновение к поверхностям, которые отмечены наклейкой hot surface (горячая поверхность), может привести к травме.

- Не прикасайтесь к поверхностям, отмеченным наклейкой hot surface (горячая поверхность).

У В Е Д О М Л Е Н И Е

ПОВРЕЖДЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ СТАТИЧЕСКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ

Некоторые электронные компоненты внутри преобразователя частоты чувствительны к электростатическому разряду. Статическое напряжение может привести к повреждению компонентов.

- Используйте защиту от электростатического разряда при работе с электронными компонентами преобразователя частоты. Не прикасайтесь к компонентам на печатных платах, не приняв меры защиты от электростатических разрядов.

У В Е Д О М Л Е Н И Е

ПОВРЕЖДЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ВСЛЕДСТВИЕ НЕПРАВИЛЬНОГО УРОВНЯ ЭМС

Требования к уровню ЭМС для преобразователя частоты зависят от условий установки. Неправильный уровень ЭМС может привести к повреждению преобразователя частоты.

- Перед подключением преобразователя частоты к сети убедитесь, что уровень ЭМС преобразователя частоты соответствует сети электроснабжения.

У В Е Д О М Л Е Н И Е

ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ СЕТЕВОГО ПИТАНИЯ

Если преобразователь частоты используется в качестве составной электроустановки, то изготовитель установки должен снабдить ее выключателем сетевого питания (см. EN 60204-1).

У В Е Д О М Л Е Н И Е

НЕИСПРАВНОСТЬ ИЗ-ЗА ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ЗАЩИТЫ ОТ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Из-за больших емкостных токов в преобразователе частоты выключатели защиты от короткого замыкания на землю могут работать неправильно.

У В Е Д О М Л Е Н И Е

ИСПЫТАНИЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ПО НАПРЯЖЕНИЮ

Неправильное выполнение испытаний на электрическую прочность может привести к повреждению преобразователя частоты.

- Испытание установок на месте эксплуатации рекомендуется проводить только методом проверки мегомметром. Это испытание может выполнять только квалифицированный инженер по техническому обслуживанию. См. соответствующие инструкции по испытаниям высоким потенциалом/проверке мегаомметром в руководстве по техническому обслуживанию.

УВЕДОМЛЕНИЕ

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ И РАЗРЕШЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

При выполнении электротехнических работ на преобразователе частоты всегда используйте средства индивидуальной защиты (СИЗ) и инструменты, разрешенные для работы с устройствами среднего напряжения.

3 Краткое описание изделия

3.1 Технические характеристики

Преобразователь частоты среднего напряжения VACON® 1000 представляет собой работающее от переменного тока устройство регулирования скорости электродвигателя Danfoss. Преобразователь частоты отличается превосходной производительностью, простотой и удобством эксплуатации, а также поддержкой широкого спектра применений с использованием силовых устройств IGBT и полного цифрового управления.

Высокий КПД и низкий уровень искажений

- Использование технологии многоимпульсного выпрямляющего трансформатора на входе эффективно снижает содержание тока искажения на входной стороне до уровня меньше 5 %. Преобразователь частоты соответствует стандарту IEEE 519-1992 и строгим требованиям электрических сетей к искажениям, что позволяет довести коэффициент электрической мощности до более чем 0,96.
- Благодаря использованию многоуровневой технологии с каскадом ячеек обычно отсутствует необходимость в выходном фильтре, а форма сигнала выходного напряжения близка к синусоидальной.
- КПД системы превышает 98,5 % (при номинальной частоте, без учета трансформатора).

Устойчивость к перебоям в электроснабжении и широкий спектр применений

- При низком входном напряжении до 70 % от номинального уровня система может продолжать работу со сниженными характеристиками.
- Благодаря функции автоматической регулировки выходного напряжения, выходное напряжение может оставаться стабильным, даже когда входное напряжение колеблется в диапазоне 90–110 %. Это обеспечивает безопасную и стабильную работу двигателя.

Высокая надежность

- Дизайн SOA (архитектура, ориентированная на обслуживание) обеспечивает широкий диапазон для безопасной работы системы:
  - Наличие достаточного запаса по техническим характеристикам гарантирует, что каждое устройство будет работать в средней зоне безопасного рабочего диапазона.
  - Оптимизированная тепловая конструкция обеспечивает достаточный запас по рабочим температурам устройств.
  - Конденсаторы цепи постоянного тока рассчитаны на длительный срок службы.
- Резервное вспомогательное питание цепей управления.
- Система оснащена функцией самодиагностики, которая отображает местонахождение и тип неисправности, а также предупреждает пользователя о возникновении неисправности.
- Функция автоматического обнаружения и предупреждения о неисправности вентилятора охлаждения или чрезмерной запыленности впускного воздушного фильтра, уведомляющая пользователя о необходимости проведения технического обслуживания.
- Управление качеством продукции, процесс управления серийным производством, а также совершенная измерительная аппаратура и методы гарантируют эффективность испытаний каждого устройства, компонента и блока, выполняемых в процессе производства на заводах Danfoss.

Гибкость, необходимая для производственной площадки

- Компактная конструкция и высокая удельная мощность VACON® 1000 позволяют сократить занимаемое пространство.
- В электрических соединениях между шкафами используются высоконадежные разъемы, простые в установке и обслуживании.
- Простой в использовании человеко-машинный интерфейс.
- Достаточное количество интерфейсов связи, поддерживающих профессиональную настройку в соответствии с требованиями конкретного применения.
- Все печатные платы защищены покрытием, позволяющим избежать проблем с загрязнением и коррозионными средами.

3.2 Области применения

VACON® 1000 используется для регулирования скорости нагрузок с квадратичным крутящим моментом , таких как вентиляторы, насосы и компрессоры, а также мельницы, дробилки и конвейерные ленты, которые требуют управления с постоянным крутящим моментом во всем диапазоне скоростей. Точное управление скоростью и крутящим моментом способствует экономии электроэнергии, повышению качества технологических процессов и увеличению срока службы

оборудования. Высокая производительность VACON® 1000 необходима в различных отраслях промышленности, где требуется надежная и стабильная работа.

- Производство электроэнергии: углеразмольные мельницы, вентиляторы и водяные насосы.
- Металлургия: конвейерные ленты, объемно вытеснительные насосы, вентиляторы и водяные насосы.
- Добыча полезных ископаемых: дробилки, конвейерные ленты, поршневые насосы, вентиляторы и водяные насосы.
- Нефтехимия: компрессоры, поршневые насосы, центробежные насосы, вентиляторы и водяные насосы.
- Цемент и материалы: дробилки, мешалки, экструдеры, вращающиеся обжиговые печи, сушильные печи, вентиляторы и водяные насосы.
- Сахар и этанол: мельницы, насосы и вентиляторы.
- Инфраструктура: насосы подачи воды, канализационные насосы, насосы тепловых сетей.

3.3 Аппаратное обеспечение системы

Преобразователь частоты VACON® 1000 среднего напряжения состоит из секции управления, секции силовых ячеек, секции трансформатора и секции ввода/вывода. В соответствии с требованиями заказчика для конкретного применения могут быть сконфигурированы и другие секции.

Существует два типа корпусов преобразователя частоты:

- Компактный тип с номинальным током до 215 A
- Рядный тип с номинальными токами 215–680 A (классы IEC до 11 кВ, классы UL до 6,9 кВ)

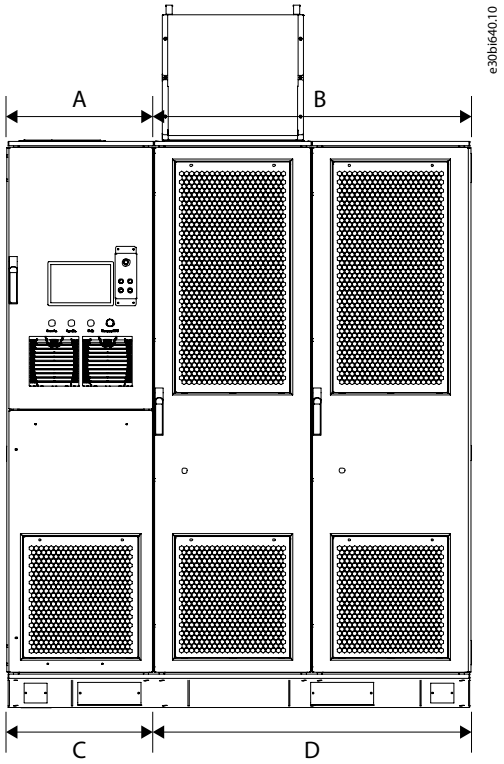

Рисунок 1: Структура компактного исполнения

A	Секция управления	C	Вводная секция
B	Секция силовых ячеек	D	Секция трансформатора

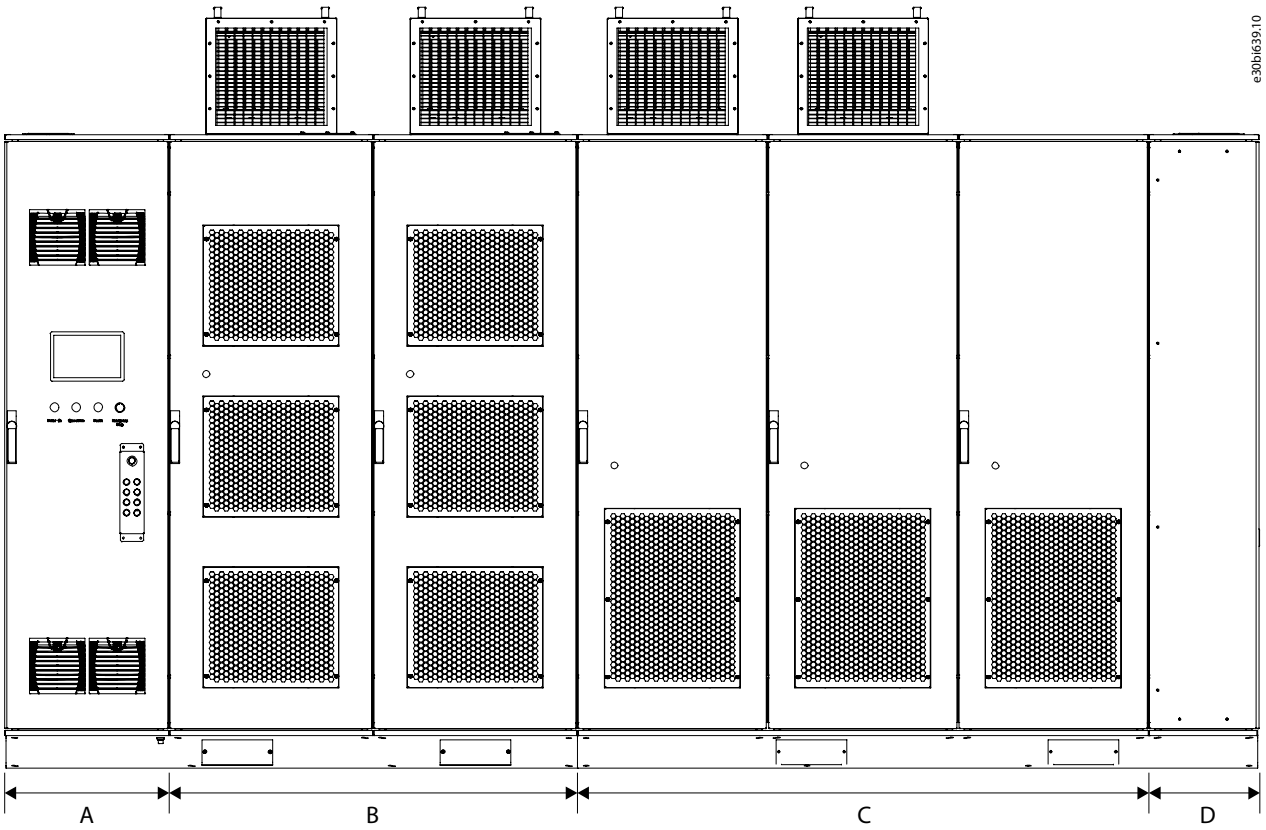

Рисунок 2: Структура рядной системы

A	Секция управления	C	Секция трансформатора
B	Секция силовых ячеек	D	Вводная секция

3.3.1 Секция управления

Секция управления состоит из следующих компонентов:

- Главная система управления
- ПЛК
- Панель оператора
- Батарея
- Прочие принадлежности

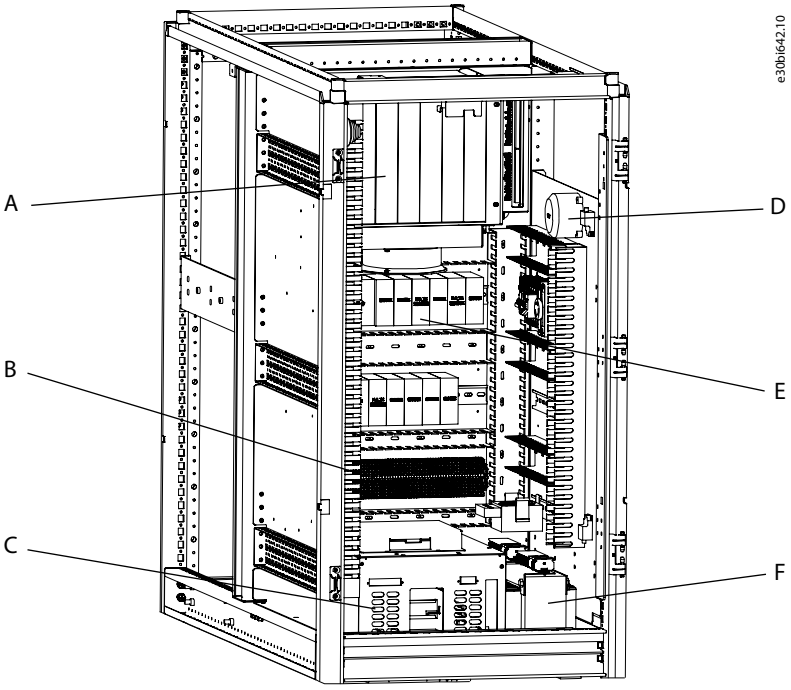

Рисунок 3: Секция управления в отдельностоящих системах VACON® 1000

A	Стойка управления	D	Дифференциальное реле давления воздуха
B	Блок клемм	E	ПЛК
C	ИБП	F	Изолирующий трансформатор

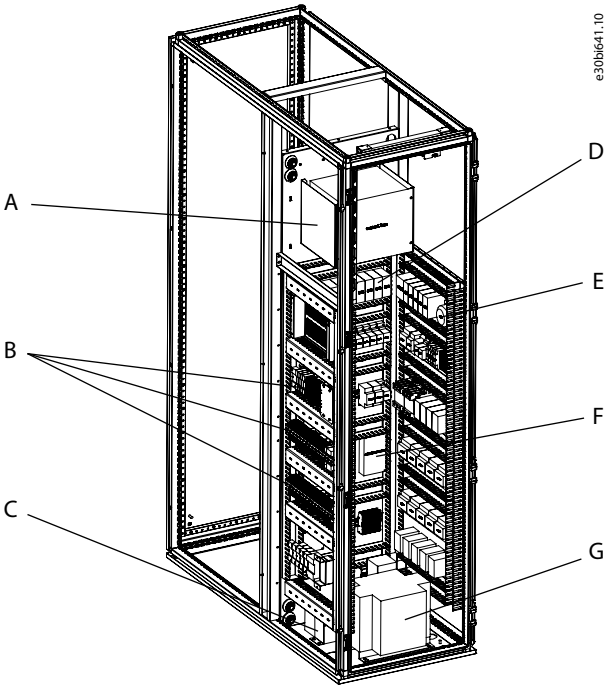

Рисунок 4: Секция управления в рядных системах VACON® 1000

A	Стойка управления	E	Дифференциальное реле давления воздуха
B	Блок клемм	F	Питание постоянного тока
C	Батарея	G	Изолирующий трансформатор
D	ПЛК		

Главная система управления установлена в стойке управления и состоит из следующих компонентов:

- Главная плата управления
- Плата ввода/вывода
- Плата АЦП
- Две платы оптического кабеля (расширяемые)
- Плата источника питания
- Материнская плата — шина, соединяющая платы друг с другом.

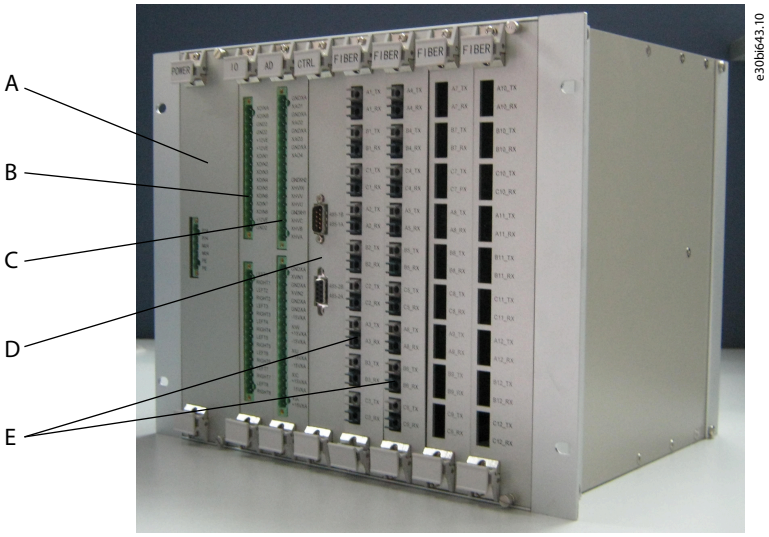

Рисунок 5: Главная система управления

A	Плата источника питания	D	Главная плата управления
B	Плата ввода/вывода	E	Платы оптического кабеля
C	Плата АЦП		

3.3.1.1 Элементы управления и индикаторы

На двери секции управления установлена следующая светосигнальная арматура:

- Индикатор высокого напряжения: зеленый индикатор, показывающий, что на преобразователь частоты подается высокое напряжение.
- Индикатор работы: зеленый индикатор, показывающий, что преобразователь частоты работает.
- Индикатор неисправности: красный индикатор, указывающий на то, что система находится в состоянии «неисправности».
- Кнопка аварийного останова (EMERGENCY STOP): Эта кнопка используется для отключения высокого напряжения преобразователя частоты в случае аварийной ситуации (например, непредвиденных происшествий, угрожающих безопасности персонала или оборудования). Кнопка имеет функцию самоблокировки. Поверните кнопку по часовой стрелке для сброса и повторного включения питания.
- Панель оператора: См. 7 Панель оператора.
- Система механической блокировки: Стандартно поставляется в преобразователях частоты типа UL и в качестве опции +MMKI для преобразователей частоты типа IEC. См. 8.6.2 Система механической блокировки.

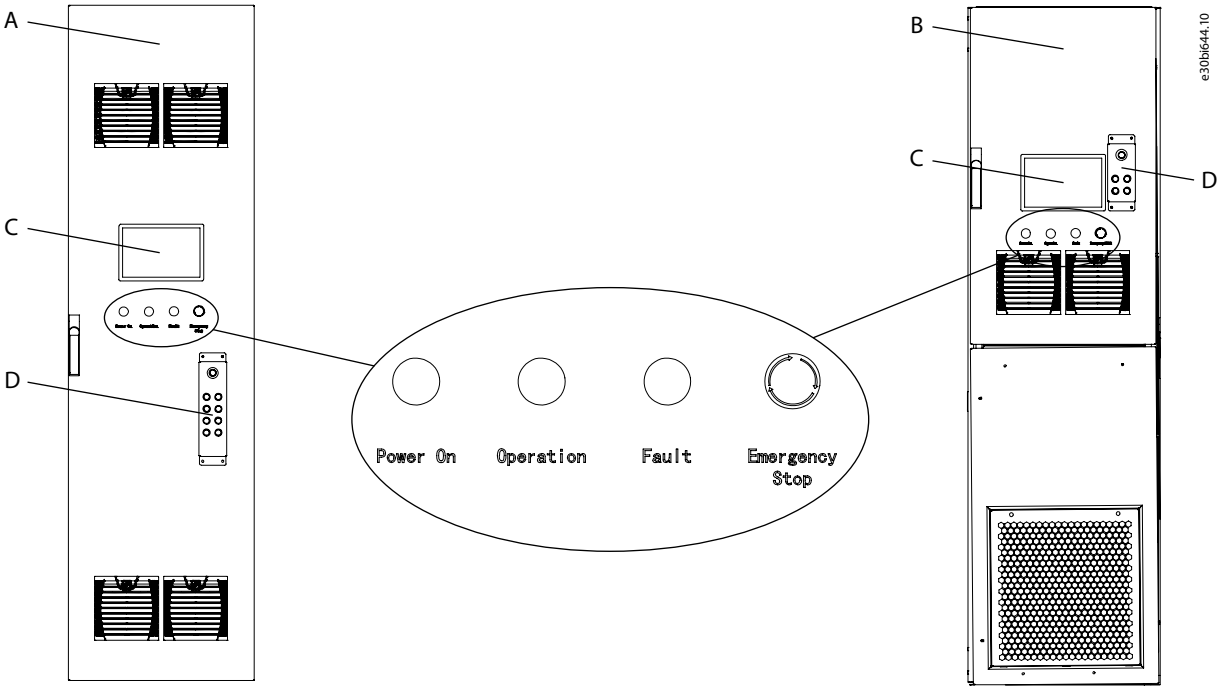

Рисунок 6: Элементы управления и индикаторы на двери секции управления

A	Рядный шкаф	C	Панель оператора
B	Компактный шкаф	D	Система механической блокировки

3.3.2 Секция силовых ячеек

Секция силовых ячеек содержит силовые ячейки и принадлежности к ним.

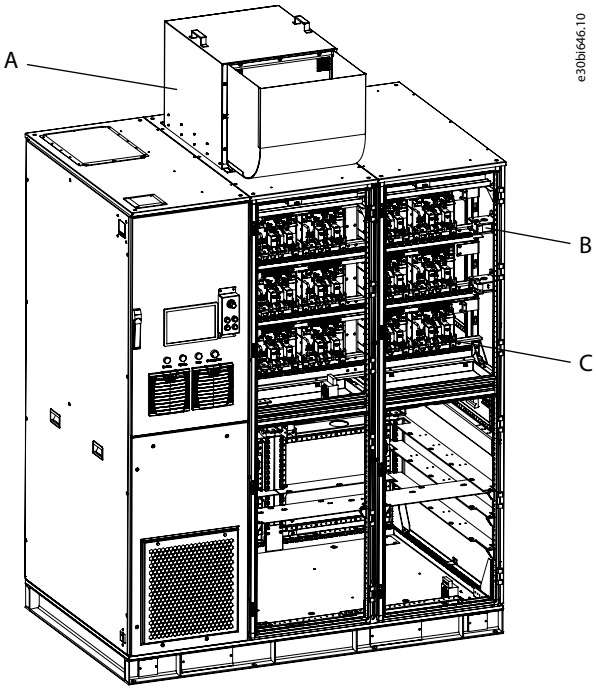

Рисунок 7: Секция силовых ячеек в отдельностоящих системах VACON® 1000

A	Вентилятор охлаждения
B	Датчик Холла для выходного тока

C	Силовая ячейка

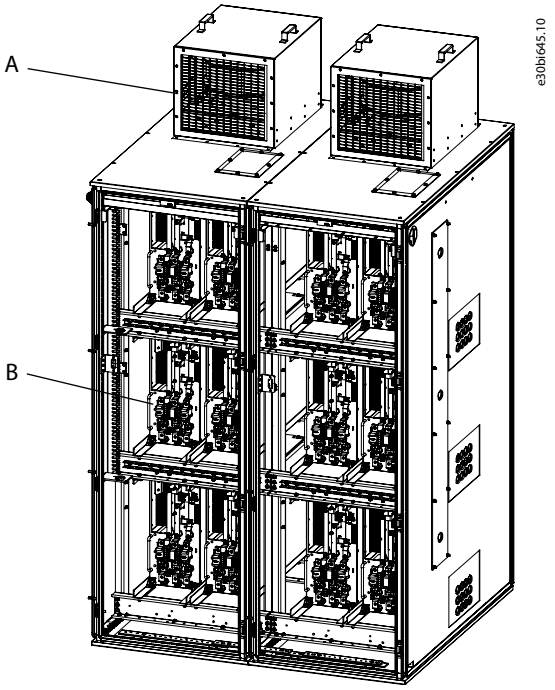

Рисунок 8: Секция силовых ячеек в рядных системах VACON® 1000

A	Вентилятор охлаждения
B	Силовая ячейка

Силовые ячейки в шкафу имеют одинаковые электрические и механические параметры и являются взаимозаменяемыми.

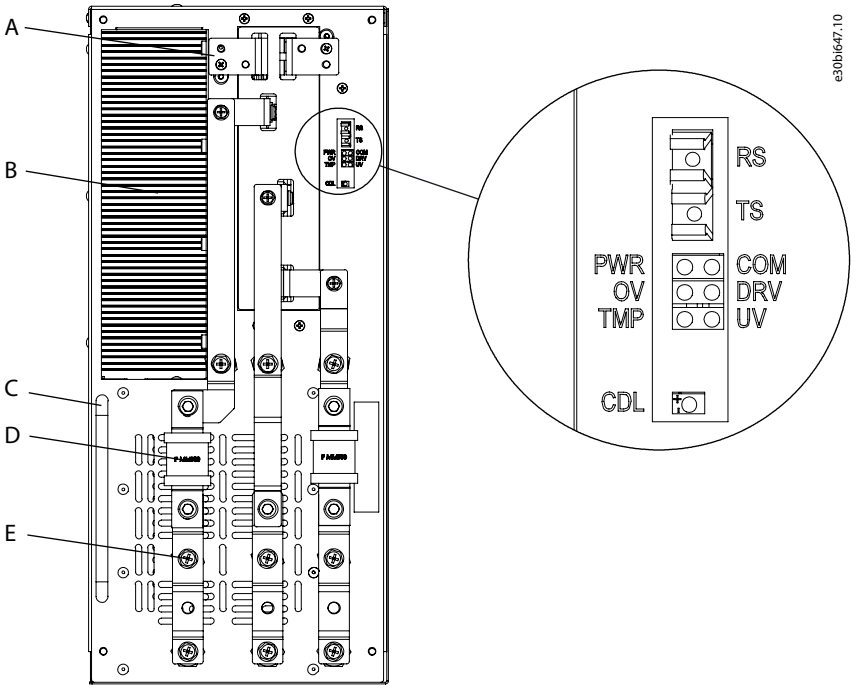

Рисунок 9: Силовая ячейка

A	Выходная клемма	COM	Индикатор сбоя связи
B	Радиатор	DRV	Индикатор неисправности преобразователя частоты
C	Ручка	UV	Индикатор пониженного напряжения
D	Предохранитель	TMP	Индикатор перегрева
E	Входная клемма	PWR	Индикатор питания
RS	Оптоволоконный кабель (прием)	OV	Индикатор перенапряжения
TS	Оптоволоконный кабель (передача)	CDL	Индикатор напряжения цепи постоянного тока >50 В

3.3.3 Секция трансформатора

В секции трансформатора установлен фазосдвигающий трансформатор и его принадлежности.

Для удобства транспортировки и монтажа трансформатор связан с основанием шкафа винтовыми соединениями. Когда температура трансформатора превышает 95 °C, в системе установлена настройка по умолчанию выдавать аварийный сигнал о перегреве, но не отключаться. Когда температура превышает 110 °C, система сообщает о перегреве и отключается.

В компактном типе ПЧ для охлаждения секций трансформатора и силовых ячеек используется один и тот же вентилятор.

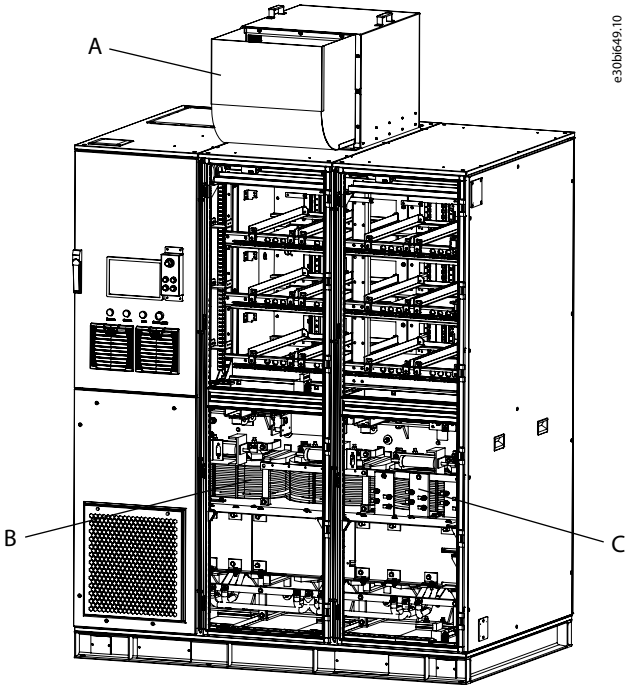

Рисунок 10: Секция трансформатора в отдельностоящих системах VACON® 1000

A	Вентилятор охлаждения	C	Датчик Холла для входного тока
B	Фазосдвигающий трансформатор		

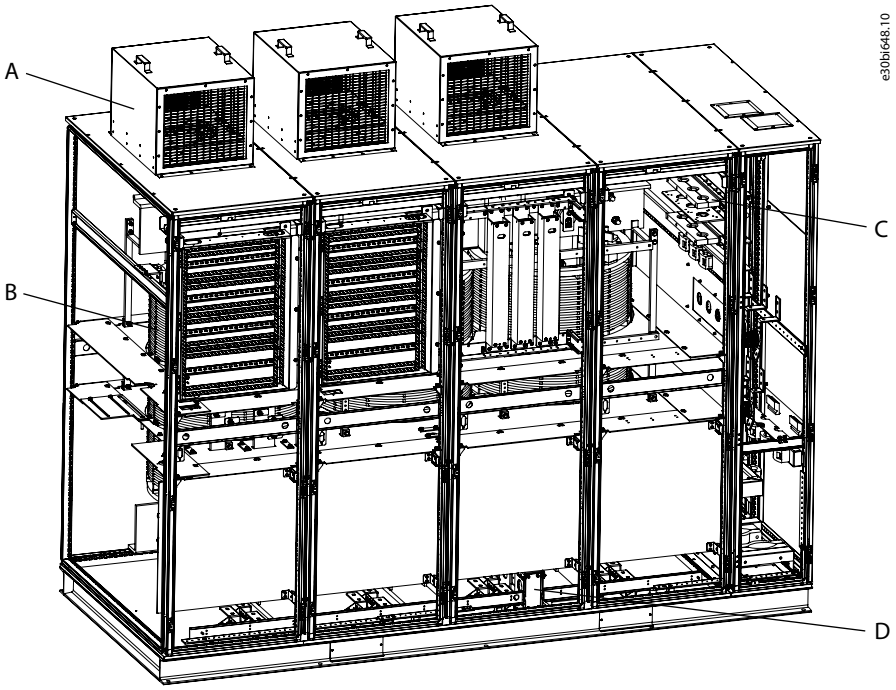

Рисунок 11: Секция трансформатора в рядных системах VACON® 1000

A	Вентилятор охлаждения	C	Датчик Холла для входного тока
B	Фазосдвигающий трансформатор	D	Датчик Холла для выходного тока

3.3.4 Вводная секция

Вводная секция используется для подключения внешних кабелей. См. 6.5 Кабельный ввод и заделка кабелей

3.3.5 Пусковой шкаф

Для рядных систем VACON® 1000 пусковой шкаф (+PSTC) поставляется в качестве дополнительного оборудования. Основной функцией пускового шкафа является подавление пусковых токов, которые могут привести к провалу напряжения питания:

- Фазосдвигающий трансформатор большой мощности может создавать скачки намагничивания, в 6–8 раз превышающие номинальный ток самого трансформатора.
- Силовые ячейки преобразователя частоты содержат несколько конденсаторов, которые при подаче высокого напряжения требуют наличия большого тока предварительной зарядки.

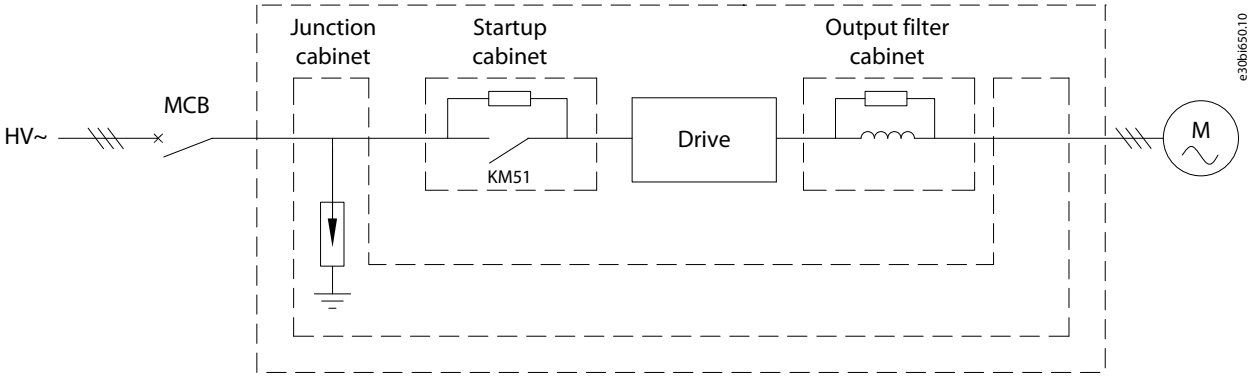

Рисунок 12: Принципиальная схема первичного контура пускового шкафа

Пусковой шкаф устанавливается между высоковольтным входом питания и фазосдвигающим трансформатором. Когда ABC преобразователя частоты замкнут, пусковой шкаф быстро и эффективно ограничивает импульс намагничивания и ток зарядки конденсаторов. После включения питания преобразователя частоты ток проходит на токоограничительные резисторы через шунтирующий выключатель KM51, и преобразователь частоты может работать нормально.

Основными электрическими компонентами пускового шкафа являются высоковольтный выключатель (вакуумный контактор или вакуумный прерыватель) и токоограничительный резистор.

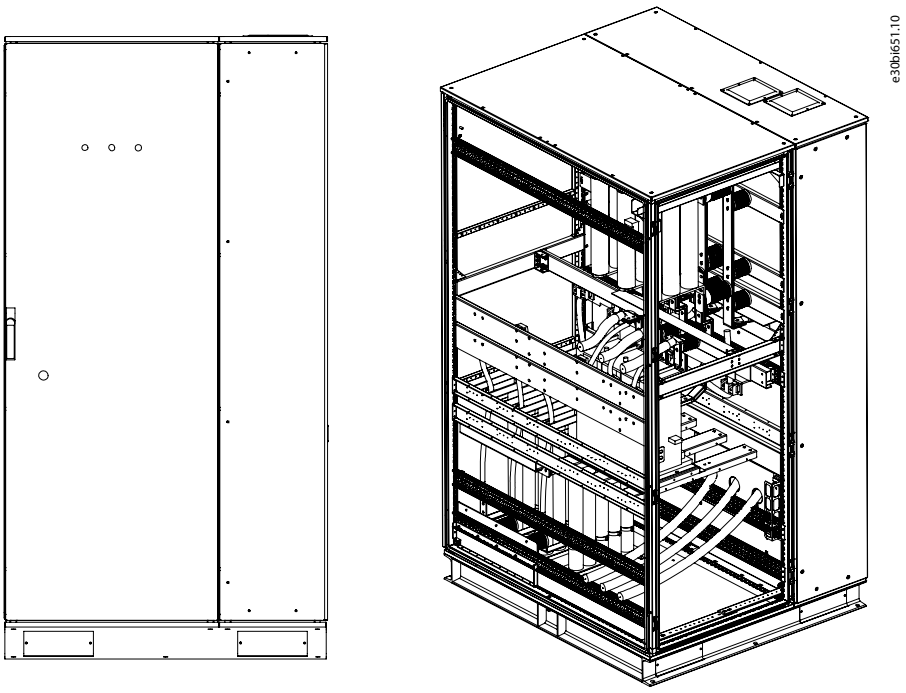

Рисунок 13: Пусковой шкаф

Функция токоограничительных резисторов заключается в ограничении тока первичной обмотки при подключении высокого напряжения. Во время включения питания каждый резистор может выдавать энергию 30 кДж. Необходимое сопротивление в пусковом шкафу определяется мощностью преобразователя частоты: чем больше мощность, тем больше токоограничительных резисторов нужно.

Функция высоковольтного выключателя заключается в переключении на шунтирование токоограничительного резистора после завершения процедуры включения питания, в результате чего преобразователь частоты переходит к работе при нормальной нагрузке. Если номинальный ток невелик, можно использовать вакуумный контактор. Если номинальный ток большой, можно использовать вакуумный прерыватель.

Рабочий процесс

- Включите питание преобразователя частоты.
- Программа управления подтверждает готовность системы и разомкнутое или замкнутое состояние выключателя шкафа.
- Включите пусковой шкаф, и программа управления подсчитает время, необходимое для завершения процесса. Процесс занимает около 5 секунд.
- Замыкание выключателя пускового шкафа приводит к шунтированию заряженного резистора, и преобразователь частоты переходит в состояние «Вращение разрешено».

Когда необходим пусковой шкаф?

Защита ABC не должна отключаться из-за пускового тока при включении преобразователя частоты или в условиях нормальной перегрузки. Защита от перегрузки по току должна быть установлена в серой зоне, показанной на Рисунок 14.

Если ABC соответствует этим требованиям, пусковой шкаф не требуется. Важно подтвердить наличие этого состояния, особенно в установках, прошедших модернизацию, где автоматический выключатель уже установлен на центральной панели управления двигателем.

Даже если необходимости в обязательной установке пускового шкафа нет, его все равно можно установить для выполнения следующих задач:

- Уменьшение пускового тока.
- Снижение нагрузок в электроустановке во время включения питания преобразователя частоты.

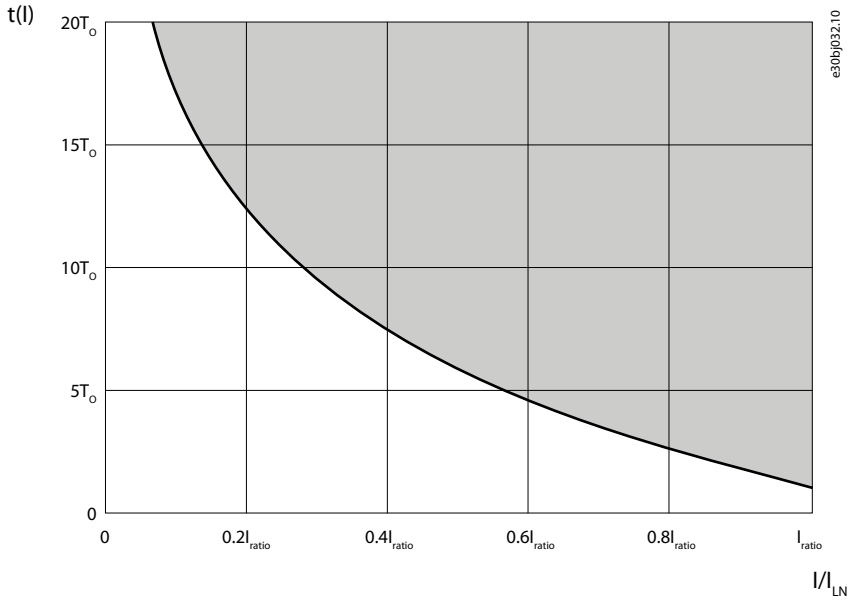

Рисунок 14: Область настройки защиты от перегрузки по току

I	Пусковой ток	t(I)	Время затухания пускового тока
I $_{LN}$	Номинальный входной ток преобразователя частоты	T $_O$	Основной период: 20 мс для 50 Гц или 16,7 мс для 60 Гц
I $_{ratio}$	I/I$_{LN}$		

3.3.6 Шкаф выходного фильтра

Шкаф выходного фильтра является дополнительным оборудованием, подключаемым к выходу преобразователя частоты между инвертором и двигателем. Фильтр используется для:

- Уменьшения пиков и величины dU/dt кривой напряжения.
- Предотвращения резонанса/перенапряжения, вызванного кабелями двигателя.
- Уменьшения зарядного тока в кабеле.

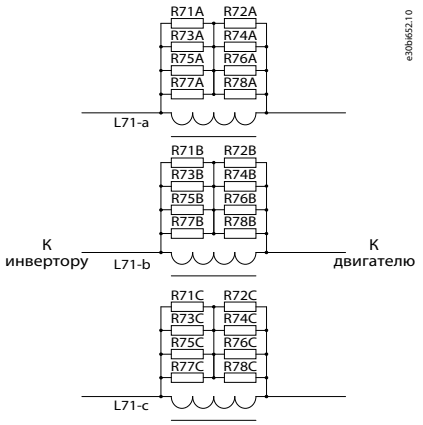

Рисунок 15: Принципиальная схема выходного dU/dt фильтра

Шкаф выходного фильтра устанавливается между преобразователем частоты и двигателем. Фильтр состоит из реактора и параллельных демпфирующих резисторов. Реактор уменьшает нарастающий фронт ШИМ. Резистор подавляет резонанс, вызываемый дросселем и паразитной индуктивностью.

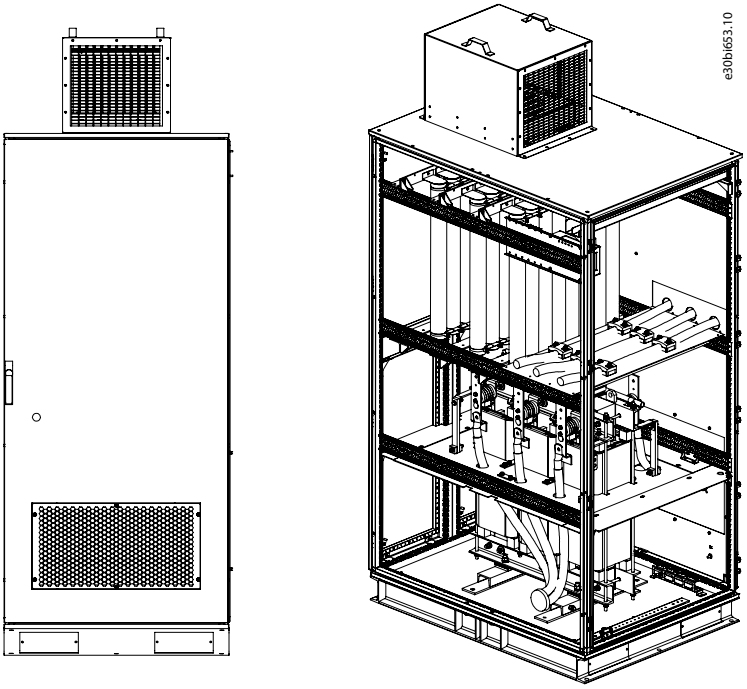

Рисунок 16: Шкаф выходного фильтра

Когда необходим шкаф выходного фильтра?
Потребность в выходном фильтре зависит от применения и конкретного случая. Чтобы понять, требуется ли фильтр dU/dt, необходимо учесть несколько факторов:

- Тип двигателя.
- Тип кабеля двигателя.
- Длина кабеля двигателя.

Для оценки необходимости использования фильтра dU/dt обратитесь в Danfoss.

3.3.7 Шкаф байпаса двигателя

В качестве дополнительных устройств предлагаются различные шкафы байпаса двигателя:

- Шкаф ручного байпаса двигателя
- Шкаф автоматического байпаса двигателя
- Шкаф синхронной передачи

3.3.7.1 Шкаф ручного байпаса двигателя

На Рисунок 17 показана типичная компоновка шкафа байпаса двигателя, где:

- QS41 — ручной однополюсный рубильник с заземляющими ножевыми контактами.
- QS42 и QS43 — ручные двухполюсные рубильники с перекидными ножевыми контактами.

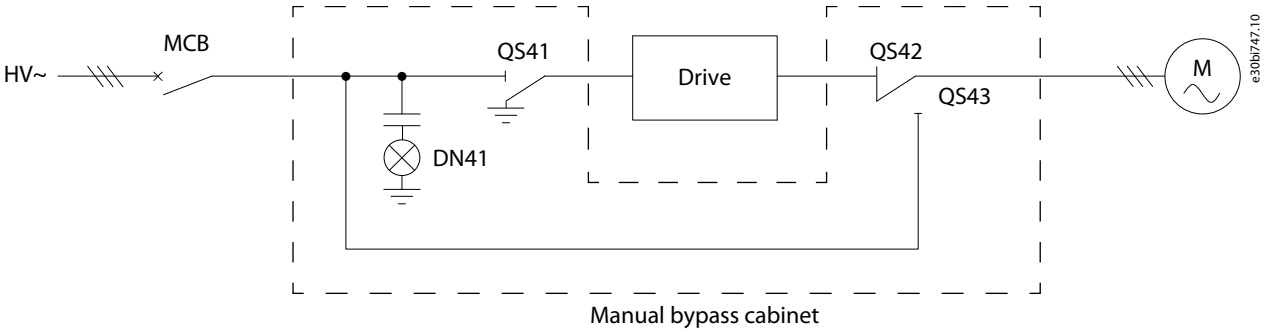

Рисунок 17: Принципиальная схема шкафа ручного байпаса

Шкаф байпаса содержит рубильник, который:

- Обеспечивает электрическую изоляцию между фазосдвигающим трансформатором и системой распределения питания.
- Обеспечивает функцию переключения между частотой сети питания (PF) и регулируемой частотой (VF), а также соответствующие меры электрозащиты.

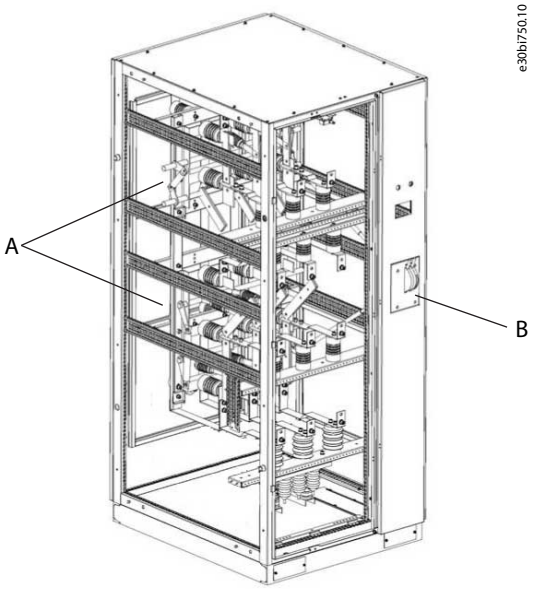

Рисунок 18: Шкаф ручного байпаса двигателя

A	Ручной рубильник с ножевыми контактами
B	Панель с двумя рубильниками

3.3.7.2 Шкаф автоматического байпаса

Конфигурация шкафа автоматического байпаса показана на Рисунок 19:

- KM41–KM43, высоковольтные вакуумные контакторы.
- QS41–QS42, ручные рубильники с ножевыми контактами.

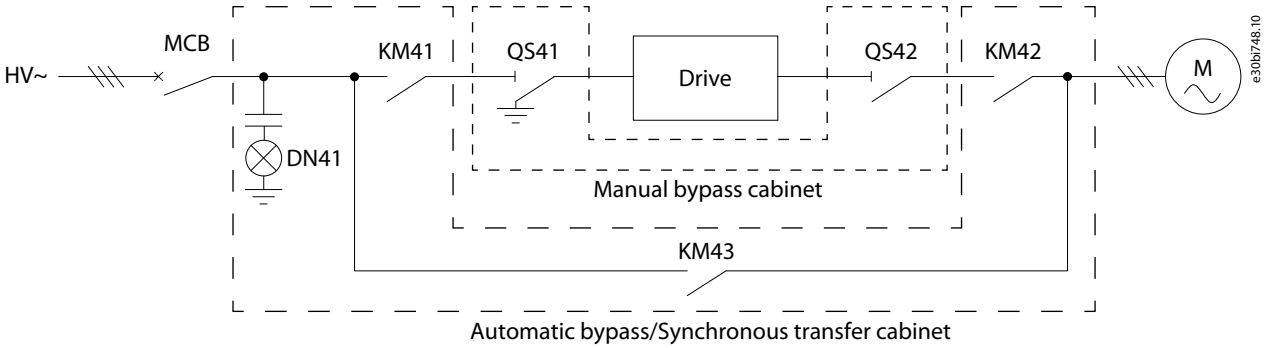

Рисунок 19: Принципиальная схема цепи шкафа автоматического байпаса

Во время работы преобразователя частоты:

- QS41 и QS42 замкнуты.
- KM41 и KM42 замкнуты.
- KM43 разомкнут.

При байпасе преобразователя частоты:

- KM41 и KM42 разомкнуты.
- KM43 замкнут.

При техническом обслуживании преобразователя частоты:

- QS41 и QS42 разомкнуты.
- KM41 и KM42 разомкнуты.
- KM43 замкнут.

Последовательность, в которой преобразователь частоты переключается с вращения на байпас:

- 1. Размыкается KM41.
- 2. Размыкается KM42.
- 3. Замыкается KM43.

Вспомогательная логика управления
Для трех переключателей KM41–KM43 используется вспомогательная блокировка контактов, обеспечивающая соблюдение временных последовательностей.

- KM41 не размыкается, и KM42 не срабатывает, когда нормально замкнутый контактор KM41 подключен к цепи размыкания KM42.
- Нормально замкнутый контактор KM42 соединен с цепью KM43 при замкнутом ABC.
- Нормально замкнутый контактор KM43 соединен с цепью KM42 при замкнутом ABC.
- KM43 не может замкнуть ABC, когда KM42 не разомкнут.
- KM42 не может замкнуть ABC, когда KM43 не разомкнут.

Состояние пяти переключателей, KM41–KM43 и QS41–QS42, контролируется с помощью ПЛК.

- Если какой-либо переключатель не находится в правильном рабочем положении, система не разрешает замкнуть ABC, и подача высокого напряжения на систему запрещается.
- Если преобразователь частоты переходит в состояние отказа, система автоматически размыкает выключатель, чтобы отключить подачу высокого напряжения для обеспечения безопасности, когда KM41 не может открыться в процессе автоматического переключения с регулируемой частоты (VF) на рабочую частоту.

Два переключателя, KM42 и KM43, управляют функцией резервирования отложенного действия в цепи, что позволяет регулировать интервал действия переключателя во время переключения с регулируемой частоты (VF) на рабочую частоту. Удобнее будет выполнить калибровку машины на месте эксплуатации в соответствии с состоянием электродвигателя и нагрузкой, и добиться оптимального переключения скоростей без перегрузки по току из-за остаточной магнитной индукции электродвигателя.

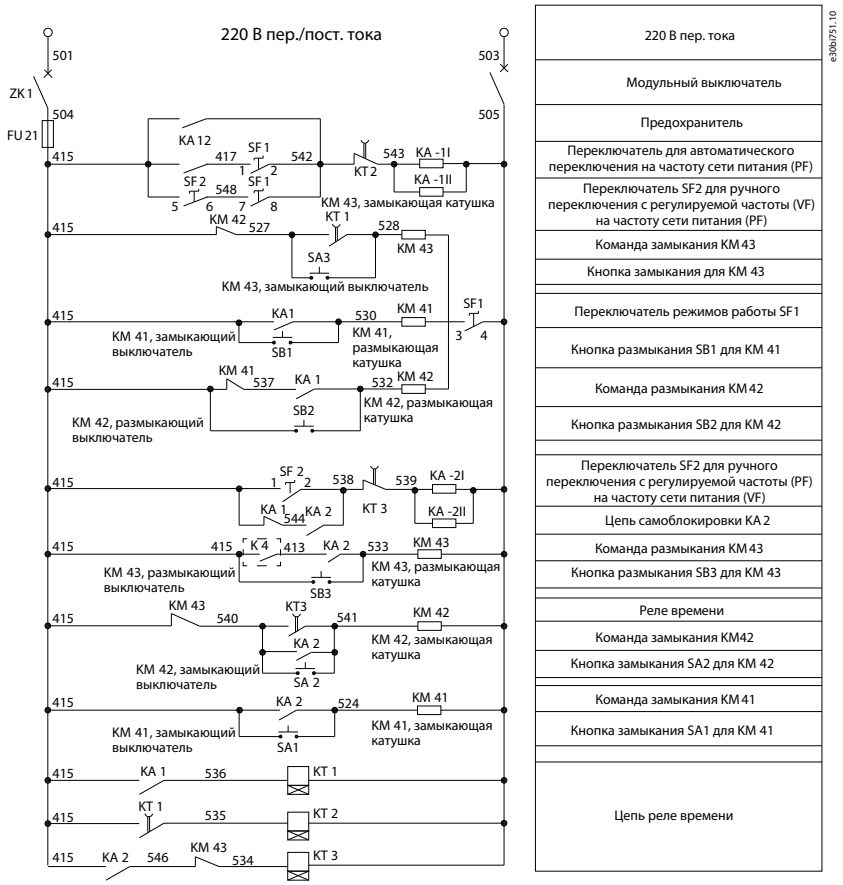

Рисунок 20: Схема вспомогательной логики управления для переключения с VF на PF

Переключатели режимов работы

Переключатель SF1 используется для предотвращения неправильного управления при выборе режима работы .

- *Auto* (Автоматический режим): позволяет включить автоматический байпас двигателя с синхронизайией частоты сети (PF), когда ПЧ находится в критической неисправности.
- *Manual* (Ручной режим): позволяет вручную переключить двигатель на сеть с синхронизацией частоты в соответствии с реальными технологическими требованиями при нормальной работе ПЧ.
- *Forbidden* (Блокировка): если условия производства не позволяют переключить двигатель на сеть, для предотвращения неправильной работы можно выбрать этот режим.

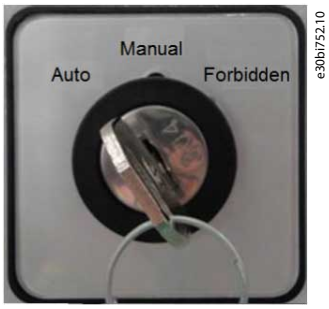

Рисунок 21: Переключатель выбора рабочего режима SF1

Переключатель SF2 используется для переключения между регулируемой частотой (VF) и частотой сети питания (PF).

- Когда шкаф автоматического байпаса находится в режиме ручного управления, а переключатель SF2 находится в положении PF, преобразователь частоты автоматически переключается в состояние байпаса с использованием частоты сети питания (PF).
- Когда переключатель SF2 находится в положении VF, преобразователь частоты может автоматически переключаться из состояния байпаса с использованием частоты сети питания в режим регулируемой частоты (QS41 и QS42 должны быть

замкнуты). Эта функция требует координации запуска режима разноса двигателя. Поэтому необходимо разрешить режим разноса двигателя с соблюдением всех необходимых параметров электродвигателя.

- Логическая последовательность режима VF:
  - KM41 замкнут.
  - Если через 10 секунд система самодиагностики покажет нормальное состояние, выключатель байпаса KM43 размыкается.
  - KM42 замкнут.
  - На преобразователе частоты запускается автоматический режим разноса двигателя.
  - Частота сети питания (PF) переключается на регулируемую частоту (VF).

Рисунок 22: Переключатель выбора режима коммутации SF2

3.3.7.3 Шкаф синхронной передачи

Функция синхронной передачи обеспечивает бесперебойное переключение между электросетью и преобразователем частоты и снижает воздействие переключения на двигатель и электросеть. Первичный контур показан на Рисунок 23. Коммутационные устройства и шкафы аналогичны шкафам автоматического байпаса. QS41 и QS42 используются при техническом обслуживании преобразователя частоты и замкнуты во время работы.

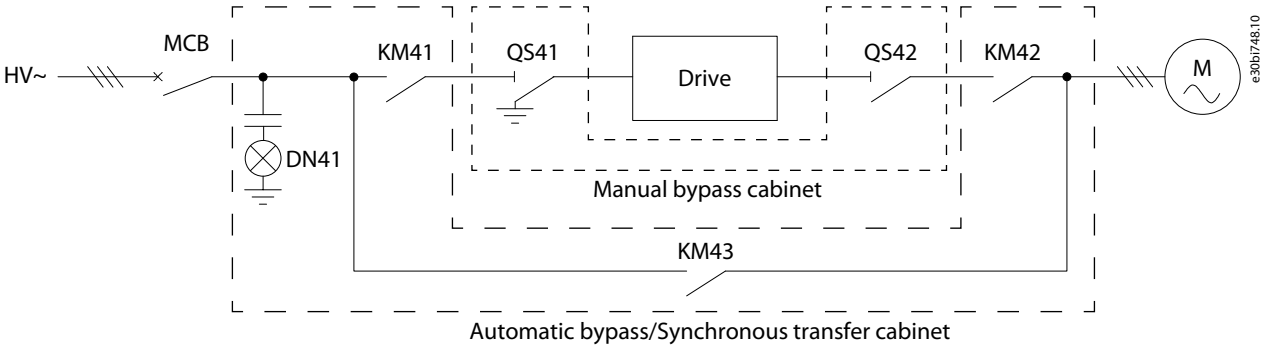

Рисунок 23: Принципиальная схема шкафа синхронной передачи

Последовательность операций по передаче нагрузки от преобразователя частоты в сеть

- Начальное состояние: KM41 и KM42 замкнуты, а KM43 разомкнут.
- Блокировка фаз: преобразователь частоты работает на частоте электросети и начинает подстраивать фазу в соответствии с напряжением сети.
- Синхронная передача: после блокировки фазы KM43 замыкается и начинается передача нагрузки на сеть.
- Синхронная передача завершена: после передачи нагрузки KM42 и KM41 размыкаются.

Последовательность операций по передаче нагрузки от сети на преобразователь частоты

- Начальное состояние: KM41 и KM42 разомкнуты, а KM43 замкнут.
- Блокировка фаз: KM41 замкнут. Преобразователь частоты работает на частоте электросети и начинает подстраивать фазу в соответствии с напряжением сети.
- Синхронная передача: после блокировки фазы KM42 замыкается, и начинается передача нагрузки на преобразователь частоты.
- Синхронная передача завершена: после передачи нагрузки KM43 размыкается.

3.4 Работа системы

3.4.1 Главная цепь

Типовая топологическая схема главной цепи преобразователя частоты среднего напряжения VACON® 1000 показана на Рисунок 24.

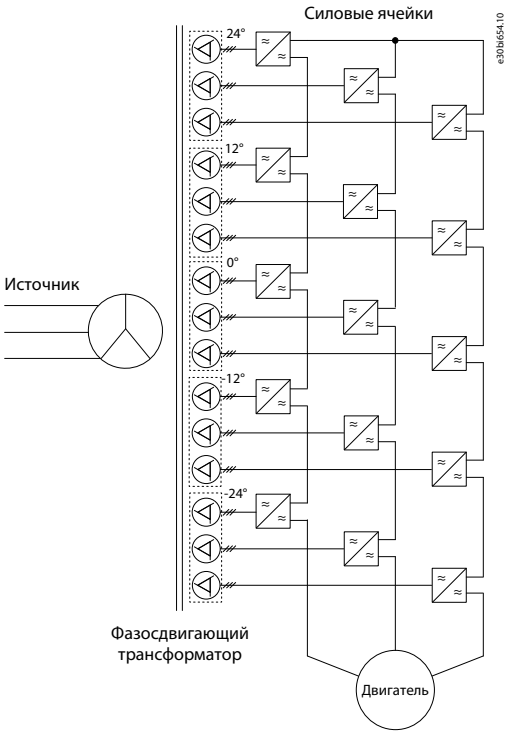

Рисунок 24: Схема главной цепи VACON® 1000

Фазосдвигающий выпрямительный трансформатор представляет собой трехфазный сухой трансформатор с воздушным охлаждением, подключенный непосредственно к входному высокому напряжению. Вторичные обмотки соединены по схеме треугольника с удлинением, благодаря чему можно снизить содержание искажений тока на стороне входа. Угол сдвига фаз между вторичными обмотками можно рассчитать по следующей формуле:

$$\text{Фаза – угол сдвига} = \frac{60°}{\text{Кол–во силовых ячеек}}$$

Вторичные обмотки трансформатора обеспечивают входное питание для каждой силовой ячейки. Количество вторичных обмоток и угол сдвига фаз между обмотками определяются в соответствии с уровнем напряжения и структурой преобразователя частоты, как показано на Таблица 2.

Таблица 2: Конфигурация силовых ячеек для VACON® 1000

Серия ПЧ	Кол-во силовых ячеек на фазу	Количество ячеек в системе	Выходное фазное напряжение (В)	Выходное линейное напряжение (В)
2,4 кВ	3	9	1385	2400
3 кВ	3	9	1732	3000
3,3 кВ	3	9	1905	3300
4,16 кВ	4	12	2400	4160
6 кВ	5	15	3464	6000
6,6 кВ	6	18	3810	6600

Серия ПЧ	Кол-во силовых ячеек на фазу	Количество ячеек в системе	Выходное фазное напряжение (В)	Выходное линейное напряжение (В)
6,9 кВ	6	18	3984	6900
10 кВ	8	24	5774	10000
11 кВ	9	27	6351	11000

3.4.2 Силовые ячейки

Силовая ячейка — это основной модуль преобразователя частоты среднего напряжения, производящий переменное напряжение и частоту на выходе. Силовая ячейка состоит из быстродействующих предохранителей, выпрямительного моста, конденсаторов цепи постоянного тока, инвертирующего IGBT моста и т. д.

Входные клеммы силовых ячеек соединены с 3-фазной вторичной обмоткой фазосдвигающего трансформатора. Трехфазный диод обеспечивает двухполупериодное выпрямление для зарядки конденсаторов цепи постоянного тока, а с конденсаторов напряжение подается на однофазную каскадно-мостовую схему инвертора, образованную четырьмя IGBT.

Силовая ячейка принимает сигналы через оптоволоконные кабели и управляет замыканием и размыканием IGBT, обозначенных как S1–S4, используя режим модуляции ШИМ для вывода однофазной формы сигнала, модулируемой импульсом. Выход каждой из ячеек имеет только три возможных состояния:

- Когда контакты S1 и S4 замкнуты, выходное напряжение V_{UV} равно напряжению постоянного тока V_{DC}.
- Когда S2 и S3 замкнуты, выходное напряжение V_{UV} равно $-V_{DC}$.
- Когда S1 и S3 или S2 и S4 замкнуты, выходное напряжение V_{UV} равно 0.

На Рисунок 25 показана временная диаграмма выходного напряжения каждой силовой ячейки и наложенного выходного напряжения фазы, когда 6 ячеек соединены последовательно. Как показано на иллюстрации, при последовательном подключении 6 силовых ячеек достигается 13 уровней напряжения. Увеличение числа уровней напряжения снижает искажения выходного напряжения и одновременно снижает риск повреждения изоляции двигателя, вызванного dU/dt. На Рисунок 26 и Рисунок 27 показаны временные диаграммы выходного напряжения и тока преобразователя частоты при нагрузке, создаваемой двигателем.

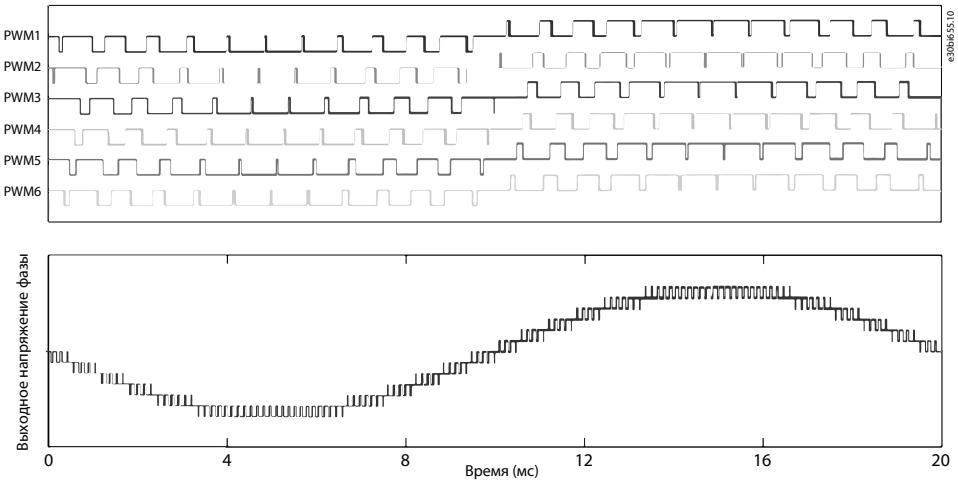

Рисунок 25: Диаграммы выходного напряжения и напряжения фазы

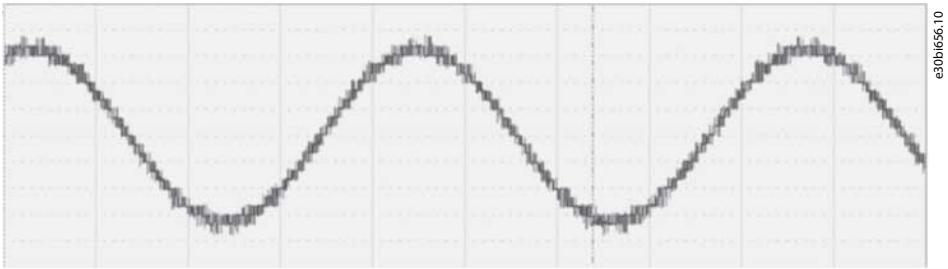

Рисунок 26: Форма кривой выходного межфазного напряжения

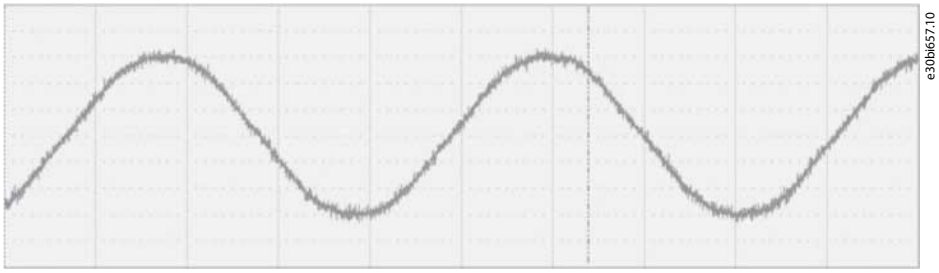

Рисунок 27: Форма кривой тока

Каждая силовая ячейка имеет независимую плату управления и плату драйверов. Плата управления ячейки получает сигнал ШИМ, передаваемый главной системой управления через оптоволоконный кабель для управления IGBT. Одновременно по оптоволоконному кабелю информация о состоянии каждой силовой ячейки возвращается в главную систему управления через плату управления ячейками. Плата драйвера используется для управления IGBT и передачи сигнала неисправности IGBT на плату управления ячейки, например для защиты от короткого замыкания.

3.4.3 Система управления

Пример структурной схемы системы управления показан на Рисунок 28. Количество силовых ячеек зависит от номинального напряжения преобразователя частоты.

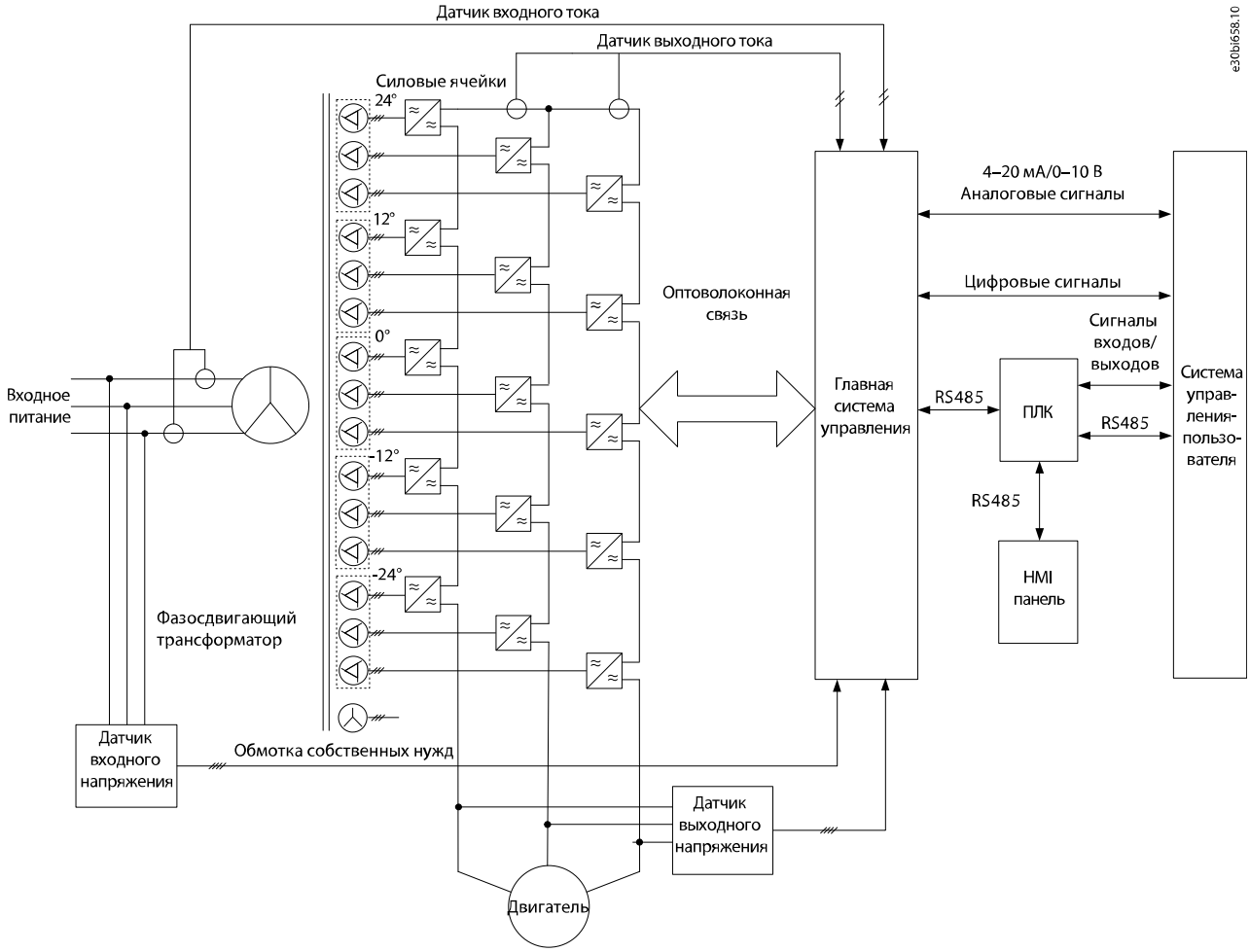

Рисунок 28: Структурная схема системы управления

Основные функции главной системы управления:

- Логический вход и выход
- Аналоговый вход и выход
- Формирование сигналов управления ШИМ для каждой силовой ячейки
- Кодирование и декодирование управляющего сигнала

- Самодиагностика системы
- Предоставление различных инструкций по реализации
- Сбор и обработка различной информации об отказах
- Связь с внешними системами

Для повышения гибкости на производственной площадке используется ПЛК, выполняющий логическую обработку внутренних сигналов переключения, сигналов управления с производственной площадки и сигналов состояния, поступающих от средневольтного преобразователя частоты. Высококачественный ПЛК, используемый преобразователем частоты среднего напряжения VACON® 1000, выполняет следующие задачи:

- Управление входными и выходными сигналами управления
- Защита и блокировка
- Обнаружение внешнего отказа
- Связь с главной системой управления
- Управление панелью оператора

Панель оператора (HMI) реализована на основе сенсорного ЖК-экрана высокой четкости. Она отличается простотой эксплуатации и используется для установки функциональных параметров, отображения и записи состояния системы, рабочего состояния и неисправностей посредством подключения к ПЛК. См. 7 Панель оператора.

Высокая точность управления в VACON® 1000 обеспечивается за счет векторного управления. Возможность независимого управления магнитным потоком и скоростью обеспечивает быструю динамическую реакцию на изменения нагрузки и высокий крутящий момент на низких скоростях, в том числе при запуске двигателя. Схема управления показана на Рисунок 29.

Для выбора доступны как метод энкодера, так и метод векторного управления без датчиков. В зависимости от фактических условий применения могут быть установлены датчики скорости. В случае отсутствия датчиков скорости система все равно может обеспечить быструю динамическую реакцию и высокий выходной крутящий момент, когда двигатель работает на низкой скорости.

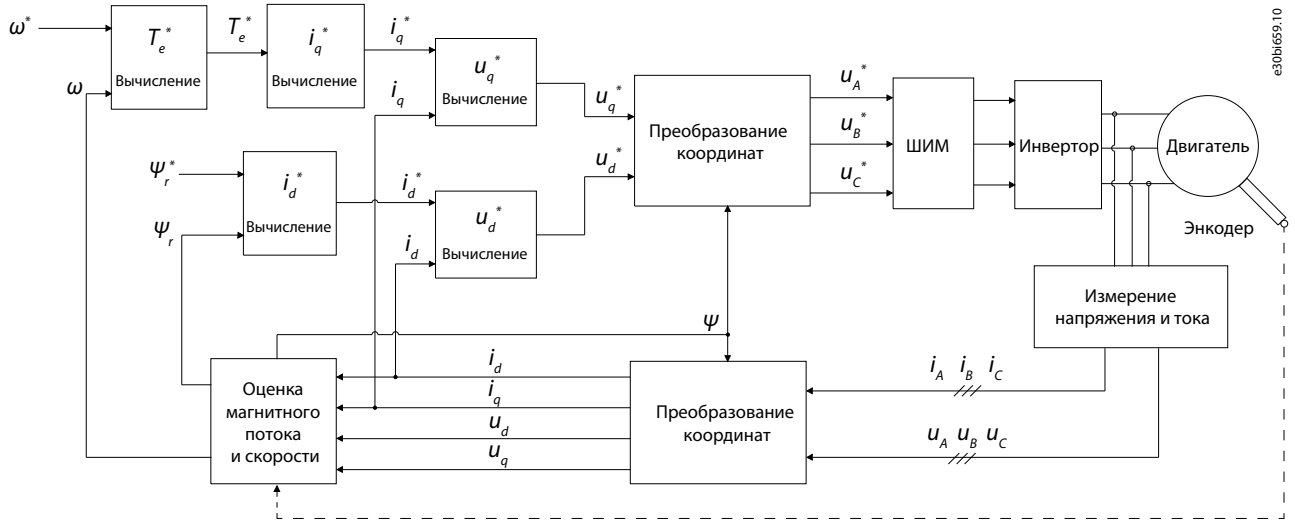

Рисунок 29: Схема векторного управления

3.5 Описание кода типа

Код типа для VACON® 1000 состоит из четырех основных частей и дополнительных кодов.

- **VACON1000-ED-019-024+____+____**

1. Серия изделий

VACON® 1000. Эта часть кода всегда одинакова.

2. Тип изделия

Изделие VACON® 1000.

- **ED**: Шкафное исполнение

3. Номинальный выходной ток

Например, -040 = 40 A. См. доступные выходные токи в 11.2 Номинальные значения мощности и габаритные размеры.

4. Номинальное выходное напряжение

Таблица 3: Доступное напряжение системы

Код	Напряжение (В)	Частота (Гц)
024	2400	60
030	3000	60
033	3300	50
041	4160	60
060	6000	50
066	6600	50
069	6900	60
100	10000	50
110	11000	50

5. Опции

Дополнительные компоненты или характеристики.

См. доступные коды в 3.6 Доступные опции.

3.6 Доступные опции

Таблица 4: Доступные опции для VACON® 1000

Опция	Описание
Степень защиты	
+IP42	Класс защиты корпуса IP42
Входная частота	
+LS50	Входная частота 50 Гц
+LS60	Входная частота 60 Гц
Дополнительные входы/выходы	
+IAF1	Входы/выходы синхронной передачи (8DI/8DO)
+IBF2	Усовершенствованный модуль управления
+ICF3	Входы/выходы управления возбудителем
+IDF4	Модуль PID-регулирования
+IEF5	Модуль контроля температуры двигателя (8 каналов)
Дополнительные входы/выходы ПЛК	
+IAP1	Модуль логических входов ПЛК (16 цифровых входов)
+IBP2	Модуль расширения логических вводов-выходов для ПЛК (8DI/8DO)
+ICP3	Модуль расширения аналоговых входов-выходов для ПЛК (2AI/4AO)
+IDP4	Модуль контроля температуры двигателя (8 каналов); Не совместим с опциями байпаса двигателя
Дополнительные сетевые интерфейсы	

Опция	Описание
+S_E2	Modbus RTU
+S_E5	PROFIBUS DP-V0
+S_E6	CANopen
+S_E7	DeviceNet™
+S_EC*	EtherCAT
+S_EI	Modbus TCP
+S_EL	POWERLINK
+S_EN	ControNet™
+S_EP	PROFINET I/O
+S_EQ	Ethernet/IP™
Интерфейс пользователя	
+MHMI	Панель оператора, экран 10 дюймов
Системная микропрограмма	
+F101	Асинхронный двигатель
+F102	Синхронный двигатель (внешний возбудитель)
Байпас ячейки	
+PPCB	Байпас силовой ячейки
Резервирование ячеек(1)	
+PPCR	Резервирование силовых ячеек
Байпас двигателя(1)	
+PMBP	Ручной байпас двигателя
+PABP	Автоматический байпас двигателя
+PSBP	Синхронный перевод на сеть (только 1 двигатель)
+PSB2	Заказная система синхронного байпаса
Входные устройства(1)	
+PSTC	Пусковой шкаф доступен для преобразователей частоты с током > 215 A
Выходные устройства(1)	
+POCK	Реактор для синхронного байпаса
+PODU	Фильтр dU/dt для кабеля длиной < 2000 м
Дополнительное оборудование шкафа ПЧ	
+QDFR	Резервирование вентиляторов охлаждения
+QDEX	Внешнее питание вентилятора охлаждения

Опция	Описание
+QSPD	Устройство защиты от перенапряжения (входит в стандартную комплектацию для вариантов UL, по заказу для вариантов IEC)
+QT01	Трансформатор питания цепей управления без подключения обогревателя
+QT02	Трансформатор питания цепей управления с обогревателем
Механические дополнительные устройства	
+MHET	Обогреватель + термостат
+MHEH	Обогреватель + датчик влажности
+MMKI	Механическая блокировка дверей (входит в стандартную комплектацию для вариантов UL, по заказу для вариантов IEC)
Варианты входного напряжения(1)	
+I023	Входное напряжение: 2300 В
+I024	Входное напряжение: 2400 В
+I030	Входное напряжение: 3000 В
+I033	Входное напряжение: 3300 В
+I040	Входное напряжение: 4000 В
+I041	Входное напряжение: 4160 В
+I042	Входное напряжение: 4200 В
+I048	Входное напряжение: 4800 В
+I050	Входное напряжение: 5000 В
+I060	Входное напряжение: 6000 В
+I063	Входное напряжение: 6300 В
+I066	Входное напряжение: 6600 В
+I069	Входное напряжение: 6900 В
+I072	Входное напряжение: 7200 В
+I084	Входное напряжение: 8400 В
+I100	Входное напряжение: 10000 В
+I110	Входное напряжение: 11000 В
+I114	Входное напряжение: 11400 В
+I120	Входное напряжение: 12000 В
+I124	Входное напряжение: 12400 В
+I132	Входное напряжение: 13200 В
+I138	Входное напряжение: 13800 В
Окружающая среда	

Опция	Описание
+THAL	Большая высота, > 2000 м над уровнем моря
+T50C	Работа при температуре окружающей среды 50 °C
Сейсмическая зона	
+SZ04	Зона 4
Заводские приемочные испытания	
+QFAT	Заводские приемочные испытания
+QFNO	Заводские приемочные испытания без нагрузки

[1] Выбор этой опции может повлиять на общие размеры и вес изделия.

3.6.1 Байпас двигателя

См. 3.3.7 Шкаф байпаса двигателя.

3.6.2 Входные устройства

См. 3.3.5 Пусковой шкаф.

3.6.3 Выходные устройства

См. 3.3.6 Шкаф выходного фильтра.

3.6.4 Механические дополнительные устройства

Опции обогревателей +MHET/+MHEH

Таблица 5: Опции обогревателей +MHET и +MHEH

Опция	+MHET	+MHEH
Устройства	Обогреватель и термостат	Обогреватель и датчик влажности
Область применения	Зона низких рабочих температур (-5...0 °C)	Зона высокой относительной влажности и конденсации
Назначение	Прогрев преобразователя частоты перед включением, если температура ниже 0 °C (но выше -5 °C). Низкие температуры находятся за пределами номинальных рабочих температур микросхем и конденсаторов внутри секции управления и силовых ячеек.	Предотвращение конденсации и коррозии устройств и шкафов в условиях высокой относительной влажности, из-за которых во время работы могут возникать поломки или электрические пробои.
Расположение	Секция управления и секция силовых ячеек	Секция силовых ячеек, секция трансформатора, вводная секция или любые другие секции с деталями под высоким напряжением
Основные параметры	Диапазон настройки термостата: -10...50 °C (14...122 °F), 0 °C в качестве предустановленного значения по умолчанию. Мощность обогревателя: 220 В, 400/150 Вт, в зависимости от размера шкафа.	Диапазон настройки датчика влажности: 35–95 % отн. влажности, 80 % в качестве предустановленного значения по умолчанию. Мощность обогревателя: 220 В, 400/150 Вт, в зависимости от размера шкафа.

Система механической блокировки, +MMKI

См. 8.6.2 Система механической блокировки.

3.7 VACON® 1000 PC Tool

Программное обеспечение VACON® 1000 PC Tool предназначено для использования на ПК и работает через Ethernet. Это ПО позволяет выполнять мониторинг и диагностику неисправностей преобразователя частоты. Для подключения к ПК требуется только один сетевой кабель.

В VACON® 1000 PC Tool реализованы некоторые вспомогательные функции, которые часто используются во время нормальной работы и ввода в эксплуатацию.

- На панели состояния в реальном времени отображается рабочее состояние преобразователя частоты.
- Функция отображения формы колебаний позволяет непосредственно отслеживать внутренние переменные во время работы преобразователя частоты.
- Функция управления параметрами позволяет напрямую изменять или сохранять на компьютере текущие параметры системы.
- Функция анализа неисправностей может обрабатывать информацию об отказах в кэше DSP, отображать содержание неисправностей в системе и время их возникновения, а также отображать форму колебаний на входе и выходе системы вблизи точки отказа.

В дополнение к этим функциям VACON® 1000 PC Tool также предоставляет вспомогательные функции ввода в эксплуатацию и функции обновления программы DSP.

Минимальные требования к ПК для работы VACON® 1000:

- Операционная система: Windows 10
- Процессор: Intel® Core™ i5-6300U, 2,40 ГГц, 2,50 ГГц
- ОЗУ: 8,00 ГБ

4 Получение доставленного изделия

4.1 Проверка доставленного изделия

1. Перед распаковкой проверьте количество упаковочных ящиков в соответствии с транспортной накладной, а затем проверьте внешний вид упаковочных ящиков.
2. После удаления упаковки проверьте изделие и прилагаемые документы в соответствии с транспортной накладной, чтобы убедиться в отсутствии каких-либо изделий или их несоответствии заказу. Сравните код типа в заказе с кодом типа, указанным на этикетке упаковки. См. 3.5 Описание кода типа.
   - Если поставка не соответствует вашему заказу, немедленно обратитесь к поставщику.
3. Проверьте изделие на наличие повреждений, полученных при транспортировке.
   - Если преобразователь частоты был поврежден при транспортировке, свяжитесь с компанией по страхованию грузов или с транспортным агентством.

4.2 Хранение

Диапазон температур хранения преобразователя частоты VACON® 1000 — от -40 °C до 70 °C, а относительная влажность при хренении не должна превышать 95 %. Место хранения не должно подвергаться воздействию прямого солнечного света, коррозии, горючих газов, токопроводящей пыли, соляного дыма, масляного дыма и т. д.

До момента установки храните оборудование запечатанным в его упаковке. В сухом и вентилируемом месте преобразователь частоты можно хранить в упаковке более одного года. Если преобразователь частоты необходимо хранить в течение более длительного времени, обратитесь в Danfoss.

Если преобразователь частоты распакован, перед помещением на хранение нанесите на него влагопоглотитель. Изделие упакованное в мешок VCI можно положить на деревянный поддон и хранить более одного года в сухом и проветриваемом месте.

4.3 Подъем и перемещение преобразователя частоты

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ⚠

ПОДЪЕМ ТЯЖЕЛОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Соблюдайте местные правила техники безопасности при подъеме тяжелых грузов. Несоблюдение рекомендаций и местных правил техники безопасности может привести к смерти или серьезным травмам.

– Убедитесь, что подъемное оборудование находится в надлежащем рабочем состоянии.

Перемещать шкафы следует в вертикальном положении. Для подъема шкафов используйте подъемное устройство, способное поднять их вес. Ознакомьтесь с дополнительной информацией, такой как вес, центр тяжести и положения подъема, на упаковке.

Перед удалением упаковочного материала переместите преобразователь частоты к месту установки.

Компактные шкафы VACON® 1000 поставляются в виде единственного блока; рядные системы поставляются в виде нескольких отдельных секций:

- Секция управления
- Секция силовых ячеек
- Секция трансформатора
- Секция дополнительных устройств

Для равномерного распределения веса шкафов и предотвращения повреждения оборудования следует всегда использовать четыре подъемных отверстия. Выровняйте места строповки в соответствии с центром тяжести, указанным на упаковке.

Перемещайте шкафы медленно и осторожно. Детали распределительного щита могут легко упасть, так как их центр тяжести расположен высоко в задней части шкафов.

4.3.1 Подъем отдельностоящих шкафов

После снятия упаковки шкафов для их подъема с деревянных поддонов и перемещения в место установки требуется кран или вилочный погрузчик.

1. Для подъема шкафа используйте кран; зацепляйте стропы за дно шкафа.

   Расстояние (D) между крюком крана и верхней частью шкафа должно составлять более 1,5 м (4,92 фута).
   Угол между двумя стропами должен быть как минимум 45°.

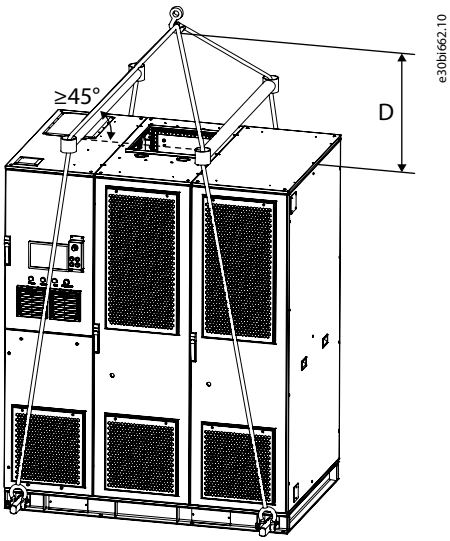

Рисунок 30: Подъем отдельностоящих шкафов

2. Используйте грузоподъемные скобы в отверстиях такелажной траверсы.

   Для крепления скоб используйте только отверстия диаметром 33 мм (1,3 дюйма) и шириной 30 мм (0,75–1,125 дюйма).

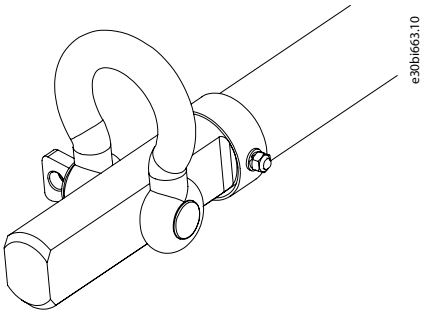

Рисунок 31: Грузоподъемная скоба, прикрепленная к такелажной траверсе

3. Убедитесь, что подъемные стропы не сжимают шкаф и не могут повредить его. В верхней части шкафа используйте траверсы или деревянный брусок между стропами.

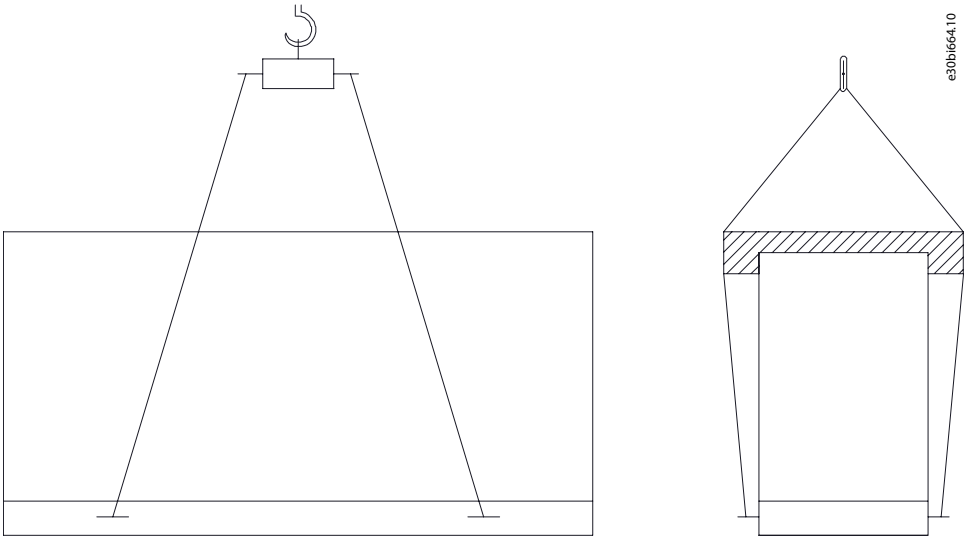

Рисунок 32: Подъемные стропы, разнесенные деревянным бруском

4. Поднимайте шкаф медленно и без рывков. Опускайте его в неподвижное положение так же, медленно и без рывков.

4.3.2 Подъем рядных шкафов

После снятия упаковки шкафов для их подъема с деревянных поддонов и перемещения в место установки требуется кран или вилочный погрузчик.

1. Для подъема секции силовых ячеек и секции управления используйте четыре отверстия в стальных уголках в верхней части шкафа.

Расстояние (D) между крюком крана и верхней частью шкафа должно составлять более 1,5 м (4,92 фута). Снимите стальные уголки после подъема.

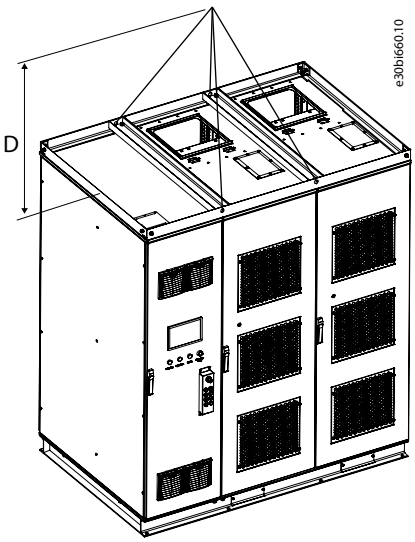

Рисунок 33: Точки подъема секции силовых ячеек

2. Для подъема шкафа дополнительных устройств используйте рым-болты в четырех углах верхней части шкафа.
3. Поскольку секция трансформатора тяжелая, не поднимайте ее за подъемные кольца в верхней части секции. Вместо этого используйте подъемные кольца трансформатора.

Расстояние (D) между крюком крана и верхней частью шкафа должно составлять более 1,5 м (4,92 фута).

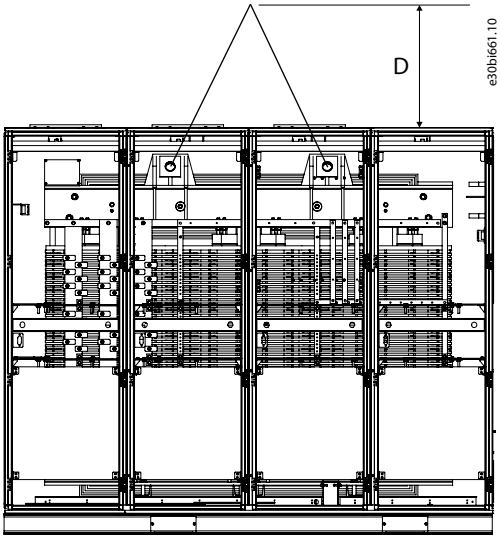

Рисунок 34: Точки подъема трансформатора

4. Поднимайте шкаф медленно и без рывков. Опускайте его в неподвижное положение так же, медленно и без рывков.

4.3.3 Использование вилочного погрузчика

Вилочный погрузчик должен быть способен поднимать и нести вес шкафа.

1. Чтобы подъемник погрузчика не мог поцарапать шкаф, вставьте между вилочным погрузчиком и шкафом деревянный брусок или аналогичный предмет.

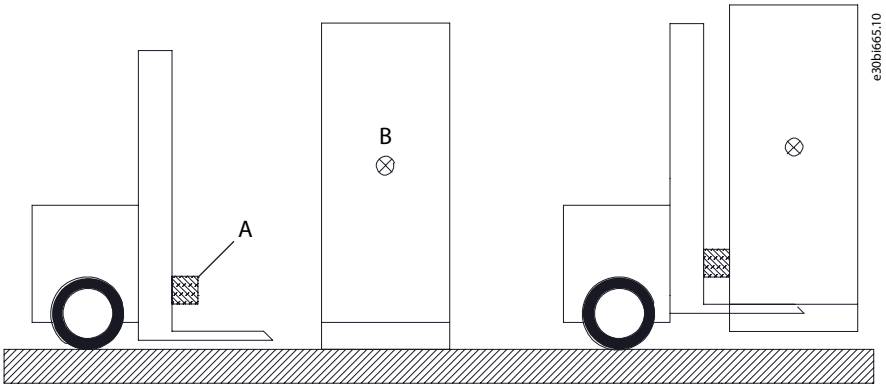

Рисунок 35: Перемещение шкафа с помощью вилочного погрузчика

A	Деревянный брусок
B	Центр тяжести

2. Поднимайте шкаф медленно и с максимально малой вибрацией.

Перед подъемом выясните, где находится центр тяжести шкафа.

5 Механический монтаж

5.1 Условия эксплуатации

УВЕДОМЛЕНИЕ

ОБРАЗОВАНИЕ КОНДЕНСАТА

На электронных компонентах может конденсироваться влага, вызывая короткие замыкания. Избегайте установки в местах, подверженных отрицательным температурам. Если температура преобразователя частоты ниже температуры окружающего воздуха, следует установить обогреватель.

УВЕДОМЛЕНИЕ

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ОКРУЖАЮЩИЕ УСЛОВИЯ

Экстремально высокие или низкие температуры ухудшают рабочие характеристики и сокращают срок службы оборудования.

Для обеспечения длительной и надежной работы преобразователя частоты среда, в которой он установлен, должна соответствовать следующим требованиям:

- В нормальных условиях эксплуатации температура должна составлять от -5 до +40 °C. Если температура окружающего воздуха выходит за эти значения, оборудование необходимо использовать в режиме пониженной мощности или оснастить соответствующими опциями для кондиционирования воздуха.
- Высота установки оборудования не должна превышать 1000 м над уровнем моря. Если высота установки над уровнем моря превышает 1000 м, используйте оборудование в режиме с пониженными рабочими характеристиками.
- Относительная влажность воздуха должна находиться в диапазоне 5–95 % без образования конденсата.
- Степень загрязнения: II
  - Химически агрессивный газ: IEC 721-3-3, класс 3C1
  - Твердые частицы: IEC 721-3-3, класс 3S2

5.2 Монтаж шкафа

Рекомендации по монтажу:

- Чтобы длина кабеля двигателя была как можно более короткой, установите преобразователь частоты рядом с двигателем.
- Обеспечьте устойчивость шкафа, установив его на прочную поверхность.
- Убедитесь, что место, подготовленное для монтажа, выдержит массу устройства.
- Для обеспечения безопасности и облегчения прокладки кабелей рекомендуется устанавливать шкаф на кабельной траншее.
- Не устанавливайте шкаф поверх легковоспламеняющихся материалов.
- Убедитесь, что вокруг устройства достаточно места для надлежащего охлаждения.
- Убедитесь в наличии достаточного пространства для открывания дверей шкафа и проведения работ на оборудовании в соответствиии с ПУЭ, ПТЭ, ПТБ.
- Перед монтажом снимите с шкафа подвижные и съёмные части.

5.2.1 Соединение шкафов между собой

После установки и выравнивания шкафов на месте эксплуатации необходимо прикрепить шкафы друг к другу.

При установке шкафов линейной конструкции следует соединить друг с другом секцию силовых ячеек, секцию управления, секцию трансформаторов и секцию ввода- вывода. Установите дополнительные шкафы в правильном порядке с правой стороны секции трансформатора.

Для ПЧ в компактном исполнении, дополнительные шкафы устанавливаются с левой стороны шкафа ПЧ.

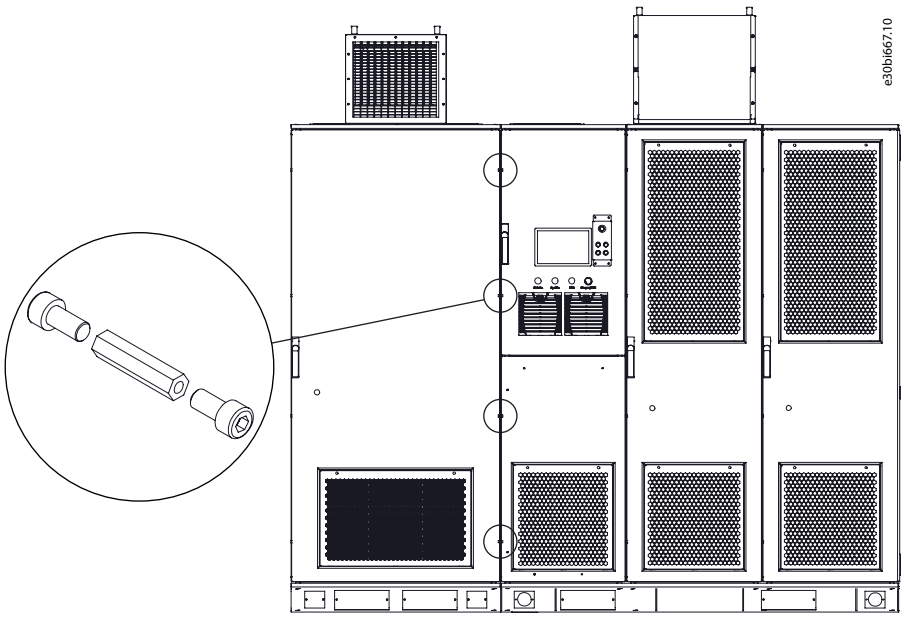

Рисунок 36: Точки крепления в компактных шкафах

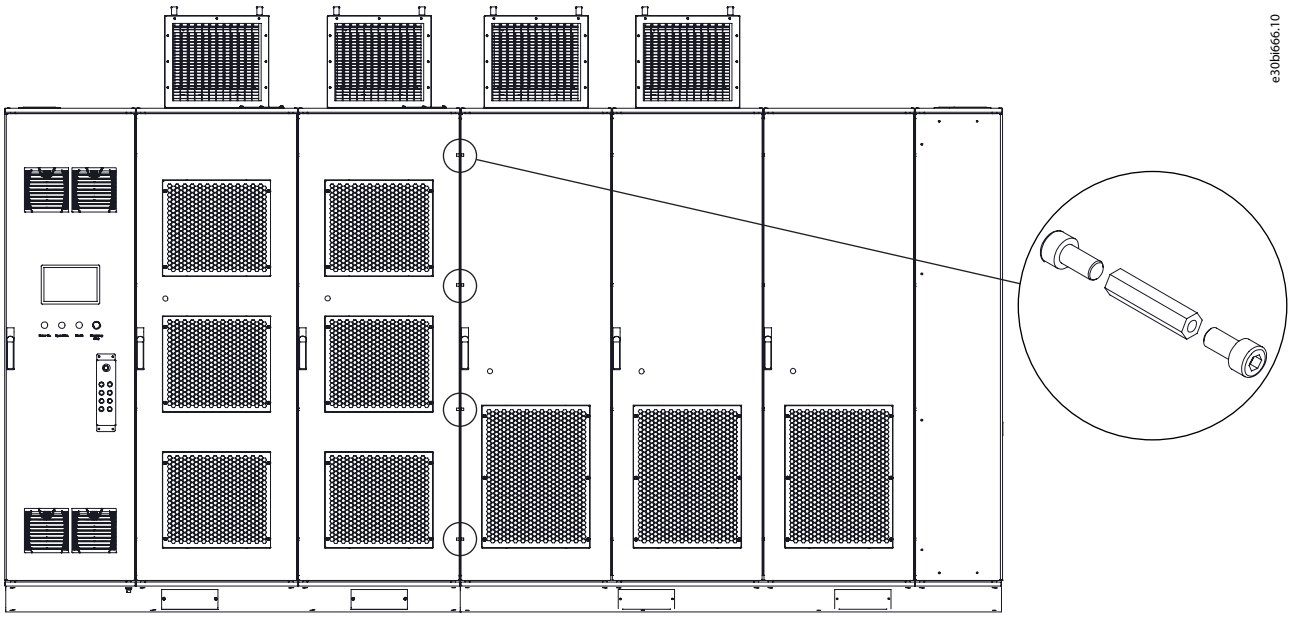

Рисунок 37: Точки крепления в рядных шкафах

Обратите внимание на следующие моменты:

- Во избежание деформации рамы и повреждения лакокрасочного покрытия, при перемещении и установке шкафа примите необходимые меры защиты, например от вибрации и влаги.
- Перед соединением друг с другом хорошо выровняйте шкафы.
- Перед креплением шкафов цоколи двух шкафов можно полностью прижать друг к другу с помощью автопогрузчика или цепной лебедки.
- Для соединения соседних шкафов используйте шестигранные проставки M6×40 и винты M6×10.
- Шкафы должны быть надежно заземлены.
- Крепежные детали, используемые при установке, должны иметь цинко-никелевое покрытие.
- Нельзя использовать шестигранные проставки для крепления задней стороны шкафа, если шкаф расположен вплотную к стене или глубина шкафов разная. В этом случае для соединения шкафов используйте стальные уголки.

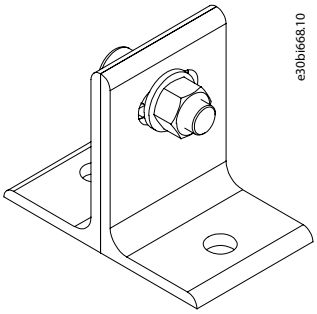

Рисунок 38: Стальной уголок

5.2.2 Монтаж шкафов

Каждый цоколь из стального швеллера подсоедините и закрепите к стальным деталям кабельной траншеи используя круглые отверстия . Используйте болты M12×35. Можно также приварить цоколь шкафа к бортам кабельного канала.

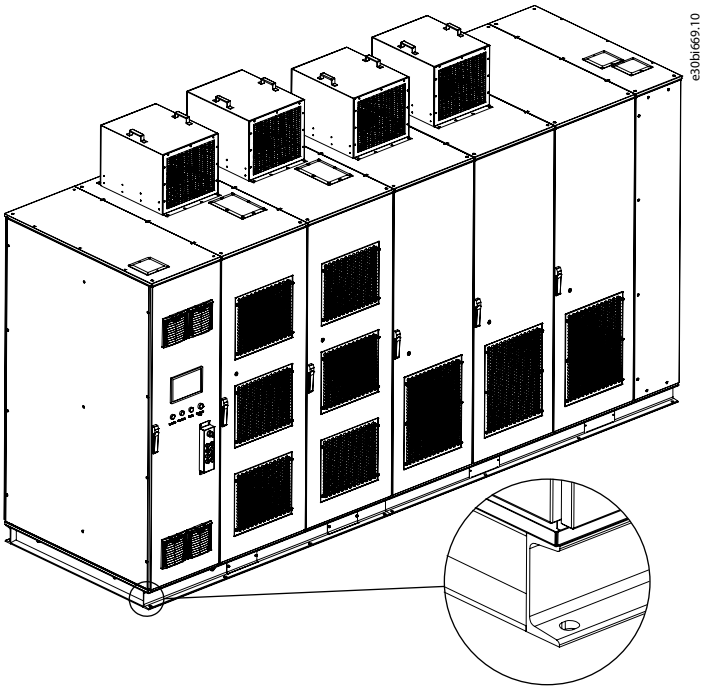

Рисунок 39: Установка шкафов на фундамент

5.3 Установка силовых ячеек

В процессе монтажа требуется участие не менее двух человек.

В качестве опции Danfoss доступна (не для всех рынков) подъемная тележка для силовых ячеек.

1. После извлечения силовой ячейки из упаковки убедитесь, что она не повреждена.
2. Для перемещения и подъема силовой ячейки используйте подъемную тележку для силовых ячеек или другое подъемное устройство.

   Подъемное устройство должно:

   - Быть способно поднимать силовые ячейки.
   - Быть способно поднимать силовые ячейки на необходимую высоту.
   - Иметь блокировочный механизм.

3. Полностью вставьте силовую ячейку в гнездо, образованное крепежными опорами в шкафу.

4. После размещения силовой ячейки на месте прикрепите ее уголки к крепежной опоре винтами M6.

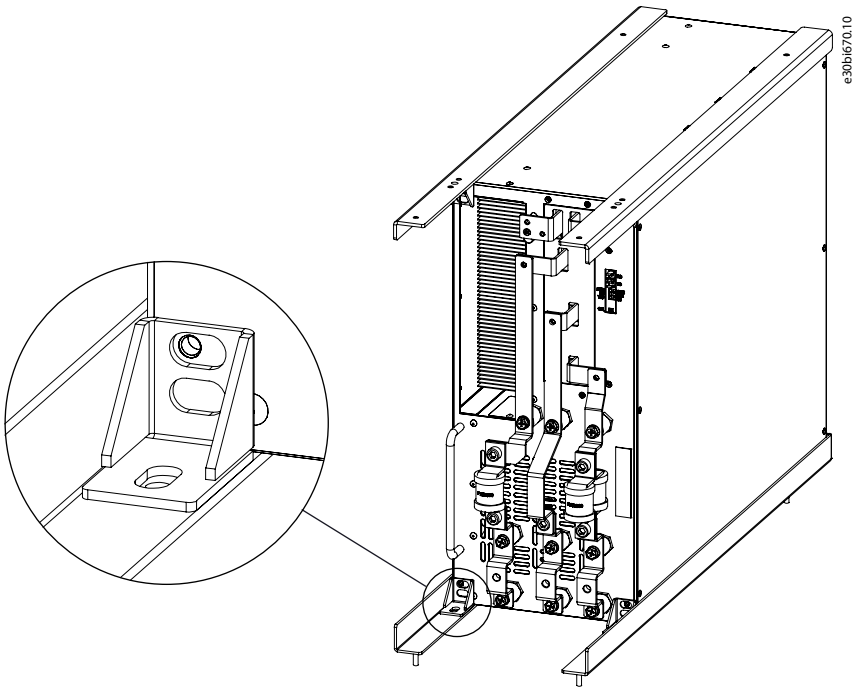

Рисунок 40: Установка силовой ячейки

5.4 Габариты преобразователя частоты шкафного исполнения

Размеры шкафа преобразователя частоты см. в разделе 11.2 Номинальные значения мощности и габаритные размеры

Всегда сверяйтесь с документацией, входящей в комплект поставки, относительно точных фактических размеров.

5.5 Охлаждение и свободное пространство вокруг преобразователя частоты

При работе преобразователь частоты выделяет тепло. В VACON® 1000 для контроля температуры трансформатора, силовых ячеек и других компонентов используется принудительное воздушное охлаждение. Приток воздуха обеспечивается вентиляторами в верхней части шкафа. Холодный воздух втягивается в шкаф через воздухозаборник и выдувается из выпускного отверстия, как показано на рисунке.

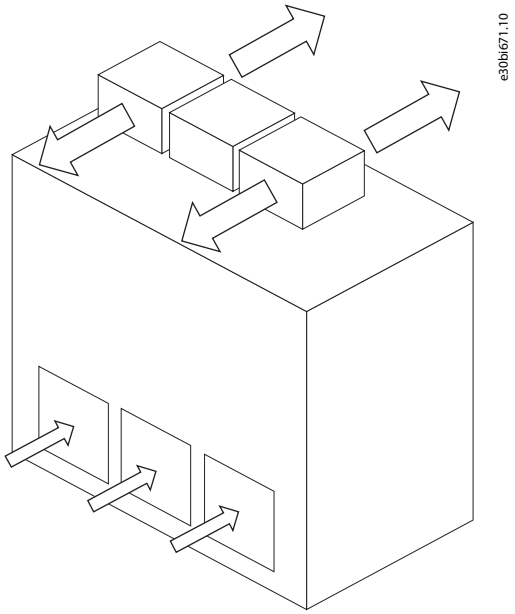

Рисунок 41: Поток охлаждающего воздуха

Убедитесь в том, что температура охлаждающего воздуха не поднимается выше максимальной и не опускается ниже минимальной для преобразователя частоты температуры окружающей среды. См. 5.1 Условия эксплуатации.

Убедитесь, что горячий воздух выдувается из шкафа и не попадает обратно в шкаф. Над шкафом следует обеспечить свободное пространство для беспрепятственного прохождения потока воздуха. Перед шкафом необходимо оставить свободное пространство, чтобы можно было открывать дверцы шкафа и выполнять техническое обслуживание.

- Задняя сторона шкафа может быть установлена вплотную к стене.
- Расстояние между передней стороной шкафа и стенами должно быть больше или равно 1500 мм.
- Расстояние между верхом крышки вентилятора шкафа и потолком:
  - ≥ 400 мм для преобразователей частоты без воздуховодов.
  - ≥ 1000 мм для преобразователей частоты с воздуховодами.

Потери мощности преобразователя частоты могут существенно изменяться при изменении нагрузки, выходной частоты или частоты ШИМ. При планировании охлаждающего оборудования в помещении щитовой полезно знать потери мощности.

Для расчета потерь мощности используйте инструмент ecoSmart. См. http://ecosmart.danfoss.com/#/app/intro.

5.5.1 Рекомендации по воздуховодам

Воздуховоды могут использоваться для отвода нагретого воздуха из VACON® 1000 за пределы щитовой.

Рекомендации по использованию воздуховода:

- Площадь выходного отверстия воздуховода должна быть больше суммы площадей выходных отверстий вентиляторов шкафа.
- Площадь воздухозаборника в месте расположения шкафа должна быть в 1,2–1,5 раза больше суммарной площади выходных отверстий вентиляторов. Воздухозаборник должен быть оснащен фильтром первичной очистки воздуха.
- Выпускное отверстие воздуховода должно быть защищено от попадания воды в воздуховод.
- Рекомендуемая максимальная длина воздуховода — 3 м. Для более длинных воздуховодов требуются опорные кронштейны и вытяжной вентилятор.

6 Электрический монтаж

6.1 Главная цепь

Типичная главная цепь VACON® 1000 показана на Рисунок 42.

- Автоматический выключатель главной цепи (ABC), двигатель, сетевые кабели и кабели двигателя не входят в комплект поставки.
- Пусковой шкаф и шкаф выходного фильтра поставляются по заказу.

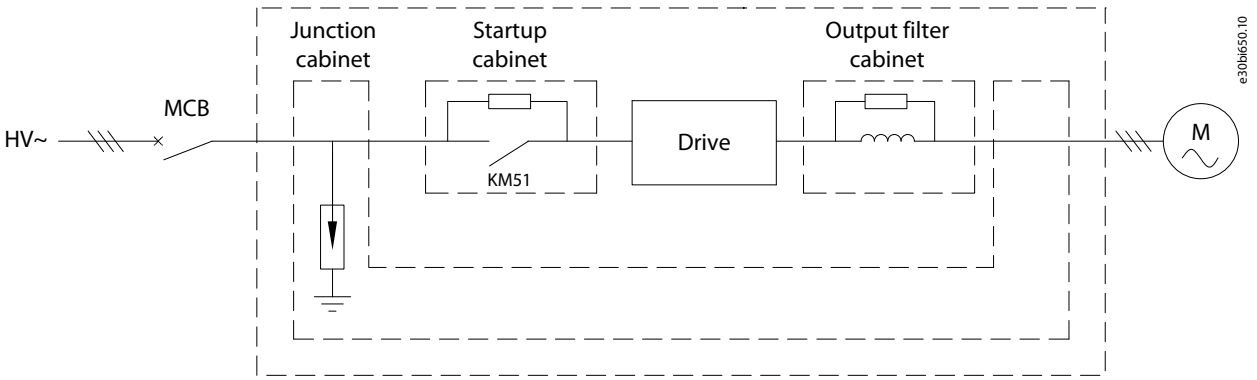

Рисунок 42: Главная цепь VACON® 1000

6.2 Автоматический выключатель сети и предохранители

Для защиты преобразователя частоты от короткого замыкания установите предохранители или автоматический выключатель на стороне сети в соответствии с правилами устройства электроустановок.

При выборе номинала предохранителей или сетевого автоматического выключателя учитывайте имеющиеся:

- Мощность короткого замыкания
- Длительно допустимый ток
- Напряжение питания

6.3 Гальваническая развязка между секциями среднего и низкого напряжения

Между секциями низкого (LV) и среднего (MV) напряжения шкафов предусмотрена гальваническая развязка. Изоляция между секциями защищает устройства в секции низкого напряжения от средних напряжений.

Большинство низковольтных компонентов размещены в секции управления. В других шкафах находятся только датчики тока (HECS) и некоторые дополнительные компоненты, такие как нагреватели воздуха, датчики влажности и контроллеры термостатов. Соединения между устройствами низкого и среднего напряжения либо выполнены с помощью оптоволоконного кабеля, либо электрически изолированы.

6.4 Клеммы

6.4.1 Расположение клемм в компактном шкафу

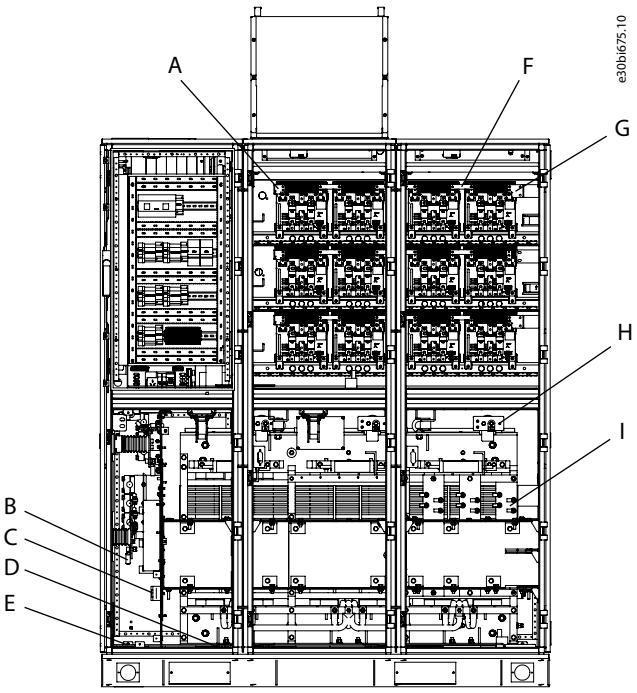

Рисунок 43: Клеммы в компактном шкафу

A	Выходная силовая клемма	F	Шины для последовательного подключения силовых ячеек
B	Клемма подключения двигателя	G	Клемма нейтральной точки выхода
C	Клемма подключения сети	H	Входная клемма трансформатора
D	Соединительные шины заземления между шкафами	I	Выходная клемма трансформатора
E	Клеммы заземления системы		

6.4.2 Расположение клемм в рядном шкафу

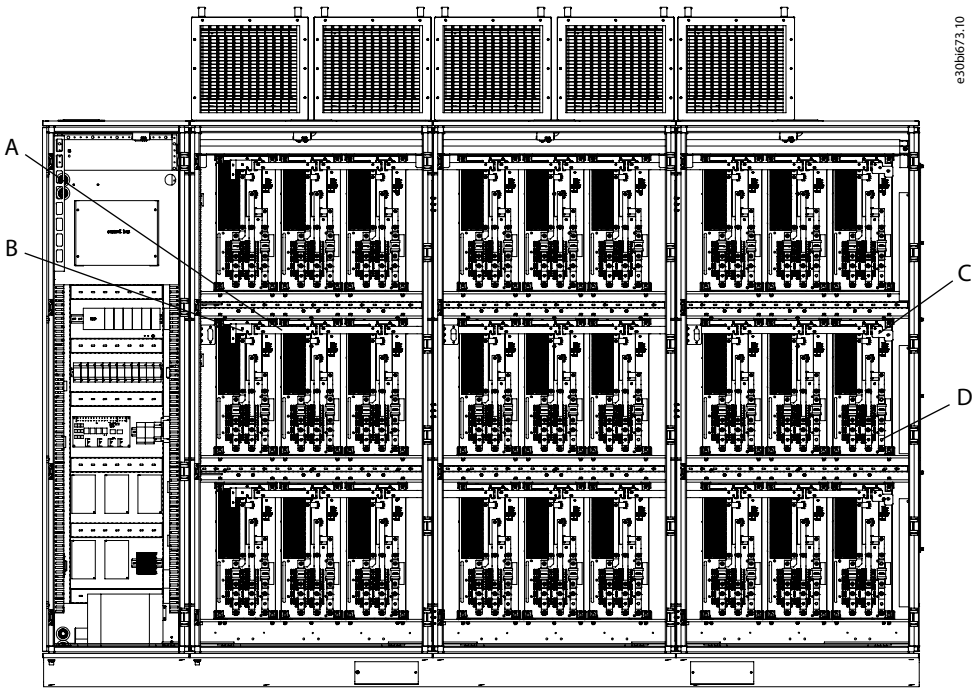

Рисунок 44: Клеммы в секциях управления и силовых ячеек

A	Шины для последовательного подключения силовых ячеек	C	Выходная силовая клемма
B	Клемма нейтральной точки выхода	D	Выходная клемма трансформатора

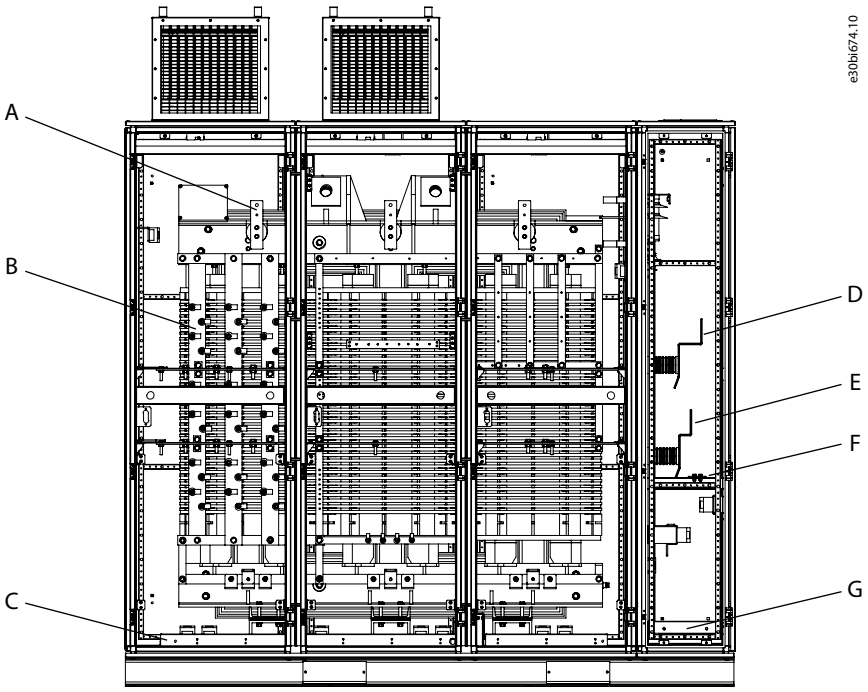

Рисунок 45: Клеммы в секции трансформатора

A	Входная клемма трансформатора	E	Клемма подключения двигателя
B	Выходная клемма трансформатора	F	Выходная силовая клемма
C	Соединительные шины заземления между шкафами	G	Клеммы заземления системы
D	Клемма подключения сети		

6.5 Кабельный ввод и заделка кабелей

6.5.1 Ввод силового кабеля в компактный шкаф

В секции ввода/вывода предусмотрены нижний и верхний вводы. Прокладка кабелей выполняется через нижний или верхний ввод в зависимости от требований заказчика.

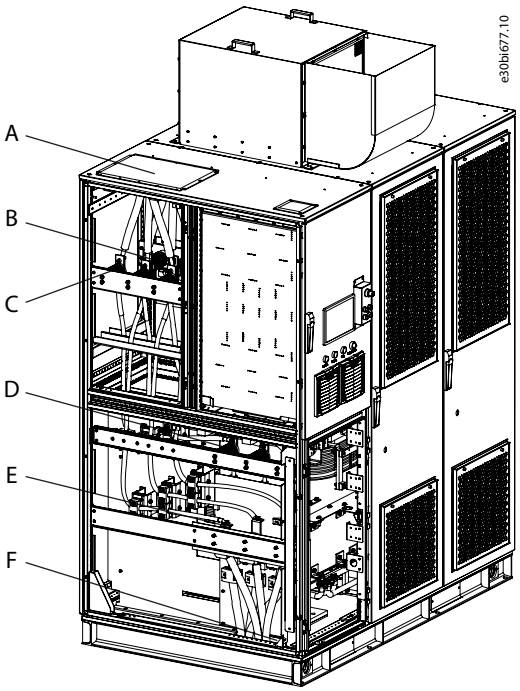

Рисунок 46: Нижний и верхний вводы

A	Крышка верхнего кабельного ввода	D	Входная клемма (нижний кабельный ввод)
B	Выходная клемма (верхний кабельный ввод)	E	Выходная клемма (нижний кабельный ввод)
C	Входная клемма (верхний кабельный ввод)	F	Крышка нижнего кабельного ввода

6.5.2 Ввод силового кабеля в рядный шкаф

В секции ввода/вывода предусмотрены нижний и верхний вводы. Прокладка кабелей выполняется через нижний или верхний ввод в зависимости от требований заказчика.

Если в ходе установки на объекте возникла необходимость изменить трассу ввода кабеля, поверните следующие два механических компонента на 180°:

- Выходная шина (деталь B)
- Кабельная клемма и опорный кронштейн (деталь D)

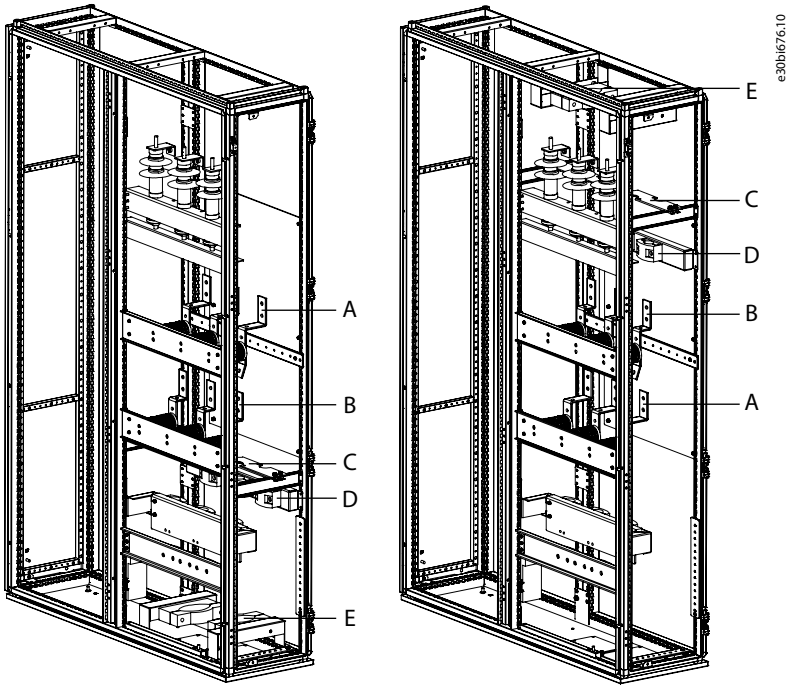

Рисунок 47: Нижний ввод (слева) и верхний ввод (справа)

A	Входная шина	D	Кабельная клемма и опорный кронштейн
B	Выходная шина	E	Клеммник для трехжильного кабеля и опорный кронштейн
C	Изоляционный барьер и опорный кронштейн		

6.5.3 Разделка силового кабеля

Комплекты для прокладки кабелей, включающие рекомендуемые кабельные наконечники, болты, шайбы и гайки поставляются в комплекте с шкафами.

Установите кабельные наконечники на силовые кабели и подключите кабели к входным и выходным клеммам с помощью деталей, входящих в комплекты для прокладки кабелей.

6.5.4 Ввод кабеля управления

В секции управления предусмотрены как нижний, так и верхний вводы. Вносить изменения в конструкцию шкафа не требуется.

После завершения прокладки кабелей закрепите кабели управления в кабельном канале/кронштейне.

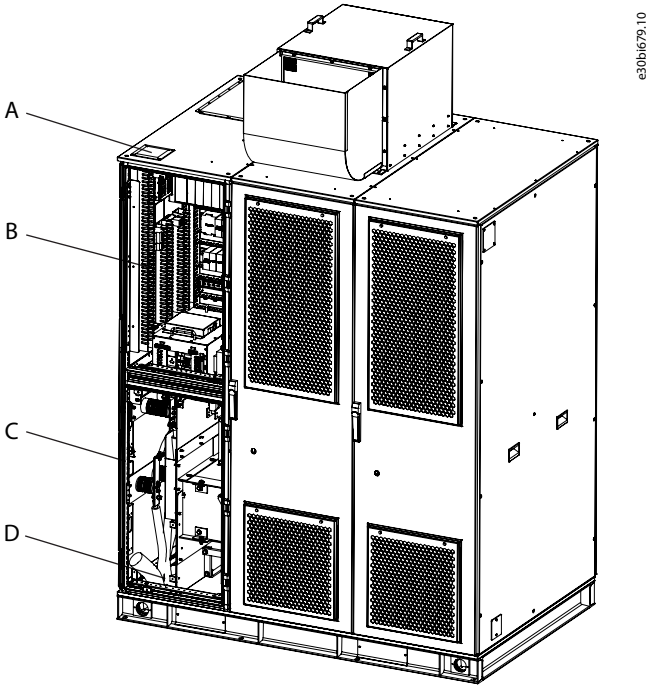

Рисунок 48: Ввод кабеля управления в отдельностоящий шкаф

A	Верхний ввод кабеля	C	Кронштейн для кабельного жгута
B	Кабельный канал для кабельного жгута	D	Нижний ввод кабеля

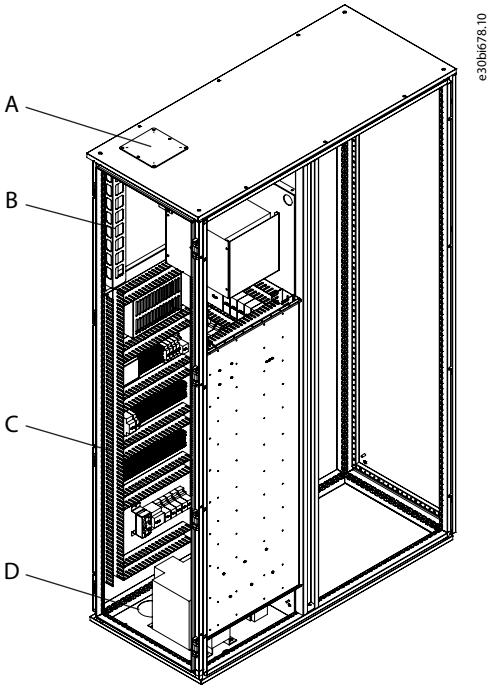

Рисунок 49: Ввод кабеля управления в рядный шкаф

A	Верхний ввод кабеля	C	Кабельный канал для кабельного жгута
B	Кронштейн для кабельного жгута	D	Нижний ввод кабеля

6.6 Заземление

Для соединения шин заземления в каждом шкафу используйте соединительные шины.

В установках, где требуется соответствие стандарту МЭК, площадь поперечного сечения соединительных шин должна быть не менее указанных величин:

- Компактный тип: 25 × 3 мм.
- Рядный тип < 350 А: 40 × 3 мм.
- Рядный тип 350–680 А: 50 × 4 мм.

В установках, где требуется соответствие стандарту UL, площадь поперечного сечения соединительных шин должна быть не менее 50 × 6 мм.

Подключите главную шину заземления шкафа к кабелю заземления системы. Рекомендуемая минимальная площадь поперечного сечения этого соединения составляет 95 мм^2.

Площадь поперечного сечения кабелей заземления должна быть ≥ 16 мм^2, но не менее половины площади поперечного сечения высоковольтных фазных проводов. Кроме того, сопротивление заземления должно быть меньше 4 Ом.

Значение тока утечки на землю должно быть меньше 3,5 мА переменного тока или 10 мА постоянного тока и должно соответствовать требованиям безопасности, относящимся к оборудованию с высоким током утечки.

Шина защитного заземления системы (PE) должна быть надежно заземлена во избежание несчастных случаев.

Не используйте один и тот же провод заземления для заземления другого силового оборудования или сварочного аппарата. Если в одном помещении установлено несколько преобразователей частоты, каждый преобразователь частоты должен иметь отдельное независимое заземление. Последовательное соединение заземляющих проводников запрещено.

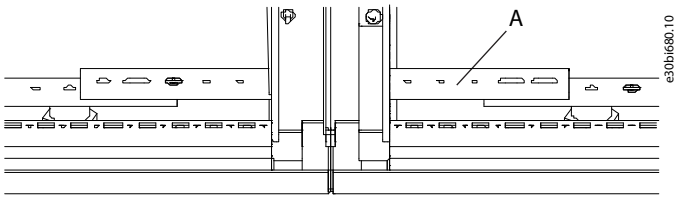

Рисунок 50: Соединительные шины заземления между шкафами

A	Соединительная шина

6.7 Выбор силовых кабелей

- Используйте бронированный трехжильный медный кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена или ПВХ и металлическим экраном.
- Площадь сечения проводов, рекомендуемая для силовых кабелей и кабелей двигателя, рассчитана для однокабельной конфигурации с использованием трехжильного кабеля при температуре окружающей среды 40 °C. При изменении условий (конфигурация кабеля, количество кабелей и температура окружающей среды) см. информацию о проектировании в соответствии с конфигурацией кабеля.
- Максимальная температура кабелей в шкафу при непрерывной работе составляет 90 °C.
- Кабель двигателя в шкафу должен иметь медные токопроводящие жилы, изоляцию из этилен-пропиленового каучука и хлорэтиленовую оболочку.
- Если входное напряжение превышает выходное, номинальное напряжение выходного кабеля должно быть равно входному напряжению.

Таблица 6: Рекомендуемые размеры силовых кабелей

Номинальный входной/выходной ток	Технические характеристики проводников, МЭК	Технические характеристики проводников, UL
≤ 100 A	25 мм^2	2 AWG
≤ 120 A	35 мм^2	2 AWG
≤ 150 A	50 мм^2	1 AWG
≤ 190 A	70 мм^2	1/0 AWG
≤ 240 A	95 мм^2	2/0 AWG

Номинальный входной/выходной ток	Технические характеристики проводников, МЭК	Технические характеристики проводников, UL
≤ 270 A	120 мм^2	4/0 AWG
≤ 310 A	150 мм^2	250 тыс. круг. мил.
≤ 350 A	185 мм^2	350 тыс. круг. мил.
≤ 410 A	240 мм^2	500 тыс. круг. мил.
≤ 460 A	300 мм^2	500 тыс. круг. мил.
≤ 530 A	400 мм^2	750 тыс. круг. мил.
≤ 600 A	500 мм^2	750 тыс. круг. мил.
≤ 680 A	630 мм^2	1000 тыс. круг. мил.

6.8 Дополнительные инструкции по монтажу кабелей

Схему подключения конкретного участка можно найти на монтажной схеме производственной площадки. При прокладке кабелей обратите внимание на следующие моменты:

- Между преобразователем частоты и другим оборудованием (шкафом высокого напряжения и двигателем) используйте только симметрично экранированные кабели, соответствующие требованиям ЭМС.
- Во избежание помех прокладывайте кабели цепей управления, сигнальные кабели, кабели связи, кабели источника питания и кабели двигателя в отдельных кабелепроводах. Если раздельная прокладка невозможна, расстояние между кабелями управления, сигнальными кабелями, кабелями связи, питания, и двигателя должно составлять больше 30 см.
- По возможности избегайте прокладки длинных участков кабелей двигателя параллельно с другими кабелями.
- В качестве сигнальных кабелей используйте не слишком длинный многожильный провод с экранирующим слоем, эквипотенциально заземленным на обоих концах.
- Провода, используемые для передачи различных сигналов, например сигнальные провода переменного тока и постоянного тока, должны быть проложены раздельно, а при необходимости пересечения пересекаться взаимно перпендикулярно.

6.9 Проводка элементов управления

6.9.1 Выбор кабеля управления

Кабели питания цепей управления

Используйте низковольтные медные кабели с изоляцией из ПВХ или сшитого полиэтилена (XLPE), с экраном и в одножильном или многожильном исполнении.

Характеристики кабелей для входного напряжения 208–600 В:

- Одножильный кабель 2,5–6,0 мм^2 или 14–10 AWG.
- Многожильный кабель, 4,0 мм^2 или 12 AWG.

Характеристики кабеля для входного напряжения 120 В:

- Одножильный кабель, два параллельно подключенных кабеля сечением 2,5–6,0 мм^2 или 14–10 AWG.
- Многожильный кабель, два параллельно соединенных кабеля сечением 4,0 мм^2 или 12 AWG.

Кабели сигналов управления

Используйте кабели управления с изоляцией из сшитого полиэтилена (XLPE) или ПВХ, с экранированием, в многожильном исполнении.

- Сплошной кабель 1,0–4,0 мм^2 или 17–12 AWG.
- Гибкий кабель, 2,5 мм^2 или 13 AWG.

6.9.2 Проводка питания цепей управления

Подключите провода L и N питания цепей управления к клеммам 1 и 7 в клеммной колодке X12. См. Таблица 7.

Таблица 7: Подключения к клеммной колодке X12

Клемма	Расшифровка	Описание
1	L1	~220 В, 1 фаза, 50 Гц ~230 В, 1 фаза, 60 Гц ~600 В, 1 фаза, 50/60 Гц
2	L1	
3	L2	
4	L2	
5	L3	
6	L3	
7	N	
8	N	
9	A	Питание вентилятора охлаждения от внешнего источника (опция): ~380 В, 3 фазы, 50 Гц ~460 В, 3 фазы, 60 Гц
10	A	
11	B	
12	B	
13	C	
14	C	
15	PE	Заземление

Преобразователь частоты имеет два контура питания. При потере внешнего питания происходит переключение на питание от вспомогательной обмотки фазосдвигающего трансформатора, выдающей однофазный ток, и преобразователь частоты продолжает работать в обычном режиме. При восстановлении питания от внешнего источника (напр. оперативного тока) происходит переключение обратно на внешнее питание.

Требования к защите цепи питания от внешнего источника

Сети типа TT: Если нейтральная точка питания цепи управления заземлена напрямую, подключите корпус к клемме заземления (клемма заземления не имеет соединения с заземлением нейтральной точки).

Сети изолированной нейтралью: Нейтральная точка управляющего напряжения заземлена не напрямую.

6.9.3 Подключение цепей управления

Клеммы подключения цепи управления показаны в таблице.

- Клеммы цифровых входов должны быть пассивными узлами с номинальным током 1 А/24 В пост. тока.
- Клеммы цифровых выходов системы являются пассивными узлами с номинальным током 5 А/220 В пер. тока или 5 А/220 В пост. тока.
- Для всех клемм входов/выходов установлены значения по умолчанию, которые могут быть определены и настроены заново в соответствии с конкретными требованиями.

Таблица 8: Подключение цепей управления

Клемма	Расшифровка	Сигнал	Тип сигнала	Примечание
1	Останов выбегом	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
2				
3	Пуск	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
4				

Клемма	Расшифровка	Сигнал	Тип сигнала	Примечание
5	Останов замедлением	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
6				
7	Сброс	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
8				
9	Замыкание/размыкание ABC, состояние 2	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
10				
11	PE	–	Заземление	–
12	ABC, состояние «замкн./разомкн.»	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
13				
14	Отключение ABC	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
15				
16	Замыкание ABC разрешено	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
17				
18	PE		Заземление	–
19	Готовность	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
20				
21	Работает	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
22				
23	Высоковольтное питание вкл.	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
24				
25	Дистанционный/местный режим	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
26				
27	Отказ	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
28				
29	Аварийный сигнал	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Стандартная конфигурация
30				
31	ABC, отключение 2	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
32				
33	Обратная связь по току возбуждения	AI	+	Стандартная конфигурация. Сигнал напряжения 0–10 В или сигнал тока 4–20 мА в соответствии с требованиями.
34			–	
35	Задание скорости (AI)	AI	+	
36			–	

Клемма	Расшифровка	Сигнал	Тип сигнала	Примечание
37	Аналоговый выход 1	AO	+	Стандартная конфигурация. Сигнал напряжения 0–10 В или сигнал тока 4–20 мА в соответствии с требованиями. Если аналоговый выходной сигнал — это уровень напряжения, сопротивление нагрузки должно превышать 20 кОм. Если аналоговый выходной сигнал токовый, сопротивление нагрузки должно быть меньше 500 Ом.
38			–	
39	Аналоговый выход 2	AO	+	
40			–	
41	Аналоговый выход 3	AO	+	
42			–	
43	Аналоговый выход 4	AO	+	
44			–	
45	PE	–	Заземление	–
46	PE	–	Заземление	–
47	RS485	D+	–	Стандартная конфигурация
48		D-	–	
49		SG	–	
50	Внешний отказ	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
51				
52	Аварийный останов	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
53				
54	Режим электросети	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
55				
56	Режим преобразователя частоты	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
57				
58	Зарезервировано	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
59				
60	Автоматический байпас — ручной режим	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
61				
62	Автоматический байпас — автоматический режим	DO	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
63				
64	От ПЧ на сеть	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
65				
66	От сети на ПЧ (на шкаф байпаса)	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
67				
68	От сети на ПЧ (на ПЛК)	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция

Клемма	Расшифровка	Сигнал	Тип сигнала	Примечание
69				
70	PE	–	–	–
71	Клемма PE энкодера	PE	–	Опция
72	Клемма A- энкодера	DI	–	Опция
73	Клемма A+ энкодера	DI	–	Опция
74	Клемма B- энкодера	DI	–	Опция
75	Клемма B+ энкодера	DI	–	Опция
76	Клемма GND энкодера	–	–	Опция
77	Клемма Z- энкодера	DI	–	Опция
78	Клемма Z+ энкодера	DI	–	Опция
79	Выбор кривой скорости, бит 0	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
80				
81	Выбор кривой скорости, бит 1	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
82				
83	Выбор двигателя, бит 0	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
84				
85	Выбор двигателя, бит 1	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
86				
87	Выбор двигателя, бит 2	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
88				
89	PE	–	Заземление	–
90	Фиксация частоты, вперед	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
91				
92	Фиксация частоты, реверс	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
93				
94	Вперед/реверс	DI	Нормально разомкнутый: Действует при замыкании	Опция
95				
96	Запасной	–	–	–
97	Запасной	–	–	–
98	Запасной	–	–	–
99	Запасной	–	–	–
100	Запасной	–	–	–

Клемма	Расшифровка	Сигнал	Тип сигнала	Примечание
101	Запасной	–	–	–
102	Запасной	–	–	–
103	Запасной	–	–	–
104	Запасной	–	–	–
105	Запасной	–	–	–
106	Запасной	–	–	–
107	Запасной	–	–	–
108	Запасной	–	–	–
109	Запасной	–	–	–
110	Запасной	–	–	–
111	Запасной	–	–	–
112	Запасной	–	–	–
113	Запасной	–	–	–
114	Запасной	–	–	–
115	Запасной	–	–	–
116	Запасной	–	–	–
117	Запасной	–	–	–
118	Запасной	–	–	–
119	Запасной	–	–	–
120	Запасной	–	–	–

6.9.4 Типовая схема подключения. Пример для ПЧ в базовой комплектации

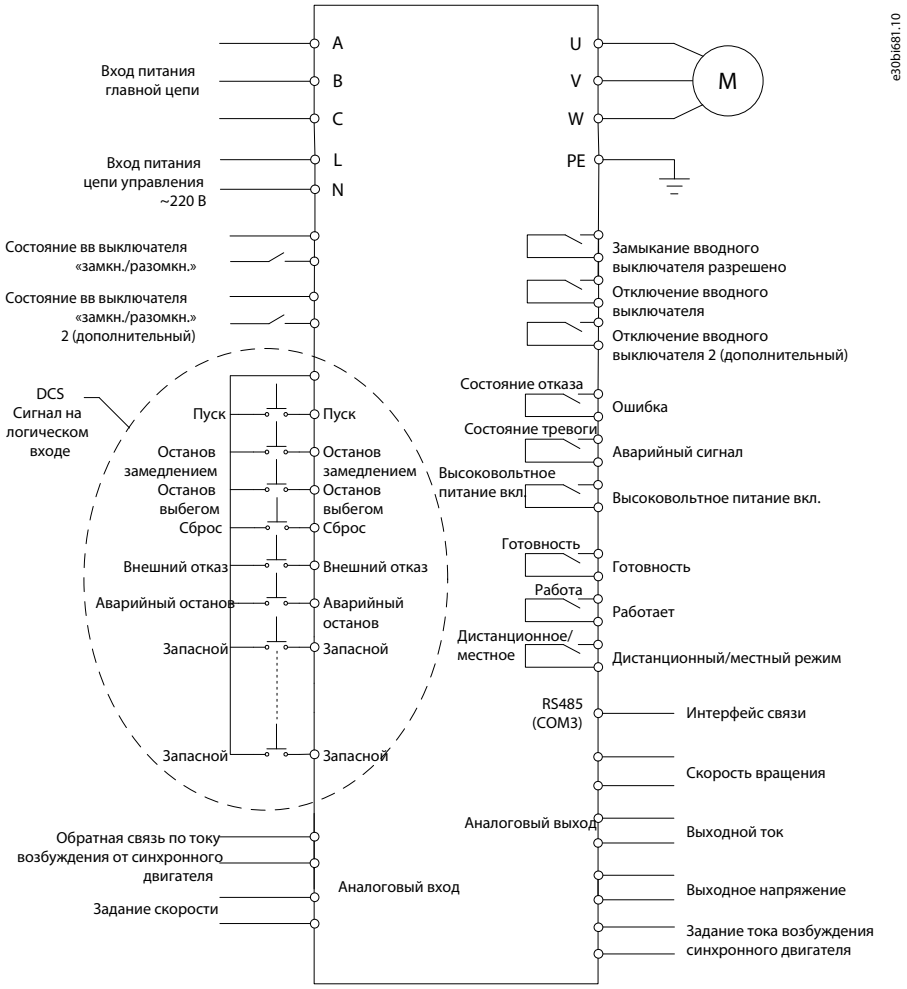

Рисунок 51: Типовая схема подключения

6.9.5 Конфигурация ПЛК

6.9.5.1 Базовая конфигурация ПЛК

Базовая конфигурация ПЛК показана на Рисунок 52.

Базовые модули ПЛК для контроля преобразователя частоты

- C1: RS485 (по умолчанию "ведомый" Modbus RTU)
- DI_M: управление системой
- DO_M: управление системой
- DI: управление системой
- TM1: контроль трансформатора
- T31: мониторинг температуры
- DIDO1: управление вентилятором 1
- DIDO2: управление вентилятором 2
- DIDO3: управление вентилятором 3
- TM2: контроль трансформатора
- T32: мониторинг температуры

Стандартные дополнительные модули

- DIDO4: синхронное переключение двигателя на сеть
- DIDO5: выбор нескольких двигателей/выбор кривой скорости/другое
- DIDO6: шкаф возбудителя

- AIAO1: ПИД-регулятор
- TM3: мониторинг температуры двигателя
- TM4: мониторинг температуры двигателя

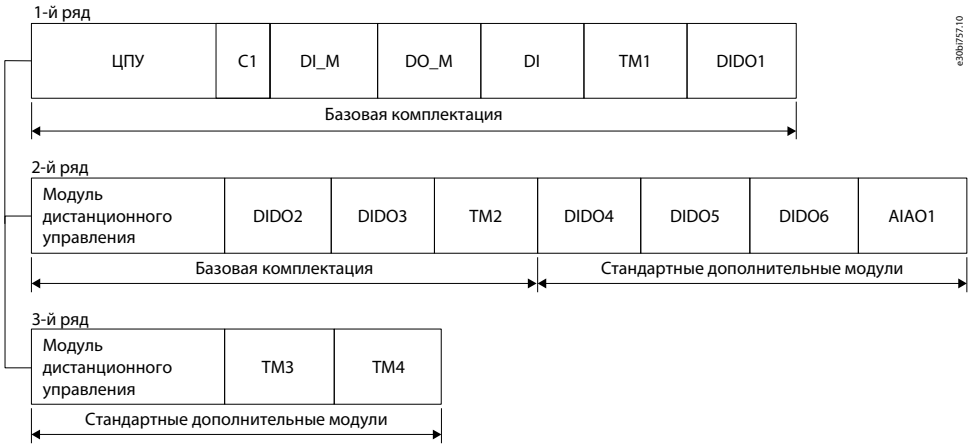

Рисунок 52: Базовая конфигурация ПЛК

6.9.5.2 Варианты и заказные конфигурации

Некоторые дополнительные модули могут быть установлены в свободные слоты ПЛК, относящиеся к базовому преобразователю частоты, некоторые — в слоты, относящиеся к стандартным дополнительным устройствам; установка некоторых устройств требует специализированной конфигурации слотов расширения ПЛК.

PROFINET: этот модуль связи может быть установлен в слот CPU (ЦПУ), как показано на Рисунок 53, однако в базовом преобразователе частоты этот слот занят (RS485 и плата удаленного ввода/вывода).

CANopen/DeviceNet/RS485: эти модули связи можно разместить с базовыми модулями преобразователя частоты в крайнем правом положении первого ряда, как показано на Рисунок 53. Из-за ограниченного пространства можно выбрать только одну из этих плат. Кроме того, необходимо разработать специализированную микропрограмму для ПЛК.

Базовый модуль ПЛК преобразователя частоты

- C1: RS485 (по умолчанию "ведомый" Modbus RTU)

Стандартные дополнительные модули

- C2: Ethernet (Modbus TCP/EtherNetIP)
- C3: CANopen
- C4: PROFINET I/O
- C5: DeviceNet
- C6: RS485 на PROFIBUS DP
- C7: RS485 на EtherCAT
- C8: RS485 на ControNet

Заказная конфигурация

- C9: RS485 на POWERLINK. C1 нужно изменить на Мастер Modbus RTU.
- C10: Модуль расширения RS485, максимум 2 порта.

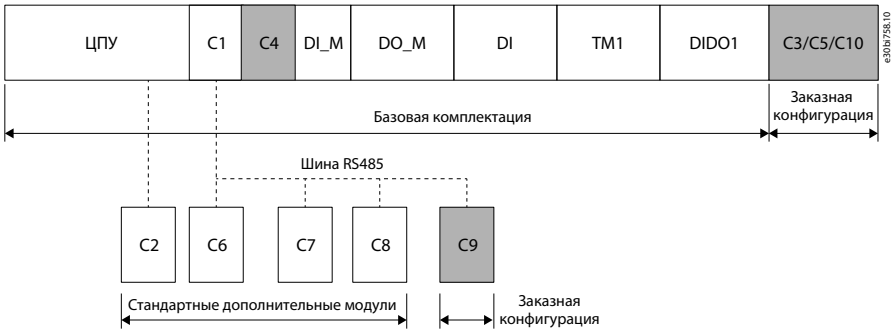

Рисунок 53: Пример 1 конфигурации ПЛК

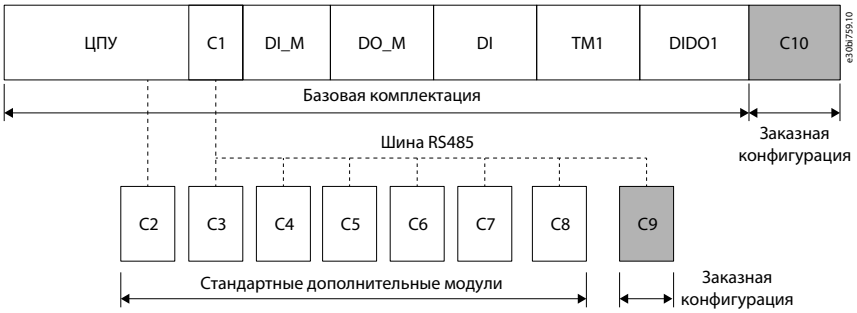

Рисунок 54: Пример 2 конфигурации ПЛК

7 Панель оператора

7.1 Панель оператора VACON® 1000

Высококачественный сенсорный экран панели оператора обеспечивает простое и визуально наглядное управление всеми функциями VACON® 1000, такими как:

- Настройки параметров
- Рабочее состояние
- Диагностика неисправностей

Для обеспечения безопасности эксплуатации пользовательский интерфейс защищен паролем и доступен только уполномоченным операторам.

7.2 Главная страница панели оператора

Главная страница панели оператора показана на VACON® 1000Главная страница панели оператора Рисунок 55. На главной странице отображаются:

- Однолинейная схема
- Панель состояния системы
- Информационная панель

Доступ к подменю осуществляется из меню в левой части главной страницы, а к панели управления — с помощью значка в нижнем правом углу.

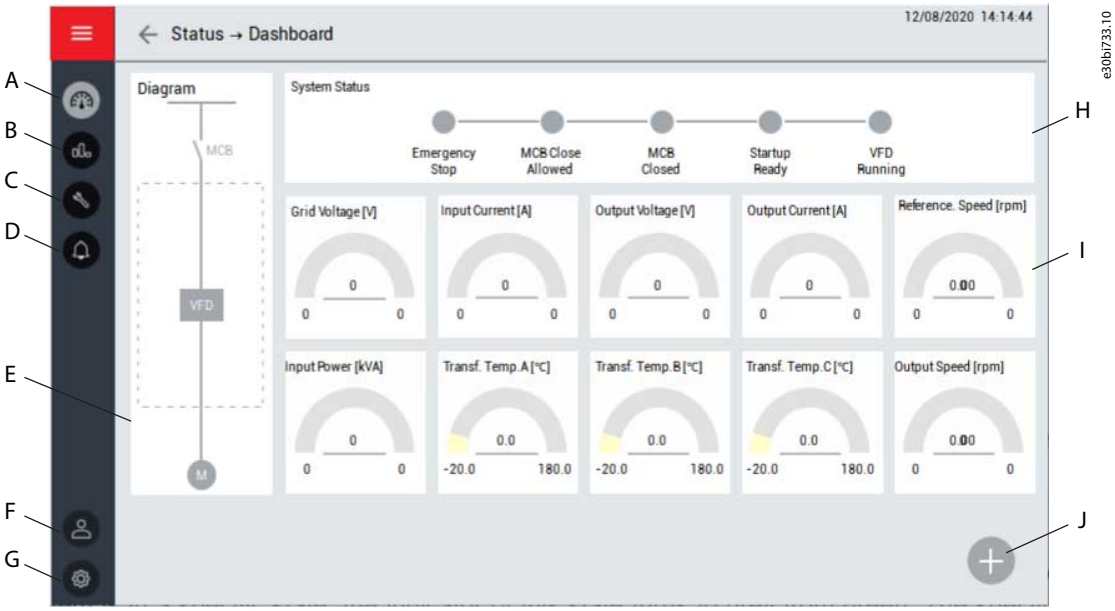

Рисунок 55: Главная страница панели оператора

A	Состояние	F	Администрирование
B	Графики и отчеты	G	Настройки инструментов
C	Настройка и обслуживание	H	Состояние системы
D	События	I	Информационная панель
E	Однолинейная схема	J	Панель управления

7.2.1 Состояние системы

Когда система находится в определенном состоянии, цвет индикатора этого состояния меняется с серого на зеленый.

- Аварийный останов: нажата кнопка аварийного останова на шкафу управления.
- Замыкание ABC разрешено: система готова, но высоковольтный выключатель не замкнут.

- Можно замкнуть ABC.
- ABC замкнут: высоковольтный входной выключатель замкнут.
- Готовность запуска: высоковольтное питание преобразователя частоты включено и внутренняя диагностика выполнена.
  - После включения высоковольтного питания имеет место задержка 22 с. После передачи сигнала состояния готовности главного управления DSP передает сигнал «запрос на работу».
- Преобразователь частоты работает: VACON® 1000 работает, и в главной системе управления нет активных отказов.

7.2.2 Информационная панель

На информационной панели отображаются значения параметров преобразователя частоты в режиме реального времени:

- Напряжение сети
- Входной ток
- Выходное напряжение
- Выходной ток
- Заданная скорость
- Потребляемая мощность кВА
- Значения температуры трансформатора
- Выходная скорость

7.2.3 Однолинейная схема

На однолинейной схеме показано состояние каждого переключателя, подключенного к преобразователю частоты, например состояние прерывателей и контакторов.

7.3 Панель управления

Панель управления сбоку содержит основные элементы управления преобразователя частоты. Эти элементы управления можно использовать в режиме управления с панели оператора:

- Чтобы разблокировать другие функциональные кнопки на панели управления, нажмите кнопку *REQUEST* (ЗАПРОС). Иначе другие функциональные кнопки будут отключены.
- Чтобы запустить преобразователь частоты, нажмите кнопку *START* (ПУСК) (в режиме управления с панели оператора). Когда преобразователь частоты работает, эта кнопка отключена. Если преобразователь частоты находится в состоянии останова с замедлением или в состоянии останова, эта кнопка активна и может использоваться для перезапуска преобразователя частоты.
- Чтобы остановить преобразователь частоты, нажмите кнопку *STOP* (ОСТАНОВ). Выберите останов замедлением или останов выбегом.
- Установите скорость с помощью числовой настройки или ползунка.
- Чтобы сбросить состояние отказа преобразователя частоты, нажмите кнопку *RESET* (СБРОС). Когда преобразователь частоты работает, эта кнопка отключена.

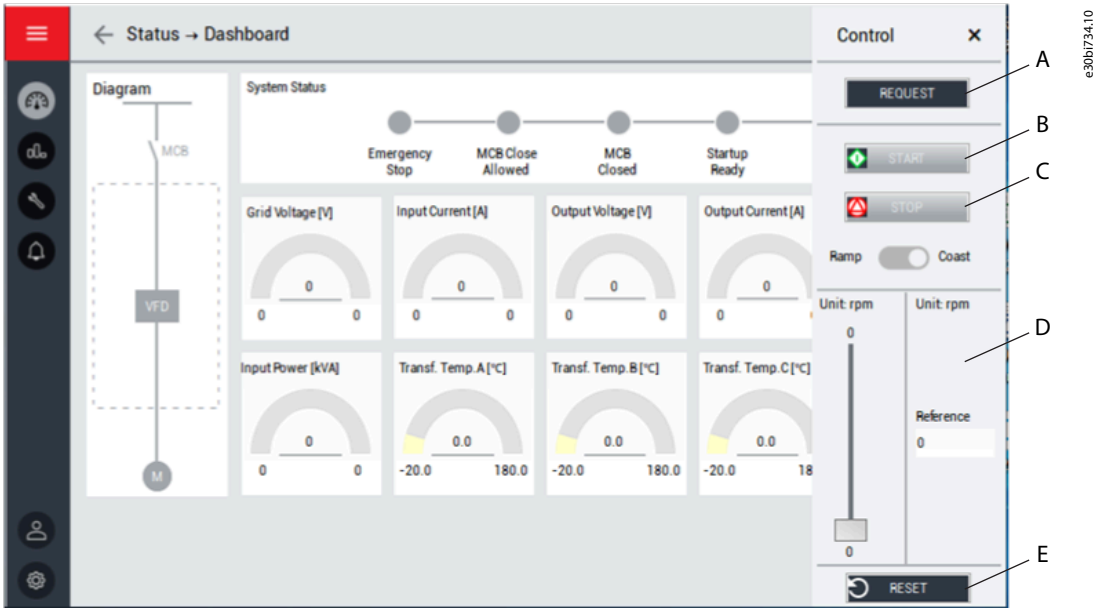

Рисунок 56: Панель управления

A	Запрос	D	Настройка скорости
B	Пуск	E	Сброс
C	Останов		

7.4 Состояние

Чтобы выбрать одно из подменю состояний, нажмите кнопку *Status* (Состояние) в меню панели оператора:

- Информационная панель
- Подменю состояния силовых ячеек
- Подменю состояния вентилятора охлаждения

7.4.1 Силовая ячейка

В подменю силовых ячеек отображаются значения напряжения в звене постоянного тока и активные коды неисправностей силовых ячеек.

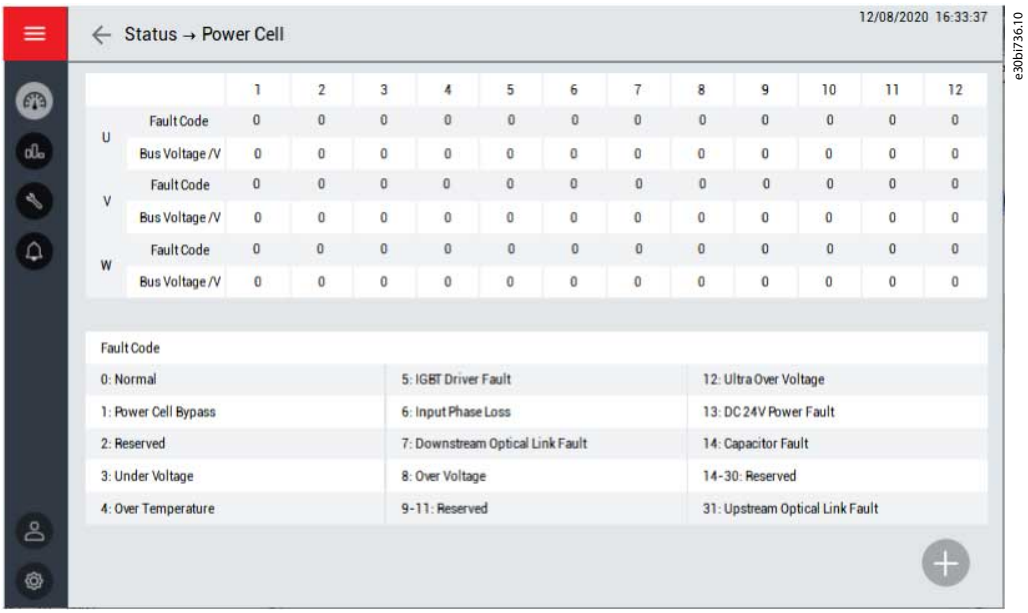

Рисунок 57: Подменю «Силовая ячейка»

7.4.2 Вентилятор охлаждения

В подменю «Вентилятор охлаждения» отображается состояние всех вентиляторов охлаждения в шкафах преобразователя частоты. Вентиляторы различных секций шкафа показаны на отдельных вкладках.

Действия, доступные в этом меню:

- Ручное управление вентиляторами.
- Изменение текущего цикла/дня.
- Подтверждение восстановления.

7.5 Графики и отчеты

В подменю «Графики и отчеты» отображаются хронологические графики выбранных параметров. Доступны четыре канала.

Каждый канал может отображать различные параметры, например:

- Входное напряжение
- Выходное напряжение
- Входной ток
- Выходной ток
- Заданная скорость
- Команда скорости
- Потребляемая мощность кВА

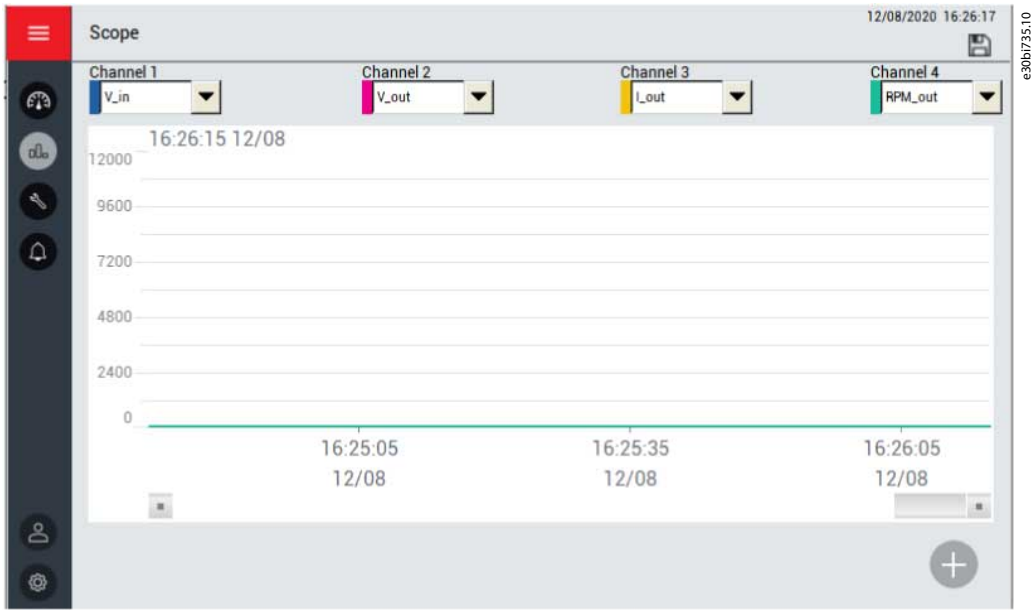

Рисунок 58: Подменю «Графики и отчеты»

7.6 Настройка и обслуживание

Кнопка *Настройка и обслуживание* в меню панели оператора открывает подменю со следующими настройками функций системы:

- Режим работы
- Параметр двигателя
- Функции
- Защита
- Конфигурация ввода/вывода
- Конфигурация системы
- Настройка ПИД-регулятора
- Ввод в эксплуатацию

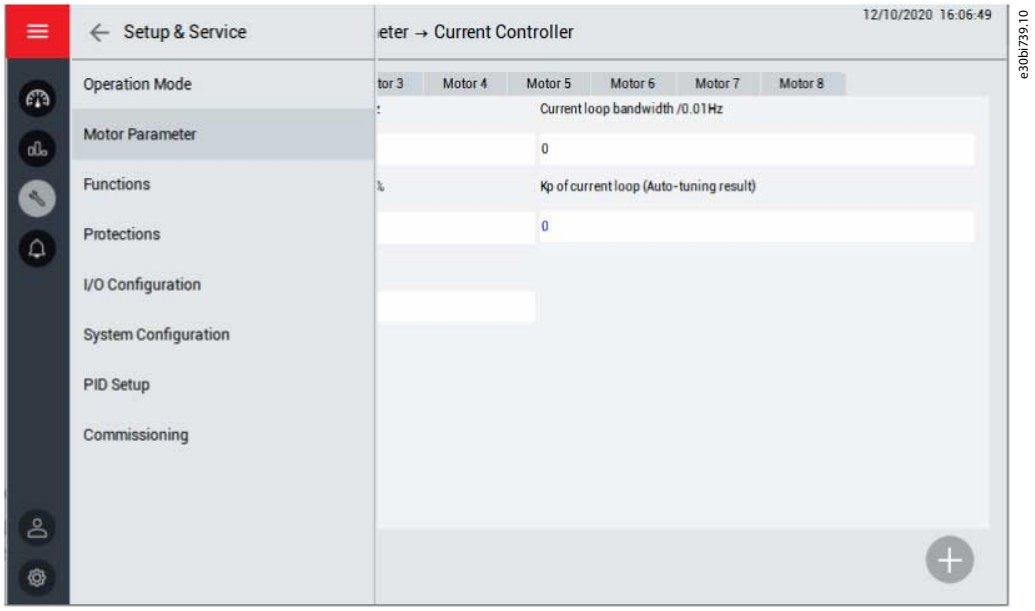

Рисунок 59: Подменю «Настройка и обслуживание»

7.6.1 Режим работы

Это подменю используется для выбора режима работы и источника заданий.

Варианты режимов работы:

- Панель оператора: управление преобразователем частоты осуществляется с панели оператора.
- Логический вход: преобразователь частоты управляется системой управления DCS (дистанционное цифровое управление, описание конкретного интерфейса см. в 6.9.4 Типовая схема подключения. Пример для ПЧ в базовой комплектации).
- Шина связи: преобразователь частоты управляется по каналу связи, например RS485 или Ethernet.

Варианты источника заданий:

- Панель оператора: скорость задается с панели оператора.
- Аналоговый вход: скорость задается сигналом, поступающим на аналоговый вход.
- Логический вход: скорость задается системой управления DCS (дистанционное цифровое управление, описание конкретного интерфейса см. в 6.9.4 Типовая схема подключения. Пример для ПЧ в базовой комплектации).
- Шина связи: скорость задается по каналу связи, например RS485 или Ethernet.
- ПИД-регулятор: скорость регулируется автоматически модулем ПИД-регулирования.

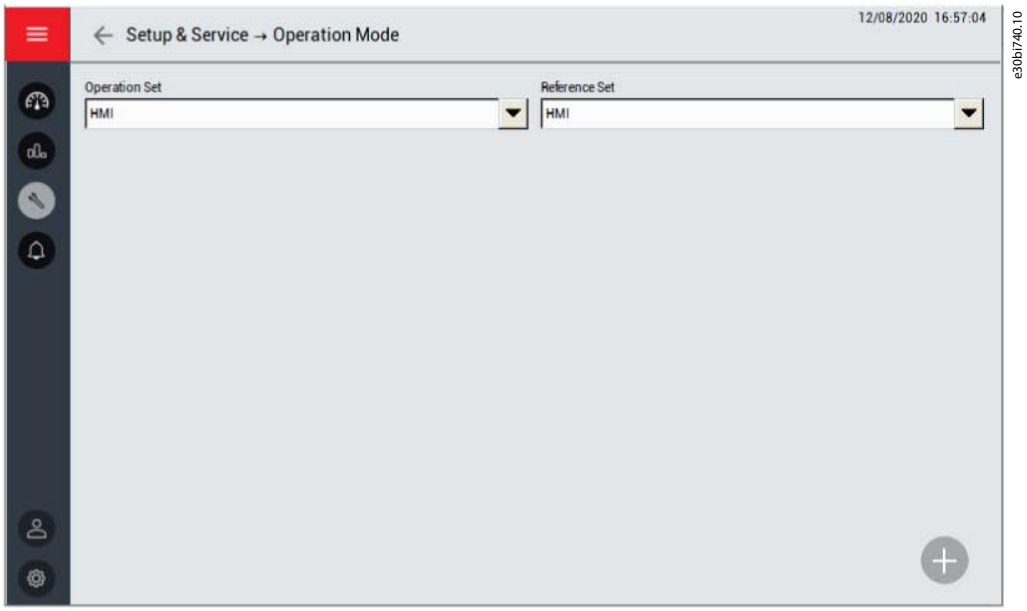

Рисунок 60: Подменю «Режим работы»

7.6.2 Параметры двигателя

Это подменю используется для выбора параметров двигателя:

- Конфигурация с несколькими двигателями
  - Выберите различные двигатели с помощью панели оператора, цифрового входа или связи.
  - Установите максимальное количество двигателей.
- Номинальные параметры
  - Установите номинальную частоту, номинальную скорость, количество полюсов, номинальное напряжение и номинальный ток для различных двигателей.
- Конфигурация режима скорости
  - Установите направление вращения, максимальную скорость и минимальную скорость для различных двигателей.
- Параметры автоматической настройки
  - Проверьте параметры автонастройки.
- Регулятор скорости
- Регулятор магнитного потока

- Регулятор тока
- Энкодер
  - Введите характеристики энкодера для каждого двигателя.

7.6.3 Функции

Это подменю используется для установки параметров для различных функций. Параметры поделены на группы в соответствии с их функциями.

7.6.4 Защита

Это подменю используется для установки параметров различных функций защиты. Параметры поделены на группы в соответствии с функциями защиты.

7.6.5 Настройка ПИД-регулятора

Это подменю используется для установки параметров ПИД-регулятора.

- Диапазон аналогового входа: Диапазон датчика.
- Коэффициент усиления пропорционального звена (Kp): увеличенное пропорциональное значение расхождения между значением задания (SV) и измеренным значением (PV).
  - Единица измерения: %
  - Диапазон устанавливаемых значений: 0–30000
- Коэффициент усиления интегрального звена (Ki): увеличенное пропорциональное значение накопления для каждого блока времени выборки, помноженное на значение ошибки.
  - Единица измерения: %
  - Диапазон устанавливаемых значений: 0–30000
- Дифференциальный коэффициент (Kd): увеличенное пропорциональное значение переменной ошибки для каждого блока времени выборки.
  - Единица измерения: %
  - Диапазон устанавливаемых значений: 0–30000
- Верхний предел: если верхний предел установлен как 900 об/мин, то выходной сигнал ПИД-регулятора будет оставаться на уровне 900 об/мин, даже если регулирующее выходное значение превышает 900 об/мин.
- Нижний предел: если нижний предел установлен как 300 об/мин, то выходной сигнал ПИД-регулятора будет оставаться на уровне 300 об/мин, даже если регулирующее выходное значение ниже 300 об/мин.
- Полоса погрешности: значение полосы погрешности равно отклонению SV-PV. Если разница между SV и PV меньше, чем полоса погрешности, ПИД-регулятор прекращает подавать выходные сигналы и преобразователь частоты поддерживает текущую выходную скорость.
- Выход ПИД-регулятора: отображаются фактические результаты ПИД-регулирования.
- SV: ожидаемые значения, установленные пользователем.
- PV: фактическое значение выходного сигнала системы.
- Переключатель активации/деактивации выхода
- Переключатель пуска/останова

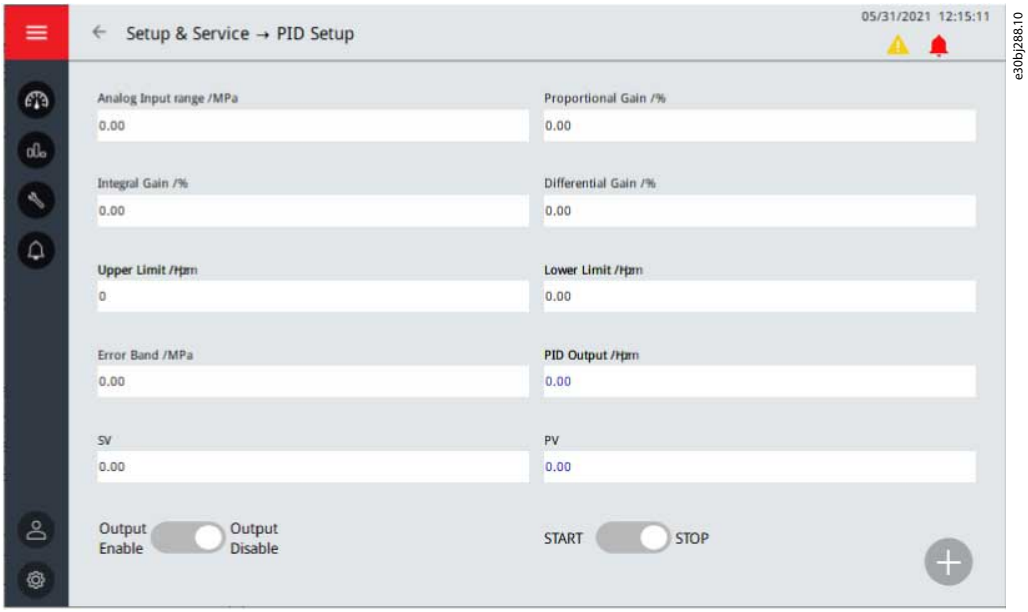

Рисунок 61: Подменю «Настройка ПИД-регулятора»

7.6.6 Конфигурация системы

Это подменю используется для установки параметров конфигурации системы. Параметры поделены на группы в соответствии с их функциями.

7.7 События

Нажатие кнопки *Events* (События) в меню панели оператора открывает доступ к двум подменю:

- Предупреждение и отказ
- Журнал событий

7.7.1 Предупреждение и отказ

В подменю «Предупреждение и отказ» в режиме реального времени отображаются записи об аварийных сигналах и отказах преобразователя частоты во время работы.

Существует два типа уведомлений.

- **Аварийные сигналы** дают информацию о нарушении нормального режима работы. Аварийная сигнализация не останавливает преобразователь частоты. Система может быть запитана, запущена и работать в нормальном режиме.
- **Отказ** приводит к остановке преобразователя частоты. Необходимо выполнить сброс состояния ПЧ, а также найти решение возникшей проблемы. Не запускайте систему в работу, пока проблема не обнаружена и не устранена.

На этой странице отображаются только общие неисправности. Чтобы проверить текущие отказы, см. «Журнал событий».

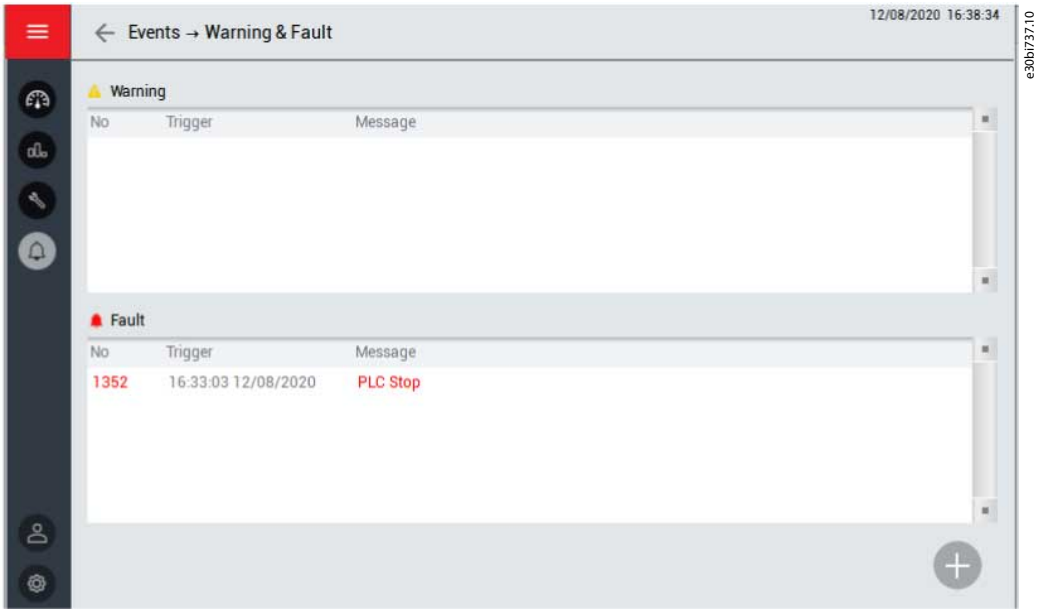

Рисунок 62: Подменю «Предупреждение и отказ»

7.7.2 Журнал событий

В подменю «Журнал событий» отображаются все события:

- Аварийные сигналы
- Отказы
- Действия (например, запуск и останов преобразователя частоты)

Для сохранения журнала событий нажмите кнопку *Save* (Сохранить) в правом верхнем углу. Информация журнала событий сохраняется в виде файла CSV на USB-накопителе, который необходимо вставить отдельно. USB-порт находится на задней стороне панели оператора.

Чтобы удалить журнал событий, нажмите кнопку *Delete* (Удалить) в правом верхнем углу. Для этой операции требуется более высокий уровень полномочий.

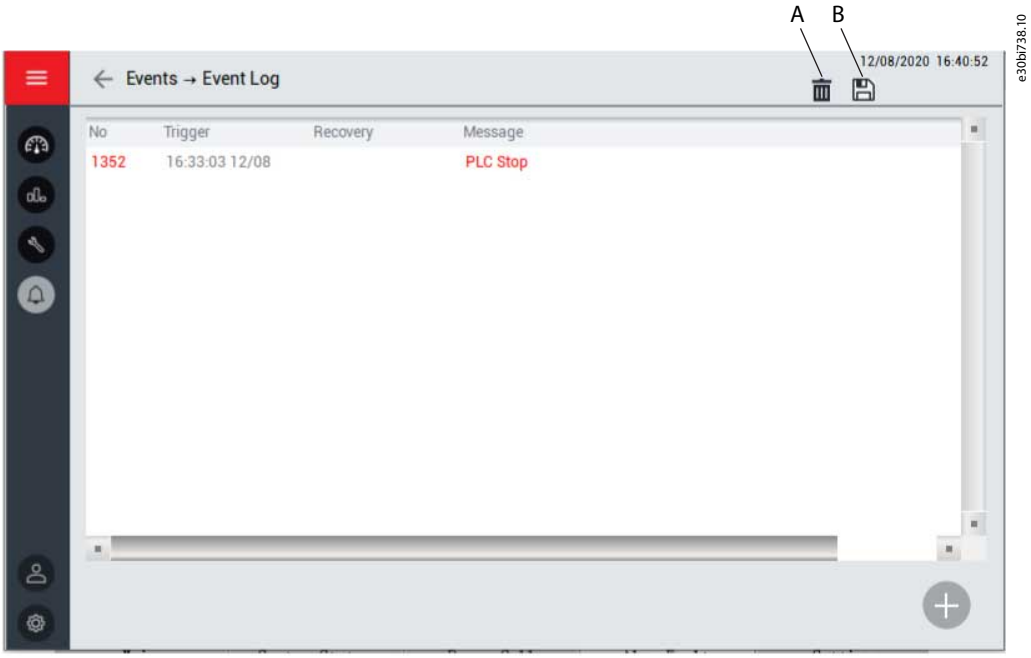

Рисунок 63: Подменю «Журнал событий»

A	Удалить журнал событий

B	Сохранить журнал событий

7.8 Администрирование

Подменю «Администрирование» используется для управления паролями. В этом подменю можно выполнять два действия:

- Повторный вход
- Изменение пароля

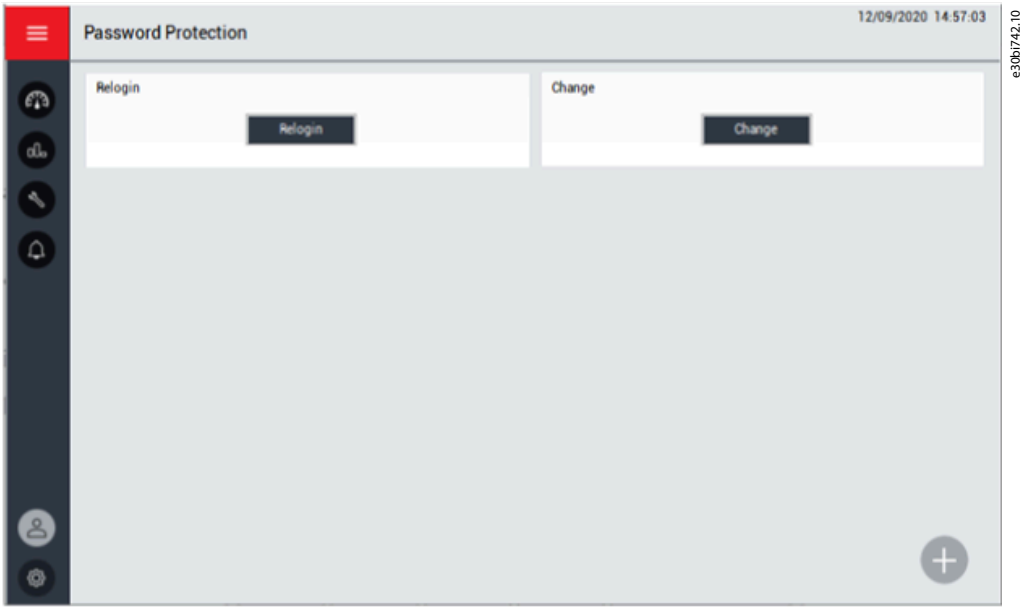

Рисунок 64: Подменю «Администрирование»

Чтобы открыть диалоговое окно пароля, нажмите кнопку *Relogin* (Повторный вход). Если пароль введен неправильно, диалоговое окно будет отображаться до тех пор, пока не будет введен правильный пароль. Исходный пароль указан в документации в комплекте поставки изделия.

Рисунок 65: Диалоговое окно «Пароль»

В VACON® 1000 предусмотрено 3 уровня полномочий пользователя. Во избежание сбоев в работе преобразователь частоты ограничивает изменения важных параметров пользователями без авторизации.

- Допуск уровня 1 ограничивает работу кнопоками главного интерфейса. Изменение параметров не допускается.
- Допуск уровня 2 ограничивает работу кнопоками главного интерфейса и позволяет вносить изменения в параметры уровня 2.
- Допуск уровня 3 ограничивает работу кнопоками главного интерфейса и позволяет вносить изменения в параметры уровней 2 и 3.

Чтобы изменить пароль, нажмите кнопку *Change* (Изменить). Пользователи с более высоким уровнем допуска могут посмотреть и изменить пароль пользователя на более низком уровне.

После ввода пароля пользователи с допуском разных уровней могут выполнять соответствующие этим уровням операции в системе. Если пользователь забыл выйти из сеанса работы вручную, через 5 минут система блокируется автоматически.

Необходимые пароли предоставляются при вводе преобразователя частоты в эксплуатацию.

В случае потери пароля обратитесь в Danfoss.

7.9 Настройки инструментов

Подменю «Настройки инструментов» содержит настройки для панели оператора.

- Выбор языка
- Версия ПО
- Настройка интерфейса

7.9.1 Язык

Пользователь может выбрать язык интерфейса панели оператора в соответствии со своими предпочтениями.

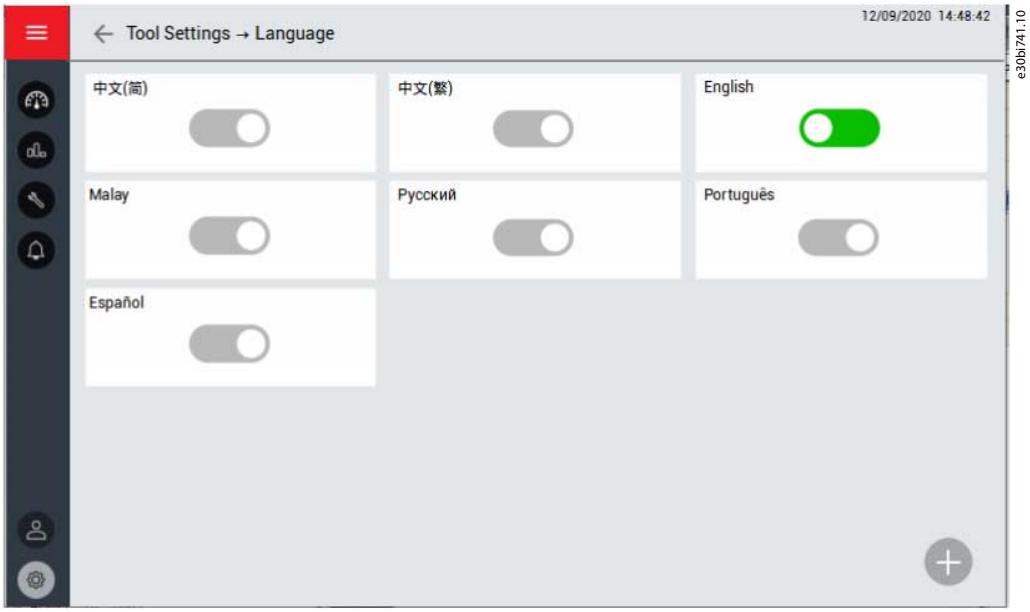

Рисунок 66: Подменю «Язык»

7.9.2 Версия ПО

В этом меню отображается информация о версии программного обеспечения панели оператора, ПЛК и DSP. Также доступны сведения о версии силовой ячейки и версии платы оптоволоконной связи.

7.9.3 Настройка интерфейса графической панели

Чтобы отрегулировать яркость экрана панели оператора, выберите *Brightness* (Яркость).

Для настройки даты и времени выберите *Date/Time* (Дата/время).

Рисунок 67: Подменю «Настройка интерфейса» в панели оператора

8 Ввод в эксплуатацию

8.1 Проверки, касающиеся техники безопасности, перед началом ввода в эксплуатацию

Ввод в эксплуатацию преобразователей частоты среднего напряжения VACON® 1000 разрешается выполнять только квалифицированным и обученным инженерам, уполномоченным компанией Danfoss.

Чтобы обеспечить соответствие окончательных испытаний и рабочих характеристик требованиям конечных пользователей, функциональные испытания, ввод в эксплуатацию и калибровка основных параметров должны выполняться профессиональными инженерами в сотрудничестве с конечными пользователями.

Перед вводом в эксплуатацию ознакомьтесь с этими предупреждениями.

⚠ О П А С Н О ⚠

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ ОТ КОМПОНЕНТОВ БЛОКА ПИТАНИЯ

Компоненты блока питания находятся под напряжением, когда преобразователь частоты подключен к сети. Контакт с этим напряжением может привести к смерти или серьезным травмам.

- Запрещается прикасаться к компонентам блока питания, когда преобразователь частоты подключен к сети электроснабжения. Перед подключением преобразователя частоты к электросети убедитесь в том, что крышки преобразователя частоты закрыты.

⚠ О П А С Н О ⚠

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ШОКОМ ОТ КЛЕММ

Когда преобразователь частоты подключен к электросети, клеммы двигателя U, V, W находятся под напряжением, даже если двигатель не работает. Контакт с этим напряжением может привести к смерти или серьезным травмам.

- Не прикасайтесь к клеммам двигателя U, V, W, если преобразователь частоты подключен к сети электроснабжения. Перед подключением преобразователя частоты к электросети убедитесь в том, что крышки преобразователя частоты закрыты.

⚠ О П А С Н О ⚠

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ ОТ ЗВЕНА ПОСТОЯННОГО ТОКА ИЛИ ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА

Клеммы и компоненты преобразователя частоты могут оставаться под напряжением в течение нескольких минут после отключения от сети электроснабжения и остановки двигателя. На стороне нагрузки преобразователя частоты также может генерироваться напряжение. Контакт с этим напряжением может привести к смерти или серьезным травмам.

- Отключите преобразователь частоты от сети и убедитесь, что двигатель остановился.
  Отсоедините двигатель.
  Закройте доступ к источнику питания преобразователя частоты и повесьте соответствующую табличку.
  Убедитесь в отсутствии внешних источников питания, которые могут неожиданно подать напряжение во время работы.
  Для заземления входа преобразователя частоты и цепи постоянного тока замкните выключатель заземления. Если выключатель заземления отсутствует, убедитесь, что вход преобразователя частоты и цепь постоянного тока заземлены для работы. Также заземлите клеммы двигателя для работы.
  Перед тем как открыть дверь шкафа или крышку силовой ячейки, дождитесь полной разрядки конденсаторов цепи постоянного тока силовых ячеек.
  С помощью измерительного прибора убедитесь в отсутствии напряжения.

8.2 Требования к персоналу

Для ввода в эксплуатацию требуется по меньшей мере два оператора, являющихся квалифицированными электриками. Операторы должны соответствовать следующим условиям.

- Должны хорошо знать электрооборудование низкого, среднего и высокого напряжения, а также с соответствующие правила техники безопасности.
- Должны быть знакомы с распределительной системой на объекте.
- Должны иметь разрешение на работу с оборудованием низкого и среднего напряжения (высоковольтными выключателями питания и другими средне- и низковольтными переключателями системы передачи энергии).
- Должны иметь разрешение на эксплуатацию распределительного оборудования на предприятии.

8.3 Проверки при вводе в эксплуатацию

При вводе в эксплуатацию преобразователя частоты VACON® 1000 после его установки, следуйте этим инструкциям.

Изучите и соблюдайте инструкции по технике безопасности, приведенные в разделах 8.1 Проверки, касающиеся техники безопасности, перед началом ввода в эксплуатацию.

Визуальный осмотр
Осмотр входов и выходов
Проверка кабелей
Проверка заземления
Осмотр изоляции
Другие подготовительные операции

1. Убедитесь в отсутствии повреждений, деформации и других дефектов на шкафу.
2. Откройте дверь шкафа контроллера и убедитесь в отсутствии проблем, таких как ослабленные контакты проводов или неправильное положение переключателей.
3. Убедитесь, что клеммные платы на главном блоке управления находятся в правильном положении.
4. Проверьте состояние соединений оптоволоконного кабеля.
5. Откройте секцию трансформатора и убедитесь, что соединения на клеммах подключения проводки находятся в хорошем состоянии.
6. Убедитесь в отсутствии контакта между цепями высокого и низкого напряжения.
7. Убедитесь, что цепь датчика температуры исправна.
8. Откройте секцию силовых ячеек и убедитесь в надежности соединений в передней части силовой ячейки.
9. Проверьте правильность установки датчиков напряжения и тока и надежность подключения с помощью разъемов сигнальных проводов.
10. Убедитесь в надежности подключений медных шин заземления.
11. Убедитесь в том, что на поверхностях преобразователя частоты нет конденсата.
12. Убедитесь, что в зоне установки нет лишних предметов.
13. Убедитесь, что входное питание преобразователя частота соответствует характеристикам преобразователя частоты.
14. Убедитесь, что выходное напряжение преобразователя частоты соответствует номинальному напряжению двигателя.
15. Убедитесь, что источник питания цепи управления соответствует техническим характеристикам преобразователя частоты.
16. Убедитесь, что номинальная мощность преобразователя частоты соответствует техническим характеристикам двигателя.
17. Проверьте правильность подключения проводки к вторичной обмотке трансформатора в соответствии со схемой подключения вторичной проводки.
18. Убедитесь, что подключение проводки к первичной обмотке выполнено правильно в соответствии со схемой подключения первичной проводки.
19. Убедитесь, что экран кабеля двигателя заземлен на концах кабеля со стороны преобразователя частоты и со стороны двигателя.
20. Кабели управления должны располагаться как можно дальше от кабелей питания.
21. Убедитесь в том, что кабели не соприкасаются с электрическими компонентами преобразователя частоты.
22. Проверьте моменты затяжки всех клемм.
23. Убедитесь в том, что преобразователь частоты и двигатель заземлены.
24. Убедитесь в том, что экраны кабелей (при их наличии) подключены к клемме заземления с соответствующей маркировкой.

25. Убедитесь, что сопротивления медных шин заземления соответствуют требованиям.

- Заземление системы управления: ≤ 0,5 Ом
- Защитное заземление системы: ≤ 0,5 Ом
- Опора шкафа машины: ≤ 0,5 Ом
- Опора трансформатора: ≤ 0,5 Ом
- Внешний корпус вентиляторов охлаждения: ≤ 0,5 Ом
- Дверные замки: ≤ 0,5 Ом

26. Убедитесь, что все кабели соответствуют требованиям.

См. 6.7 Выбор силовых кабелей.

27. Выполните проверку изоляции источника питания цепи управления.

- **a.** Отсоедините вход блока питания цепи управления.
- **b.** Измерьте сопротивление изоляции клеммы ~220 В на выходах шунтирующих переключателей QF11, QF12 и QF13.

Используйте измеритель сопротивления изоляции на 2500 В.

Сопротивление изоляции должно быть выше 1 МОм.

28. Установите вспомогательный источник питания переменного тока.

29. Убедитесь, что установка выполнена в соответствии с рекомендациями по ЭМС.

30. Проверьте качество и количество охлаждающего воздуха.

31. Перед подключением преобразователя частоты к сети проверьте правильность монтажа, а также состояние всех устройств защиты.

32. Соберите все необходимые руководства по эксплуатации, чертежи и материалы, относящиеся к устройствам, и сохраните их.

8.4 Отчет о вводе в эксплуатацию

После завершения ввода в эксплуатацию пользователь и инженер по вводу в эксплуатацию от Danfoss должны принять и подписать протокол ввода в эксплуатацию. Инженер по вводу в эксплуатацию Danfoss должен написать два идентичных отчета о вводе в эксплуатацию, из которых один экземпляр предназначен для пользователя, а другой — для Danfoss.

8.5 Эксплуатация преобразователя частоты

8.5.1 Питание преобразователя частоты

К эксплуатации преобразователя частоты среднего напряжения VACON® 1000 допускается только квалифицированный персонал.

Процедура

1. Включите вспомогательный источник питания цепи управления.

2. Введите пароль на панели оператора в соответствии с уровнем доступа.

3. Установите и проверьте функции системы и параметры запуска.

См. руководство по применению VACON® 1000.

⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

- Для обеспечения безопасности и нормальной работы преобразователя частоты необходимо тщательно проверять важные параметры.

4. Закройте все двери шкафа.

Все двери всех шкафов должны быть надежно закрыты, иначе преобразователь частоты не запустится.

5. Если предусмотрен шкаф байпаса двигателя, проверьте конфигурацию основной цепи.
   - **a.** Замкните входной рубильник.
   - **b.** Замкните выходной рубильник.

   Запрещается замыкание и размыкание рубильника с ножевыми контактами под напряжением.

6. Убедитесь, что VACON® 1000 готов к работе.
   - **a.** Дисплей панели оператора исправен, и информация о неисправности не отображается.

     Если отображается предупреждение, см. 10 Прослеживание причины отказа.

   - **b.** В интерфейсе состояния VACON® 1000 мигает индикатор «Замыкание ABC разрешено».
7. Замкните высоковольтный выключатель.

   В интерфейсе состояния VACON® 1000 мигает индикатор «ABC замкнут».

8. VACON® 1000 готов к работе, и в интерфейсе состояния мигает индикатор «Готовность запуска».

8.5.2 Запуск преобразователя частоты

Последовательность шагов при запуске VACON® 1000 зависит от режима работы и режима задания.

Убедитесь, что запуск двигателя безопасен.

Процедура

1. Установите скорость.
   - **Панель оператора**: введите скорость задания в панели оператора.
   - **Аналоговый вход**: введите значение скорости через аналоговый вход.
   - **Логический вход**: введите значение скорости через цифровой сигнал DCS.
   - **Шина связи**: введите значение скорости через канал связи.
   - **ПИД-регулятор**: введите значение задания ПИД-регулятора.
2. Отправьте команду запуска.
   - **Панель оператора**: Нажмите кнопку *START* (ПУСК).
   - **Логический вход**: Запустите оборудование через цифровой сигнал DCS.
   - **Шина связи**: Запустите преобразователь частоты через канал связи.

8.5.3 Останов преобразователя частоты

Процедура останова преобразователя частоты зависит от выбранного режима работы.

- **Панель оператора**: На панели управления выберите Ramp (Изменение скорости) или Coast (Выбег) и нажмите кнопку *STOP* (Стоп). Преобразователь частоты останавливается в соответствии с настроенным режимом останова, в то время как автоматический выключатель сети остается замкнутым.
- **Логический вход**: Останов преобразователя частоты через цифровой сигнал DCS.
- **Шина связи**: Останов преобразователя частоты через канал связи.

Возможны два режима торможения: Управляемое замедление и торможение выбегом.

Останов замедлением

- Преобразователь частоты останавливает двигатель в соответствии с заданным временем торможения. Информацию о настройке времени торможения см. в руководстве по применению VACON® 1000.

Останов выбегом

- Преобразователь частоты прекращает подачу напряжения, двигатель свободно вращается и постепенно замедляется под влиянием нагрузки и трения, пока не остановится.
- Необходимо тщательно обдумать, следует ли разрешать свободное вращение двигателя с учетом условий эксплуатации.

⚠ О П А С Н О ⚠

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ

Во время торможения выбегом в кабелях двигателя может присутствовать напряжение из-за противо-ЭДС, генерируемой двигателем. Контакт с этим напряжением может привести к смерти или серьезным травмам.

- Не прикасайтесь к клеммам двигателя или кабелям, когда преобразователь частоты подключен к сети электроснабжения.

8.5.4 Отключение питания преобразователя частоты

⚠ О П А С Н О ⚠

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ

Клеммы и компоненты преобразователя частоты могут оставаться под напряжением в течение нескольких минут после отключения от сети электроснабжения и остановки двигателя. На стороне нагрузки преобразователя частоты также может генерироваться напряжение. Контакт с этим напряжением может привести к смерти или серьезным травмам.

- Двери шкафа должны быть закрыты в течение 15 минут после отключения высокого напряжения.

Процедура

1. Остановите преобразователь частоты. См. 8.5.3 Останов преобразователя частоты.
2. Подайте команду на размыкание входного высоковольтного выключателя.
3. Если установлен шкаф байпаса, разъедините входной и выходной рубильник.
4. После завершения разрядки силовых ячеек отключите питание цепей управления.

⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

- Не отключайте питание цепей управления, когда преобразователь частоты включен или горят светодиодные индикаторы силовых ячеек.

8.6 Система блокировки

8.6.1 Система электромагнитной блокировки

У В Е Д О М Л Е Н И Е

В преобразователях частоты типа IEC система электромагнитной блокировки устанавливается в стандартной комплектации.

Система электромагнитной блокировки предотвращает открытие дверей шкафа во время работы преобразователя частоты.

Работа системы электромагнитной блокировки

- Перед включением высоковольтного питания: Все электромагнитные замки находятся под напряжением, все двери разблокированы, и их можно открыть или закрыть. Только после закрытия всех дверей и завершения самодиагностики ПЛК сможет передать сигнал «Замыкание ABC разрешено».
- Высоковольтное питание включено: Когда ABC замыкается и питание подается на преобразователь частоты, электромагнитные замки обесточиваются, двери блокируются и не могут быть открыты во время работы преобразователя частоты. В случае открытия дверей несмотря на блокировку (например, под действием силы), на ABC немедленно отправляется сигнал отключения.
- Высоковольтное питание выключено: после отключения преобразователя частоты и завершения процесса разрядки силовой ячейки (15 минут) питание подается на электромагнитные замки, двери разблокируются, и их можно открыть.

8.6.2 Система механической блокировки

УВЕДОМЛЕНИЕ

В стандартной комплектации преобразователей частоты типа UL предусмотрена механическая система блокировки. Для вариантов IEC она доступна в качестве опции.

Система блокировки обеспечивает соблюдение процедур безопастности и исключает возможность из обхода или сокращения. Передача ключа гарантирует, что где бы персонал ни находился при запуске или остановке оборудования, можно быть уверенным в его безопасности.

Устройство блокировки состоит из трех основных частей:

- Главный ключ для устройств обесточивания (только один)
- Дверные ключи (по одному на каждую дверь шкафа)
- Ящик обмена ключей

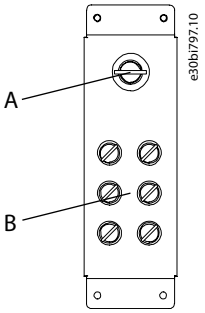

Рисунок 68: Ящик обмена ключей

A	Главный ключ
B	Дверные ключи

Работа системы блокировки

- Главный ключ для устройств обесточивания не хранится в ящике обмена ключей, но замыкает ящик, в котором хранятся другие ключи от дверей.
- Для последовательного освобождения дверных ключей вставьте и поверните главный ключ в ящике обмена ключей. Освобожденные ключи можно использовать для открывания дверей шкафа и доступа в опасные зоны.
- Вставленный в дверь ящика обмена ключей главный ключ остается заблокированным в ящике до тех пор, пока все освобожденные ключи дверей не вернутся в свое исходное положение.
- Преобразователь частоты не может быть перезапущен до тех пор, пока все дверные ключи не возвращены в ящик обмена ключей, а главный ключ не будет извлечен и передан на устройство обесточивания.

9 Техническое обслуживание

9.1 Техника безопасности

⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

Обслуживание средневольтного преобразователя частоты VACON® 1000 может выполнять только уполномоченный обученный персонал.

- Не выполняйте операции обслуживания, замену запчастей или другие операции, не описанные в настоящем руководстве.
  Не изменяйте системное программное обеспечение и не подключайте к преобразователю частоты другое оборудование. При необходимости внесения изменений обратитесь в Danfoss.
  Не изменяйте и не царапайте этикетки и маркировки преобразователя частоты, так как они предназначены для обеспечения безопасности пользователей и надлежащего использования изделия.

⚠ О П А С Н О ⚠

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ ОТ ЗВЕНА ПОСТОЯННОГО ТОКА ИЛИ ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА

Клеммы и компоненты преобразователя частоты могут оставаться под напряжением в течение нескольких минут после отключения от сети электроснабжения и остановки двигателя. На стороне нагрузки преобразователя частоты также может генерироваться напряжение. Контакт с этим напряжением может привести к смерти или серьезным травмам.

- Не прикасайтесь к силовым цепям и цепи питания преобразователя частоты или двигателя, пока система не будет обесточена и заземлена.
  Отключите преобразователь частоты от сети и убедитесь, что двигатель остановился.
  Отсоедините двигатель.
  Закройте доступ к источнику питания преобразователя частоты и повесьте соответствующую табличку.
  Убедитесь в отсутствии внешних источников питания, которые могут неожиданно подать напряжение во время работы.
  Заземлите преобразователь частоты до производства работ.
  Подождите 15 минут, пока конденсаторы цепи постоянного тока полностью разрядятся, прежде чем открывать дверь шкафа или крышку преобразователя частоты.
  С помощью измерительного прибора убедитесь в отсутствии напряжения.

⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ

Сигнальная проводка обнаружения выходного напряжения подключена от платы делителя напряжения к плате AD в блоке управления. Если какой-либо из этих проводов отсоединен при включенном питании среднего напряжения, генерируется переходное высокое напряжение.

- Не отсоединяйте никакие провода от клемм на плате AD при включенном питании среднего напряжения.

- Для отключения питания оборудования перед проведением технического обслуживания может потребоваться разомкнуть несколько разъединителей.
- Предохранители низкого напряжения в цепи трансформатора питания системы управления могут быть под напряжением. Перед заменой предохранителей отключите питание трансформатора устройства управления.
- В преобразователе частоты установлены сглаживающие конденсаторы звена постоянного тока, которые необходимо разрядить до уровня ниже 50 В пост. тока для безопасного выполнения работ по техническому обслуживанию.
- Розетка в секции управления предназначена только для обслуживания или ремонта оборудования. Номинальный ток составляет 10 А. Запрещается использовать оборудование с номинальным током более 10 А. Для этого оборудования изоляция не обеспечивается. Необходимы отдельные устройства обесточивания.
  - Можно использовать устройства обесточивания, перечисленные в разделе Таблица 9 или аналогичные.

Таблица 9: Рекомендуемые устройства обесточивания

Тип устройства обесточивания	Изготовитель	Название модели	Номинал
Контроллер среднего напряжения	ROCKWELL AUTOMATION CANADA INC (E102991)	1512A-1	400 A/7,2 кВ
Распределительный щит среднего напряжения	ABB INC POWER TECHNOLOGY PRODUCTS MEDIUM VOLTAGE (E143324)	Серия ADVANCE	3000 A/1000 MVA/ 27 кВ макс.
		Серия SAFEGEAR	4000 A/1000 MVA/ 15 кВ
Автоматические выключатели и комплектное распределительное устройство	EATON (E146558)	Серия VC-W	3000 A/15 кВ макс.

9.2 Стандартный процесс технического обслуживания

Для безопасного технического обслуживания выполните описанные выше действия.

Процедура

1. Ознакомьтесь с мерами безопасности и предостережениями, описанными в настоящем руководстве, и соблюдайте их.
2. Отключите питание системы и выключите ИБП. Если установлен шкаф байпаса двигателя, отключите его питание.

   Все работы по техническому обслуживанию должны выполняться при отключенном сетевом и вспомогательном питании.

3. Выполните необходимые операции обслуживания.

   См. план технического обслуживания и специальные инструкции.

4. После обслуживания выполните проверки перед включением питания.
   - **a.** Убедитесь, что подключения к сети и двигателю находятся в хорошем состоянии.
   - **b.** Убедитесь, что подключения к вспомогательному источнику питания и цепи управления находятся в хорошем состоянии.
   - **c.** Убедитесь, что в шкафах не оставлены инструменты и посторонние предметы.
   - **d.** Убедитесь, что все двери шкафов и изолирующие защитные устройства закрыты и готовы к работе.
5. Перезапустите преобразователь частоты. Выполните инструкции, приведенные в 8.5.1 Питание преобразователя частоты, и убедитесь в отсутствии отклонений от нормальной работы.
6. Запишите данные о техобслуживании, выполненном на преобразователе частоты VACON® 1000.

   Отчет о техническом обслуживании должен содержать:
   - Дату и время.
   - Действия по техническому обслуживанию, выполненные в соответствии с планом технического обслуживания.
   - Любые особые ситуации или работы (плановая или незапланированная замена запасных частей).

9.3 График технического обслуживания

Для обеспечения долговременной стабильной работы оборудования его необходимо правильно эксплуатировать и обслуживать. Ежедневное профилактическое обслуживание и проверки должны выполняться в плановом порядке. В дополнение к аварийному обслуживанию системы необходимо проводить профилактическое обслуживание, в том числе ежедневные, еженедельные, ежемесячные, ежеквартальные и ежегодные проверки и техническое обслуживание.

Процедуры ежедневного обслуживания ограничиваются различными визуальными осмотрами, очисткой воздушного фильтра и обеспечением максимально возможной чистоты в помещении, где установлено оборудование. Другие работы по техническому обслуживанию разрешается выполнять только уполномоченному обученному персоналу.

9.3.1 Ежедневное обслуживание

Таблица 10: Операции по ежедневному обслуживанию

Обслуживаемый элемент	Интервал техобслуживания	Действия по техническому обслуживанию
Окружающая среда	Ежедневно	Убедитесь, что температура внутри шкафов ПЧ составляет от -5 до +40 °C, предпочтительно 25 °C. Убедитесь, что влажность ниже 95 % и конденсат отсутствует. Проверьте состояние вентиляции и воздуховодов. Ежедневно регистрируйте параметры окружающей среды и замечайте наличие нештатных условий.
Рабочие параметры	Ежедневно	Проверьте правильность входного напряжения преобразователя частоты. Убедитесь, что рабочие параметры преобразователя частоты в норме. Проверьте преобразователь частоты на наличие предупреждений/неисправностей. Проверьте световые индикаторы преобразователя частоты. Убедитесь, что температура трансформатора, отображаемая на панели оператора, ниже 90 °C. Убедитесь в отсутствии постороннего шума, вибрации, огня или запаха.
Вентиляторы охлаждения	Ежедневно	Убедитесь в отсутствии ненормальной вибрации или шума. Убедитесь в отсутствии аварийных сигналов перегрева или обрыва питания вентилятора охлаждения.
Воздушные фильтры	Ежедневно	Убедитесь, что воздушные фильтры не засорены. Убедитесь в отсутствии аварийных сигналов давления воздуха.
	Еженедельно	Очищайте фильтры не реже одного раза в неделю. При сильной запыленности интервал очистки должен быть сокращен. Для удаления пыли осторожно постучите по фильтрам или слегка продуйте сжатым воздухом за пределами щитовой. Чтобы удалить присохшую грязь, промойте фильтры водой и мягким моющим средством. Перед установкой на преобразователь частоты фильтры следует высушить. При необходимости замените фильтры на новые.
Помещение с установленными ПЧ	Ежедневно	Ежедневно проверяйте помещение, где установлены преобразователи частоты. Удалите любые посторонние предметы.
	Еженедельно	Раз в неделю проводите уборку помещения, где установлены преобразователи частоты. Для удаления пыли и золы используйте пылесос или швабру.

9.3.2 Ежегодное обслуживание

Таблица 11: Ежегодные операции технического обслуживания

Обслуживаемый элемент	Интервал техобслуживания	Действия по техническому обслуживанию
Кабели	Ежегодно	Проверьте моменты затяжки кабельных клемм. Убедитесь, что изоляция кабелей не повреждена.

Обслуживаемый элемент	Интервал техобслуживания	Действия по техническому обслуживанию
		Проверьте заземление.
Контроль трансформатора	Ежегодно	Измерьте сопротивление изоляции между первичной/вторичной обмотками и «землей».
	Каждые 2 года	Выполните испытания электрической прочности изоляции между первичной/вторичной обмотками и «землей».
Шкафы преобразователя частоты	Ежегодно	Очистите внутренние поверхности шкафов ПЧ с помощью пылесоса. Очистите от пыли поверхность компонентов и радиаторы силовых ячеек.
Компоненты	Ежегодно	С помощью мультиметра убедитесь, что выходное напряжение источника питания в секции управления составляет 26 ±0,5 В пост. тока. Убедитесь, что выходное напряжение ИБП составляет 25 ±0,5 В пост. тока. Убедитесь, что реле работает нормально и не издает ненормальных звуков. Убедитесь, что индикаторы работают нормально. Убедитесь, что электромагнитные блокировки работают нормально. Проверьте обогреватель и датчик влажности. Установите порог срабатывания регулятора влажности ниже влажности окружающей среды и убедитесь, что обогреватель начинает работать. После тестирования установите для порога срабатывания значение 80 %. Проверьте лампы устройства индикации высокого напряжения и убедитесь, что вторая цепь блокировки исправна. Проверьте правильность уставки теплового реле. Выполните проверку замыкания вакуумного контактора или выключателя и убедитесь в правильности работы и состояния обратной связи. Убедитесь, что предохранитель и выключатель исправны и на них нет следов подгорания.
Батарея ИБП	Каждые 3 года	Чтобы обеспечить надежную работу, заменяйте батарею каждые 3 года.
	Каждые 3 месяца	Если преобразователь частоты хранится более 3 месяцев и в течение этого времени не включается, заряжайте батарею ИБП в течение 8 часов. Заряжайте запасные батареи, находящиеся на хранении, каждые 3 месяца.
Панель оператора	В зависимости от состояния	Яркость панели оператора со временем уменьшается. Срок службы зависит от условий эксплуатации.
Устройство индикации высокого напряжения	Каждые 4 года	Чтобы обеспечить надежную работу, заменяйте каждые 4 года.
Вентилятор охлаждения	Каждые 4 года	Заменяйте каждые 4 года.

Обслуживаемый элемент	Интервал техобслуживания	Действия по техническому обслуживанию
Индикатор	Каждые 5 лет	Заменяйте каждые 5 лет.
Импульсный источник питания	Каждые 10 лет	Заменяйте каждые 10 лет.
Силовые ячейки	1 год	Если силовая ячейка не заряжалась в течение 1 года, необходима формовка электролитических конденсаторов. Если преобразователь частоты хранился более 2 лет, на него нельзя подавать полное высокое напряжение сразу. Постепенно увеличивайте входное напряжение, пока конденсаторы не зарядятся.

9.4 Замена воздушных фильтров

9.4.1 Воздушные фильтры в компактных шкафах

Процедура

1. Ослабьте винты на решетке воздушного фильтра.

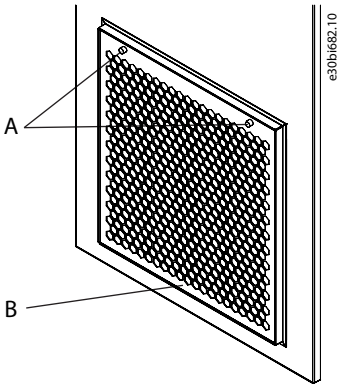

Рисунок 69: Снятие решетки фильтра

A	Винты
B	Решетка фильтра

2. Снимите решетку воздушного фильтра.

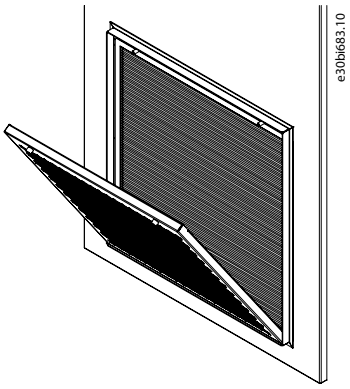

Рисунок 70: Снятие решетки фильтра

3. Снимите фильтр и замените его новым.

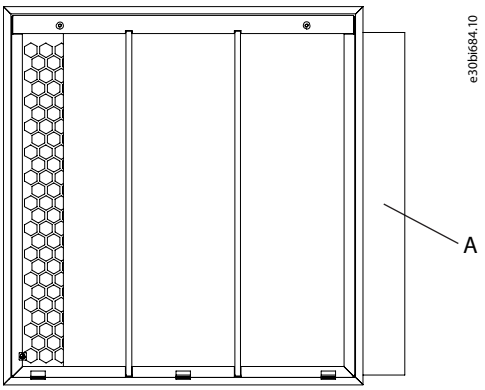

Рисунок 71: Замена воздушного фильтра

A	Воздушный фильтр

4. Установите на место решетку фильтра и затяните винты.
5. Запишите дату замены фильтра.

9.4.2 Воздушные фильтры секций трансформатора и силовых ячеек

Процедура

1. Ослабьте винты на решетке воздушного фильтра.

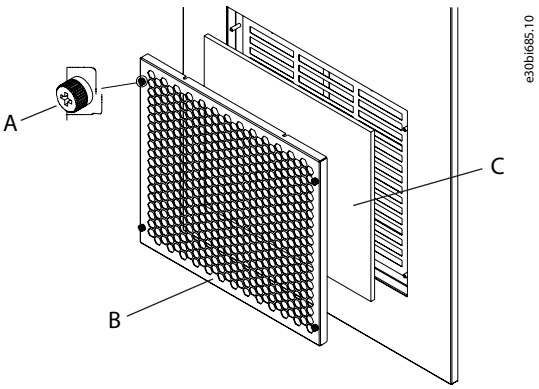

Рисунок 72: Замена воздушного фильтра

A	Винты	C	Воздушный фильтр
B	Решетка фильтра		

2. Снимите решетку воздушного фильтра и удалите старый фильтр.
3. Установите новый воздушный фильтр вместо старого.
4. Установите на место решетку фильтра и затяните винты.
5. Запишите дату замены фильтра.

9.4.3 Воздушные фильтры секции управления

Процедура

1. Нажмите кнопку и оттяните назад верхнюю часть решетки фильтра.

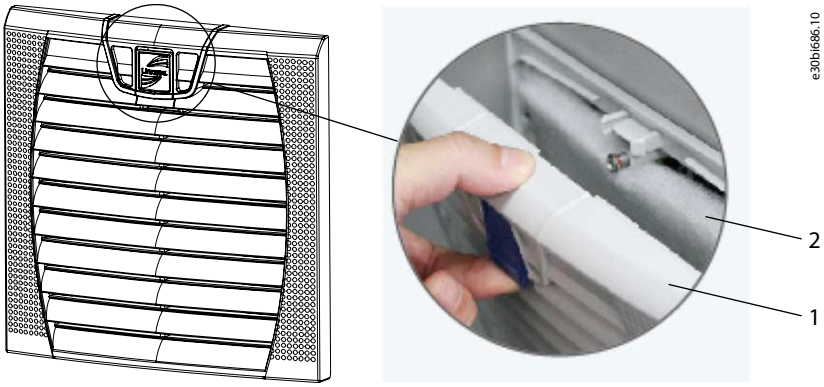

Рисунок 73: Снятие решетки фильтра

1	Решетка фильтра
2	Воздушный фильтр

2. Снимите решетку воздушного фильтра.
3. Снимите фильтр и замените его новым.
4. Установите решетку фильтра на место.
5. Запишите дату замены фильтра.

9.5 Замена батареи панели оператора

Процедура

1. Снимите винты с задней стороны панели оператора.

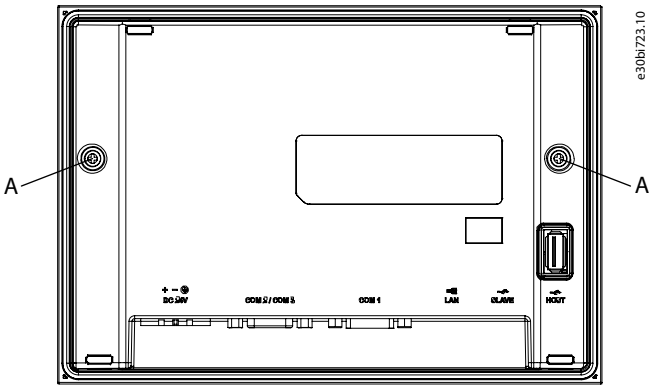

Рисунок 74: Расположение крепежных винтов крышки панели оператора

A	Крепежные винты крышки

2. Откройте заднюю крышку панели оператора.
3. Замените аккумулятор.

В панели оператора используется литиевая батарея на 3 В типа CR2032, 1 шт.

Рисунок 75: Расположение батареи внутри панели оператора

9.6 Замена вентиляторов охлаждения

Отключите электропитание системы в соответствии 9.2 Стандартный процесс технического обслуживания и примите все меры безопасности.

УВЕДОМЛЕНИЕ

В зависимости от номинальной мощности ПЧ могут использоваться вентиляторы различных моделей.

Процедура

1. Если для выпуска горячего воздуха из электропомещения используется воздуховод, разберите сопряжение между воздуховодом и вентилятором охлаждения.
2. Снимите переднюю и заднюю решетки (A). Каждая из них крепится с помощью 9 комбинированных шестигранных винтов M6×16. Сохраните винты.

   См. 9.6.1 Схема замены вентилятора охлаждения.

3. Снимите крышку вентилятора охлаждения (B). Снимите и сохраните 16 винтов с потайной головкой M4×8.
4. Снимите нижнюю решетку (C). Снимите и сохраните десять комбинированных шестигранных винтов M6×16.

   Нижняя решетка есть только в опциональных конфигурациях.

5. Снимите крышку проводки и отсоедините проводку вентилятора.
6. Снимите кронштейн вентилятора (D). Снимите и сохраните 8 комбинированных шестигранных винтов M8×20.
7. Снимите вентилятор (E). Снимите и сохраните 5 комбинированных шестигранных винтов M6×16 и 4 винта M4×12.
8. Установите новый вентилятор и затяните все винты в обратной последовательности.
9. Завершите техническое обслуживание и замену, установив детали в обратном порядке.

   Прежде чем затягивать крепежные винты вентилятора охлаждения, завершите установку блока питания вентилятора и клеммников.

10. Если имеется воздуховод, восстановите и закрепите сопряжение воздуховода.

11. После включения питания убедитесь, что вентилятор работает в нормальном режиме. Обратите особое внимание на направление вращения вентилятора. Вентилятор должен всасывать воздух из рамы входного окна и выдувать воздух наружу из верхней части шкафа.

9.6.1 Схема замены вентилятора охлаждения

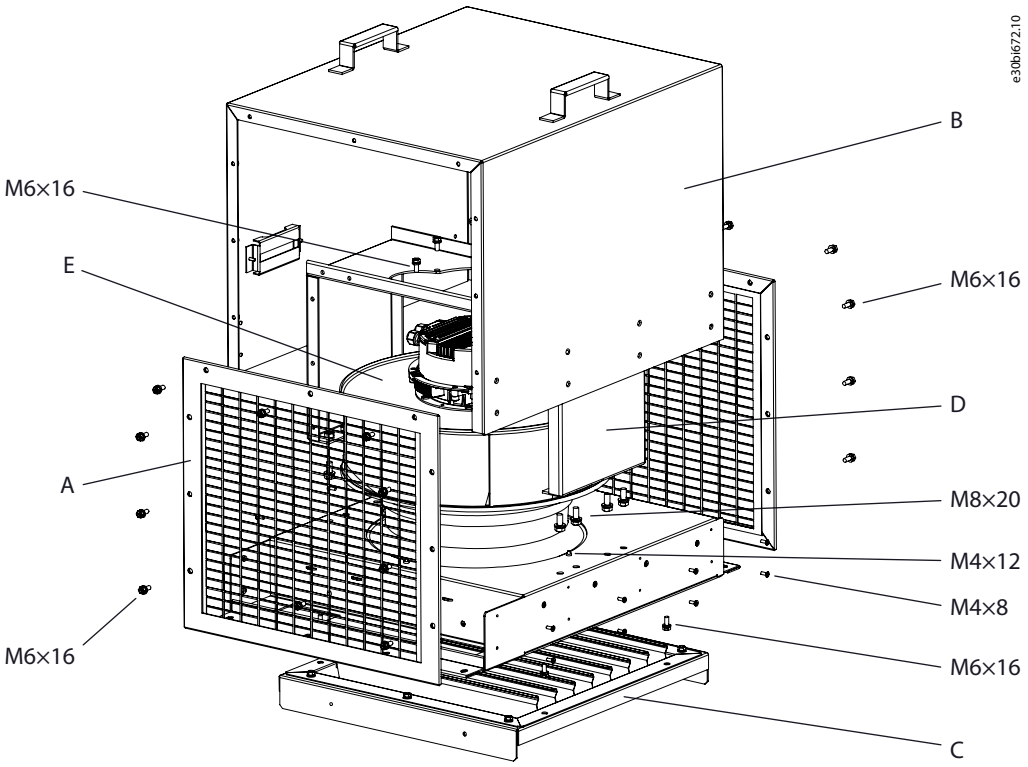

Рисунок 76: Замена вентилятора охлаждения

A	Передняя и задняя решетки	D	Кронштейн вентилятора
B	Крышка вентилятора охлаждения	E	Вентилятор охлаждения
C	Нижняя решетка		

9.7 Батарея ИБП

9.7.1 Замена батареи ИБП

Процедура

1. Отключите выключатель QF15.
2. Снимите крышку аккумуляторной батареи ИБП. Крышка крепится 4 винтами.
3. Отсоедините провода от клемм аккумуляторной батареи.
4. Установите новую батарею ИБП и подсоедините провода.

Обратите внимание на полярность батареи и убедитесь, что провода подсоединены правильно.

9.7.2 Техническое обслуживание батареи ИБП

Если батарея ИБП не используется в течение длительного времени, настоятельно рекомендуется периодически проводить ее техническое обслуживание.

Таблица 12: График технического обслуживания

Температура хранения	Интервал техобслуживания
< 20 °C	Каждые шесть месяцев
20–30 °C	Каждые три месяца
> 30 °C	Хранение в течение длительного времени при температуре выше этого значения строго запрещено.

Для технического обслуживания требуется источник питания с настраиваемым выходом постоянного тока и функцией ограничения выходного тока.

Процедура

1. Установите выходное напряжение источника питания постоянного тока на уровне 14,4–14,7 В.
2. Установите ограничение выходного тока на 1,3 А.
3. Подсоедините положительные/отрицательные полюса источника питания постоянного тока к соответствующим сторонам аккумулятора.

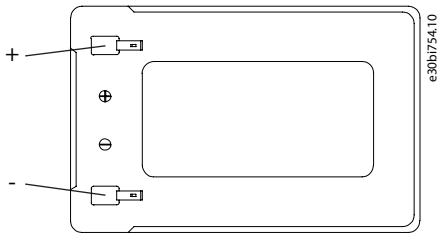

Рисунок 77: Клеммы батареи ИБП

4. Включите источник питания постоянного тока, чтобы зарядить батарею.
5. Заряжайте каждую батарею не менее 16–24 часов.
6. После зарядки отключите питание постоянного тока и отсоедините провода между аккумуляторной батареей ИБП и источником питания постоянного тока.

9.8 Силовые ячейки

9.8.1 Техническое обслуживание силовых ячеек

Процедура

1. Извлеките силовую ячейку из шкафа преобразователя частоты или, если она находится на хранении, из ее изолированного полиэтиленового пакета.
2. Установите силовую ячейку на изолированную поверхность.

   Уровень выдерживаемого напряжения должен превышать входную мощность.

3. Подключите 3-фазное питание к входным клеммам силовой ячейки через 3-фазный токоограничительный резистор.

   Различные силовые ячейки имеют различную механическую конструкцию.
   Подключите к свободным контактам предохранителей.

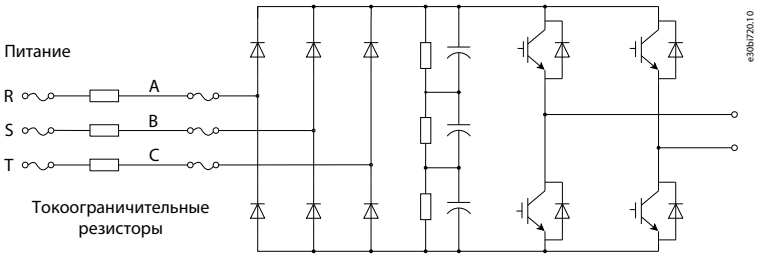

Рисунок 78: Принципиальная схема силовой ячейки

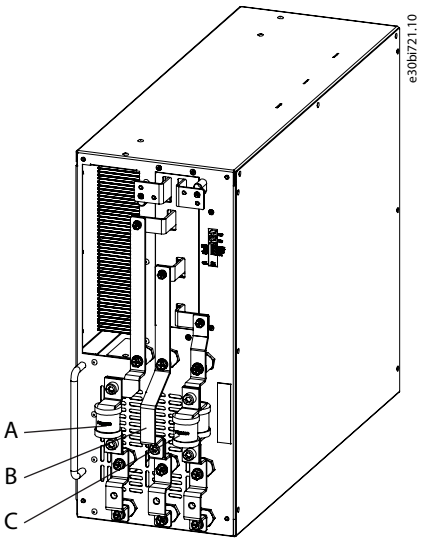

Рисунок 79: Входные клеммы силовой ячейки A, B, C

4. Включите силовую ячейку и проверьте индикаторы на ней.

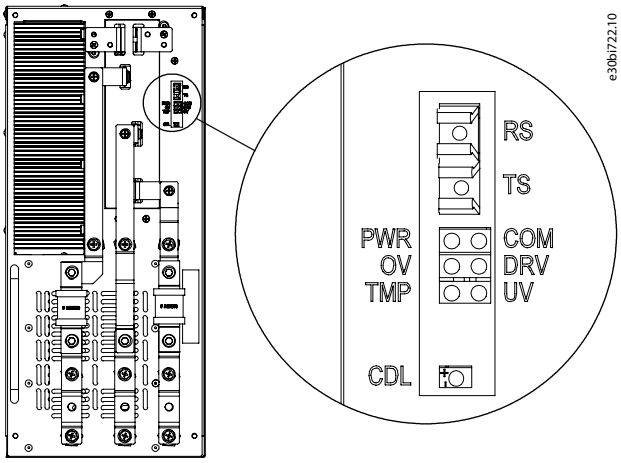

Рисунок 80: Расположение индикаторов силовой ячейки

> Силовая ячейка в норме, если горят индикаторы PWR и COM.
> Если горят другие светодиодные индикаторы, необходимо провести дополнительную проверку. Обратитесь в Danfoss.

5. Не выключайте силовую ячейку в течение одного часа.

> Если через один час индикаторы силовой ячейки не сигнализируют об отклонениях от нормы, обслуживание считается выполненным.

6. Выключите питание и отсоедините разъемы.

7. Поместите силовую ячейку обратно в шкаф преобразователя частоты или, если она на хранении, в изолированный полиэтиленовый пакет.

8. В случае возникновения проблем обратитесь в Danfoss.

9.8.2 Замена силовых ячеек

Отключите электропитание системы в соответствии 9.2 Стандартный процесс технического обслуживания и примите все меры безопасности.

Процедура

1. Отсоедините оптоволоконную проводку (A) от силовой ячейки.

   См. 9.8.2.1 Схема замены силовой ячейки.

2. Снимите комбинированные винты с соединительных шин (B) на обеих сторонах силовых ячеек. Не потеряйте винты.

   Используйте динамометрический ключ M6/M8.

3. Снимите винты с 3-фазных входных клемм (C). Не потеряйте винты.

   Используйте динамометрический ключ M8/M10.

4. Чтобы отсоединить силовую ячейку от кронштейнов (D), выкрутите винты, расположенные перед силовой ячейкой. Не потеряйте винты.

   Используйте динамометрический ключ M6.

5. Вытащите силовую ячейку по направляющим (E).
6. Проверьте паспортную табличку каждой силовой ячейки. Убедитесь, что паспортная табличка новой силовой ячейки соответствует старой.
7. Вставьте новую силовую ячейку на место по направляющей.
8. Установите силовую ячейку на кронштейны.

   Для затяжки винтов используйте динамометрический ключ M6. Затяните винты с моментом 9,8 ±0,2 Н·м.

9. Подключите трехфазные входные кабели к клеммам силовой ячейки.

   Используйте динамометрический ключ M8/M10. Порядок крепления снаружи внутрь: плоская шайба, пружинная шайба, гайка.

   Моменты затяжки:

   - Винты M8: 9,8 ±0,2 Н·м.
   - Винты M10: 24,5 ±0,5 Н·м.

10. Установите комбинированные винты на соединительные шины.

    Используйте динамометрический ключ M6/M8.

    Моменты затяжки:

    - Винты M6: 7,8 ±0,2 Н·м.
    - Винты M8: 9,8 ±0,2 Н·м.

11. Подключите оптоволоконые кабели к силовой ячейке.

9.8.2.1 Схема замены силовой ячейки

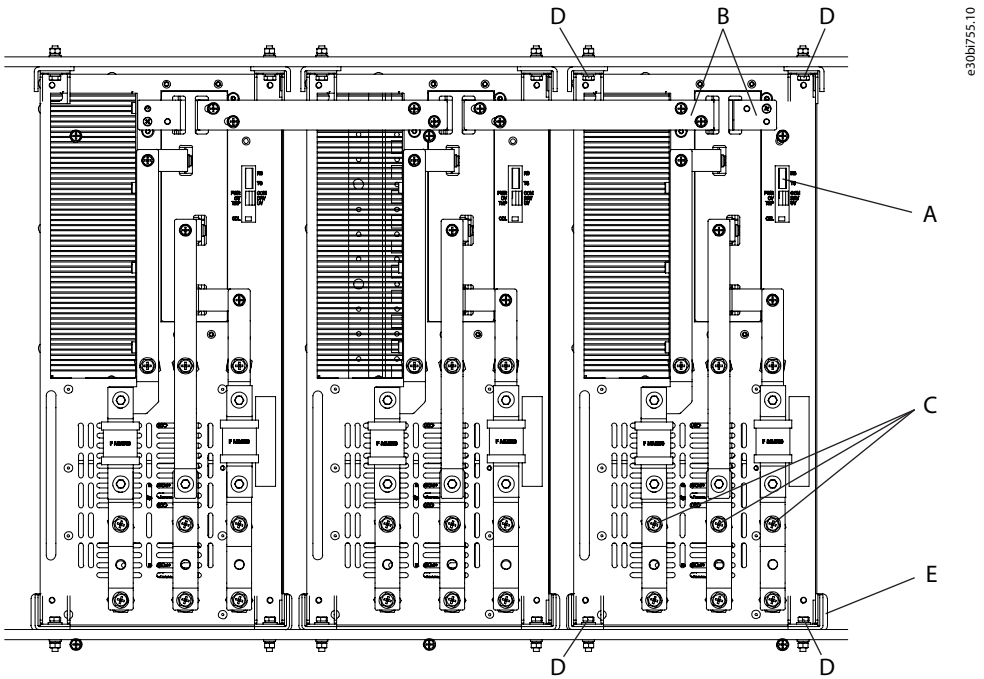

Рисунок 81: Замена силовой ячейки

A	Оптоволоконные разъемы	D	Кронштейн
B	Соединительные шины	E	Направляющая
C	Входные клеммы		

9.8.3 Формовка конденсаторов силовых ячеек

Если силовая ячейка не заряжалась в течение 1 года, необходима формовка электролитических конденсаторов. Для формовки может использоваться переменный или постоянный ток.

9.8.3.1 Формовка с использованием переменного тока

Необходимое оборудование:

- Трехфазный регулятор напряжения, 0–750 В пер. тока, ≥ 500 ВА
- ABC, ≥ 380 В пер. тока (460 В пер. тока), ≥ 20 А

⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

– Во время формовки следите за любыми ненормальными проявлениями. При любых отклонениях от нормы немедленно разомкните ABC.
Убедитесь, что проводка цепи формовки правильно подключена.
Убедитесь, что предохранители силовой ячейки исправны.
Если проблемы не удается устранить, обратитесь в Danfoss за помощью.

Процедура

1. Изолируйте силовую ячейку от заземления и обеспечьте невозможность случайного контакта со стороны персонала. Убедитесь, что к выходу силовой ячейки не подключены никакие провода.

2. Подключите провода, как показано на Рисунок 82. Установите ABC между источником переменного тока и регулятором напряжения. Подключите вторичную обмотку регулятора напряжения к трехфазному входу силовой ячейки.

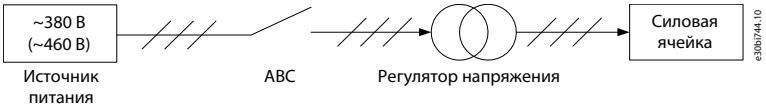

Рисунок 82: Схема электрических соединений при питании переменным током

3. Замкните ABC. Включите регулятор напряжения и медленно доведите входное напряжение до 30 % от номинального напряжения силовой ячейки (690 В пер. тока). Поддерживайте напряжение 30 % в течение 5 минут.

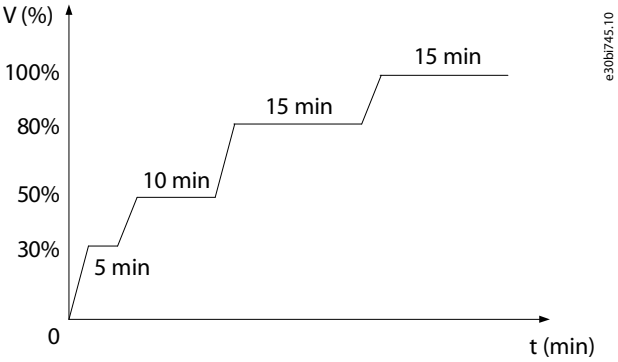

Рисунок 83: Схема процесса формовки

4. Медленно увеличивайте входное напряжение регулятора до 50 %. Поддерживайте это напряжение в течение 10 минут.
5. Медленно увеличивайте входное напряжение регулятора до 80 %. Поддерживайте это напряжение в течение 15 минут.
6. Медленно увеличивайте входное напряжение регулятора до 100 %. Поддерживайте это напряжение в течение 15 минут.
7. По завершении процесса уменьшите напряжение источника до нуля и разомкните ABC.
8. Отсоедините регулятор напряжения от силовой ячейки и источника питания переменного тока.
9. Подождите 15 минут, пока конденсаторы силовой ячейки полностью не разрядятся.
10. С помощью измерительного прибора убедитесь в отсутствии напряжения.
11. Восстановите первоначальную электропроводку.

9.8.3.2 Формовка с использованием постоянного тока

Необходимое оборудование:

- Источник постоянного тока, 0–1000 В, регулируемый, мощность ≥ 1000 ВА

⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

– Во время формовки следите за любыми ненормальными проявлениями. При любых отклонениях от нормы немедленно разомкните ABC.
Убедитесь, что проводка цепи формовки правильно подключена.
Убедитесь, что предохранители силовой ячейки исправны.
Если проблемы не удается устранить, обратитесь в Danfoss за помощью.

Процедура

1. Изолируйте силовую ячейку от заземления и обеспечьте невозможность случайного контакта со стороны персонала. Убедитесь, что к выходу силовой ячейки не подключены никакие провода.

2. Подключите провода, как показано на Рисунок 84. Подключите источник постоянного тока к любой из двух входных фаз силовой ячейки.

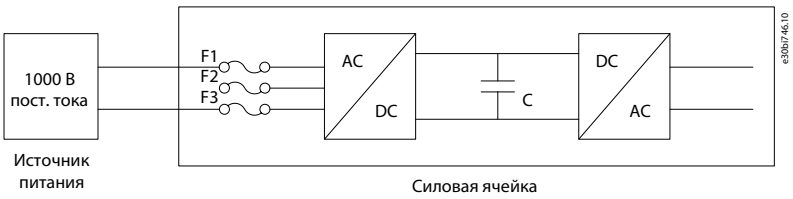

Рисунок 84: Схема электрических соединений при питании постоянным током

3. Включите питание от источника постоянного тока. Чтобы предотвратить срабатывание защиты от перегрузки по току в цепи постоянного тока, медленно повышайте входное напряжение до 30 % от номинального напряжения силовой ячейки, равного 975 В постоянного тока. Поддерживайте напряжение 30 % в течение 5 минут.

   См. Рисунок 83.

4. Медленно увеличивайте входное напряжение постоянного тока до 50 %. Поддерживайте это напряжение в течение 10 минут.
5. Медленно увеличивайте входное напряжение постоянного тока до 80 %. Поддерживайте это напряжение в течение 15 минут.
6. Медленно увеличивайте входное напряжение постоянного тока до 100 %. Поддерживайте это напряжение в течение 15 минут.
7. По завершении процесса уменьшите напряжение источника напряжения до нуля и отключите источник питания постоянного тока.
8. Отсоедините провода от силовой ячейки и источника питания постоянного тока.
9. Подождите 15 минут, пока конденсаторы силовой ячейки полностью не разрядятся.
10. С помощью измерительного прибора убедитесь в отсутствии напряжения.
11. Восстановите первоначальную электропроводку.

9.9 Испытание электрической прочности изоляции

Процедура

1. Отсоедините входные и выходные кабели.
2. Закоротите входные клеммы (3 фазы).
3. Закоротите выходные клеммы (3 фазы).
4. Закоротите клеммы вспомогательной обмотки трансформатора (3 фазы) и заземление.
5. Закоротите все входные и выходные клеммы силовой ячейки.
6. Отсоедините (если есть) нейтральный заземляющий резистор, подключенный к силовой ячейке U1/V1/W1.
7. Отсоедините разрядник (если установлен), а также входной и выходной делители напряжения от клеммы высокого напряжения.
8. Проверьте входное и выходное напряжения.
   - Если номинальные входное и выходное напряжения не совпадают, проведите испытания электрической прочности изоляции отдельно для входов и для выходов.
   - Если входное и выходное напряжения совпадают, проведите испытания электрической прочности изоляции, охватывающие как входы, так и выходы.

9.9.1 Совместное тестирование входов и выходов

Процедура

1. Подключите закороченные входные и выходные клеммы к заземлению.
2. Измерьте сопротивление изоляции между входными клеммами и землей с помощью мегаомметра на 1000 В. Сопротивление должно превышать 100 МОм.
3. Подайте высокое напряжение от питающей сети на входную клемму, подключенную к заземлению, в течение 5 с. Не нужно доводить напряжение до разрыва и пробоя изоляции.
4. Снова измерьте сопротивление изоляции. Сопротивление должно превышать 100 МОм, а расхождение должно быть меньше 30 % по сравнению с результатом первого измерения.
5. После испытания верните преобразователь частоты в исходное состояние. Восстановите подключения проводки и уберите перемычки между закороченными элементами.

9.9.2 Испытание входов и выходов по отдельности

Процедура

1. Подключите закороченные входные и выходные клеммы к заземлению.
2. Измерьте сопротивление изоляции между входными клеммами и землей с помощью мегаомметра на 1000 В. Сопротивление должно превышать 100 МОм.
3. Подайте высокое напряжение от питающей сети (см. таблицу) на входную клемму, подключенную к заземлению, в течение 60 с. Не нужно доводить напряжение до разрыва и пробоя изоляции.

Напряжение системы (кВ)	Предельное диэлектрическое напряжение (кВ)
2,3/2,4	8
3	9
3,3	10
4/4,16/4,2	12
4,8/5	14
6	17
6,3	18
6,6	19
6,9/7,2	20
8,4	22
10	25
11	27
11,4	28
12	29
12,47	30
13,2	32
13,8	34

4. Снова измерьте сопротивление изоляции. Сопротивление должно превышать 100 МОм, а расхождение должно быть меньше 30 % по сравнению с результатом первого измерения.
5. Отсоедините закорачивающий провод между выходной клеммой и землей и закоротите входную клемму и «землю».
6. Повторите измерения, описанные в шагах 2–4, для выходных клемм.
7. После испытания верните преобразователь частоты в исходное состояние. Восстановите подключения проводки и уберите перемычки между закороченными элементами.

10 Прослеживание причины отказа

10.1 Типы отказов

Когда диагностика цепей управления преобразователя частоты выявляет нарушения в работе преобразователя частоты, выдается соответствующее уведомление. Это уведомление отображается на дисплее панели управления. Отображается код, наименование и краткое описание отказа или аварийного сигнала.

Существует два типа уведомлений.

- **Аварийные сигналы** дают информацию о нарушении нормального режима работы. Аварийная сигнализация не останавливает преобразователь частоты. Система может быть запитана, запущена и работать в нормальном режиме.
- **Отказ** приводит к остановке преобразователя частоты. Необходимо выполнить сброс состояния ПЧ, а также найти решение возникшей проблемы. Не запускайте систему в работу, пока проблема не обнаружена и не устранена.

Для некоторых отказов можно запрограммировать в приложении различные реакции системы. См. 10.2 Конфигурация реакции на отказы.

Чтобы просмотреть информацию об аварийных сигналах или отказах, нажмите *AlarmFault* (Отказы и аварийные сигналы).

Перед обращением к дистрибьютору или на завод-изготовитель по поводу необычных симптомов работы следует подготовить некоторые данные. Запишите номер отказа и другую информацию, отображаемую на дисплее.

10.2 Конфигурация реакции на отказы

Для некоторых отказов можно запрограммировать в приложении различные реакции системы. Предусмотрено 9 комбинаций для конфигурации аварийных сигналов и действий при отказах.

Таблица 13: Конфигурации реакций на отказы для VACON® 1000

Номер конфигурации	Разрешение обнаружения	Аварийный сигнал/ неисправность	Действие (при неработающем преобразователе частоты)	Действие (при работающем преобразователе частоты)
0	Запретить	–	–	–
1	Разрешить	Аварийный сигнал	Нет действия	Нет действия
2	Разрешить	Отказ	Нет действия	Останов выбегом
3	Разрешить	Отказ	Нет действия	Останов выбегом и обход системы
4	Разрешить	Отказ	Нет действия	Замедление и остановка
5	Разрешить	Отказ	Нет действия	Защитное отключение ABC
6	Разрешить	Отказ	Нет действия	Защитное отключение ABC и обход системы
7	Разрешить	Отказ	Защитное отключение ABC	Защитное отключение ABC
8	Разрешить	Отказ	Защитное отключение ABC	Защитное отключение ABC и обход системы

10.3 Ошибки и аварийные сигналы

10.3.1 Код неисправности 1: перегрузка по току на входе (ошибка ПО)

Причина

Входной ток превышает уровень 150 % от номинального.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте входной ток.
- Проверьте заданное значение.

10.3.2 Код неисправности 2: потеря входной фазы

Причина

Один или несколько высоковольтных входных кабелей не подают первичное питание на входной трансформатор.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте входное напряжение.
- Проверьте входные кабели на предмет ослабленных контактов или отсоединения.

10.3.3 Код неисправности 3: обрыв фазы на входе

Причина

Напряжения всех трех входных фаз ниже 70 % от номинального.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте входное напряжение.

10.3.4 Код неисправности 4: пониженное напряжение на входе

Причина

Эффективное значение входного напряжения составляет менее 90 % от номинального значения.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте входное напряжение.

10.3.5 Код неисправности 5: перенапряжение на входе

Причина

Эффективное значение входного напряжения превышает 110 % от номинального значения.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте входное напряжение.

10.3.6 Код неисправности 6: заземление входа

Причина

Имеет место заземление входа, время которого превышает 5 секунд.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте входные кабели, медные шины и трансформатор.

10.3.7 Код неисправности 7: нарушение чередования фаз на входе

Причина

Входные кабели подключены в обратном порядке.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте чередование подключения входных кабелей.

10.3.8 Код неисправности 8: перегрузка по току на выходе (ошибка ПО)

Причина

Выходной ток превышает 150 % от номинального.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте выходной ток.
- Проверьте заданное значение.

10.3.9 Код неисправности 9: перегрузка на выходе

Причина

Постоянный крутящий момент: если выходной ток превышает 150 % от номинального, разрешите перегрузку в течение 1 минуты каждые 10 минут.

Переменный крутящий момент: если выходной ток превышает 120 % от номинального, разрешите перегрузку в течение 1 минуты каждые 10 минут.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте напряжение электросети.
- Выполните сброс номинального тока двигателя.
- Проверьте нагрузку и увеличьте крутящий момент.
- Выберите подходящий двигатель.

10.3.10 Код неисправности 10: обрыв выходной фазы

Причина

Программное обеспечение обнаруживает отсоединение выходной фазы, идущей от преобразователя частоты к двигателю.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте выходные кабели на предмет ослабленных контактов или отсоединения.

10.3.11 Код неисправности 11: заземление выхода

Причина

Программное обеспечение обнаруживает замыкание на землю, обычно это замыкание на землю на выходе (замыкание фазы на землю).

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Убедитесь, что внешние кабели и двигатель заземлены.
- Проверьте изоляцию двигателя и его кабелей.

10.3.12 Код неисправности 12: аварийный сигнал асимметрии выходных фаз

Причина

Асимметрия на выходе превышает 15 ‰ в течение суммарного времени более 30 секунд за 10 минут непрерывной работы.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Убедитесь, что емкость конденсаторов цепи постоянного тока соответствует всем техническим характеристикам.
- Убедитесь, что напряжение на вторичной обмотке трансформатора сбалансировано.

10.3.13 Код неисправности 13: отказ из-за асимметрии выходных фаз

Причина

Асимметрия на выходе превышает 30 ‰ в течение более 1 с.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Убедитесь, что емкость конденсаторов цепи постоянного тока соответствует всем техническим характеристикам.
- Убедитесь, что напряжение на вторичной обмотке трансформатора сбалансировано.

10.3.14 Код неисправности 14: недостаточная нагрузка на выходе

Причина

Программное обеспечение обнаруживает работу двигателя в зоне недогрузки в течение более 20 секунд.

Действие системы по умолчанию: Не обнаруживать. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте, не слишком ли мала нагрузка двигателя.

10.3.15 Код неисправности 15: электронная тепловая защита двигателя

Причина

Расчетные температура или повышение температуры превышают установленное значение.

Действие системы по умолчанию: Не обнаруживать. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте, не слишком ли высока температура окружающего воздуха.
- Проверьте, не слишком ли высока нагрузка двигателя.

10.3.16 Код неисправности 16: опрокидывание двигателя

Причина

- Частота/скорость двигателя ниже заданного значения.
- Присутствует условие предела крутящего момента.
- Оба условия выполняются одновременно, и их длительность превышает значение, установленное в параметре времени опрокидывания.

Действие системы по умолчанию: Не обнаруживать. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте, не перегружен ли двигатель.
- Проверьте, нет механической неисправности.
- Проверьте, нет ли других проблем, которые приводят к опрокидыванию двигателя.

10.3.17 Код неисправности 17: реверс двигателя

Причина

Двигатель вращается в обратном направлении.

Действие системы по умолчанию: Не обнаруживать. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте направление вращения двигателя.

10.3.18 Код неисправности 18: превышение скорости двигателя

Причина

Скорость двигателя составляет 120 % от максимальной рабочей скорости в течение более 10 секунд.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте состояние двигателя.
- Проверьте, не сломан ли энкодер скорости.

10.3.19 Код неисправности 19: слишком низкая скорость двигателя

Причина

Скорость двигателя составляет 6 % от минимальной рабочей скорости в течение более 60 с.

Действие системы по умолчанию: Не обнаруживать. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте состояние двигателя.
- Проверьте, не сломан ли энкодер скорости.

10.3.20 Код неисправности 20: потеря аналогового задания

Причина

Аналоговый вход отключен.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал. Реакцию системы можно настраивать. Система продолжает работать и поддерживает последнюю заданную скорость.

Устранение неполадок

- Проверьте аналоговую цепь.

10.3.21 Код неисправности 21: энкодер не в норме

Причина

Сигнал энкодера потерян или расхождение между скоростью энкодера и расчетной скоростью превышает 5 %.

Действие системы по умолчанию: останов выбегом во время SVC, не обнаруживать во время SLVC. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте, работает ли энкодер нормально.

10.3.22 Код неисправности 22: перегрузка по току на входе (аппаратная неисправность)

Причина

Входной ток больше, чем 210 % от номинального входного тока.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте входной ток.

10.3.23 Код неисправности 23: перегрузка по току на выходе (аппаратная неисправность)

Причина

Выходной ток больше, чем 210 % от нормальных значений в выборке измерений выходного тока.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте выходной ток.

10.3.24 Код неисправности 24: сбой питания датчика тока

Причина

На плату питания LEM не подается питание.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте питание платы питания LEM.

10.3.25 Код неисправности 25: превышено предельное количество шунтируемых ячеек

Причина

Количество шунтированных силовых ячеек в одной фазе превышает установленное значение.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом

Устранение неполадок

- Проверьте силовые ячейки на наличие неисправностей.
- Проверьте количество шунтированных силовых ячеек.
- Отремонтируйте или замените неисправную силовую ячейку.

10.3.26 Код неисправности 26: система работает с разомкнутым ABC

Причина

Во время работы Логический вход состояния ABC на главной плате ввода/вывода контроллера определяет состояние ABC как разомкнутое.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом

Устранение неполадок

- Проверьте состояние ABC.

10.3.27 Код неисправности 27: ошибка состояния синхронного переключения

Причина

KM2 и KM4 замыкаются одновременно до начала синхронной передачи.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте состояние переключателей.

10.3.28 Код неисправности 28: сбой автонастройки

Причина

Во время автонастройки произошла ошибка или получена команда останова.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом

Устранение неполадок

- Проверьте запись об ошибке.

10.3.29 Код неисправности 29: сбой запуска на ходу

Причина

Во время пуска на ходу происходит сбой поиска скорости или возникает любая другая неисправность.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом

Устранение неполадок

- Если сбой поиска скорости вызвал сбой пуска на ходу, посмотрите в параметре результата пуска на ходу причину сбоя.
- Если сбой пуска на ходу вызван какой-либо другой неисправностью, посмотрите запись об ошибке.

10.3.30 Код неисправности 30: сбой автоматического перезапуска

Причина

В течение времени повторных попыток автоматического перезапуска число отказов превышает максимальное количество попыток или возникает постоянный отказ.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте запись об ошибке.

10.3.31 Код неисправности 31: сбой синхронной передачи

Причина

Во время синхронной передачи происходит одно из следующих событий:

- Сбой состояния/замыкания/размыкания переключателя.
- Тайм-аут установившейся скорости. Вызывается колебанием нагрузки; это состояние может возникнуть во время ускорения до частоты электросети в процессе синхронизации преобразователя частоты и сети.
- Тайм-аут синхронизации напряжения. Вызывается колебаниями в электрической сети, которые могут возникать в процессе синхронизации напряжения.
- Тайм-аут передачи нагрузки. Вызывается колебанием нагрузки, которое может возникнуть в процессе передачи нагрузки.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- При сбое состояния/замыкания/размыкания переключателя:
  - Проверьте состояние переключателей.
  - Проверьте проводку цифровых входов/выходов.
  - Убедитесь в отсутствии проблем с выключателем.
- В случае тайм-аута установившейся скорости измените параметр «Порог ошибки скорости при синхронной передаче» (P0772).
- В случае тайм-аута синхронизации напряжения измените один из следующих параметров:
  - «Порог фазовой ошибки при синхронной передаче» (P0767)
  - «Порог ошибки напряжения при синхронной передаче» (P0771)
  - «Максимальное время синхронизации напряжения при синхронной передаче» (P0778)
- В случае тайм-аута передачи нагрузки измените один из следующих параметров:
  - «Порог токовой погрешности при синхронной передаче» (P0353)
  - «Максимальное время передачи нагрузки при синхронной передаче» (P0779)

10.3.32 Код неисправности 32: отказ из-за выбора двигателя

Причина

Неверный порядковый номер выбранного двигателя.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом

Устранение неполадок

- Проверьте, не превышает ли значение параметра «Выбор двигателя» значение в параметре «Максимальное число двигателей».
- Убедитесь, что двигатель, подключенный к преобразователю частоты, является двигателем, заданным в параметре Motor «Выбор двигателя».

10.3.33 Код неисправности 33: отказ LVRT

Причина

Во время провала напряжения происходит одно из следующих событий:

- Продолжительность потери мощности составляет более 1 с.
- Напряжение на конденсаторе постоянного тока опускается ниже 400 В.
- Скорость двигателя опускается ниже 5 %.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте параметр «Индикатор сбоя непрерывной работы при провалах напряжения».
- Измените параметры, связанные с данными в параметре «Индикатор сбоя непрерывной работы при провалах напряжения».

10.3.34 Код неисправности 34: сбой снижения номинальных характеристик при шунтировании

Причина

Во время снижения номинальных характеристик при шунтировании происходит еще одно шунтирование силовой ячейки.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом

Устранение неполадок

- Если количество шунтированных силовых ячеек не превышает предельного значения, выполните сброс и запустите систему.
- Если количество шунтированных силовых ячеек превышает предельное:
  - Посмотрите ошибку, относящуюся к силовой ячейке.
  - Проверьте количество шунтированных силовых ячеек.
  - Отремонтируйте или замените неисправную силовую ячейку.

10.3.35 Код неисправности 35: ошибка выборки измерений входного тока

Причина

Входной ток за пределами области измерения тока.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте входной ток.

10.3.36 Код неисправности 36: ошибка выборки измерений выходного тока

Причина

Выходной ток за пределами области измерения тока.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте выходной ток.

10.3.37 Код неисправности 37: потеря питания внутренних цепей управления

Причина

Потеряно резервное питание цепей управления, обеспечиваемое вспомогательной обмоткой фазосдвигающего трансформатора.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал

Устранение неполадок

- Проверьте проводку и напряжение резервного питания цепей управления.
- Убедитесь, что соответствующие переключатели замкнуты.
- Убедитесь, что соответствующие реле работают нормально.

10.3.38 Код неисправности 38: потеря питания внешних/клиентских цепей управления

Причина

Пропало внешнее питание цепей управления.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал

Устранение неполадок

- Проверьте проводку и напряжение внешнего питания цепей управления.
- Убедитесь, что соответствующие переключатели замкнуты.
- Убедитесь, что соответствующие реле работают нормально.

10.3.39 Код неисправности 39: превышено время потери питания управления

Причина

Как внешнее питание цепей управления, так и резервное питание от фазосдвигающего трансформатора теряются одновременно на период более 30 минут.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте проводку и напряжение внешнего питания цепей управления.
- Проверьте проводку и напряжение внутреннего резервного питания цепей управления.
- Убедитесь, что соответствующие переключатели замкнуты.
- Убедитесь, что соответствующие реле работают нормально.

10.3.40 Код неисправности 40: пониженное напряжение ИБП

Причина

Информация о неисправности появляется при низком напряжении аккумуляторной батареи.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал

Устранение неполадок

- Убедитесь, что напряжение каждой аккумуляторной батареи превышает 12 В.
- Убедитесь, что выходное напряжение модуля питания в режиме коммутации составляет 26 В.

10.3.41 Код неисправности 41: превышено время низкого напряжения ИБП

Причина

После отключения внешнего питания цепей управления и резервного питания от фазосдвигающего трансформатора ИБП подает недостаточное напряжение в течение более 1 минуты.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте проводку и напряжение внешнего питания цепей управления.
- Проверьте проводку и напряжение внутреннего резервного питания цепей управления.
- Убедитесь, что соответствующие переключатели замкнуты.
- Убедитесь, что соответствующие реле работают нормально.
- Определите причины неисправности ИБП и как можно скорее восстановите питание.

10.3.42 Код неисправности 42: открыта дверь шкафа высокого напряжения

Причина

Дверь шкафа высокого напряжения открыта.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

- Если перед подачей высокого напряжения дверь шкафа преобразователя частоты открыта, сигнал разрешения замыкания не может быть отправлен.
- При открывании двери шкафа преобразователя частоты во время работы система немедленно останавливается.

Устранение неполадок

- Проверьте состояние дверей шкафа преобразователя частоты.
- Проверьте позиционный переключатель двери шкафа и его контакты.

10.3.43 Код неисправности 43: засор воздушного фильтра

Причина

Выполнено сравнение с заданным значением внутреннего давления воздуха в шкафу: $P_{недост.} < P_{уст.}$ - 25 Па. Причиной может быть засорение воздушного фильтра.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал

Устранение неполадок

- Проверьте, не засорен ли воздушный фильтр.
- Убедитесь, что датчик давления воздуха работает нормально.

10.3.44 Код неисправности 44: ненормальное состояние вентилятора системы охлаждения

Причина

Перегрев обмотки двигателя вентилятора охлаждения. Для индикации этой неисправности нормально замкнутый контакт размыкается.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте, не вращается ли вентилятор в обратном направлении.
- Проверьте, не заблокирован ли вентилятор.

10.3.45 Код неисправности 45: внутренняя потеря питания вентилятора

Причина

При отказе электропитания вентилятора охлаждения нормально замкнутый контакт выключателя вентилятора размыкается.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте выключатель вентилятора.
- Проверьте, исправна ли цепь питания.

10.3.46 Код неисправности 46: внешняя потеря питания вентилятора

Причина

Этот аварийный сигнал выдается при потере фазы или понижении напряжения внешнего питания вентилятора.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте проводку и напряжение внешнего питания вентилятора.

10.3.47 Код неисправности 47: неисправность вентилятора охлаждения

Причина

Сработал выключатель вентилятора или разомкнуто внутреннее тепловое реле вентилятора.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал

Устранение неполадок

- Проверьте выключатель вентилятора.
- Проверьте, не разомкнуто ли термореле.
- Проверьте, не заблокирован ли вентилятор.

10.3.48 Код неисправности 48: аварийный сигнал перегрева трансформатора

Причина

Информация о неисправности появляется, когда температура трансформатора превышает 95 °C.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал

Устранение неполадок

- Убедитесь, что температура окружающего воздуха не слишком высока.
- Убедитесь, что охлаждающие вентиляторы, расположенные над трансформатором, работают нормально.
- Проверьте, не засорен ли воздушный фильтр.
- Проверьте, не работает ли преобразователь частоты в режиме перегрузки в течение длительного времени.
- Проверьте исправность датчика температуры.

10.3.49 Код неисправности 49: отказ вследствие перегрева трансформатора

Причина

Информация о неисправности появляется, когда температура трансформатора превышает 110 °C.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Убедитесь, что температура окружающего воздуха не слишком высока.
- Убедитесь, что охлаждающие вентиляторы, расположенные над трансформатором, работают нормально.
- Проверьте, не засорен ли воздушный фильтр.
- Проверьте, не работает ли преобразователь частоты в режиме перегрузки в течение длительного времени.
- Проверьте исправность датчика температуры.

10.3.50 Код неисправности 50: потеря сигнала датчика температуры трансформатора

Причина

Три терморезистора PT100 в обмотках трансформатора A, B и C подключены к термометрическому модулю PT в ПЛК. Если соединение ослаблено или один из резисторов PT100 в трансформаторе поврежден, ПЛК обнаруживает неисправность и сообщает о ней.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте надежность контактов подключенной проводки.
- Проверьте, не поврежден ли один из резисторов PT100.

10.3.51 Код неисправности 51: аварийный останов

Причина

Нажата кнопка аварийного останова на двери секции управления.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Отпустите кнопку аварийного останова на двери секции управления.

10.3.52 Код неисправности 52: дистанционный аварийный останов

Причина

Активна внешняя команда аварийного останова.

Действие системы по умолчанию: Нет действий

Устранение неполадок

- Отожмите кнопку дистанционного аварийного останова.

10.3.53 Код неисправности 53: сбой связи между ПЛК и DSP

Причина

ПЛК отключается от главной системы управления.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал. Реакцию системы можно настраивать. Система продолжает работу на заданной скорости, установленной до отключения ПЛК.

Устранение неполадок

- Проверьте цепь связи.

10.3.54 Код неисправности 54: сбой связи ПЛК с панелью оператора

Причина

Пропала связь между ПЛК и панелью оператора.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал

Устранение неполадок

- Проверьте цепь связи.

10.3.55 Код неисправности 55: ненормально разомкнутое состояние главного автоматического выключателя со стороны сети

Причина

Во время работы преобразователь частоты получает сигнал размыкания высоковольтного автоматического выключателя.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом

Устранение неполадок

- Проверьте наличие высокого входного напряжения.
- Проверьте надежность контактов и правильность подключения внутренних кабелей.

10.3.56 Код неисправности 56. сбой размыкания главного автоматического выключателя со стороны сети

Причина

Главный автоматический выключатель со стороны сети не разомкнулся в течение 3 секунд после получения сигнала размыкания.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал

Устранение неполадок

- Проверьте наличие высокого входного напряжения.
- Проверьте надежность контактов и правильность подключения внутренних кабелей.
- Проверьте, правильно ли отправляется команда на размыкание.

10.3.57 Код неисправности 57: выключатель пускового шкафа в ненормально разомкнутом положении

Причина

После подачи высокого напряжения на преобразователь частоты и замыкания выключателя пускового шкафа выключатель пускового шкафа неожиданно размыкается прежде, чем размыкается главный автоматический выключатель, расположенный на стороне сети.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Убедитесь, что выключатель пускового шкафа исправен.
- Проверьте надежность контактов и правильность подключения внутренних кабелей.

10.3.58 Код неисправности 58: сбой размыкания выключателя пускового шкафа

Причина

Выключатель пускового шкафа не разомкнулся в течение более 3 секунд после получения сигнала размыкания.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Убедитесь в исправности выключателя пускового шкафа.
- Проверьте надежность контактов и правильность подключения внутренних кабелей.

10.3.59 Код неисправности 59: сбой замыкания выключателя пускового шкафа

Причина

Выключатель пускового шкафа не замкнулся в течение более 3 секунд после получения сигнала замыкания.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Убедитесь в исправности выключателя пускового шкафа.
- Проверьте надежность контактов и правильность подключения внутренних кабелей.

10.3.60 Код неисправности 60: сбой связи между ПЛК и панелью оператора

Причина

Не удается закрыть пусковой шкаф. После подачи высокого напряжения на преобразователь частоты и до замыкания выключателя пускового шкафа ПЛК отсоединяется от главной системы управления.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте проводку цепи связи.

10.3.61 Код неисправности 61: отказ автоматического байпаса

Причина

Переключатели шкафа байпаса не сработали должным образом после получения сигнала автоматического байпаса.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Убедитесь, что выключатель шкафа байпаса исправен.
- Проверьте надежность контактов и правильность подключения внутренних кабелей.

10.3.62 Код неисправности 62: условие автоматического байпаса не выполнено

Причина

Рабочее состояние преобразователя частоты не отвечает условиям байпаса.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Отсутствует.

10.3.63 Код неисправности 63: внешняя неисправность

Причина

Для обеспечения внешней защиты двигателя к одному из предварительно настроенных входов защиты преобразователя частоты может быть подключено реле защиты двигателя.

Действие системы по умолчанию: Останов выбегом. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте, есть ли на пользовательской клемме выходной сигнал неисправности.
- Проверьте правильность подключений проводки сигнальной цепи.

10.3.64 Код неисправности 64: пониженное напряжение в цепи постоянного тока силовой ячейки

Причина

Напряжение в цепи постоянного тока выше 300 В, но ниже 580 В.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал

Устранение неполадок

- Убедитесь, что напряжение на первичной обмотке не ниже минимально допустимого значения.
- Проверьте, не ослаблены ли контакты трехфазного входа в силовой ячейке.
- Убедитесь, что предохранитель исправен.

10.3.65 Код неисправности 65: перегрев силовой ячейки

Причина

Если температура радиатора системы охлаждения рядом с IGBT превышает расчетное значение, нормально замкнутый контакт реле датчика температуры размыкается.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Убедитесь, что температура окружающего воздуха не превышает допустимое значение.
- Убедитесь, что вентилятор охлаждения в верхней части шкафа работает нормально.
- Проверьте, не засорен ли впускной воздушный фильтр.
- Проверьте, не работает ли преобразователь частоты в режиме перегрузки в течение длительного времени.
- Убедитесь, что реле температуры силовой ячейки работает нормально.

10.3.66 Код неисправности 66: сбой драйвера силового модуля IGBT

Причина

Неисправность IGBT.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Убедитесь, что индикатор неисправности силовой ячейки работает нормально.

10.3.67 Код неисправности 67: обрыв фазы на входе силовой ячейки

Причина

Потеряна одна из трех входных фаз.

Действие системы по умолчанию: Аварийный сигнал. Реакцию системы можно настраивать. Обнаруживается в линии питания. Не обнаруживается в блоках питания.

Устранение неполадок

- Проверьте, не ослаблены ли контакты трехфазного входа в силовой ячейке.
- Убедитесь, что предохранитель исправен.
- Проверьте входное напряжение.

10.3.68 Код неисправности 68: сбой связи по оптоволоконному кабелю на стороне нагрузки

Причина

Силовая ячейка не получила сигналов от платы оптоволоконной связи.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Убедитесь, что оптоволоконная связь исправна.
- Убедитесь, что соединения оптоволоконного кабеля не ослаблены и не нарушены.

10.3.69 Код неисправности 69: повышенное напряжение в цепи постоянного тока силовой ячейки

Причина

Напряжение в цепи постоянного тока превышает 1150 В.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте, не превышает ли высокое входное напряжение максимально допустимое значение.
- Если перенапряжение возникает во время замедления, увеличьте время замедления преобразователя частоты.

10.3.70 Код неисправности 70: повышенное напряжение в цепи постоянного тока силовой ячейки

Причина

Напряжение в цепи постоянного тока превышает 1300 В.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение

Устранение неполадок

- Проверьте, не превышает ли высокое входное напряжение максимально допустимое значение.
- Если перенапряжение возникает во время замедления, увеличьте время замедления преобразователя частоты.

10.3.71 Код неисправности 71: сбой питания цепи управления силовой ячейки

Причина

Неисправность вспомогательного питания силовой ячейки.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Снова включите питание. Если ошибка сохраняется, замените силовую ячейку.

10.3.72 Код неисправности 72: ненормальное напряжение конденсатора силовой ячейки

Причина

Напряжение средних конденсаторов на 40 В выше или ниже одной трети напряжения цепи постоянного тока.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение. Реакцию системы можно настраивать. Обнаруживается в линии питания. Не обнаруживается в блоках питания.

Устранение неполадок

- Убедитесь, что балансировочные резисторы исправны.
- Убедитесь, что конденсаторы цепи постоянного тока исправны.

10.3.73 Код неисправности 73: сбой связи по оптоволоконному кабелю выше на стороне сети

Причина

Плата оптоволоконной связи не получила сигналов от блока силовой ячейки.

Действие системы по умолчанию: Защитное отключение. Реакцию системы можно настраивать.

Устранение неполадок

- Проверьте, не повреждены ли оптические волокна.
- Проверьте, не ослаблены ли соединения оптоволоконного кабеля.

11 Характеристики

11.1 Технические характеристики

Таблица 14: Технические характеристики для VACON® 1000

Технология системы	Тип топологии	Многоуровневая топология IGBT (каскадно-мостовая схема)
	Технология	Инвертор источника напряжения (VSI)
	Конфигурация инвертора	Модули питания с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ)
Вход	Диапазон напряжения	-10...+10 % (нормальная работа) -10...-30 % (непрерывная работа с пониженной мощностью)
	Входная частота	50/60 Гц (±5 % на переходные процессы)
	Допустимое отклонение входного напряжения	±10 % от номинального значения, асимметрия до 3 % согласно МЭК 610002-4
	Кратковременное падение входного напряжения	-30 % от номинального значения без защитного отключения Непрерывная работа с пониженной мощностью, снижение номинальной мощности до уровня 70–90 %.
	Номинальный ток короткого замыкания сети (SCCR)	31,5 кА, 100 мс
	Управляющее напряжение с защитой цепи	1-фазное, ~230 В, 50 Гц 1-фазное, ~220 В, 60 Гц
	Питание цепей управления	1-фазное, ~120–240 В 3-фазное, ~240–480 В Мощность 5 кВА (доступны и другие напряжения)
	Искажение входного тока	Соответствует стандарту IEEE 519, без входного фильтра
	Полный коэффициент гармонических искажений (THD) входного тока	< 5 % (при номинальной нагрузке)
	Полный коэффициент гармонических искажений (THD) входного напряжения	< 5 % (при номинальной нагрузке)
Входной трансформатор	Устройство входного импеданса	Многофазный изолирующий трансформатор, встроенный в преобразователь частоты
	Конструкция трансформатора	Сухой тип, фазосдвигающий, Cu/Cu; Принудительное воздушное охлаждение Типы Al/Cu или Al/Al доступны в качестве опции под заказ.
	Тип изоляции трансформатора	Класс 180 (H)
	Ограничение пускового тока трансформатора	I_n > 215 А, ограничивается пусковым шкафом (поставляется в качестве опции, +PSTC)
	Вторичная обмотка трансформатора для питания вспомогательных устройств	3-фазная, ~460 В с нейтралью и отводом ~380 В, 50/60 Гц

	Датчики температуры в обмотках трансформатора	3 датчика PT100, по одному на каждой обмотке
Заземление	Система заземления	В соответствии с МЭК 61936-1
	Шина заземления	Луженая секция шины заземления
Выход	Диапазон выходного напряжения	2,4–11 кВ
	THDi (1-я...49-я гармоники) выходного тока	< 2 % при номинальной скорости
	Отношение dU/dt на выходе	< 3000 В/мкс
	Диапазон выходной частоты	0–75 Гц (более высокие частоты до 120 Гц по запросу)
	Нагружение	Квадратичная характеристика момента Постоянный крутящий момент Постоянный крутящий момент и/или мощность
	Тип двигателя	Индукционный (асинхронный) двигатель Синхронный двигатель (с внешним возбуждением)
	Коэффициент электрической мощности	> 0,96 (при номинальной нагрузке)
	КПД системы	> 98,5 % (при номинальной нагрузке, без трансформатора) > 96,5 % (при номинальной нагрузке, с трансформатором)
	Допустимая перегрузка	110 % в течение 1 минуты каждые 10 минут (нагрузка с переменным крутящим моментом) 150 % в течение 1 минуты каждые 10 минут (нагрузка с постоянным крутящим моментом) При других требованиях к допустимой перегрузке обратитесь в Danfoss.
	Крутящий момент при пуске	> 120 % номинального момента Если необходим более высокий пусковой крутящий момент, обратитесь в Danfoss.
	Разрешение по частоте	0,01 Гц
	Диапазон регулирования скорости	1–100 % (с векторным управлением в замкнутом контуре) 5–100 % (с векторным управлением без датчиков)
	Точность регулирования скорости в установившемся режиме (% от номинальной скорости)	±0,01 % (с векторным управлением в замкнутом контуре, в зависимости от точности датчика) ±0,5 % (с векторным управлением без датчиков)
	Полоса реакции по скорости	60 рад/с (с управлением в замкнутом контуре) 20 рад/с (с управлением без датчиков)
	Полоса реакции по току	600 рад/с
	Проектное время работы	24 часа в сутки
	Минимальная доступность за 12 месяцев	99,97 %

	Срок службы изделия	20 лет
	MTBF	До 200000 часов непрерывной работы в зависимости от класса напряжения и номинального тока
Параметры управления	Закон управления двигателем	U/f-управление Векторное управление без датчиков Векторное управление с обратной связью по скорости Управление скоростью и крутящим моментом
	Функция ПИД-регулирования	Встроенный ПИД-регулятор с настраиваемыми параметрами
	Метод модуляции	SPWM/SVPWM
	Время ускорения/замедления	0–3000 с (задается пользователем)
	Защита	От перегрузки по току на входе, от обрыва входной фазы, от обрыва питания, от пониженного входного напряжения, от перенапряжения на входе, от КЗ на землю по входу, от отказа входной последовательности, от перегрузки по току на выходе, от перегрузки на выходе, от обрыва выходной фазы, от КЗ на землю на выходе, от асимметрии выходных фаз, от недогрузки на выходе, электронная тепловая защита двигателя, от опрокидывания двигателя, от реверса двигателя, от превышения скорости двигателя, от слишком низкой скорости двигателя, от потери аналогового сигнала задания скорости, от ненормального режима энкодера, от внешнего отказа, от сбоя питания датчика тока, от ошибки выборки измерений входного тока, от ошибки выборки измерений выходного тока, от перегрева обмотки двигателя, от перегрева подшипников двигателя, от засора воздушного фильтра, от ненормально разомкнутого состояния автоматического выключателя сети (ABC), от открытой двери шкафа высокого напряжения, от потери питания цепей управления, от перегрева трансформатора, от сбоя связи между ПЛК и DSP, от ненормального режима охлаждающего вентилятора, от пониженного напряжения ИБП от обрыва питания вентилятора, от потери сигнала датчика температуры трансформатора, от низкого напряжения батареи ПЛК, от сбоя связи между ПЛК и панелью оператора, от сбоя замыкания/размыкания автоматического выключателя сети, от ненормально разомкнутого состояния выключателя пускового шкафа, от ошибки замыкания/размыкания выключателя пускового шкафа, от неисправности вентилятора охлаждения.
	Функции	Выбор кривой скорости, S-образная кривая, пропуск частоты, многоточечная характеристика U/f, форсирование крутящего момента, автоматич. регулирование вых. напряжения, компенсация зоны нечувствительности, толчковая частота, пуск на ходу, торможение постоянным током, ослабление магнитного потока, режим энергосбережения, управление с использованием статизма, регулирование скорости с использованием прямой связи, предотвращение перенапряжения во время замедления, симметричный байпас силовых ячеек, компенсация токов отрицательной последовательности, снижение номинальных характеристик при понижении входного напряжения, режим непрерывной работы при провалах напряжения, автоматический перезапуск, синхронный байпас двигателя, хранение параметров нескольких двигателей, автоматический байпас двигателя

	Аналоговый вход	0–10 В/4–20 мА, 2 канала
	Аналоговый выход	0–10 В/4–20 мА, 4 канала
	Логический вход/выход	7 входов (стандартная комплектация, имеется возможность расширения) 10 выходов (стандартная комплектация, имеется возможность расширения)
	Панель оператора	7-дюймовый сенсорный экран (стандартная комплектация) В качестве опции доступен 10-дюймовый сенсорный экран
	Параметры, отображаемые на дисплее	Заданная скорость Выходная скорость Входной/выходной токи Индикация рабочего состояния
	Интерфейс связи	Стандарт: Modbus RTU
		Опции: PROFIBUS DP (DP-V0), DeviceNet™, Modbus TCP, PROFINET I/O, EtherNet/IP™, EtherCAT®, CANopen®, POWERLINK, ControlNet™
	Протокол связи	MODBUS, PROFIBUS (опция)
Условия эксплуатации	Температура окружающей среды (эксплуатация)	0...+40 °C (нормальная работа) +40...+50 °C (со снижением выходной мощности)
	Температура окружающей среды (хранение/транспортировка)	-40...+70 °C
	Относительная влажность (эксплуатация)	5–95 %, без образования конденсата
	Относительная влажность (хранение/транспортировка)	10–95 %, без образования конденсата
	Высота над уровнем моря	< 1000 м (стандартный режим) 1000–2000 м (со снижением номинальной мощности) > 2000 м (по запросу)
	Стойкость к химически агрессивной среде	МЭК 60721-3-3: Класс 3C2
	Коррозионная стойкость	В соответствии с ISO/EN 12944-2: C1 по умолчанию; C4 в качестве опции при проектировании под заказ
	Электромагнитная совместимость	МЭК 61000-2-5: Промышленные условия
	Сейсмическая зона/ускорение основания при землетрясении	Зона 2 (стандартное исполнение) Зона 4 (опция, +SZ04)
	Приработка системы на заводе перед поставкой	Не менее 4 ч в соответствии с IEEE 1566
	Зона ATEX: пожароопасный продукт/зона	МЭК 60079-10-1/2: в качестве специализированной опции, сертифицированной по стандарту EN 50495:2010

	Уровень шума	≤ 85 дБ(А) на расстоянии 1 м от корпуса
Типоразмер	Габариты и масса	См. 11.2 Номинальные значения мощности и габаритные размеры.
	Толщина листового металла шкафа	Двери и панели: 1,5 мм Цоколь: 5 мм
	Кабельный ввод	Ввод кабелей двигателя и кабелей управления: Снизу и сверху
Система охлаждения	Тип	Принудительное воздушное охлаждение с системой мониторинга работы вентилятора. Резервирование вентиляторов доступно в качестве опции, +QDFR.
	Внешний источник напряжения переменного тока для вентиляторов охлаждения (опция, +QDEX)	~380–460 В , 50 Гц ~380–460 В, 60 Гц
Степень защиты	МЭК	IP31 (стандартное исполнение) IP42 (опция +IP42)
	UL	NEMA 1
Вспомогательные устройства	Освещение шкафа	В секции управления
	Байпас силовой ячейки	Автоматический IGBT-байпас, время шунтирования 1 мс (опция, +PPCB)
	ИБП для управляющего напряжения (пост. ток)	Время работы 30 минут

11.2 Номинальные значения мощности и габаритные размеры

11.2.1 Номинальные значения мощности по МЭК

Таблица 15: Номинальное напряжение 3000 В, 18-пульсный, 3 силовых ячейки на фазу, 50 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-030+G2CE	36	180	26	130	1210	1250	2796	2000
VACON1000-ED-050-030+G2CE	50	250	36	180	1210	1250	2796	2050
VACON1000-ED-070-030+G2CE	70	360	51	260	1210	1250	2796	2100
VACON1000-ED-090-030+G2CE	90	460	66	340	1610	1250	2888	2850
VACON1000-ED-100-030+G2CE	100	510	73	370	1610	1250	2888	2900

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-120-030+G2CE	120	620	88	450	1610	1250	2888	2950
VACON1000-ED-140-030+G2CE	140	720	102	530	1610	1250	2888	3000
VACON1000-ED-150-030+G2CE	150	770	110	570	1910	1250	2888	4350
VACON1000-ED-180-030+G2CE	180	930	132	680	1910	1250	2888	4400
VACON1000-ED-190-030+G2CE	190	980	139	720	1910	1250	2888	4450
VACON1000-ED-215-030+G2CE	215	1110	157	810	1910	1250	2888	4500
VACON1000-ED-250-030+G2CE	250	1290	183	950	3810	1400	2796	5100
VACON1000-ED-305-030+G2CE	305	1580	223	1150	4110	1400	2796	5500
VACON1000-ED-350-030+G2CE	350	1810	256	1330	4110	1400	2796	5800
VACON1000-ED-438-030+G2CE	438	2270	321	1660	4710	1400	2796	6950
VACON1000-ED-560-030+G2CE	560	2900	410	2130	5010	1400	2796	8300
VACON1000-ED-680-030+G2CE	680	3530	498	2580	5010	1400	2796	9350

Таблица 16: Номинальное напряжение 3300 В, 18-пульсный, 3 силовых ячейки на фазу, 50 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-033+G2CE	36	200	26	140	1210	1250	2796	2200
VACON1000-ED-050-033+G2CE	50	280	36	200	1210	1250	2796	2250
VACON1000-ED-070-033+G2CE	70	400	51	290	1210	1250	2796	2300

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-090-033+G2CE	90	510	66	370	1610	1250	2888	3050
VACON1000-ED-100-033+G2CE	100	570	73	410	1610	1250	2888	3100
VACON1000-ED-120-033+G2CE	120	680	88	500	1610	1250	2888	3150
VACON1000-ED-140-033+G2CE	140	800	102	580	1610	1250	2888	3200
VACON1000-ED-150-033+G2CE	150	850	110	620	1910	1250	2888	4550
VACON1000-ED-180-033+G2CE	180	1020	132	750	1910	1250	2888	4600
VACON1000-ED-190-033+G2CE	190	1080	139	790	1910	1250	2888	4650
VACON1000-ED-215-033+G2CE	215	1220	157	890	1910	1250	2888	4700
VACON1000-ED-250-033+G2CE	250	1420	183	1040	4110	1400	2796	5300
VACON1000-ED-305-033+G2CE	305	1740	223	1270	4110	1400	2796	5800
VACON1000-ED-350-033+G2CE	350	2000	256	1460	4110	1400	2796	6100
VACON1000-ED-438-033+G2CE	438	2500	321	1830	4710	1400	2796	7450
VACON1000-ED-560-033+G2CE	560	3200	410	2340	5010	1400	2796	8700
VACON1000-ED-680-033+G2CE	680	3880	498	2840	5010	1400	2796	9950

Таблица 17: Номинальное напряжение 4160 В, 24-пульсный, 4 силовых ячейки на фазу, 50 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-041+G2CE	36	250	26	180	1210	1250	2796	2400
VACON1000-ED-050-041+G2CE	50	360	36	250	1210	1250	2796	2450
VACON1000-ED-070-041+G2CE	70	500	51	360	1210	1250	2796	2500
VACON1000-ED-090-041+G2CE	90	640	66	470	1610	1250	2888	3250
VACON1000-ED-100-041+G2CE	100	720	73	520	1610	1250	2888	3300
VACON1000-ED-120-041+G2CE	120	860	88	630	1610	1250	2888	3350
VACON1000-ED-140-041+G2CE	140	1000	102	730	1610	1250	2888	3400
VACON1000-ED-150-041+G2CE	150	1080	110	790	1910	1250	2888	4750
VACON1000-ED-180-041+G2CE	180	1290	132	950	1910	1250	2888	4800
VACON1000-ED-190-041+G2CE	190	1360	139	1000	1910	1250	2888	4850
VACON1000-ED-215-041+G2CE	215	1540	157	1130	1910	1250	2888	4900
VACON1000-ED-250-041+G2CE	250	1800	183	1310	4610	1400	2796	6150
VACON1000-ED-305-041+G2CE	305	2190	223	1600	4610	1400	2796	6850
VACON1000-ED-350-041+G2CE	350	2520	256	1840	4610	1400	2796	7450
VACON1000-ED-438-041+G2CE	438	3150	321	2310	5410	1400	2796	9000
VACON1000-ED-560-041+G2CE	560	4030	410	2950	5410	1400	2796	10700
VACON1000-ED-680-041+G2CE	680	4890	498	3580	5810	1400	2796	11950

Таблица 18: Номинальное напряжение 6000 В, 30-пульсный, 5 силовых ячеек на фазу, 50 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-060+G2CE	36	370	26	270	2310	1250	2796	3500
VACON1000-ED-050-060+G2CE	50	510	36	370	2310	1250	2796	3550
VACON1000-ED-070-060+G2CE	70	720	51	530	2310	1250	2796	3600
VACON1000-ED-090-060+G2CE	90	930	66	680	2710	1250	2888	4850
VACON1000-ED-100-060+G2CE	100	1030	73	750	2710	1250	2888	4900
VACON1000-ED-120-060+G2CE	120	1240	88	910	2710	1250	2888	4950
VACON1000-ED-140-060+G2CE	140	1450	102	1060	2710	1250	2888	5000
VACON1000-ED-150-060+G2CE	150	1550	110	1140	3010	1250	2888	5850
VACON1000-ED-180-060+G2CE	180	1870	132	1370	3010	1250	2888	5900
VACON1000-ED-190-060+G2CE	190	1970	139	1440	3010	1250	2888	5950
VACON1000-ED-215-060+G2CE	215	2230	157	1630	3010	1250	2888	6000
VACON1000-ED-250-060+G2CE	250	2590	183	1900	5160	1400	2796	7700
VACON1000-ED-305-060+G2CE	305	3160	223	2310	5160	1400	2796	8600
VACON1000-ED-350-060+G2CE	350	3630	256	2660	5160	1400	2796	9200
VACON1000-ED-438-060+G2CE	438	4550	321	3330	6410	1400	2796	11500
VACON1000-ED-560-060+G2CE	560	5810	410	4260	6610	1400	2796	13750
VACON1000-ED-680-060+G2CE	680	7060	498	5170	7210	1600	2796	15500

Таблица 19: Номинальное напряжение 6600 В, 36-пульсный, 6 силовых ячеек на фазу, 50 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-066+G2CE	36	410	26	290	2310	1250	2796	3700
VACON1000-ED-050-066+G2CE	50	570	36	410	2310	1250	2796	3750
VACON1000-ED-070-066+G2CE	70	800	51	580	2310	1250	2796	3800
VACON1000-ED-090-066+G2CE	90	1020	66	750	2710	1250	2888	5050
VACON1000-ED-100-066+G2CE	100	1140	73	830	2710	1250	2888	5100
VACON1000-ED-120-066+G2CE	120	1370	88	1000	2710	1250	2888	5150
VACON1000-ED-140-066+G2CE	140	1600	102	1160	2710	1250	2888	5200
VACON1000-ED-150-066+G2CE	150	1710	110	1250	3010	1250	2888	6050
VACON1000-ED-180-066+G2CE	180	2050	132	1500	3010	1250	2888	6100
VACON1000-ED-190-066+G2CE	190	2170	139	1580	3010	1250	2888	6150
VACON1000-ED-215-066+G2CE	215	2450	157	1790	3010	1250	2888	6200
VACON1000-ED-250-066+G2CE	250	2850	183	2090	5410	1400	2796	8800
VACON1000-ED-305-066+G2CE	305	3480	223	2540	5410	1400	2796	9800
VACON1000-ED-350-066+G2CE	350	4000	256	2920	5410	1400	2796	10700
VACON1000-ED-438-066+G2CE	438	5000	321	3660	6810	1400	2796	13050
VACON1000-ED-560-066+G2CE	560	6400	410	4680	7010	1400	2796	15050
VACON1000-ED-680-066+G2CE	680	7770	498	5690	7610	1600	2796	18550

Таблица 20: Номинальное напряжение 10000 В, 48-импульсный, 8 силовых ячеек на фазу, 50 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-100+G2CE	36	620	26	450	3410	1250	2796	4100
VACON1000-ED-050-100+G2CE	50	860	36	620	3410	1250	2796	4400
VACON1000-ED-070-100+G2CE	70	1210	51	880	3410	1250	2796	4700
VACON1000-ED-090-100+G2CE	90	1550	66	1140	3910	1250	2888	6250
VACON1000-ED-100-100+G2CE	100	1730	73	1260	3910	1250	2888	6550
VACON1000-ED-120-100+G2CE	120	2070	88	1520	3910	1250	2888	6850
VACON1000-ED-140-100+G2CE	140	2420	102	1760	3910	1250	2888	7250
VACON1000-ED-150-100+G2CE	150	2590	110	1900	4660	1250	2888	10100
VACON1000-ED-180-100+G2CE	180	3110	132	2280	4660	1250	2888	10400
VACON1000-ED-190-100+G2CE	190	3290	139	2400	4660	1250	2888	10700
VACON1000-ED-215-100+G2CE	215	3720	157	2710	4660	1250	2888	11100
VACON1000-ED-250-100+G2CE	250	4330	183	3160	6560	1400	2796	11600
VACON1000-ED-305-100+G2CE	305	5280	223	3860	6560	1400	2796	13100
VACON1000-ED-350-100+G2CE	350	6060	256	4430	6760	1400	2796	14400
VACON1000-ED-438-100+G2CE	438	7580	321	5550	9810	1400	2796	18200
VACON1000-ED-560-100+G2CE	560	9690	410	7100	10610	1400	2796	21900
VACON1000-ED-680-100+G2CE	680	11770	498	8620	11010	1400	2796	25350

Таблица 21: Номинальное напряжение 11000 В, 54-пульсный, 9 силовых ячеек на фазу, 50 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-110+G2CE	36	680	26	490	3410	1250	2796	4400
VACON1000-ED-050-110+G2CE	50	950	36	680	3410	1250	2796	4800
VACON1000-ED-070-110+G2CE	70	1330	51	970	3410	1250	2796	5200
VACON1000-ED-090-110+G2CE	90	1710	66	1250	3910	1250	2888	6550
VACON1000-ED-100-110+G2CE	100	1900	73	1390	3910	1250	2888	6850
VACON1000-ED-120-110+G2CE	120	2280	88	1670	3910	1250	2888	7150
VACON1000-ED-140-110+G2CE	140	2660	102	1940	3910	1250	2888	7550
VACON1000-ED-150-110+G2CE	150	2850	110	2090	4660	1250	2888	10600
VACON1000-ED-180-110+G2CE	180	3420	132	2510	4660	1250	2888	10900
VACON1000-ED-190-110+G2CE	190	3610	139	2640	4660	1250	2888	11200
VACON1000-ED-215-110+G2CE	215	4090	157	2990	4660	1250	2888	11500
VACON1000-ED-250-110+G2CE	250	4760	183	3480	6810	1400	2796	12950
VACON1000-ED-305-110+G2CE	305	5810	223	4240	7010	1400	2796	14750
VACON1000-ED-350-110+G2CE	350	6660	256	4870	7010	1400	2796	16750
VACON1000-ED-438-110+G2CE	438	8340	321	6110	10810	1400	2796	20550
VACON1000-ED-560-110+G2CE	560	10660	410	7810	11410	1400	2796	24550
VACON1000-ED-680-110+G2CE	680	12950	498	9480	12210	1600	2796	28600

11.2.2 Номинальные значения мощности по UL

Таблица 22: Номинальное напряжение 2400 В, 18-пульсный, 3 силовых ячейки на фазу, 60 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-024+GAUL	36	180	26	130	1210	1250	2796	2000
VACON1000-ED-050-024+GAUL	50	250	36	180	1210	1250	2796	2050
VACON1000-ED-070-024+GAUL	70	360	51	260	1210	1250	2796	2100
VACON1000-ED-090-024+GAUL	90	460	66	340	1610	1250	2888	2850
VACON1000-ED-100-024+GAUL	100	510	73	370	1610	1250	2888	2900
VACON1000-ED-116-024+GAUL	116	600	85	440	1610	1250	2888	2925
VACON1000-ED-120-024+GAUL	120	620	88	450	1610	1250	2888	2950
VACON1000-ED-140-024+GAUL	140	720	102	530	1610	1250	2888	3000
VACON1000-ED-160-024+GAUL	160	830	117	600	1910	1250	2888	4350
VACON1000-ED-180-024+GAUL	180	930	132	680	1910	1250	2888	4400
VACON1000-ED-215-024+GAUL	215	1110	157	810	1910	1250	2888	4500
VACON1000-ED-230-024+GAUL	230	1190	168	870	3810	1400	2796	4600
VACON1000-ED-250-024+GAUL	250	1290	183	950	3810	1400	2796	4700
VACON1000-ED-265-024+GAUL	265	1370	194	1000	3810	1400	2796	4800
VACON1000-ED-285-024+GAUL	285	1480	209	1080	3810	1400	2796	4900
VACON1000-ED-305-024+GAUL	305	1580	223	1150	3810	1400	2796	5000
VACON1000-ED-325-024+GAUL	325	1680	238	1230	4110	1400	2796	5100
VACON1000-ED-350-024+GAUL	350	1810	256	1330	4110	1400	2796	5300

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-378-024+GAUL	378	1960	277	1430	4710	1400	2796	5850
VACON1000-ED-408-024+GAUL	408	2120	299	1550	4710	1400	2796	6050
VACON1000-ED-438-024+GAUL	438	2270	321	1660	4710	1400	2796	6250
VACON1000-ED-475-024+GAUL	475	2460	348	1800	4710	1400	2796	6600
VACON1000-ED-515-024+GAUL	515	2670	377	1950	4710	1400	2796	6900
VACON1000-ED-560-024+GAUL	560	2900	410	2130	5010	1400	2796	7400
VACON1000-ED-600-024+GAUL	600	3110	440	2280	5010	1400	2796	7550
VACON1000-ED-640-024+GAUL	640	3320	469	2430	5010	1400	2796	7850
VACON1000-ED-680-024+GAUL	680	3530	498	2580	5010	1400	2796	8250

Таблица 23: Номинальное напряжение 3000 В, 18-импульсный, 3 силовых ячейки на фазу, 60 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-030+GAUL	36	180	26	130	1210	1250	2796	2100
VACON1000-ED-040-030+GAUL	40	200	29	150	1210	1250	2796	2125
VACON1000-ED-050-030+GAUL	50	250	36	180	1210	1250	2796	2150
VACON1000-ED-061-030+GAUL	61	310	44	220	1210	1250	2796	2175
VACON1000-ED-070-030+GAUL	70	360	51	260	1210	1250	2796	2200
VACON1000-ED-077-030+GAUL	77	400	56	290	1610	1250	2888	2900

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-090-030+GAUL	90	460	66	340	1610	1250	2888	2950
VACON1000-ED-095-030+GAUL	95	490	69	350	1610	1250	2888	2975
VACON1000-ED-100-030+GAUL	100	510	73	370	1610	1250	2888	3000
VACON1000-ED-118-030+GAUL	118	610	86	440	1610	1250	2888	3025
VACON1000-ED-120-030+GAUL	120	620	88	450	1610	1250	2888	3050
VACON1000-ED-140-030+GAUL	140	720	102	530	1610	1250	2888	3100
VACON1000-ED-180-030+GAUL	180	930	132	680	1910	1250	2888	4500
VACON1000-ED-186-030+GAUL	186	960	136	700	1910	1250	2888	4525
VACON1000-ED-215-030+GAUL	215	1110	157	810	1910	1250	2888	4600
VACON1000-ED-230-030+GAUL	230	1190	168	870	3810	1400	2796	5000
VACON1000-ED-250-030+GAUL	250	1290	183	950	4110	1400	2796	5100
VACON1000-ED-265-030+GAUL	265	1370	194	1000	4110	1400	2796	5200
VACON1000-ED-285-030+GAUL	285	1480	209	1080	4110	1400	2796	5300
VACON1000-ED-305-030+GAUL	305	1580	223	1150	4110	1400	2796	5500
VACON1000-ED-325-030+GAUL	325	1680	238	1230	4110	1400	2796	5600
VACON1000-ED-350-030+GAUL	350	1810	256	1330	4110	1400	2796	5800
VACON1000-ED-378-030+GAUL	378	1960	277	1430	4710	1400	2796	6450
VACON1000-ED-408-030+GAUL	408	2120	299	1550	4710	1400	2796	6750
VACON1000-ED-438-030+GAUL	438	2270	321	1660	4710	1400	2796	6950

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-475-030+GAUL	475	2460	348	1800	5010	1400	2796	7500
VACON1000-ED-515-030+GAUL	515	2670	377	1950	5010	1400	2796	7800
VACON1000-ED-560-030+GAUL	560	2900	410	2130	5010	1400	2796	8300
VACON1000-ED-600-030+GAUL	600	3110	440	2280	5010	1400	2796	8550
VACON1000-ED-640-030+GAUL	640	3320	469	2430	5010	1400	2796	8850
VACON1000-ED-680-033+GAUL	680	3530	498	2580	5010	1400	2796	9350

Таблица 24: Номинальное напряжение 3300 В, 18-пульсный, 3 силовых ячейки на фазу, 60 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-033+GAUL	36	200	26	140	1210	1250	2796	2200
VACON1000-ED-040-033+GAUL	70	400	51	290	1210	1250	2796	2225
VACON1000-ED-050-033+GAUL	50	280	36	200	1210	1250	2796	2250
VACON1000-ED-061-033+GAUL	61	340	44	250	1210	1250	2796	2275
VACON1000-ED-070-033+GAUL	70	400	51	290	1210	1250	2796	2300
VACON1000-ED-077-033+GAUL	77	440	56	320	1610	1250	2888	3000
VACON1000-ED-090-033+GAUL	90	510	66	370	1610	1250	2888	3050
VACON1000-ED-095-033+GAUL	95	540	69	390	1610	1250	2888	3075
VACON1000-ED-100-033+GAUL	100	570	73	410	1610	1250	2888	3100

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-118-033+GAUL	118	670	86	490	1610	1250	2888	3125
VACON1000-ED-120-033+GAUL	120	680	88	500	1610	1250	2888	3150
VACON1000-ED-140-033+GAUL	140	800	102	580	1610	1250	2888	3200
VACON1000-ED-180-033+GAUL	180	1020	132	750	1910	1250	2888	4600
VACON1000-ED-186-033+GAUL	186	1060	136	770	1910	1250	2888	4625
VACON1000-ED-215-033+GAUL	215	1220	157	890	1910	1250	2888	4700
VACON1000-ED-230-033+GAUL	230	1310	168	960	4110	1400	2796	5100
VACON1000-ED-250-033+GAUL	250	1420	183	1040	4110	1400	2796	5300
VACON1000-ED-265-033+GAUL	265	1510	194	1100	4110	1400	2796	5400
VACON1000-ED-285-033+GAUL	285	1620	209	1190	4110	1400	2796	5500
VACON1000-ED-305-033+GAUL	305	1740	223	1270	4110	1400	2796	5800
VACON1000-ED-325-033+GAUL	325	1850	238	1360	4110	1400	2796	5900
VACON1000-ED-350-033+GAUL	350	2000	256	1460	4110	1400	2796	6100
VACON1000-ED-378-033+GAUL	378	2160	277	1580	4710	1400	2796	6750
VACON1000-ED-408-033+GAUL	408	2330	299	1700	4710	1400	2796	7150
VACON1000-ED-438-033+GAUL	438	2500	321	1830	5010	1400	2796	7450
VACON1000-ED-475-033+GAUL	475	2710	348	1980	5010	1400	2796	7900
VACON1000-ED-515-033+GAUL	515	2940	377	2150	5010	1400	2796	8200
VACON1000-ED-560-033+GAUL	560	3200	410	2340	5010	1400	2796	8700

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-600-033+GAUL	600	3420	440	2510	5010	1400	2796	9050
VACON1000-ED-640-033+GAUL	640	3650	469	2680	5010	1400	2796	9450
VACON1000-ED-680-033+GAUL	680	3880	498	2840	5410	1400	2796	9950

Таблица 25: Номинальное напряжение 4160 В, 24-пульсный, 4 силовых ячейки на фазу, 60 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-036-041+GAUL	36	250	26	180	1210	1250	2796	2400
VACON1000-ED-040-041+GAUL	40	280	29	200	1210	1250	2796	2425
VACON1000-ED-050-041+GAUL	50	360	36	250	1210	1250	2796	2450
VACON1000-ED-053-041+GAUL	53	380	38	270	1210	1250	2796	2475
VACON1000-ED-059-041+GAUL	59	420	43	300	1210	1250	2796	2500
VACON1000-ED-070-041+GAUL	70	500	51	360	1210	1250	2796	2600
VACON1000-ED-078-041+GAUL	78	560	57	410	1610	1250	2888	3200
VACON1000-ED-090-041+GAUL	90	640	66	470	1610	1250	2888	3250
VACON1000-ED-100-041+GAUL	100	720	73	520	1610	1250	2888	3300
VACON1000-ED-105-041+GAUL	105	750	77	550	1610	1250	2888	3320
VACON1000-ED-116-041+GAUL	116	830	85	610	1610	1250	2888	3325
VACON1000-ED-120-041+GAUL	120	860	88	630	1610	1250	2888	3350

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-128-041+GAUL	128	920	93	670	1610	1250	2888	3375
VACON1000-ED-140-041+GAUL	140	1000	102	730	1610	1250	2888	3400
VACON1000-ED-160-041+GAUL	160	1150	117	840	1910	1250	2888	4750
VACON1000-ED-180-041+GAUL	180	1290	132	950	1910	1250	2888	4800
VACON1000-ED-193-041+GAUL	193	1390	141	1010	1910	1250	2888	4850
VACON1000-ED-215-041+GAUL	215	1540	157	1130	1910	1250	2888	4900
VACON1000-ED-230-041+GAUL	230	1650	168	1210	4610	1400	2796	5850
VACON1000-ED-250-041+GAUL	250	1800	183	1310	4610	1400	2796	6150
VACON1000-ED-265-041+GAUL	265	1900	194	1390	4610	1400	2796	6350
VACON1000-ED-285-041+GAUL	285	2050	209	1500	4610	1400	2796	6550
VACON1000-ED-305-041+GAUL	305	2190	223	1600	4610	1400	2796	6850
VACON1000-ED-325-041+GAUL	325	2340	238	1710	4610	1400	2796	7050
VACON1000-ED-350-041+GAUL	350	2520	256	1840	4910	1400	2796	7450
VACON1000-ED-378-041+GAUL	378	2720	277	1990	5410	1400	2796	8200
VACON1000-ED-408-041+GAUL	408	2930	299	2150	5410	1400	2796	8500
VACON1000-ED-438-041+GAUL	438	3150	321	2310	5410	1400	2796	9000
VACON1000-ED-475-041+GAUL	475	3420	348	2500	5410	1400	2796	9400
VACON1000-ED-515-041+GAUL	515	3710	377	2710	5810	1400	2796	9900
VACON1000-ED-560-041+GAUL	560	4030	410	2950	5810	1400	2796	10700

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-600-041+GAUL	600	4320	440	3170	5810	1400	2796	10950
VACON1000-ED-640-041+GAUL	640	4610	469	3370	5810	1400	2796	11450
VACON1000-ED-680-041+GAUL	680	4890	498	3580	5810	1400	2796	11950

Таблица 26: Номинальное напряжение 6000 В, 30-пульсный, 5 силовых ячеек на фазу, 60 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-025-060+GAUL	25	250	18	180	2310	1250	2796	3450
VACON1000-ED-036-060+GAUL	36	370	26	270	2310	1250	2796	3500
VACON1000-ED-040-060+GAUL	40	410	29	300	2310	1250	2796	3525
VACON1000-ED-050-060+GAUL	50	510	36	370	2310	1250	2796	3550
VACON1000-ED-060-060+GAUL	60	620	44	450	2310	1250	2796	3575
VACON1000-ED-070-060+GAUL	70	720	51	530	2310	1250	2796	3600
VACON1000-ED-080-060+GAUL	80	830	58	600	2710	1250	2888	4800
VACON1000-ED-090-060+GAUL	90	930	66	680	2710	1250	2888	4850
VACON1000-ED-100-060+GAUL	100	1030	73	750	2710	1250	2888	4900
VACON1000-ED-110-060+GAUL	110	1140	80	830	2710	1250	2888	4925
VACON1000-ED-120-060+GAUL	120	1240	88	910	2710	1250	2888	4950
VACON1000-ED-140-060+GAUL	140	1450	102	1060	2710	1250	2888	5000

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-150-060+GAUL	150	1550	110	1140	3010	1250	2888	5850
VACON1000-ED-170-060+GAUL	170	1760	124	1280	3010	1250	2888	5875
VACON1000-ED-180-060+GAUL	180	1870	132	1370	3010	1250	2888	5900
VACON1000-ED-190-060+GAUL	190	1970	139	1440	3010	1250	2888	5950
VACON1000-ED-200-060+GAUL	200	2070	146	1510	3010	1250	2888	5970
VACON1000-ED-210-060+GAUL	210	2180	154	1600	3010	1250	2888	5975
VACON1000-ED-215-060+GAUL	215	2230	157	1630	3010	1250	2888	6000
VACON1000-ED-223-060+GAUL	223	2310	163	1690	4860	1400	2796	7100
VACON1000-ED-236-060+GAUL	236	2450	173	1790	4860	1400	2796	7400
VACON1000-ED-250-060+GAUL	250	2590	183	1900	5160	1400	2796	7700
VACON1000-ED-263-060+GAUL	263	2730	192	1990	5160	1400	2796	7800
VACON1000-ED-276-060+GAUL	276	2860	202	2090	5160	1400	2796	8000
VACON1000-ED-290-060+GAUL	290	3010	212	2200	5160	1400	2796	8300
VACON1000-ED-305-060+GAUL	305	3160	223	2310	5160	1400	2796	8600
VACON1000-ED-325-060+GAUL	325	3370	238	2470	5160	1400	2796	8800
VACON1000-ED-350-060+GAUL	350	3630	256	2660	5160	1400	2796	9200
VACON1000-ED-370-060+GAUL	370	3840	271	2810	6010	1400	2796	10200
VACON1000-ED-390-060+GAUL	390	4050	286	2970	6410	1400	2796	10500
VACON1000-ED-415-060+GAUL	415	4310	304	3150	6410	1400	2796	11000

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-438-060+GAUL	438	4550	321	3330	6410	1400	2796	11500
VACON1000-ED-460-060+GAUL	460	4780	337	3500	6410	1400	2796	11950
VACON1000-ED-483-060+GAUL	483	5010	354	3670	6410	1400	2796	12250
VACON1000-ED-507-060+GAUL	507	5260	371	3850	6410	1400	2796	12650
VACON1000-ED-532-060+GAUL	532	5520	390	4050	6610	1400	2796	13150
VACON1000-ED-560-060+GAUL	560	5810	410	4260	6610	1400	2796	13750
VACON1000-ED-588-060+GAUL	588	6110	431	4470	6610	1400	2796	14100
VACON1000-ED-617-060+GAUL	617	6410	452	4690	6610	1400	2796	14500
VACON1000-ED-648-060+GAUL	648	6730	475	4930	7210	1600	2796	15100
VACON1000-ED-680-060+GAUL	680	7060	498	5170	7210	1600	2796	15500

Таблица 27: Номинальное напряжение 6300 В, 36-пульсный, 6 силовых ячеек на фазу, 60 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-025-063+GAUL	25	270	18	190	2310	1250	2796	3600
VACON1000-ED-030-063+GAUL	30	310	22	220	2310	1250	2796	3620
VACON1000-ED-036-063+GAUL	36	370	26	270	2310	1250	2796	3625
VACON1000-ED-045-063+GAUL	45	460	33	340	2310	1250	2796	3640
VACON1000-ED-050-063+GAUL	50	510	36	370	2310	1250	2796	3650

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-065-063+GAUL	65	670	47	480	2310	1250	2796	3675
VACON1000-ED-070-063+GAUL	70	720	51	530	2310	1250	2796	3700
VACON1000-ED-085-063+GAUL	85	880	62	640	2710	1250	2888	4950
VACON1000-ED-100-063+GAUL	100	1030	73	750	2710	1250	2888	5000
VACON1000-ED-115-063+GAUL	115	1190	84	870	2710	1250	2888	5050
VACON1000-ED-125-063+GAUL	125	1290	91	940	2710	1250	2888	5075
VACON1000-ED-140-063+GAUL	140	1450	102	1060	2710	1250	2888	5100
VACON1000-ED-160-063+GAUL	160	1660	117	1210	3010	1250	2888	5950
VACON1000-ED-170-063+GAUL	170	1760	124	1280	3010	1250	2888	5975
VACON1000-ED-180-063+GAUL	180	1870	132	1370	3010	1250	2888	6000
VACON1000-ED-190-063+GAUL	190	1970	139	1440	3010	1250	2888	6050
VACON1000-ED-205-063+GAUL	205	2130	150	1550	3010	1250	2888	6070
VACON1000-ED-210-063+GAUL	210	2180	154	1600	3010	1250	2888	6075
VACON1000-ED-215-063+GAUL	215	2230	157	1630	3010	1250	2888	6100
VACON1000-ED-230-063+GAUL	230	2390	168	1740	5410	1400	2796	8300
VACON1000-ED-250-063+GAUL	250	2590	183	1900	5410	1400	2796	8800
VACON1000-ED-265-063+GAUL	265	2750	194	2010	5410	1400	2796	9000
VACON1000-ED-285-063+GAUL	285	2960	209	2170	5410	1400	2796	9300
VACON1000-ED-305-063+GAUL	305	3160	223	2310	5410	1400	2796	9800

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-325-063+GAUL	325	3370	238	2470	5410	1400	2796	10000
VACON1000-ED-350-063+GAUL	350	3630	256	2660	5810	1400	2796	10700
VACON1000-ED-378-063+GAUL	378	3920	277	2870	6810	1400	2796	11650
VACON1000-ED-408-063+GAUL	408	4240	299	3100	6810	1400	2796	12250
VACON1000-ED-438-063+GAUL	438	4550	321	3330	6810	1400	2796	13050
VACON1000-ED-475-063+GAUL	475	4930	348	3610	7010	1400	2796	13750
VACON1000-ED-515-063+GAUL	515	5350	377	3910	7010	1400	2796	14550
VACON1000-ED-560-063+GAUL	560	5810	410	4260	7610	1600	2796	15050
VACON1000-ED-600-063+GAUL	600	6230	440	4570	7610	1600	2796	16250
VACON1000-ED-640-063+GAUL	640	6650	469	4870	7610	1600	2796	16950
VACON1000-ED-680-063+GAUL	680	7060	498	5170	9610	1400	2796	18550

Таблица 28: Номинальное напряжение 6600 В, 36-пульсный, 6 силовых ячеек на фазу, 60 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-025-066+GAUL	25	280	18	200	2310	1250	2796	3650
VACON1000-ED-032-066+GAUL	32	360	23	260	2310	1250	2796	3675
VACON1000-ED-036-066+GAUL	36	410	26	290	2310	1250	2796	3700
VACON1000-ED-040-066+GAUL	40	450	29	330	2310	1250	2796	3725

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-050-066+GAUL	50	570	36	410	2310	1250	2796	3750
VACON1000-ED-055-066+GAUL	55	620	40	450	2310	1250	2796	3770
VACON1000-ED-065-066+GAUL	65	740	47	530	2310	1250	2796	3775
VACON1000-ED-070-066+GAUL	70	800	51	580	2310	1250	2796	3800
VACON1000-ED-080-066+GAUL	80	910	58	660	2710	1250	2888	5050
VACON1000-ED-100-066+GAUL	100	1140	73	830	2710	1250	2888	5100
VACON1000-ED-120-066+GAUL	120	1370	88	1000	2710	1250	2888	5150
VACON1000-ED-140-066+GAUL	140	1600	102	1160	2710	1250	2888	5200
VACON1000-ED-155-066+GAUL	155	1770	113	1290	3010	1250	2888	6050
VACON1000-ED-160-066+GAUL	160	1820	117	1330	3010	1250	2888	6075
VACON1000-ED-180-066+GAUL	180	2050	132	1500	3010	1250	2888	6100
VACON1000-ED-200-066+GAUL	200	2280	146	1660	3010	1250	2888	6150
VACON1000-ED-210-066+GAUL	210	2400	154	1760	3010	1250	2888	6175
VACON1000-ED-215-066+GAUL	215	2450	157	1790	3010	1250	2888	6200
VACON1000-ED-230-066+GAUL	230	2620	168	1920	5410	1400	2796	8300
VACON1000-ED-250-066+GAUL	250	2850	183	2090	5410	1400	2796	8800
VACON1000-ED-265-066+GAUL	265	3020	194	2210	5410	1400	2796	9000
VACON1000-ED-285-066+GAUL	285	3250	209	2380	5410	1400	2796	9300
VACON1000-ED-305-066+GAUL	305	3480	223	2540	5410	1400	2796	9800

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-325-066+GAUL	325	3710	238	2720	5410	1400	2796	10000
VACON1000-ED-350-066+GAUL	350	4000	256	2920	5810	1400	2796	10700
VACON1000-ED-378-066+GAUL	378	4320	277	3160	6810	1400	2796	11650
VACON1000-ED-408-066+GAUL	408	4660	299	3410	6810	1400	2796	12250
VACON1000-ED-438-066+GAUL	438	5000	321	3660	6810	1400	2796	13050
VACON1000-ED-475-066+GAUL	475	5420	348	3970	7010	1400	2796	13750
VACON1000-ED-515-066+GAUL	515	5880	377	4300	7010	1400	2796	14550
VACON1000-ED-560-066+GAUL	560	6400	410	4680	7610	1600	2796	15050
VACON1000-ED-600-066+GAUL	600	6850	440	5020	7610	1600	2796	16250
VACON1000-ED-640-066+GAUL	640	7310	469	5360	7610	1600	2796	16950
VACON1000-ED-680-066+GAUL	680	7770	498	5690	9610	1400	2796	18550

Таблица 29: Номинальное напряжение 6900 В, 36-импульсный, 6 силовых ячеек на фазу, 60 Гц

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-025-069+GAUL	25	290	18	210	2310	1250	2796	3750
VACON1000-ED-032-069+GAUL	32	380	23	270	2310	1250	2796	3800
VACON1000-ED-036-069+GAUL	36	430	26	310	2310	1250	2796	3825
VACON1000-ED-040-069+GAUL	40	470	29	340	2310	1250	2796	3850

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-050-069+GAUL	050	590	36	430	2310	1250	2796	3875
VACON1000-ED-060-069+GAUL	060	710	44	520	2310	1250	2796	3900
VACON1000-ED-065-069+GAUL	065	770	47	560	2310	1250	2796	3925
VACON1000-ED-070-069+GAUL	070	830	51	600	2310	1250	2796	3950
VACON1000-ED-080-069+GAUL	080	950	58	690	2710	1250	2888	5300
VACON1000-ED-100-069+GAUL	100	1190	73	870	2710	1250	2888	5350
VACON1000-ED-120-069+GAUL	120	1430	88	1050	2710	1250	2888	5400
VACON1000-ED-140-069+GAUL	140	1670	102	1210	2710	1250	2888	5450
VACON1000-ED-150-069+GAUL	150	1790	110	1310	3010	1250	2888	6100
VACON1000-ED-160-069+GAUL	160	1910	117	1390	3010	1250	2888	6150
VACON1000-ED-180-069+GAUL	180	2150	132	1570	3010	1250	2888	6200
VACON1000-ED-190-069+GAUL	190	2270	139	1660	3010	1250	2888	6250
VACON1000-ED-200-069+GAUL	200	2390	146	1740	3010	1250	2888	6275
VACON1000-ED-210-069+GAUL	210	2500	154	1840	3010	1250	2888	6300
VACON1000-ED-215-069+GAUL	215	2560	157	1870	3010	1250	2888	6350
VACON1000-ED-230-069+GAUL	230	2740	168	2000	5410	1400	2796	8500
VACON1000-ED-250-069+GAUL	250	2980	183	2180	5410	1400	2796	9000
VACON1000-ED-265-069+GAUL	265	3160	194	2310	5410	1400	2796	9200
VACON1000-ED-285-069+GAUL	285	3400	209	2490	5410	1400	2796	9500

Тип преобразователя частоты	Номинальные характеристики для низкой перегрузки 110 % (переменный крутящий момент)		Номинальные характеристики для высокой перегрузки 150 % (постоянный крутящий момент)		Габаритные размеры шкафа			Масса [кг]
	I_L [A]	P [кВА]	$I_{выс.нагр.}$ [A]	P [кВА]	Ш [мм]	Г [мм]	В [мм]	
VACON1000-ED-305-069+GAUL	305	3640	223	2660	5410	1400	2796	10000
VACON1000-ED-325-069+GAUL	325	3880	238	2840	5810	1400	2796	10300
VACON1000-ED-350-069+GAUL	350	4180	256	3050	5810	1400	2796	11000
VACON1000-ED-378-069+GAUL	378	4510	277	3310	6810	1400	2796	11950
VACON1000-ED-408-069+GAUL	408	4870	299	3570	7010	1400	2796	12550
VACON1000-ED-438-069+GAUL	438	5230	321	3830	7010	1400	2796	13350
VACON1000-ED-475-069+GAUL	475	5670	348	4150	7010	1400	2796	14250
VACON1000-ED-515-069+GAUL	515	6150	377	4500	7010	1400	2796	15050
VACON1000-ED-560-069+GAUL	560	6690	410	4890	7610	1600	2796	16050
VACON1000-ED-600-069+GAUL	600	7170	440	5250	7610	1600	2796	16650
VACON1000-ED-640-069+GAUL	640	7640	469	5600	9610	1400	2796	18050
VACON1000-ED-680-069+GAUL	680	8120	498	5950	9610	1400	2796	19050

11.3 Внутренние кабели и клеммы

Таблица 30: Характеристики внутренних кабелей и клемм питания

Кабель/шина	Размер кабеля/шины	Тип клеммы	Тип винта	Момент затяжки (Н·м)
Шины для последовательного подключения силовых ячеек	30 мм^2	Нет	M6×16	5,0–10,0
	40 мм^2	Нет	M6×16	5,0–10,0
	90 мм^2	Нет	M6×16	5,0–10,0
	160 мм^2	Нет	M8×25	12,0–15,0
Кабель нейтральной точки выхода	9 AWG	TLK10-8	M8×25	12,0–15,0
	5 AWG	TLK25-8	M8×25	12,0–15,0
	2 AWG	TLK35-8	M8×25	12,0–15,0

Кабель/шина	Размер кабеля/шины	Тип клеммы	Тип винта	Момент затяжки (Н·м)
	2/0 AWG	TLK70-8	M8×25	12,0–15,0
	3/0 AWG	TLK95-10	M10×35	30,0–50,0
	4/0 AWG	TLK120-10	M10×35	30,0–50,0
	250 тыс. круг. мил.	TLK150-10	M10×35	30,0–50,0
	300 тыс. круг. мил.	TLK185-10	M10×35	30,0–50,0
	400 тыс. круг. мил.	TLK240-10	M10×35	30,0–50,0
	600 тыс. круг. мил.	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
	750 тыс. круг. мил.	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
Выходной кабель питания	9 AWG	TLK10-8	M8×25	12,0–15,0
	5 AWG	TLK25-8	M8×25	12,0–15,0
	2 AWG	TLK35-8	M8×25	12,0–15,0
	2/0 AWG	TLK70-8	M8×25	12,0–15,0
	3/0 AWG	TLK95-10	M10×35	30,0–50,0
	4/0 AWG	TLK120-10	M10×35	30,0–50,0
	250 тыс. круг. мил.	TLK150-10	M10×35	30,0–50,0
	300 тыс. круг. мил.	TLK185-10	M10×35	30,0–50,0
	400 тыс. круг. мил.	TLK240-10	M10×35	30,0–50,0
	600 тыс. круг. мил.	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
	750 тыс. круг. мил.	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
Входной кабель трансформатора	9 AWG	TLK10-8	M8×25	12,0–15,0
	5 AWG	TLK25-8	M8×25	12,0–15,0
	2 AWG	TLK35-8	M8×25	12,0–15,0
	2/0 AWG	TLK70-8	M8×25	12,0–15,0
	3/0 AWG	TLK95-10	M10×35	30,0–50,0
	4/0 AWG	TLK120-10	M10×35	30,0–50,0
	250 тыс. круг. мил.	TLK150-10	M10×35	30,0–50,0
	300 тыс. круг. мил.	TLK185-10	M10×35	30,0–50,0
	400 тыс. круг. мил.	TLK240-10	M10×35	30,0–50,0
	600 тыс. круг. мил.	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
	750 тыс. круг. мил.	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
Выходной кабель трансформатора	9 AWG	TLK10-8	Гайка M8	12,0–15,0
	5 AWG	TLK25-8	Гайка M8	12,0–15,0

Кабель/шина	Размер кабеля/шины	Тип клеммы	Тип винта	Момент затяжки (Н·м)
	2 AWG	TLK35-8	Гайка M8	12,0–15,0
	1/0 AWG	TLK50-10	Гайка M10	30,0–50,0
	2/0 AWG	TLK70-10	Гайка M10	30,0–50,0
	3/0 AWG	TLK95-10	Гайка M10	30,0–50,0
	250 тыс. круг. мил.	TLK150-10	Гайка M10	30,0–50,0
	300 тыс. круг. мил.	TLK185-10	Гайка M10	30,0–50,0
Кабель подключения питания	9 AWG	TLK10-8	M8×25	12,0–15,0
	5 AWG	TLK25-8	M8×25	12,0–15,0
	2 AWG	TLK35-8	M8×25	12,0–15,0
	2/0 AWG	TLK70-8	M8×25	12,0–15,0
	3/0 AWG	TLK95-10	M10×35	30,0–50,0
	4/0 AWG	TLK120-10	M10×35	30,0–50,0
	250 тыс. круг. мил.	TLK150-10	M10×35	30,0–50,0
	300 тыс. круг. мил.	TLK185-10	M10×35	30,0–50,0
	400 тыс. круг. мил.	TLK240-10	M10×35	30,0–50,0
	600 тыс. круг. мил.	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
	750 тыс. круг. мил.	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
Кабель подключения двигателя	9 AWG	TLK10-8	M8×25	12,0–15,0
	5 AWG	TLK25-8	M8×25	12,0–15,0
	2 AWG	TLK35-8	M8×25	12,0–15,0
	2/0 AWG	TLK70-8	M8×25	12,0–15,0
	3/0 AWG	TLK95-10	M10×35	30,0–50,0
	4/0 AWG	TLK120-10	M10×35	30,0–50,0
	250 тыс. круг. мил.	TLK150-10	M10×35	30,0–50,0
	300 тыс. круг. мил.	TLK185-10	M10×35	30,0–50,0
	400 тыс. круг. мил.	TLK240-10	M10×35	30,0–50,0
	600 тыс. круг. мил.	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
	750 тыс. круг. мил.	TLK400-12	M10×35	30,0–50,0
Соединительные шины заземления между шкафами	75 мм^2	Нет	M8×25	12,0–15,0
	120 мм^2	Нет	M8×25	12,0–15,0

Кабель/шина	Размер кабеля/шины	Тип клеммы	Тип винта	Момент затяжки (Н·м)
	200 мм^2	Нет	M8×25	12,0–15,0
	300 мм^2	Нет	M8×25	12,0–15,0
Кабель заземления системы	100 мм^2	TLK120-8	M8×20	12,0–15,0

11.4 Запасные предохранители

Таблица 31: Предохранители в секции силовых ячеек отдельностоящего типа (ток силовой ячейки ≤ 215 A)

Номинальный ток силовой ячейки	Модель предохранителя	Номинал предохранителя
36 A	170M1367	~700 В, 100 A
	170M2614	~700 В, 100 A
	170M4810	~1000 В, 100 A
50 A	170M1368	~700 В, 125 A
	170M2615	~700 В, 125 A
	170M4811	~1000 В, 125 A
70 A	170M1369	~700 В, 160 A
	170M2616	~700 В, 160 A
	170M4812	~1000 В, 160 A
100 A	170M1371	~700 В, 250 A
	170M2618	~700 В, 250 A
	170M4813	~1000 В, 200 A
140 A	170M1372	~700 В, 315 A
	170M2619	~700 В, 315 A
	170M4814	~1000 В, 250 A
180 A	170M2620	~700 В, 350 A
215 A	170M2621	~700 В, 400 A

Таблица 32: Предохранитель в секции силовой ячейки рядного типа (ток силовой ячейки > 215 A)

Номинальный ток силовой ячейки	Категория предохранителя	Номинал предохранителя
350 A	500 FMM или WHFMM	500 A
680 A	700FMM или WHFMM	700 A

Таблица 33: Предохранители в пусковом шкафу

Входное напряжение	Номинальный выходной ток	Тип предохранителя
2,4 кВ, 3 кВ, 3,3 кВ, 4,16 кВ,	210–250 A	A051B2DARO-18R
	263–350 A	A051B2DARO-24R
	370–438 A	A051B2DARO-32R

Входное напряжение	Номинальный выходной ток	Тип предохранителя
	460–560 A	A072B3DBRO-48X
	588–680 A	A072B3DBRO-57X
6 кВ, 6,6 кВ, 7,2 кВ	210–250 A	A072B2DARO-18R
	263–350 A	A072B2DARO-24R
	370–438 A	A072B2DORO-32R
	460–560 A	A072B3DBRO-48X
	588–680 A	A072B3DBRO-57X

Таблица 34: Предохранители в секции управления

Код компонента	Тип	Номинал
FU11, FU13	Дополнительный предохранитель	~600 В/10 A
FU12	Дополнительный предохранитель	~600 В/15 A
FU14	Дополнительный предохранитель	~600 В/2 A
FU15	Класс CC или аналогичный	~600 В/1 A
FU16, FU17	Класс CC или аналогичный	~600 В/20 A

11.5 Стандарты

Таблица 35: Стандарты

Номер стандарта	Название стандарта
GB/T 156-2007	Стандартные напряжения
GB/T 1980-2005	Стандартные частоты
GB/T 2423.10-2008	Испытания на воздействие внешних факторов для электрических и электронных изделий. Часть 2. Методы испытаний. Испытание Fc: вибрация (синусоидальная)
GB 2681-81	Цвета изолированных проводников, используемые при монтаже электрических устройств
GB 2682-1981	Цвета индикаторных ламп и кнопок, используемые при монтаже электрических устройств
GB/T 3797-2005	Электрические узлы управления
GB/T 3859.1-93	Полупроводниковые преобразователи. Спецификация базовых технических требований
GB/T 3859.2-93	Полупроводниковые преобразователи. Руководство по применению
GB/T 3859.3-93	Полупроводниковые преобразователи. Трансформаторы и дроссели
GB 4208-2008	Степени защиты, обеспечиваемые корпусами (коды IP)
GB/T 4588.1-1996	Рамочные технические условия. Одно- и двусторонние печатные платы без отверстий в дорожках
GB/T 4588.2-1996	Рамочные технические условия. Одно- и двусторонние печатные платы со сквозными металлизированными отверстиями
GB 7678-87	Полупроводниковые самокоммутирующиеся преобразователи
GB/T 10233-2005	Базовый метод испытаний низковольтных распределительных устройств и блоков управления

Номер стандарта	Название стандарта
GB 12668-90	Общие технические характеристики блоков управления скоростью с полупроводниковым средствами регулирования частоты для двигателя переменного тока
GB/T 15139-94	Общий технический стандарт на структуру электрооборудования
GB/T 13422-92	Силовые полупроводниковые преобразователи. Методы электрических испытаний
GB/T 14549-93	Качество электропитания. Гармоники в коммунальных электросетях
GB/T 12668.3-2003	Системы регулирования скорости с использованием электрических преобразователей частоты. Часть 3. Производственный стандарт на ЭМС, в том числе специальные методы испытаний
GB/T 12668.4-2006	Системы регулирования скорости с использованием электрических преобразователей частоты. Часть 4. Общие требования. Номинальные характеристики систем преобразователей частоты с напряжением выше 1000 В пер. тока, но не более 35 кВ
IEEE 519-1992	Рекомендуемые методы и требования к контролю гармоник в системах электропитания в соответствии со стандартами IEEE
МЭК 60038	Стандартные напряжения МЭК
МЭК 60050-551:1998	Международный электротехнический словарь. Часть 551. Силовая электроника
МЭК 60071-1:2006	Координация изоляции. Часть 1. Определения, принципы и правила
МЭК 60071-2:1996	Координация изоляции. Часть 2. Руководство по применению
МЭК 60068-2-11	Основные процедуры экологических испытаний. Части 2–11. Испытания. Испытание Ка: соляной туман
МЭК 60146-1-1:2009	Полупроводниковые преобразователи. Общие требования и преобразователи с линейным подключением. Часть 1-1. Спецификация основных требований
МЭК 60146-1-2:2011	Полупроводниковые преобразователи. Общие требования и преобразователи с линейным подключением. Часть 1-2. Руководство по применению
МЭК 60146-1-3:1991	Полупроводниковые преобразователи. Общие требования и преобразователи с линейным подключением. Часть 1-3. Трансформаторы и дроссели
МЭК 60146-2:1999	Полупроводниковые преобразователи. Часть 2. Самокоммутируемые полупроводниковые преобразователи, в том числе преобразователи постоянного тока с прямым подключением
МЭК 60204-11:2000	Безопасность механизмов. Электрооборудование машин. Часть 11. Требования к высоковольтному оборудованию для напряжений выше 1000 В пер. тока или 1500 В пост. тока, но не выше 36 кВ
МЭК 60529:1989 +AMD1:1999 +AMD2:2013 CSV	Степени защиты, обеспечиваемые корпусами (коды IP)
МЭК 60721-3-1:1997	Классификация условий окружающей среды. Часть 3. Классификация групп параметров окружающей среды и их серьезности. Раздел 1. Хранение
МЭК 60721-3-2:1997	Классификация условий окружающей среды. Часть 3. Классификация групп параметров окружающей среды и их серьезности. Раздел 2. Случайная вибрация при транспортировке, свободное падение и ударное воздействие на упаковку
МЭК 60721-3-3:1994 +AMD1:1995 +AMD2:1996 CSV	Классификация условий окружающей среды. Часть 3-3. Классификация групп параметров окружающей среды и их серьезности. Стационарное использование в местах, защищенных от атмосферных воздействий

Номер стандарта	Название стандарта
МЭК 60757:1983	Код обозначения цветов
МЭК 60947-5-5:1997 +AMD1:2005 +AMD2:2016 CSV	Низковольтное распределительное устройство и блоки управления. Часть 5-5. Устройства цепи управления и переключающие элементы. Электрическое устройство аварийного останова с механической функцией запирания
МЭК 60076-1	Силовые трансформаторы. Часть 1. Общие сведения
МЭК 60076-11	Силовые трансформаторы. Часть 11. Сухие трансформаторы
МЭК 60076-12	Силовые трансформаторы. Часть 12. Руководство по нагрузке для сухих силовых трансформаторов
МЭК 60076-2	Силовые трансформаторы. Часть 2. Повышение температуры
МЭК 60076-3	Силовые трансформаторы. Часть 3. Уровни изоляции, испытания электрической прочности изоляции и внешние воздушные зазоры
МЭК 61378-1:2011	Трансформаторы. Часть 1. Трансформаторы для промышленного применения
МЭК 61378-3:2015	Трансформаторы. Часть 3. Руководство по применению
UL 1562	Трансформаторы, распределение, сухие, напряжением свыше 600 В
C57.12.01-2015	Общие требования к сухим распределительным и силовым трансформаторам
C57.12.60-2009	Процедура испытаний для оценки систем теплоизоляции для сухих силовых и распределительных трансформаторов, включая трансформаторы с открытой обмоткой, цельнолитые трансформаторы и трансформаторы с резиновой оболочкой
C57.12.91-2011	Правила испытания на соответствие стандартам IEEE для сухих распределительных и силовых трансформаторов
C57.12.58-2017	Руководство по проведению анализа переходного напряжения в обмотках сухого трансформатора
C57.124-1991	Обнаружение частичного разряда и измерение кажущегося заряда в сухих трансформаторах.
МЭК 60721-3-1	Классификация условий окружающей среды. Часть 3. Классификация групп параметров окружающей среды и их серьезности. Раздел 1. Хранение
МЭК 60721-3-2	Классификация условий окружающей среды. Часть 3. Классификация групп параметров окружающей среды и их серьезности. Раздел 2. Транспортировка
МЭК 60721-3-3	Классификация условий окружающей среды. Часть 3-3. Классификация групп параметров окружающей среды и их серьезности. Стационарное использование в местах, защищенных от атмосферных воздействий
МЭК 61000-2-1:1990	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 2. Окружающая среда. Раздел 1. Описание окружающей среды. Электромагнитная среда для низкочастотных кондуктивных помех и сигналов в системах электроснабжения общего назначения (только помехоустойчивость)
МЭК 61000-2-4	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 2-4. Окружающая среда. Уровни совместимости в промышленных установках для низкочастотных кондуктивных помех
EN 61000-4-2:2009	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Методики испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к электростатическому разряду (только помехоустойчивость)
EN 61000-4-4:2004 +A1:2010	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Методики испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к быстропротекающим переходным процессам/импульсам (только помехоустойчивость)

Номер стандарта	Название стандарта
EN 61000-4-5:2006	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Методики испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к броскам напряжения (только помехоустойчивость)
EN 61000-4-6:2009	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Методики испытаний и измерений. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными полями (только помехоустойчивость)
МЭК 61000-4-7:2002 +AMD1:2008 CSV	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-7. Методики испытаний и измерений. Общее руководство по измерениям гармоник и взаимных гармоник и контрольно-измерительным приборам для систем электропитания и подключенного к ним оборудования.
EN 61000-4-8:2010	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Методики испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к магнитному полю питающей сети (только помехоустойчивость)
EN 61000-4-11:2004	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Методики испытаний и измерений. Испытания на падения, кратковременные прерывания и колебания напряжения (только помехоустойчивость)
МЭК 61000-2-5:2017 RLV	Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 2-5. Окружающая среда. Описание и классификация электромагнитных сред
МЭК 61800-3	Системы силовых электрических приводов с регулируемой скоростью. Часть 3. Требования к электромагнитной совместимости и специальные методы испытаний.
МЭК 61800-4	Системы силовых электрических приводов с регулируемой скоростью. Часть 4. Общие требования. Номинальные характеристики систем преобразователей частоты с напряжением выше 1000 В пер. тока, но не более 35 кВ
МЭК 61800-5-1	Системы силовых электрических приводов с регулируемой скоростью. Часть 5-1. Требования к безопасности. Электрическиая, тепловая и энергетическая безопасность
МЭК 61800-9-2	Системы силовых электрических приводов с регулируемой скоростью. Часть 9-2. Экодизайн систем силовых приводов, пускателей двигателей, силовой электроники и их приводных систем. Индикаторы энергоэффективности систем силового привода и пускателей двигателей
ISO/EN 12944-2	Краски и лаки. Антикоррозийная защита стальных конструкций с помощью системы защитных покрытий. Часть 2. Классификация сред
GR-63, редакция 4:2012	Требования NEBS: Физическая защита
NR-10	Безопасность при электромонтаже и обслуживании
NEMA MG 1-2016	Двигатели и генераторы: Часть 30. Особенности применения двигателей с постоянной скоростью, используемых на синусоидальной шине с содержанием гармоник, и двигателей общего назначения, используемых со средствами регулирования напряжения, частоты или напряжения и частоты
ASCE/SEI 7-10	Минимальные расчетные нагрузки для зданий и других конструкций
UL 61800-5-1	Стандарт для систем электрического силового привода с регулируемой скоростью. Часть 5-1. Требования к безопасности. Электрическая, тепловая и энергетическая безопасность
UL347A	Стандарт безопасности. Оборудование для преобразования средневольтного питания
C22.2 №. 274-17	Стандарт для приводов с регулируемой скоростью

11.6 Сокращения

Термин	Расшифровка
AFE	Активный выпрямитель
AI	Аналоговый вход

Термин	Расшифровка
AO	Аналоговый выход
ЦПУ	ЦП, центральный процессор
DCS	Цифровой сигнал управления
DI	Логический вход
DO	Логический выход
DSP	Процессор цифровых сигналов
ЭМС	Электромагнитная совместимость
ЭДС	Электродвижущая сила
ESD	Электростатический разряд
GND	Заземление
HMI	Панель оператора
HV	Высокое напряжение
IGBT	Биполярный транзистор с изолированным затвором
IP	Класс защиты от попадания инородных предметов и воды, например IP00, IP21 или IP54
LED	Светодиод
LV	Низкое напряжение
ABC	Автоматический выключатель сети
MV	Среднее напряжение
PCB	Печатная плата
PE	Защитное заземление
ПИД-регулятор	Пропорционально-интегрально-дифференцирующее управление
ПЛК	Программируемый логический контроллер
СИЗ	Средства индивидуальной защиты
ПВХ	Поливинилхлорид
ШИМ	Широтно-импульсная модуляция
SLVC	Векторное управление без датчиков
SVC	Пространственно-векторное управление
THD	Общее гармоническое искажение
ИБП	Источник бесперебойного питания
USB	Универсальная последовательная шина
VCI	Летучий ингибитор коррозии
XLPE	Сшитый полиэтилен

Индекс

P

PC Tool ... 38

U

USB-накопитель ... 72

А

Аварийный останов ... 18
Автоматический выключатель сети (ABC) ... 48
Аппаратное обеспечение системы ... 15

Б

Байпас двигателя ... 37
Батарея ИБП
- Замена ... 90
- Техническое обслуживание ... 91

В

Ввод в эксплуатацию
- Техника безопасности ... 76
- Требования к персоналу ... 76
- Отчет ... 78

Вводная секция ... 22
Вентилятор охлаждения ... 67
Вентиляторы охлаждения ... 89
Версия ПО ... 74
Версия руководства ... 8
Воздуховод ... 47
Воздушные фильтры ... 87
Входные устройства ... 37
Выбор кабеля ... 54, 55
Выходные устройства ... 37

Г

Габаритные размеры ... 46, 116, 123
Главная страница ... 64
Главная цепь ... 30, 48
Графики и отчеты ... 67

Д

Дополнительные источники ... 8

Ж

Журнал событий ... 72

З

Заземление ... 54
Запуск преобразователя частоты ... 79
Защита ... 70
Защита паролем ... 73

И

Индикаторы ... 18
Инструкции по перемещению ... 39
Инструкции по подъему ... 39
Информационная панель ... 65
Испытание электрической прочности изоляции ... 96
Источник задания ... 69

К

Кабели
- Клеммы в компактном шкафу ... 48
- Клеммы в рядном шкафу ... 49
- Ввод в компактный шкаф ... 51
- Ввод в рядный шкаф ... 51
- Разделка ... 52
- Ввод кабеля управления ... 52

Кабели управления ... 55
Квалифицированный персонал ... 8, 9
Клеммы ... 139
Код типа ... 33
Конденсаторы ... 94
Конфигурация реакции на отказы ... 98
Конфигурация системы ... 71

М

Масса ... 116, 123
Механические дополнительные устройства ... 37
Моменты затяжки ... 139
Монтаж ... 43

Н

Настройка и обслуживание ... 68
Настройка интерфейса ... 74
Настройка ПИД-регулятора ... 70
Настройки инструментов ... 74
Номинальные значения мощности
- МЭК ... 116
- UL ... 123

О

Области применения ... 14
Однолинейная схема ... 65
Окружающая среда ... 43
Опции ... 34
Останов преобразователя частоты ... 79
Отключение питания преобразователя частоты ... 80
Охлаждение ... 46

П

Панель оператора ... 18, 64, 64, 64, 65, 65, 65, 66, 66, 67, 67, 68, 69, 69, 70, 70, 70, 71, 71, 71, 72, 73, 74, 74, 74, 74, 88
Панель управления ... 65
Параметр двигателя ... 69
Питание преобразователя частоты ... 78
Питание цепей управления ... 55
ПЛК ... 61
Предохранители ... 142
Предупреждение и отказ ... 71
Проводка для рабочего применения ... 60
Прослеживание причины отказа ... 98
Пусковой шкаф ... 22

Р

Режим работы ... 69

С

Секция низкого напряжения.... 48
Секция силовых ячеек.... 19
Секция среднего напряжения.... 48
Секция трансформатора.... 21
Секция управления.... 16
Силовая ячейка.... 66
Силовые ячейки.... 31, 91, 93
Символы.... 9
Система механической блокировки.... 37, 81
Система управления.... 32
Система электромагнитной блокировки.... 80
События.... 71
Сокращения.... 146
Состояние.... 66
Состояние системы.... 64
Стандарты.... 143

Т

Техника безопасности.... 9, 11, 82
Технические характеристики.... 112
Техническое обслуживание.... 83
Ток утечки.... 11

У

Условия окружающей среды.... 43
Утилизация.... 8

Ф

Формовка конденсаторов.... 94
Функции.... 70

Х

Характеристики.... 14
Хранение.... 39

Ц

Цепь управления.... 56

Ш

Шкаф автоматического байпаса двигателя.... 26
Шкаф байпаса двигателя.... 25
Шкаф выходного фильтра.... 24
Шкаф ручного байпаса двигателя.... 25
Шкаф синхронной передачи.... 29

Я

Язык.... 74

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss A/S
Nordborgvej 81
DK-6430 Nordborg
www.danfoss.com

Danfoss can accept no responsibility for possible errors in catalogues, brochures and other printed material. Danfoss reserves the right to alter its products without notice. This also applies to products already on order provided that such alterations can be made without subsequential changes being necessary in specifications already agreed. All trademarks in this material are property of the respective companies. Danfoss and the Danfoss logotype are trademarks of Danfoss A/S. All rights reserved.